

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР «СУБТРОПИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»**

На правах рукописи

Якушина Людмила Геннадьевна



**СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ХРИЗАНТЕМЫ
ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ
СУБТРОПИКОВ ЮГА РОССИИ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
кандидат биологических наук,
Слепченко Н.А.

Сочи – 2023

СОДЕРЖАНИЕ

	с.
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 СЕЛЕКЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХРИЗАНТЕМЫ САДОВОЙ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) (обзор литературы)	13
1.1 Систематическое положение, биологические особенности хризантемы садовой, как объекта селекции	13
1.2 История интродукции хризантемы и создания современных сортов	18
1.3 Современные направления в селекции хризантем	24
1.4 Болезни и вредители хризантем	31
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	37
2.1 Характеристика климатических условий	38
2.2 Агротехнические условия опытов	40
2.3 Методика проведения опытов	43
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	59
ГЛАВА 3 ПОЛУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА	59
3.1 Описание декоративных признаков родительских форм хризантемы	59
3.2 Изучение семенной продуктивности от разных комбинаций	62
3.3 Сроки цветения родительских форм и полученных гибридов	72
3.4 Отбор элитных форм на разных этапах селекции	78
3.5 Использование параметров медленной индукции флуоресценции хлорофилла для отбора устойчивых гибридов в первый год жизни	85
3.6 Исследование устойчивости элитных гибридов Р-196-4; Р-192-4 к болезням и вредителям	89
3.7 Особенности наследования декоративных признаков	91

хризантемы	
3.8 Источники хозяйственно-ценных признаков	96
3.9 Генетический анализ исходного селекционного материала	101
3.9.1 Определение размера генома у сортов и гибридов	101
хризантемы садовой коллекции ФИЦ СЦ РАН	
3.9.2 Исследование генетического полиморфизма исходного и полученного материала при помощи ДНК-маркеров	107
3.9.3 Исследование генетического полиморфизма исходного и полученного материала при помощи АСК-анализа	114
ГЛАВА 4 ОПИСАНИЕ ПОЛУЧЕННОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ХРИЗАНТЕМЫ	123
4.1 Описание гибридов, отобранных для дальнейших исследований	122
4.2. Характеристика новых сортов	125
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	127
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА	129
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	130
ПРИЛОЖЕНИЕ А	162
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	164
ПРИЛОЖЕНИЕ В	165
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	166
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	169
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	170
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	172
ПРИЛОЖЕНИЕ З	174
ПРИЛОЖЕНИЕ И	176
ПРИЛОЖЕНИЕ К	177

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Культура хризантемы *Chrysanthemum × hortorum* – одна из самых древних возделываемых культур в человеческой цивилизации. Её возраст насчитывает более трёх тысяч лет (Недолужко, 2004а; 2004б). Хризантема культивируется на протяжении многих веков и остается в центре внимания со времен Конфуция. В последние годы особо востребованы сорта хризантемы с компактной формой куста, прочными цветоносами, соцветиями разнообразной формы, необычной окраской язычковых цветков – многоцветных и однотонных, с окантовкой цветков и без окантовки, с высоким коэффициентом размножения черенками (не менее 5-8) (Мохно и др., 2017).

Зона влажных субтропиков благоприятна для возделывания хризантемы в России с точки зрения энергетических затрат, где с октября по декабрь без обогрева снимают один срез цветов в течение 3,0-3,5 месяцев (Рындин, Мохно, 2012; Мохно, Братухина, 2015).

За длительное время культивирования хризантемы садовой создано большое количество сортов, но при их возделывании в течение ряда лет, особенно сортов иностранной селекции, их хозяйственно-ценные качества снижаются, растения медленнее и слабее укореняются, снижается иммунитет к болезням и вредителям. Старые сорта перестают соответствовать агротехническим и экономическим требованиям производства. Спрос на хризантему неуклонно растет. Санкции, наложенные на Россию, вынуждают производителей искать новый посадочный материал в собственной стране. Таким образом, для импортозамещения и для поддержания собственных генетических коллекций необходимо создавать и внедрять в производство новые, высокодекоративные, продуктивные и адаптивные сорта. Кроме того, цветочный рынок ориентируется на тенденции моды. Поэтому потребители ожидают сортимент цветов новых окрасок, форм соцветий, растений с разными сроками цветения и разного назначения (Мохно, Братухина, 2015). Рынок России отличается от рынка стран Европы

и Азии. В Европе отдают предпочтение хризантемам типа «спрей» (ветвистые – $d = 5-8$ см) и «сантини» (мелкоцветные – $d = 2-4$ см). В Японии популярны паукообразные соцветия. В нашей стране предпочтения самые разные: от хороших ветвистых мелкоцветковых до крупноцветковых одностебельных сортов. Необходим качественный, устойчивый к условиям произрастания, посадочный материал (Мохно, Братухина, 2015; 2016; Мохно и др., 2017).

Для получения адаптивных сортов, дающих высокие урожаи срезанных цветов и черенков (посадочного материала), возникла необходимость создания новых, относительно устойчивых к вредителям, а также к грибным и вирусным заболеваниям и высокодекоративных сортов хризантемы, адаптированных к условиям произрастания во влажных субтропиках России, в неотопливаемом закрытом грунте.

Коллекция хризантемы ФИЦ СЦ РАН включает сорта отечественной и зарубежной селекции, а также обширный селекционный материал, различного происхождения (Мохно, 2006; Манихина, 2008; Рындин, Мохно, 2012; Мохно, 2014; Мохно, Братухина, 2015, 2016; Слепченко и др., 2016; Мохно и др., 2017; Антонова, Клемешова, 2017; Траутвейн, Клемешова, 2018; Рындин, Слепченко, 2019; Рындин и др., 2021а, Рындин и др., 2021б). Сорта и ранее полученные гибриды были испытаны в качестве исходных форм (Мохно, Братухина, 2006, 2014, 2015, 2016; Мохно и др., 2017). Актуальным является изучение морфологических, биологических, генетических особенностей коллекционных растений, в том числе новых интродуцированных; целенаправленного подбора родительских пар, изучение комбинационной способности, получение новых высокодекоративных адаптивных гибридных форм. Научный интерес представляет изучение разнообразия генотипов от различных скрещиваний, пloidности образцов коллекции, выделение перспективных форм на ранних стадиях развития сеянцев хризантемы, которые способствуют ускорению селекционного процесса.

Селекцией хризантемы садовой и изучением генетических особенностей этой культуры занимаются исследователи разных стран мира: Бельгии (Экхаут и др., 2020), Бразилии (Безера де Моура и др., 2014), Китая (Ли и др., 1990; Вон и др., 2017; Сонг и др., 2018; Су и др., 2019, Лиу и др., 2022), Индии (Бхаттахаря и др., 2006; Датта, Янакирам и др., 2015; Кумари и др., 2019; Бала и др., 2020), Японии (Окамура, 2014; Аида и др., 2016), Нидерландов (Гуо и др., 2012, 2017), Германии, Польши (Залевска и др., 2010); Вьетнама (Ле и др., 2015), Тайланда (Лертсуттхичаван и др., 2017), Болгарии (Ненчева, 2013), Турции (Мекапогу и др., 2020), Иране (Насри и др., 2018).

На юге нашей страны селекционные исследования этой культуры проводятся в Национальном научном центре РАН (НБС – ННЦ, г. Ялта), Ставропольском ботаническом саду (ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», г. Ставрополь) и Субтропическом научном центре РАН (ФИЦ СНЦ РАН, г. Сочи) (Смыкова, 2014; Селиверстова, Щегринец, 2020; Мохно, 2014; Мохно, Братухина, 2013, 2015, 2016; Мохно и др., 2017). Кроме того, в России новые сорта хризантемы создают в ГБС РАН, г. Москва; РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва; ДВО РАН, г. Владивосток; ЦСБС СО РАН г. Новосибирск, в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН (Недолужко, 2004а, 2004б, 2008, 2009, 2010, 2011, 2014, 2016, 2018а, 2018б; Сарлаева и др., 2018; Тухватуллина, 2014, 2017, 2018).

Степень разработанности темы. Селекции хризантемы садовой посвящено много исследований в нашей стране (Адрианов, 1995, 2001; Андрюшенкова, 2012; Бабкина, 1974, 1979; Войняк, 2013; Глазурина, 1983; 1988; Забелин, 1972; Козьменко, 2008, 2015; Краснова, 1952; Манихина, 2008; Мохно, Братухина, 2006, 2015, 2016, 2014; Мохно и др., 2017; Недолужко, 2016, 2018а, 2018б, 2004а, 2004б, 2009, 2008, 2010; Селиверстова, Щегринец, 2020; Смыкова, 2014, 2018; Стецович, 2011; Стецович, Сорокопудова, 2010; Тухватуллина, 2014, 2017, 2018; Тухватуллина, Миронова, 2014, 2017; Якушина, 2020). Имеется ряд исследований в области селекции хризантем в

Молдове (Дворянинова, 1977, 1982, 1988), Беларуси (Цеханович, 2017), Грузии (Яброва-Колаковская, 1957, 1984). Широко исследуются вопросы селекции и генетических особенностей хризантемы в странах, производящих эту культуру в промышленных масштабах и являющихся мировыми экспортерами: Китай, Индия, Япония, Нидерланды и др. (Guo et al., 2012; Dai et al., 2002; Yue-ping Ma et al., 2017; Wang et al., 2015; Chen et al., 2008; Wang et al., 2010; Kim et al., 2003; Kondo et al., 2003; Bala et al., 2020).

Селекционные исследования хризантемы в Советском Союзе впервые были организованы в Главном ботаническом саду АН СССР Н.С. Красновой. В ботанических садах – Сухумском, Никитском, Душанбинском и Кишиневском селекционные исследования были наиболее успешными (Яброва-Колаковская, 1957; Бабкина, 1974, 1979; Забелин, 1972; Глазурина, 1983; 1988; Андрюшенкова, 2012; Войняк, 2012, 2013;). В исследованиях селекционеров использовались классические методы селекции, такие как отдаленная и межсортовая гибридизация, свободное опыление, отбор перспективных сеянцев, а также выявление соматических мутаций. В мировой практике при создании сортов и исходного селекционного материала хризантем используют воздействие низких температур, радиационный и химический мутагенез (Дворянинова, 1982; Дядченко, 1989; Глазурина, 1983; Le et al., 2015; Spencer-Lopes et al., 2018).

Исследования были начаты нами в 2016 году. Основная их часть проведена в 2016-2022 гг. на опытных участках и в отделах Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук» (ФИЦ СНЦ РАН).

Объектами исследования являлись сорта и гибриды хризантемы коллекции ФИЦ СНЦ РАН, состоящей из 56 сортообразцов отечественной и зарубежной селекции, 235 гибридных форм, в том числе 10 перспективных и 6 элитных. Исследованы 1693 гибридных сеянца от 62 комбинаций скрещиваний.

Цель исследований – провести комплексную оценку исходного генетического материала хризантемы садовой коллекции ФИЦ СНЦ РАН, используемых для создания новых декоративных форм.

Для достижения цели были поставлены задачи:

1. Исследовать коллекционные образцы хризантемы, их биологические и хозяйственные особенности для подбора родительских пар для скрещиваний.
2. Для создания высокодекоративных гибридов хризантемы садовой осуществить межсортовую гибридизацию.
3. Дать оценку завязываемости и всхожести семян, полученных от различных комбинаций скрещивания.
4. Исследовать морфологические и биологические особенности сеянцев, полученных от различных комбинаций скрещиваний, определить возможности раннего отбора гибридов по заданным параметрам.
5. Отобрать, исследовать гибриды, а также дать им оценку по комплексу признаков с использованием методов исследования генетического полиморфизма.
6. Отобрать перспективные гибриды, которые легко адаптируются к условиям влажносубтропического климата, размножить вегетативно, провести первичное испытание и конкурсное, затем передать их в ФГБУ «Госсорткомиссия».

Научная новизна. Впервые изучены генетические и биологические особенности хризантемы коллекции ФИЦ СНЦ РАН. Впервые исследована семенная продуктивность материнских форм хризантемы в разных вариантах скрещиваний. Впервые проанализирована всхожесть семян от проведенных комбинаций скрещиваний. Оценена возможность использования сортов и гибридов хризантемы в исследуемых комбинациях. Изучены перспективы раннего отбора гибридов с ценными хозяйственными признаками. Впервые определены родственные группы с общими генами в коллекции ФИЦ СНЦ РАН. Впервые выделены наиболее перспективные комбинации скрещиваний: 'Harlequin' × смесь пыльцы, 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10, 'Izetka Bernstein' ×

М-187-1, 'Mona LisaWhite' × М-182-1, 'Mona LisaWhite' × смесь пыльцы, 'Mona LisaWhite' × свободное опыление, 'Амбер' × 'Садко', 'Садко' × 'Tigerrag', 'Симфония' × Ж-10-1. Получены новые гибриды с ценными хозяйственными признаками. Впервые определен характер наследования хозяйственно-ценных признаков в исследуемых комбинациях. Выделены источники хозяйственно-ценных признаков.

Теоретическая и практическая значимость работы. Изложенные результаты работы дополняют существующие в настоящее время знания в области селекции *Chrysanthemum* × *hortorum*. Полученные данные демонстрируют целесообразность включения сортов 'Harlequin', 'Mona LisaWhite', 'Садко', 'Izetka Bernstein', 'Симфония', 'Amber' в селекционный процесс с целью получения новых высокодекоративных и адаптивных форм. Выделены 6 элитных гибридов, которые проходят конкурсное испытание. Созданы новые сорта 'Мацеста' и 'Школа бизнеса', которые включены в Госреестр селекционных достижений, которые допущены к использованию и в Госреестр охраняемых селекционных достижений.

Методология и методы диссертационного исследования. Планирование и проведение исследований осуществлялось при помощи анализа большого объема информации: научных статей и монографий российских и зарубежных исследователей в области селекции хризантемы. При реализации исследований применялся системный подход с использованием комплекса классических и современных методов селекции и сортоизучения цветочно-декоративных культур.

Исследования, описанные в диссертации, проводили в рамках государственного задания ФБГНУ ВНИИЦиСК 0683-2014-0008 (2016–2018 гг.), 0683-2019-0004 (2019 г.), а с 2020 г. в рамках госзадания ФГБУН ФИЦ СЦ РАН 0683-2019-0004, FGRW-2021-0009.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- 1) Хозяйственные и биологические отличия исходных сортов и гибридов хризантемы, использованных в селекционном процессе.

- 2) Семенная продуктивность материнских форм хризантемы при межсортовых скрещиваниях.
- 3) Возможность выделения устойчивых гибридных форм к абиотическим стрессорам.
- 4) Особенности наследования потомством декоративных признаков от родительских форм в разных комбинациях скрещивания.
- 5) Отбор перспективных и элитных форм, обладающих хозяйственно-ценными признаками.
- 6) Новый селекционный материал хризантемы, используемый для создания новых высокодекоративных сортов хризантемы садовой.

Степень достоверности результатов. Экспериментальные данные получены с использованием современных и классических методов генетики и селекции. Положения и выводы диссертации оригинальны. Результаты обоснованы и достоверны, что подтверждается результатами статистической обработки опытных данных. Документация соответствует требованиям к регистрации научных работ.

Личный вклад соискателя. Диссертационная работа является результатом исследований соискателя, который лично выполнил описанные исследования по изучению коллекции, провел межсортовые скрещивания, определил источники хозяйственно-ценных признаков, пополнил коллекцию хризантемы ФИЦ СНЦ РАН новым генетическим материалом, в том числе созданными гибридами и новыми сортами; обработал и проанализировал полученные результаты, что позволило сделать обоснованное заключение и дать рекомендации для дальнейшей селекционной работы с культурой *Chrysanthemum × hortorum*.

Апробация работы. Положения диссертации рассмотрены на ежегодных заседаниях Ученого совета ФИЦ СНЦ РАН (2016–2022 гг.) в виде промежуточных отчетов о проделанной научной работе. Результаты работы доложены на 6 научных мероприятиях. Международные научно-практические конференции: 54-я конференция "Развитие науки в 21-м веке"

11 ноября 2019 г. (г. Харьков); «Агробиотехнология-2021» 24-25 ноября 2021 г. (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва); XX международная научно-практическая конференция «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии» 29 сентября – 1 октября 2021 г. (Южно-Сибирский ботанический сад, г. Барнаул); «Актуальные проблемы физиологии, биохимии и биотехнологии растений» 10–12 ноября 2021 г. (ФИЦ СЦ РАН, г. Сочи). Всероссийские научно-практические конференции: научно-практическая онлайн-конференция молодых учёных и специалистов «Молодые учёные и инновационная сельскохозяйственная наука» 25 мая 2021 г. (ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина», г. Орел); XXVII Мичуринские чтения, Всероссийская научная конференция с международным участием «Научные основы повышения эффективности отрасли садоводства» 28 октября – 5 ноября 2021 г. (ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина», г. Мичуринск), Вторая всероссийская конференция «Коллекции как основа изучения генетических ресурсов растений и грибов» 26–27 июня 2023 г. (Ботанический институт им. В.Л. Комарова, г. Санкт-Петербург).

Публикации результатов исследований. Опубликовано 12 статей, отражающие основное содержание диссертационной работы, из них 4 работы в журналах, включенных в перечень ВАК РФ, 1 статья в журнале, индексируемом в базе данных Web of Science (Q1) и Scopus, 1 каталог, 2 патента на селекционные достижения.

Объём и структура. Работа изложена на 177 страницах машинописного текста, включает введение, одну главу обзора литературы по теме исследования, четыре главы, посвященные результатам исследования, заключение и предложения для селекции и производства. Результаты показаны в 34 рисунках, 28 таблицах тексте, 10 приложениях. Список использованной литературы состоит из 306 наименований, из них 91 работу иностранных авторов.

Автор благодарит научного руководителя – кандидата биологических наук Слепченко Н.А., заведующую отделом цветоводства; кандидата сельскохозяйственных наук Мохно В.С.; кандидата сельскохозяйственных наук Гутиеву Н.М. Автор благодарит за помощь сотрудников отделов генетических ресурсов, защиты растений, физиологии и биохимии растений, лаборатории агрохимии и почвоведения за оказанную помощь в изучении методик и проведении лабораторных исследований. Автор выражает благодарность директору ФГБУН ФИЦ СИЦ РАН академику РАН Рындиной А.В. за всестороннюю помощь и поддержку.

ГЛАВА 1 СЕЛЕКЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХРИЗАНТЕМЫ САДОВОЙ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Систематическое положение, биологические особенности хризантемы садовой, как объекта селекции

Хризантема – одна из популярнейших культур в декоративном садоводстве и цветоводстве. В Китае эта культура олицетворяет долголетие и мудрость, в Японии – успех, счастье, удачу. А во Вьетнаме хризантема – символ ясности ума и душевной чистоты (Недолужко, 2009, 2016; Мартьянова, 2014).

Несмотря на тысячелетний селекционный опыт работы с хризантемой, до сих пор уточняется систематическое положение этой культуры. Селекционеру важно знать ботаническую классификацию исходного селекционного материала. Помимо биологических особенностей культуры, необходимо учитывать условия произрастания предковых форм, с которыми связаны приспособления растений (Бороевич, 1984; Бригс, 1972; Бурдун, Вавилов, 1935; Майо, 1984).

Род Дендрантема (*Dendranthema* spp.) и род *Chrysanthemum* относятся к семейству астровых (*Asteraceae* Bercht. & J.Presl).

Систематическое положение рода *Dendranthema* Des Moul требует дополнительного изучения. Название этого рода произошло от древнегреческого слова «*dendron*» (дерево) и родового «*Chrysanthema*». *Dendranthema* отличается от *Chrysanthemum* одревеснением побегов. Современные сорта садовой хризантемы – продукт сложной межвидовой и межсортовой гибридизации, так как они произошли от хризантемы шелковицелистной или крупноцветковой (*C. morifolium* R.) и хризантемы мелкоцветковой (*C. indicum* L.). Кроме этих видов, в селекции использовались и другие виды хризантем (Агафонов и др., 2003; Юскевич и

др., 1990). Самые перспективные для промышленного выращивания виды выделены в род *Dendranthema* (Рындин, Лях, 2017).

Согласно современной ботанической номенклатуре, род *Dendranthema* включает 104 научных названия растений, из которых 36 являются общепринятыми названиями видов и используются в науке (The Plant List, 2013).

В Японии и Китае при осуществлении гибридизации в селекции хризантемы садовой используют такие субтропические виды, как *C. shiwogiku* Kitam. (син. *D. shiwogiku* Kitam.), *C. nankingense* Hand.-Mazz. (син. *D. indicum* L.), *C. pacificum* (Nakai) Kitam. (син. *D. pacificum* Nakai), *C. indicum* L. (син. *D. indicum* (L.) Des Moul.), *C. chanetii* (H.Lév.) (син. *D. chanetii* (H.Lév.) C. Shih), *C. vestitum* (Hemsl.) Stapf (син. *D. vestitum* (Hemsl.) Ling), *C. zawadskii* Herbich (син. *D. zawadskii* (Herbich) Tzvelev) с целью передачи генов, определяющих форму куста, устойчивость к белой ржавчине, листовому минеру, тле, абиотическим и техногенным факторам (Недолужко, 2018; Yamaguchi, 1981; Jong, Rademaker, 1989; Wang, Chen, 1990; Chen et al., 1995; Douzono, Ikeda, 1998; Suenaga et al., 1998; Roh, Ikeda, 2003; Cheng et al., 2010, 2011; Sun et al., 2010). *D. coreanum* (H. Lév. & Vaniot) Vorosch (син. *C. coreanum* (H.Lév. & Vaniot) Nakai) представляет зимостойкий вид, который использовался в селекции *D. × hortorum* hort. Систематическое положение видов родов *Dendranthema* и *Chrysanthemum* уточняется.

Согласно современной ботанической номенклатуре, род *Chrysanthemum* включает 246 научных названия растений, из которых 42 являются общепринятыми названиями видов и используются в науке (The Plant List, 2013).

В условиях влажных субтропиков России в открытом грунте выращивают растения рода *Chrysanthemum*. Это канарская хризантема кустарниковая — *C. frutescens* L. (син. *Argyranthemum frutescens* (L.) Sch. Bip.); хризантема корончатая — *C. coronarium* L. (син. *C. segetum* Forsk. ex DC.), родиной которой является Средиземноморье; хризантема арктическая

— *C. arcticum* L. (сун. *C. zawadskii* Herbich) (Антонова и Клемешова, 2017). Эти растения являются однолетними и многолетними травами или полукустарниковые растения. Однолетние хризантемы с разными соцветиями культивируют в открытом грунте и размножают семенами. Растения продолжительный цветут. Хризантема килеватая (*C. carinatum*) имеет белые, желтые или темно-пурпурные корзинки, может имеет комбинированную окраску. Хризантемы увенчатая (*C. coronarium*) имеет лимонную или золотисто-желтую окраску язычковых цветков. Некоторые виды хризантемы используют в пищу, чаще хризантему увенчатую и хризантему многостебельную (*C. multicaule* Desf. syn. *Coleostephus multicaulis* (Desf.) Durieu) (Адрианов, 1972).

Садовая хризантема берет начало как культура в Китае и Японии. Ее прародителями являются дикие дендрантемы, у которых были ромашковидные соцветия. Сначала в Китае культивировали хризантему с золотистыми соцветиями, как у дикорастущих предков. Слово «*Chrysanthema*» происходит от слов *chrysos* (с греческого «золото») и *antheon* (цветок). Хризантему выращивали для украшения садов, использовали в пищу, из этих растений делали лекарства. Результатом длительной селекции явилось разнообразие современных сортов, которые значительно декоративнее предковых форм. Современные сорта хризантемы различны по размеру и форме корзинки, окраске язычковых цветков (Адрианов, 2006; Адрианов, 2011; Недолужко, 2004а; Недолужко, 2018).

Хризантема садовая обычно имеет высоту 25-100 см. Корневище утолщенное, иногда почти деревянистое, часто разветвленное. От него отрастают подземные побеги. Соцветие хризантемы называют корзинкой. На общей широкой оси находится множество мелких женских язычковых цветков (по краю корзинки) и трубчатых цветков с тычинками и пестиками (в центре соцветия). У трубчатых цветков венчики трубчатой формы, которые окрашены чаще всего в желтый цвет, реже в белый или цвет венчиков язычковых цветков. Венчик язычкового цветка крупный, с разнообразными

формой и цветом. Иногда цвет нижней стороны язычкового цветка имеет окраску, отличающуюся от окраски верхней стороны. Форма язычкового цветка бывает плоской, с килем или без него, ложечковидной или трубчатой формы, бывают венчики сросшиеся, края венчиков могут быть зубчатыми. С венчиком срастаются основания пяти тычинок пять. Рыльце – двураздельное, созревает позже, чем тычинки – отсюда необходимость перекрестного опыления. У язычковых краевых цветков тычинок нет, одни пестики, завязь нижняя, это только женские цветки. Многие из этих язычковых цветков имеют недоразвитые пестики и тогда они являются бесполоыми. У культурных хризантем махровость соцветий приобретает за счет превращения внутренних трубчатых цветков в язычковые. Встречаются и чрезмерно развитые одни трубчатые цветки. Соотношение язычковых и трубчатых цветков выражают термином «махровость» (Стевенсон, 1937; Шарова, 1968; Шмыгун, 1972).

Дополнительные язычковые цветки махровых форм образуются из трубчатых, из-за этого в центре трубчатые цветки в очень малом количестве, располагаются в промежутках между язычковыми. У очень махровых соцветий трубчатых цветков нет.

Для описания сортов и их оценки постоянно предпринимались попытки классификации хризантем, которые впоследствии совершенствовались. В настоящее время известно несколько классификаций, многие из которых не позволяют точно описать некоторые группы этих растений. Первые классификации Древнего Китая делили хризантемы на группы по пищевым характеристикам. Позже главным признаком классификации стала окраска соцветий. Затем, при развитии селекции, основа классификации менялась (Недолужко, 2004; Недолужко, 2016). В Китае – главном источнике крупноцветной хризантемы (*Chrysanthemum × morifolium*), в 2011 г. насчитывалось около 3 000 сортов. В этой стране их классифицируют по 30 типам соцветий (Yue-ping Ma et al, 2017).

В.С. Яброва-Колаковская предложила классификацию, основанную на описании строения цветков в соцветии и описании самой корзинки (Яброва-Колаковская, 1957). Основными критериями являются: длина столбика краевых и дисковых цветков, взаимопревращение язычковых и трубчатых цветков, махровость корзинки, ее форма и размер. Селекционеры, которые работают с хризантемой садовой, часто используют классификацию разработки института садоводства Германии, в которую внесли изменения отечественные ученые (Недолужко, 2004). Сортов китайского и японского типов в этой классификации нет. Их можно включить как дополнительные классы. Хризантемы подразделяются на 10 классов. В основе деления на классы: форма, размер корзинки, соотношение трубчатых и язычковых цветков в ней. Специалисты выделяют следующие группы: простые немахровые, анемоновидные, полумахровые, плоские, махровые, полушаровидные, кудрявые, шаровидные, лучевидные, помпонные (приложение 1) (Недолужко, 2004).

Кроме размера и формы соцветия - корзинки, сорта хризантем отличаются размерами и формой листьев, размерами и формой куста. Разные сорта имеют различную окраску листьев и стеблей. Различными бывают расположение и количество соцветий на кусте (Недолужко, 2004).

По срокам цветения растения хризантемы можно разделить на четыре группы: раннецветущие (начинают цветение во второй половине августа), со средними сроками цветения (распускаются в середине сентября), среднепозднецветущие (цветение с конца сентября по начало октября), с поздними сроками цветения (распускаются с середины октября по середину ноября в сухую тёплую осень). Эти сроки более характерны для умеренной зоны (Ругите, 1989; Стецович, Сорокопудова, 2010; Стецович и др., 2011).

В зависимости от морфологических особенностей хризантемы по-разному используются: на срез (сорта с компактным кустом, длинными стеблями, выше 80 см, прочными цветоносами), срезочно-бордюрные (высота 50-80 см), вазонно-бордюрные (раскидистый куст высотой менее 50

см). Последние используют для озеленения территорий и в качестве горшечной культуры. Такое разделение сортов условно, т.к. форму куста и высоту можно регулировать варьированием сроков черенкования, применением регуляторов роста и формированием куста (Недолужко, 2004; Андрианов, 2001; Гиль, 2007; Зыкова, 1977; Кабанцева, 2004, 2005, 2006; Недолужко, 2004а, 2004б; Ругите, 1989; Рындин, Лях, 2017; Стецович, 2011).

По величине соцветий хризантемы разделяются на крупноцветковые, мелкоцветковые и декоративные (Методика государственного сортоиспытания..., 1968).

По строению стебля выделяют кустовые (стебель сильно ветвистый, цветы некрупные); одностебельные (стебель один, несет одно крупное соцветие); многостебельные (2-3 стебля с крупными соцветиями); штамбовые (высокий стебель с округлой кроной); каскадные (густой куст со спускающимися вниз мелкими ветвями и соцветиями) (Стивенсон, 1937).

1.2 История интродукции хризантемы и создания современных сортов

Первые упоминания о хризантемах встречаются в садоводческой литературе Китая и Японии. Конфуций, известный китайский философ, живший за 500 лет до нашей эры, упоминает о хризантемах в своем произведении Ли-Ки. В литературных источниках сохранились имена древних китайских садоводов, занимавшихся культивированием хризантемы (Шмыгун, 1972; Яброва-Колаковска, 1984).

В Японии хризантема стала выращиваться позже. Но быстро набрала популярность и на современном этапе является знаком высшего ордена. В 900 году до нашей эры император Японии Уда устроил первую выставку хризантем в садах своего дворца в Токио.

Первый из европейских авторов, упомянувших о хризантемах, был Брейниус (1689 г.). Немного позже Реодеван Дракенштейн описал хризантему.

Энгельберт Кэмфер в 1712 году описал хризантему под названием Матрикария (*Matrikaria*). Многие другие авторы описывали это растение под разными другими названиями.

Первое цветение хризантемы наблюдалось в Англии в 1764 году в ботаническом саду в Челси; затем в течение четверти века о хризантемах не было ничего известно ни в Англии, ни в других странах Европы. Снова завез хризантему в Европу Пьер-Луи Бланкар. Бланкар в 1789 году привез из Китая несколько хризантем, из которых выжила только одна, давшая начало разновидности «Ольд перпл» ('Old Purple'). Под ошибочным названием *Chrysanthemum indicum* новое растение было завезено в Англию. Первое цветение его наблюдалось в 1795 году в питомнике Кельвилля в Челси. Вскоре были ввезены многие новые разновидности из Китая (Стивенсон, 1937).

Можно выделить два этапа в истории выращивания хризантем: древний, в течение которого данную культуру выращивали только в Китае и Японии и новый, когда началась её активная интродукция в страны Европы, а потом и в Америку.

Селекционные исследования хризантемы в Европе зародились в начале XIX века в Южной Франции. Через столетия к селекционным опытам стали проводить ученые разных стран, но преимущественно с тёплым климатом (Смыкова, 2014). В 1826 году в Европе были известны сорок восемь сортов. Первый показ хризантемы в Европе состоялся в Вене в 1831 году. В 1843 году Роберт Форчун отправил хризантему с соцветием типа Помпон ('Chusan Daisy') в Англию из Китая. Этот сорт хризантемы типа Помпон был важным прародителем многих сортов хризантемы (F. Kyle, 1952). В 1889 году был отпразднован столетний юбилей завоза хризантем в Европу, и в этом же году впервые была выставлена знаменитая 'Асфес Хэрди' ('Asphens Herdy') – первая «махровая» хризантема.

Первые сеянцы знаменитого французского садовода Эрнеста Кальва были выставлены в Англии в 1892 году и имели огромный успех. Долгое

время культивировались сорта этого автора: 'M-me Carnot', 'Sapho', 'President Bevan', 'Perfektion', 'President Viger' и др. Французские садоводы: A.Chantrier, A.Nonia, G.Herand, A.Cordonnier, Vilmorin Andrieux способствовали дальнейшему прогрессу и разведению хризантем (Стивенсон, 1937).

Хризантема была привезена в Америку в 1798 году Джоном Стивенсом из Хобокена, штат Нью-Джерси. Позже в каталоге от 1826 года было представлено 26 сортов из питомников в Лонг-Айленде и Нью-Йорке (Dowrick, 1953). Доктор Х. П. Уолкотт из Кембриджа, штат Массачусетс, в 1879 году был первым американцем, который описал выращивание рассады хризантемы (Bailey, 1951).

Культивирование хризантем в Америке в основном было направлено на производство коммерческих сортов. Американский селекционер Элмер Смит из штата Мичиган способствовал коммерческому успеху производства крупноцветной хризантемы в США. Он начал заниматься разведением хризантем в 1887 году и ввел в производство более 445 сортов. Вместе со Смитом селекцией хризантем занимались Е.В. Бернс и Ф.Л. Малфорд из Министерства сельского хозяйства США, доктор Л.Е. Лонгли из Чикагского университета и Джон С. Wiater (Филадельфия) (Нав, 1986).

Большая заслуга в селекции хризантемы – получение так называемых корейских гибридов, принадлежит Алексу Каммингу. При межвидовом скрещивании *C. coreanum* и садовой хризантемой *C. morifolium*, в 1928 году было получен ряд отдаленных гибридных форм с высокой устойчивостью к стресс факторам (Bailey, 1951). Дальнейшее использование зародышевой плазмы привело к улучшению выносливости садовых хризантем.

В России впервые культура хризантем была описана в журнале «Садоводство» в XIX веке (Яброва-Колаковская, 1972). С 1900 года некоторые садоводческие организации выращивали хризантему. Некоторые сорта хризантем посетители увидели в знаменитых парках Александрия и Софиевка. В брошюре «Хризантемы и их культура» (1916 г.) Ю.М. Данильченко описал условия культивирования маточников хризантемы,

вегетативное размножение и выращивание в различных формах (кустовой и штамбовой), дал описание некоторым сорта. В XX века из-за войн сорта хризантем в России были полностью утрачены. Интродукция этой культуры была возобновлена Всесоюзным институтом растениеводства (Недолужко, 2004).

В СССР в 1935 году было привезено из Кореи 35 сортов мелкоцветковых хризантем, которые были успешно адаптированы в южных областях страны. Основной целью работ в то время было создание холодостойких сортов. В Советском Союзе селекцией хризантемы стала заниматься Краснова Н.С., сотрудник Отдела цветоводства ГБС АН СССР, ею были получены сорта, которые можно было выращивать в умеренной зоне России. Знаменитым сортом селекции Красновой Н.С. стала 'Кореяночка'. Брошюру Н.С. Красновой «Мелкоцветные хризантемы в озеленении городов» издали в 1952 году. Новые сорта, которые можно было выращивать в средней полосе России были описаны в этой брошюре. Семена хризантемы были разосланы в крупные города Советского Союза для распространения (Краснова, 1950; Краснова, 1952; Недолужко, 2004; Козьменко, 2008; Траутвейн, 2018).

В Никитском ботаническом саду селекцией хризантемы начал заниматься Забелин И.А. еще в 1939 году. Исследователь применил метод искусственного отбора гибридов от свободного переопыления. Семена хризантемы были привезены из питомника Лун-Ва (Шанхай). Сеянцы от этих семян были использованы в дальнейшей селекционной работе. Коллекция НБС – ННЦ включает сорта И. А. Забелина, такие как 'Красное Знамя', 'Пусть Всегда Будет Солнце' и др. В дальнейшем, при использовании метода межсортовой гибридизации В. М. Бабкиной были созданы сорта: 'Величественная', 'Вечерняя Сказка', 'Первая Ласточка' и др.; в коллекции сохраняются сорта автора Г. Ф. Феофиловой: 'Янтарная Леди', 'Халцедон', 'Свет Зарниц', 'Мираж', 'Принцесса Ирен', 'Коктебель', 'Рубин', 'Маяк', 'Золотой Листопад' и др. В селекции хризантемы А. Н. Глазурина применила

метод гамма-облучения с Cs-137. Опыты проводились при использовании китайских сортов. В результате были получены новые разнообразные сорта: 'Венера', 'Сатурн', 'Белый Феникс' и др. (Смыкова, 2014; Якушина, 2021).

Селекционная работа в Ставропольском ботаническом саду началась в 2006 году. Целью работы ученых является выведение мелкоцветковых сортов хризантемы с ранними сроками цветения для озеленения. Получены сорта с высокой степенью декоративности и устойчивые в условиях Ставропольского края: 'Пламя', 'Калейдоскоп', 'Зефирка', 'Ириска' (Селиверстова, Щегринцев, 2020; Якушина 2021).

С середины XX века в ФИЦ СНИЦ РАН пополняется коллекция хризантемы. Изучены более 150 сортов крупноцветковых и более 40 мелкоцветковых хризантем (Траутвейн, Клемешова, 2018). С 2006 года в Научном Центре начали заниматься хризантемы садовой. Первые селекционеры – исследователи этой культуры в Субтропическом научном центре Н. П. Козьменко и В. С. Мохно (Мохно и др, 2017; Траутвейн, Клемешова, 2018). В результате проведенных скрещиваний с 2006 по 2020 г. создано и внесено в Государственный Реестр селекционных достижений РФ 18 сортов: 'Октябрина', 'Симфония', 'Юность', 'Альпика', 'Ника', 'Каменя', 'Ноктюрн', 'Карнавал', 'Розовый Зефир', 'Солнечная', 'Южная', 'Зимнее утро', 'Элен', 'Кадриль', 'Василина', 'Злата', 'Татьяна', 'Снежана'.

В Советском Союзе отрасль промышленного цветоводства начала развиваться только с середины 1960-х гг. (Ковалев, 1968; Рындин, 2008). В 1980-е гг. на долю хризантемы приходилось 40–110 млн. шт. от всего производства цветов в СССР, которое составляло около 1 млрд. шт. (Дядченко, 1989; Маркетинговое исследование, 2012; Рындин, Келина, 2013; Рындин, Лях, 2017).

С середины двадцатого века активно проводились работы по интродукции и выведению сортов хризантем в Никитском, Сухумском, Тбилисском и Киевском ботанических садах. С 1965 года начали проводить государственное испытание созданных сортов хризантем в Советском Союзе.

В озеленении Черноморского побережья Кавказа и Крыма, Украины и Молдовы, использовался обширный ассортимент мелкоцветковых хризантем, полученный советскими селекционерами В.С. Ябровой-Колаковской, К.Ф. Дворяниновой, В.М. Бабкиной, В.Ф. Горобец (Яброва-Колаковская, 1957; Яброва-Колаковская, 1984; Недолужко, 2004).

В двадцатом столетии в Советском Союзе были начаты селекционные опыты в Главном ботаническом саду (ГБС). Здесь была сформирована коллекция из 350 сортов. Ученые ГБС разработали технологию управляемой культуры. При использовании этой технологии определенными техническими средствами создается необходимый световой и температурный режимы, что позволяет в средней полосе России получать срез цветов в любое время (Шмыгун, 1972). Популяризация хризантемы садовой в двадцатом веке в СССР осуществлялась через южные научные центры.

В связи с распространением хризантемы из теплого региона нашей планеты, требуется создавать искусственные условия для их культивирования как в отечественном и зарубежном производстве цветов (Адрианов, 1989; Казанкова, 1981; Шмыгун, 1972). За пределами нашей страны впервые для культивирования хризантемы теплицы были оснащены системами обогрева, досвечивания, затенения, вентиляции. Промышленники начали получать 2–3 урожая хризантем в год. При соблюдении технологии выращивания хризантемы, можно добиться продуктивности с 1 м² площади до 135–145 штук при выращивании в закрытом грунте. (Дядченко, 1989).

1.3 Современные направления в селекции хризантем

Селекционерами мира создано огромное разнообразие хризантем, широко используемое для промышленного выращивания, горшечной культуры, озеленения. Но в каждой стране имеются свои собственные требования к ассортименту хризантем. В Японии в основном выращивают сорта с лучевидными соцветиями или пауковидными корзинками, в странах Европы – с махровыми полушаровидными и шаровидными корзинками, анемоновидные соцветия популярны в Америке. Для декорирования различных архитектурных ансамблей есть ампельные сорта. Постоянно меняющаяся мода вызывает необходимость поиска новых форм и окраски соцветий, сортов, адаптированных к конкретным условиям выращивания (Соболева, 1985; Недолужко, 2004; Тухватуллина, 2017; Смыкова, 2014).

На современном этапе насыщение рынка цветами хризантем недостаточно во всем мире. Хризантема за рубежом уделяется очень популярна. Лимитирующим факторам при выращивании культуры является энергозатратность. Поэтому важной целью селекции является создание холодостойких сортов. Чтобы уменьшить энергозатраты, многие европейские организации переносят выращивание посадочного материала и самих цветов в более благоприятные климатические зоны. Французские фирмы строят питомники для маточников и цветов в Италии. Колумбия поставляет на мировой рынок: около 300 млн. штук хризантем в год. Многие европейские фирмы выращивают хризантему в экваториальной Кении, чтобы круглогодично получать цветочную продукцию (Дядченко, 1989; Eeckhaut, 2020; Exporting chrysanthemums..., 2017).

Ученые, занимающиеся селекцией хризантемы, целенаправленно создают холодостойкие сорта. Например, во Франции создали сортимент этой культуры, адаптированной к ночной температуре 10–14 °С, а в Великобритании круглый год получают урожай цветов при температуре 13,3 °С ночью. Современный селекционный материал, методы генной инженерии, оснащённость необходимой техникой селекционных центров для проведения

генетических исследований дает возможность в короткие сроки создавать и вводить в производство лучшие сорта хризантем (Дядченко, 1989; Caimei, 1995; Broytjes, 1987; Yue-ping Ma et al, 2017; Bala et al., 2020; Luo et al., 2018; Boutigny, 2020; Haider et al., 2020; Firsov et al., 2020; Su et al., 2019).

В ФИЦ СНЦ РАН в течение ряда лет ведется работа по пополнению генетических коллекции растений, в том числе и хризантемы, сортами местной и иностранной селекции, изучению сортов, совершенствованию технологий культивирования хризантемы в условиях влажносубтропического климата. Также разработаны теоретические и методические способы создания современных сортов хризантемы с использованием межвидовых, межсортовых скрещиваний, с применением культуры семяпочек *in vitro* (Маляровская, 2018).

Сорта хризантемы селекции РФ, которые были получены методом межсортовых скрещиваний, по хозяйственно-ценным признакам не уступают импортным сортам, обычно превосходят их по устойчивости к патогенам, устойчивы к стрессорам среды и могут длительно культивироваться как в условиях влажных субтропиков России, как и в защищенном обогреваемом грунте в разных регионах нашей страны (Мохно, 2006; Пащенко, 2013).

Несмотря на высокие декоративные качества интродуцентов, завезённых из разных регионов и стран, а также их разнообразие, при выращивании в климатических условиях влажных субтропиков России, сорта быстро теряют свои лучшие характеристики. Возделывание их становится экономически невыгодным. В связи с этим требуется постоянное обновление сортимента. Большинство существующих сортов хризантемы является продуктом работы селекционеров разных стран мира. Климат этих стран отличается от климата влажных субтропиков Российской Федерации. Местные гибриды и сорта, созданные в определенных климатических условиях, позволяют сочетать такие важные качества как экологическую устойчивость, получение высоких урожаев. При этом снижаются затраты на

производство. Коллекция ФИЦ СНЦ РАН представляет собой генетический ресурс для создания адаптивных сортов. Она включает в себя, как сорта местной селекции, так и перспективные и элитные гибриды, приспособленные к условиям среды.

Ведущие мировые селекционные центры делают акцент на создание сортов и гибридов, которые обладают устойчивостью к вредителям и болезням, недостатку или избытку макро- и микроэлементов, засолению, слабой аэрации, к песчаным, кислым и болотным почвам (Жученко, 1990, 2008; Shinoyama et al., 2015; Su et al., 2019). Сохранение и изучение генетических ресурсов культурных растений необходимы для устойчивого развития сельского хозяйства нашей страны, импортозамещению в условиях санкционной политики в отношении нашего государства.

Современные селекционеры работают над повышением потенциальной продуктивности растений, обладающих эволюционно обусловленной устойчивостью к действию абиотических негативных факторов и вовлечению новых генотипов в селекционный процесс (Недолужко, 2008, 2010, 2018; Жученко, 1985, Su et al., 2019).

Для ускорения процессов селекции применяются технологии выявления молекулярных или ДНК-маркеров, которая называется маркер-вспомогательной селекцией, получившая развитие в последние десятилетия (MAS, marker-assisted selection) и применяется в государственных селекционных программах для эффективной селекции. К молекулярным маркерам относятся ДНК-маркеры, изоферменты и другие маркерные системы, основанные на полиморфизме белков (Хлесткина, 2013). Использование молекулярных маркеров в селекции обозначается термином MAS (marker-assisted selection). В русском языке этот термин переводится как «селекция с использованием молекулярных маркеров». При создании гибридов или новых сортов используется известный маркер – признак, определяемый при идентификации сцепления между геном, контролирующим признак и известным маркером. Одной из задач

селекционеров становится определение связи маркер – признак, а в дальнейшем при создании новых генотипов могут использоваться классические методы селекции (скрещивание, самоопыление, беккроссирование, отбор). Преимущество этого метода состоит в том, что ДНК-маркерный анализ можно проводить в лаборатории на любой стадии развития (от семян до взрослого растения). При его использовании необязательно оценивать фенотип в полевых условиях в определенные фазы развития растений в различных условиях (Леонова, 2013). Данные технологии становятся необходимыми в селекции. Использование ДНК-маркеров дает возможность исследовать генетический полиморфизм родственных групп, иногда даже различать семейства и рода, а также генетических фингерпринтов сортов. Благодаря методу возможно выявить ценные качества на ранних этапах отбора на уровне нуклеиновых кислот. Анализируя полиморфизм ДНК можно создавать генетической паспорт сорта, гибрида и линии. Паспортизация позволяет сохранить и защитить селекционные достижения. Маркер-опосредованная селекция и геномная селекция GS (Genomic Selection), в основе которых лежит исследование ДНК-маркеров, ускоряет селекционные процессы растений (Meuwissen, 2001; Baenziger, 2006, Сухарева, 2018; Su et al., 2019; Клименко и др., 2020).

В связи со сложной гетерозиготной природой хризантемы в гибридном потомстве наблюдается большое разнообразие форм по морфологическим признакам. Высокий уровень фенотипической изменчивости создает проблему количественного определения различия и сходства гибридных сеянцев.

Существует несколько систем, при помощи которых можно получить количественные характеристики фенотипических признаков гибридных сеянцев, сортов, мутантов и др. (Луценко, 2011; Рындин, Мохно, 2012). Например, используя кластерный анализ проводят сравнение по контурам листьев сортообразцов различных садовых и цветочных культур. Форма листа является «полиморфным» признаком, так как она зависит не только от

генотипа, но и от множества различных внешних и внутренних факторов. Все эти факторы оказывают влияние на результаты анализа листьев (Луценко, 2011). Описание и сравнение обобщенных образов сортов можно формировать путём многопараметрической типизации (Луценко, 2011). Такое обобщение помогает свести к минимуму влияние полиморфизма и позволяет проанализировать генетические особенности. Так, форма контура листа растения расценивается как количественная информация о сорте и содержит информацию как о фенотипе (особенностях, возникших в результате внешнего влияния), так и о генотипических особенностях (генетически обусловленная форма листа). При выборе исходного селекционного материала, возможно разделение растений по группам по степени схожести или различия по морфологическим признакам листьев, используя различные современные методики, в том числе АСК-анализ.

При использовании исходного селекционного материала с разным уровнем ploидности может проявляться генеративная несовместимость, нарушаться оплодотворение и митоз, что приводит к образованию нежизнеспособных семян, гибели зародыша на стадии эмбрионального развития. Одним из способов преодоления геномной несовместимости являются методы культуры зародышей и семяпочек *in vitro* (Baenziger, 2006, Маляровская, 2018; Nencheva, 2013; Fardin et al., 2018; Eeckhaut, 2020).

Хризантема садовая является гибридным таксоном, который создавался путем межвидовой гибридизации с последующим многовековым искусственным отбором (Dai et al. 2002). Ученые считают, что в процессе эволюции произошло трехкратное увеличение генома (Wang et al, 2015). Род хризантема содержит виды, различающиеся по уровню ploидности: от диплоидных ($2n = 2x = 18$) до декаплоидных ($2n = 10x = 90$) (Khandakar RKMD S. et al., 2014). Например, *Chrysanthemum rhombifolium* H. Ohashi & Yonek. диплоидный ($2n=2x=18$), *Chrysanthemum hypargyrum* Diels = *Dendranthema hypargyrum* (Diels) Y. Ling & C. Shih тетраплоидный ($2n=4x=36$) и *Chrysanthemum vestitum* (Hemsl.) Stapf гексаплоидный ($2n=6x=54$) (Chen et

al., 2008; Dowrick, 1953; Li et al., 2013). В целом, по уровню ploидности хризантема представляет собой гетерогенный таксон, и в публикациях имеется достаточно много данных о вариабельности хромосомных чисел хризантемы в природе или коллекциях культурных сортов (Y. Ma et al., 2017). Культурные хризантемы представляют собой аллогексаплоиды ($2n = 6x = 54$), с гаплоидным набором $x = 9$. Число хромосом в соматических клетках хризантемы может колебаться от $2n = 47-63$ и $2n = 36$ до 45, 47, 51-57 (Bala et al., 2020). Ученые из Китая пришли к выводу, что большинство из 200 изученных ими сортов хризантем являются гексаплоидами или анеуплоидами с количеством хромосом от 50 до 70 (Y. Ma et al., 2017).

Эволюция рода Хризантемы включает несколько раундов аллополиплоидизации от низкой ploидности до высокой. Изменения на генетическом уровне сказались на изменении внешних признаков растений. Изменения строения корзинки крупноцветковой хризантемы эволюционировали от простого к сложному. Как исходный признак можно рассматривать язычковый тип цветка без киля, свойственный диким формам (Wang et al., 2010). От таких язычковых цветков образовались язычковые с развитым килем и лопаточковидные, а от них уже произошли другие типы цветков корзинки (Miao et al., 2007). Первоначальный желтый цвет соцветия в ходе эволюции преобразовался в белый, фиолетовый, красный, розовый, оранжевый и сочетание нескольких цветов (Wang et al., 2010). Возможно, триплоидия и тетраплоидия *Chrysanthemum* × *hortorum* может образовываться в результате гибридизации диплоидных, тетраплоидных и гексаплоидных диких видов растений (Guo et al., 2012). Тетраплоидные и гексаплоидные виды, встречающиеся в природе, дали начало гексаплоидным сортам, которые имеют более близкие родственные связи с дикими растениями. А тетраплоиды возникли при скрещивании диплоидных диких растений с гексаплоидными сортавыми. Доказательством является то, что род Хризантема и близкие рода содержат дикие виды, способные

скрещиваться с современной сортовой хризантемой (Yang et al., 2006, Guo et al., 2012; Недолужко, 2018).

При проведении гибридизации и искусственном отборе имеет значение уровень ploидности. Среди срезочных цветов хризантемы, реализуемых на голландских аукционах, много полиплоидов (Geest, 2017). Считается, что полиплоидия дает больше шансов нивелировать неблагоприятные аллели (Otto, Whitton, 2000). Одной из причин этого является гетерозис, вызванный особыми аллельными взаимодействиями. Полиплоидия дает дополнительные возможности взаимодействия между множественными аллелями, а это приводит к сверхдоминированию нескольких аллелей (Birchler et al., 2010). Таким образом, эффект гетерозиса играет основную роль в сохранении полиплоидов, так как они в большей степени гетерозиготны. Включение диплоидов в направленные скрещивания эффективнее для выведения адаптивных сортов, так как неблагоприятные в данных условиях аллели быстрее выбраковываются. Но, с другой стороны, наличие особых взаимодействий между множественными аллелями могут способствовать формированию более конкурентного фенотипа. Как и естественный, искусственный отбор – это не только отбор против неблагоприятных аллелей, но и отбор более конкурентных взаимодействий между аллелями (Bala et al., 2020). Качество отбора исходного селекционного материала при наличии нескольких вариантов полиплоидов потенциально намного больше, чем среди диплоидов. При изменении критериев отбора некоторые неблагоприятные аллели могут стать благоприятными. «Неиспользованные» аллели чаще сохраняются в полиплоидных растениях, чем в диплоидных. Поэтому полиплоиды могут быть более адаптированными в новых условиях, чем диплоиды (Otto and Whitton, 2000). Многие исследователи считают, что полиплоидия благоприятна для селекции растений (Dubcovsky J. and Dvorak J., 2007; Родионов и др., 2019). Более качественная адаптация к стрессорам снижает агротехнические затраты, что доказывает необходимость использования полиплоидов в качестве исходного селекционного материала

(Heslop-Harrison, 2000; Abd El-Twab and Kondo, 2006; Li and Shao, 1990; Zhao et al., 2010; Hwang et al., 2013; Geest et al., 2017). Знание размера генома позволяет сократить сроки селекционной работы, так как позволяет быстрее подбирать пары для осуществления гибридизации, прогнозировать сохранение хозяйственно-ценных признаков у потомства, появление новообразований.

В настоящее время недостаточно информации об уровне ploидности для большинства сортов хризантемы, что связано с быстрым изменением количества хромосом при скрещивании, а также отсутствием возможностей дешевого и быстрого метода точного определения хромосомных чисел.

Традиционно уровень ploидности определяют при помощи микроскопии в семязачатках, пыльцевых зернах, в кончике корня, но можно определить и косвенными методами, такими как количество хлоропластов в замыкающих клетках устьиц и другими морфологическими наблюдениями (Bala et al., 2020). Современным методом косвенного определения размера генома является метод проточной цитометрии. Среди других методов, метод проточной цитометрии является самым быстрым, а также уже успешно использовался для анализа уровня ploидности в коллекциях хризантемы рядом исследователей (Chen et al., 2008; Guo et al., 2012; Hwang et al., 2013; Geest et al., 2017; Bala et al., 2020).

1.4 Болезни и вредители хризантем

Хризантема – теплолюбивое растение, требует значительных затрат на выращивание в России. Влажносубтропический климат благоприятен не только для выращивания хризантемы, но и благоприятен для развития вредных организмов – фитофагов и фитопатогенов.

Хризантемы, как и многие другие культуры поражаются широким спектром болезней и повреждаются вредителями (Недолужко, 2014).

Известно, на побережье Черного моря на хризантеме развиваются несколько грибных болезней (Кулибаба, 1971; Салов, Манихина, 2009; Булгаков, 2020):

Серая гниль, или ботриоз (возбудитель – *Botrytis cinerea* Pers.). На листьях, бутонах, стеблях и соцветиях появляются мягкие волнистые бесформенные пятна. Далее они увеличиваются, сливаются, покрываются серым пушистым налетом. Листья буреют, скручиваются и деформируются. При этом бутоны темнеют, не раскрываются, ткань побегов ослизняется, пораженные части растения загнивают. Декоративность значительно снижается. Поражается цветоножка, ложе соцветий, которые впоследствии надламываются. Болезнь развивается при повышенной влажности (Недолужко, 2014; Салов, Манихина, 2009).

Белая ржавчина (возбудитель – *Puccinia horiana* Henn.) – одна из опасных болезней хризантемы, возбудитель является карантинным объектом (Единый ..., 2022). Изначально поражение – небольшие бледно-желтые пятна на листьях. Затем на нижней стороне листа на пятнах образуются пустулы (светло-желтые, затем становятся белыми и выпуклыми). Если поражение слабое, то на пятнах единичные пустулы до 5 мм, а если сильное – на листе сотни мелких пустул (Салов, Манихина, 2009; Булгаков 2020).

Мучнистая роса (возбудители – *Golovinomyces chrysanthemi* (Rabenh.) M. Bradshaw, U. Braun, Meeboon & S. Takam. (син. *Oidium chrysanthemi* Rabenh.). На молодых листьях, стеблях, бутонах образуется белый налет сначала паутинистой, а затем порошистой консистенции. Листья деформируются, усыхают, побеги плохо развиваются, верхушки часто усыхают (Кулибаба, 1971; Синадский, 1982; Салов, Манихина, 2009; Недолужко, 2014; Булгаков, 2020).

Ржавчина хризантемы (возбудитель – *Puccinia chrysanthemi* Roze, *Puccinia tanacetii* DC.). Болезнь проявляется в виде желтоватых округлых пятен на верхней стороне и формировании красно-бурых пустул на нижней

части листа. Сильное заражение вызывает усыхание листьев, которые не опадают (Кулибаба, 1971; Недолужко, 2014).

Септориоз (возбудитель – *Septoria chrysanthemella* Sacc. (син. *S. chrysanthemi* Cavara, *Septoria chrysanthemi-indici* Bubák & Kabát)). На нижних листьях появляются угловатые, четкие, беспорядочно разбросанные бурые пятна диаметром до 3-5 мм, ограниченных жилками листа. Эти пятна к концу вегетации темнеют, при сильном поражении сливаются, образуя темно-бурые зоны. На зараженной ткани развиваются поверхностные или погруженные в нее многочисленные пикниды (Кулибаба, 1971; Недолужко, 2014).

Фузариоз (возбудитель – *Fusarium oxysporum* Schlecht.). Болезнь, при которой корни растения постепенно отмирают, стебель буреет и загнивает. Как один из симптомов – на пораженных тканях возникает редкий светлый беловато-розоватый налет мицелия. Листья скручиваются, буреют увядают. Вследствие закупорки проводящей системы увядание растений начинается с нижней части. Инфекция сохраняется в почве и в зимующих зараженных растениях (Кулибаба, 1971).

Южная склероциальная гниль (возбудитель – *Athelia rolfsii* (Curzi) C.C. Tu & Kimbr. (син. *Sclerotium rolfsii* Sacc.)). Болезнь всегда начинается с основания стебля в виде небольшого бурого пятна, которое разрастается и охватывает стебель, вследствие чего растения засыхают, начиная с верхушки. В пораженных местах, а также на поверхности почвы у основания стебля образуется белая или светло-желтая грибница, на которой формируются мелкие красновато-желтые склероции. Они располагаются на стебельке растения или на поверхности почвы возле корневой шейки (Кулибаба, 1971; Айба и др., 2018).

Альтернариоз (возбудители – грибы рода *Alternaria*: *A. alternata* (Fr.) Keissl., *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire). Вторичные патогены. Признаки болезни – сухие темно-коричневые пятна, которые со временем разрастаются и покрывают всю площадь листа. Наибольшее развитие патогена происходит в жаркое влажное лето (Недолужко, 2014).

Ложная мучнистая роса (возбудитель – *Peronospora radii* de Bary) (Гиль, 2007; Синадский, 1982). Поражает листья, стебли и цветки. Проявляется в виде желтоватых пятен на листьях, с нижней стороны пятен образуется беловатый налет из спор и мицелия возбудителя. Пораженные листья засыхают, а соцветия погибают (Белосельская, Сильвестров, 1953).

На хризантеме могут быть отмечены болезни увядания и гнили: фитофтороз (возбудитель – *Phytophthora cryptogea* Pethybr. & Laff.), вертицилезное увядание (возбудитель – *Verticillium alboatrum* Reinke & Berthold), стеблевая гниль, или питиоз (возбудитель – *Globisporangium ultimum* (Trow) Uzuhashi, Tojo & Kakish. (син. *Pythium ultimum* Trow)), ризоктониоз (возбудитель – *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn) (Синадский, 1982; Гиль, 2007), аскохитозная гниль (возбудитель – *Stagonosporopsis ligulicola* (K.F. Baker, Dimock & L.H. Davis) Aveskamp, Gruyter & Verkley (син. *Mycosphaerella ligulicola* K.F. Baker, Dimock & L.H. Davis)) (Бёмер, Воханка, 1999); пятнистости: рамуляриоз (возбудитель – *Ramularia* sp.) (Бёмер, Воханка, 1999).

Всего к настоящему времени на мелкоцветковых хризантемах выявлено 19 видов фитопатогенных грибов-микроспоридиомицетов, из которых наиболее вредоносными можно считать возбудителей белой ржавчины (*Puccinia horiana*) и фузариозного увядания (*Fusarium oxysporum*), поскольку они способны вызывать массовую гибель растений (Булгаков, 2020). Во влажносубтропическом климате самыми распространенными из вышеперечисленных болезней являются септориоз, мучнистая роса, серая гниль (Салов, Манихина, 2009).

Из бактериальных болезней на хризантеме можно отметить: мягкую гниль и увядание побегов (возбудитель – *Dickeya dadantii* (син. *Erwinia chrysanthemi*), бактериальный ожог (возбудитель – *Rhodococcus fascians*) и бактериальный рак (возбудитель – *Agrobacterium tumefaciens*) (Синадский, 1982; Бёмер, Воханка, 1999; Гиль, 2007;); из вирусов – вирус аспермии томатов (TAV), вирус бронзовой пятнистости томатов (TSWV) (Dal Bo et al.,

1995; Денкова, 2014). Но наибольшее распространение в растениях хризантем получил В вирус хризантем, который приводит к снижению качества товарной продукции и привлекательности для покупателя (Гранда, 2009).

Хризантема повреждается вредителями из различных экологических групп. Наиболее разнообразной группой являются сосущие вредители. Так, на хризантеме встречается зеленая персиковая (оранжерейная) тля *Mizodes persicae* Sulz. (Aphididae: Hemiptera), хризантемовая тля *Macrosiphoniella sanbori* Gillette (Aphididae: Hemiptera), пенница слюнявая – *Philaenus spumarius* L. (Aphrophoridae: Hemiptera), луговой клоп – *Lygus pratensis* L. (Miridae: Hemiptera), табачный трипс – *Thrips tabaci* Lindeman (Thripidae: Thysanoptera), западный цветочный трипс *Franklinilla occidentalis* Pergande (Thripidae: Thysanoptera), оранжерейная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Aleyrodidae: Hemiptera), обыкн. паутинный клещ *Tetranychus urticae* C.L. Koch (Tetranychidae: Arachnida) (Белосельская, Сильвестров, 1953; Синадский, 1982; Ижевский, 1999). Перечисленные фитофаги питаются соком листьев, лепестков, побегов, приводя к нарушению развития (деформации) повреждаемых органов, в ряду случаев – к хлорозу или мозаике.

Высокую опасность представляют почвенные и листогрызущие вредители – медведка обыкновенная *Gryllotalpa gryllotalpa* L. (Gryllotalpidae: Orthoptera), оранжерейный кузнечик *Tachycines asynamorus* Adelung (Rhaphidophoridae: Orthoptera), огородная совка – *Lacanobia (Diataraxia) oleracea* L. (Noctuidae: Lepidoptera), слизни *Agriolimax* sp. (Agriolimacidae: Gastropoda), а также другие виды подгрызающих совок (совка-гамма, озимая, восклицательная совки и т.д.) (Белосельская, Сильвестров, 1953; Олисевиц, 1970; Синадский, 1982; Гиль, 2007; Ижевский, 1999).

На листьях и стеблях повреждения могут наносить минирующие насекомые: разноядный минер *Liriomyza strigata* Meigen (Agromyzidae: Diptera), минер *Phytomyza geniculata* Macq. (Agromyzidae: Diptera), южноамериканский листовой минер *Liriomyza huidobrensis* Blanchard

(Agromyzidae: Diptera) (Белосельская, Сильвестров, 1953; Синадский, 1982; Ижевский, 1999; Бёмер, Воханка, 1999).

Хризантемная стеблевая нематода *Aphelenchoides ritzemabosi* Schwartz. (Aphelenchoididae: Secernentea: Nematoda) приводит к скручиванию и усыханию листьев, начиная с нижней части стебля. Цветки у больных растений мелкие, уродливые (односторонние) и часто гибнут в бутонах (Олисевиц, 1970).

Таким образом, хризантема является довольно повреждаемой как вредителями, так и болезнями. В связи с этим селекция культуры должна быть направлена на получение не только высоко декоративных, но и устойчивых к вредителям и болезням сортов.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Характеристика климатических условий

В условиях влажных субтропиков России хризантема садовая выращивается в стеклянных теплицах без обогрева, без регуляции микроклимата. Температура оказывает значительное влияние на рентабельность производства хризантемы.

Климатические условия района исследований характерны для зоны влажных субтропиков. Средняя годовая температура воздуха во время исследований составила +14,1 °С. Температура января и февраля – +6,3...7,7 °С, июля и августа – +24 ... 25 °С. Средний абсолютный минимум температуры достигает – -7 °С. Регион характеризуется выпадением большого количества осадков, средняя годовая норма составляет 1635 мм, преимущественно ливневого характера. Осадки в виде снега в прибрежной зоне – явление редкое (Рындин, 2016). Для закладки бутонов требуется температура 18–22 °С, для цветения – 10 °С (Шмыгун, 1972). Уникальные климатические условия достаточно благоприятны для выращивания многих цветочно-декоративных культур, в том числе и хризантемы.

Высокогорные хребты защищают побережье от проникновения с континента холодных воздушных масс, а также задерживают на побережье влажный и теплый воздух (Мосияш, Лугавцов, 1967).

Море способствует плавному изменению температуры воздуха. Весна на Черноморском побережье России более прохладная и продолжительная, чем в степях. Чаще всего минимальные температуры в Сочи наблюдаются в январе и феврале (таблица 1). Осадки преимущественно в виде дождя.

Таблица 1 – Среднемесячная температура воздуха в 2016–2022 гг.

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год	Абсолютный минимум	Абсолютный максимум
2016 год, °С	4,9	9,7	10,4	13,8	16,3	22,1	23,8	25,9	19,5	14,9	11,2	4,0	14,7	-7,3	+31
2017 год, °С	5,3	5,7	10,1	11,6	15,7	20,3	24,3	25,9	22,9	15,5	11,2	10,1	14,9	0	+35
2018 год, °С	7,2	8,8	10,9	14,3	19,6	23,3	24,6	25,0	21,4	17,2	12,3	8,6	16,1	-1	+32
2019 год, °С	7,8	7,8	7,5	12,6	18,6	24,2	22,4	24,1	20,1	17,5	14,0	10,5	15,6	0	+31
2020 год, °С	6,1	6,5	11,6	11,5	16,5	22,8	25,1	24,3	23,8	19,5	11,0	10,5	15,8	-4	+32
2021 год, °С	9,5	8	7,5	12,5	17	20,5	25,5	25,5	19,5	15	14	10	15,4	-4,3	+34,8
2022 год, °С	6,5	8,5	6,0	13,5	14,5	22,5	22,5	26,5	22,0	16,0	13,5	10,5	15,5	-3,0	+31
Средние значения	6,8	7,9	9,1	12,8	16,9	22,2	24,0	25,3	21,3	16,5	12,5	9,2	15,4		

В средние температурные показатели по годам (с 2016 по 2022 г.) незначительно различаются. Но в 2016 г. наблюдались большие отклонения по показателю абсолютный минимум. Минимальная температура за время наших исследований была 4 января 2016 года и составила -7,3 °С.

Среднесуточная температура поверхности почвы в Сочи никогда не понижается ниже 6 °С (таблица 2). Это является благоприятным фактором для возделывания хризантемы в открытом грунте.

Таблица 2 – Среднесуточная температура верхних слоев почвы (2016 -2022 гг)

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
6,3°С	6,1°С	7,3°С	10,5°С	15,8°С	21,0°С	24,1°С	23,9°С	21,5 °С	16,9°С	11,9 °С	8,8°С	14,5°С

Влажность воздуха в районе Сочи высокая, среднемесячные показатели во все годы исследований превышают 70 процентов (таблица 3).

Таблица 3 – Относительная влажность воздуха (2016-2022 гг)

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
Влажность воздуха, %	76	74	75	73	79	76	77	74	73	77	71	78	75

Севернее Сочи климат становится более холодным, чаще бывают заморозки и засушливые периоды, уменьшается среднее количество осадков, воздух становится суше.

Хризантема садовая (*Chrysanthemum × hortorum*) относится к растениям короткого дня, её цветение приходится на конец сентября — декабрь. Сокращение светового периода, стимулирует формирование соцветий (бутонизацию) у хризантемы, и, тем самым, влияет на начало цветения. Длина дня, вызывающая закладку бутонов и цветения у разных сортов, неодинакова (Адрианов, 2004; Недолужко, 2010; Шмыгун, 1972, Цеханович, 2017). Благоприятная продолжительность дня для цветения хризантемы в Сочи (менее 11 часов) с октября по февраль (рисунок 1).

Длина светового дня в Сочи по месяцам

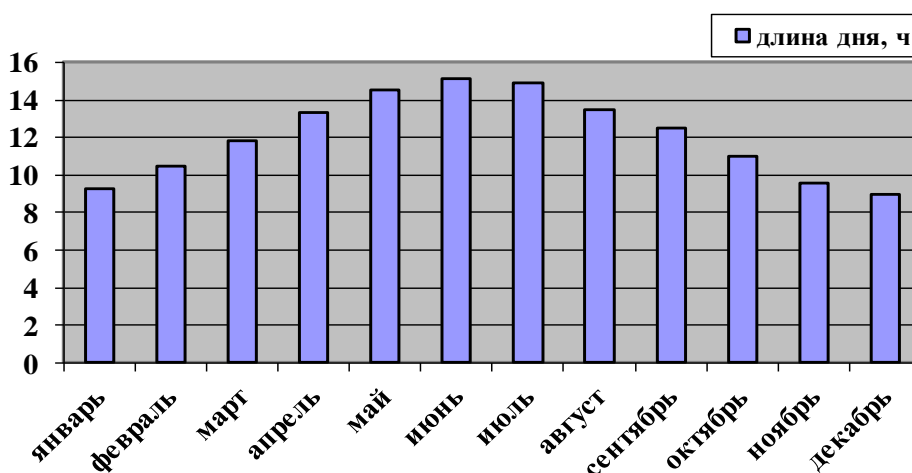


Рисунок 1 – Диаграмма продолжительности светового дня в Сочи по месяцам

Таким образом, для выращивания высококачественной цветочной продукции хризантемы климатические условия Сочи благоприятны. С начала сентября до середины декабря возможно получение цветочной продукции. Стекланные теплицы позволяют защитить хризантему от порывов ветра и дождя.

2.2 Агротехнические условия опытов

Выращивание хризантемы в опытном хозяйстве ФИЦ СНЦ РАН осуществляются по технологии, которая была разработана для условий влажных субтропиков Российской Федерации. Гряды формируют шириной 1,0-1,2 м.

Исследованные образцы почвогрунтов характеризуются нейтральной (почти нейтральной) реакцией почвенного раствора (по pH_{KCl}) с уклоном в слабощелочную сторону (по $pH_{водн.}$), в целом находятся в оптимальном для хризантем диапазоне (оптимальный pH_{KCl} от 5,5-6,0 до 6,5-7,4 (Висящева, 1991; Дядченко, 2003; Смыкова, 2017)).

Содержание гумуса оценивается как среднее (4-6 %). Обеспеченность азотом по сумме минеральных форм колеблется в диапазоне 40-50 мг/кг (соответственно около 40-50 мг/л), что ниже оптимального для хризантем (150-350 мг/л. Для хризантем азотное питание особенно важно в первой половине вегетации (Kofranek et al., 1992). Водная вытяжка извлекает 10-20 % аммиачного азота относительно солевой вытяжки.

Почвогрунт содержит порядка 200 мг/кг (около 200 мг/л) подвижного фосфора – очень высокая обеспеченность по грациям метода Олсена (таблица 4). Оптимальным содержанием P_2O_5 для хризантем является 350-500 мг/л (для разных вытяжек) (Висящева, 1991; Дядченко, 2003; Смыкова, 2017). Достаточное фосфорное питание особенно важно для хризантем в период формирования цветочных бутонов.

Таблица 4 – Основные агрохимические свойства исследованных образцов

№ образца	рН _{вод.}	рН _{KCl}	Гумус %	Азот, мг/кг			Фосфор	Калий
				нитратный	аммиачный	сумма		
1	7,7	7,4	5,3	2,8	41,2	44,0	189	100
2	7,5	7,2	5,5	2,9	47,0	44,2	202	149
3	7,6	7,2	5,5	3,0	42,1	45,1	193	118
Среднее	7,6	7,3	5,4	2,9	43,4	44,4	195	122

При этом содержание водорастворимого фосфора (извлекаемого водной вытяжкой) до 10 % относительно общего содержания подвижного фосфора (извлекаемого при экстракции гидрокарбонатом натрия) (таблица 5).

Таблица 5 – Содержание водорастворимых форм основных питательных элементов в почвогрунтах (результаты анализа водной вытяжки)

№ образца	Азот, мг/кг			Фосфор	Калий
	нитратный	аммиачный	сумма		
1	2,8	8,2	11,0	20,0	91,5
2	2,9	8,1	11,0	14,9	119
3	3,0	8,2	11,2	22,1	103
Среднее	2,9	8,2	11,07	19,0	105

Содержание подвижного калия (по Масловой) в почвогрунте не превышает 150 мг/кг (или 150 мг/л) и является низким (таблица 4). Оптимальное содержание подвижного калия в грунтах под хризантемой составляет от 450-750 до 900-1300 мг/л К₂О (в различных вытяжках). Для хризантем калийное питание особенно важно во второй половине вегетации (Висящева, 1991; Дядченко, 2003; Смыкова, 2017). В связи с недостатком подвижного калия в почве необходимо вносить сульфат калия перед началом бутонизации (в середине июля) в количестве 10-15 г/м². Из почвогрунта ОПХ (легкий гранулометрический состав) водная вытяжка извлекает столько же калия, сколько и экстракция уксуснокислым аммонием (по Масловой). Почвогрунт имеет легкий состав – легкосуглинистая почва с преобладающим содержанием фракций песка (таблица 6).

Таблица 6 – Гранулометрический состав почвогрунтов

Содержание фракций в % от абсолютно сухого веса почвы							Классификация по гранулометрическому составу	
Размер фракций, мм						Физический песок, >0,01 мм		Физическая глина, <0,01 мм
1,00-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001			
30,47	29,10	13,92	7,10	8,80	10,61	73,49	26,51	Легкий суглинок песчаный

Для активного укоренения и формирования вегетативных органов хризантемы требуется азотная подкормка, которую вносили перед посадкой черенков (нитроаммофоска из расчета 20 г/м²) и в конце июня после посадки черенков (аммиачная селитра из расчета 20 г/м²). Для укрепления иммунитета растений и успешного формирования бутонов в середине июля добавляли сульфат калия из расчета 10-15 г/м². Суперфосфат вносили после бутонизации (в середине августа) из расчета 10-15 г/м² для активного цветения растений.

Весь период выращивания хризантемы сопровождается повреждением растений грибковыми болезнями, таких как серая гниль, белая ржавчина, мучнистая роса, ржавчина, септориоз, фузариоз, южная склероциальная гниль, альтернариоз, ложная мучнистая роса, фитофтороз, вертициллезное увядание, стеблевая гниль, ризоктониоз, аскохитозная гниль.

Хризантема повреждается вредителями, такими как зеленая персиковая тля, хризантемовая тля, луговой клоп, пенница слюнявая, табачный трипс, западный цветочный трипс, оранжерейная белокрылка, обыкновенный паутинный клещ, медведка обыкновенная, огородная совка, оранжерейный кузнечик и разные виды подгрызающих совков (совка-гамма, озимая, восклицательная совки и т.д.) и др.

Поэтому в течение всего периода исследований проводилась обработка по следующей схеме:

1. Профилактическая обработка от болезней и вредителей инсектоакарицидом Дурсбан (10 мл на 10л); фунгицидом Фалькон (5 мл на 10 л) – середина июля;

2. Профилактическая обработка от болезней и вредителей инсектоакарицидом Дурсбан (10 мл на 10л); фунгицидом Фалькон 5 мл на 10 л) – через три недели;
3. От тли и совки фосфорорганическим инсектицидом Практик (10 мл на 10 л); от серой гнили фунгицидом Фалькон (5 мл на 10 л) – конец августа;
4. От ржавчины фунгицидом Хорус (12 г на 10 л) – первая половина сентября;
5. От тли и совки фосфорорганическим инсектицидом Практик (10 мл на 10 л) – середина сентября;
6. Дополнительно от совки инсектицид Каратэ Зеон (30 г на 10 л) – начало октября и через две недели.
7. От тли, трипсов, совки инсектицид Искра (40 мл на 10 л) – середина октября.
8. Обработка инсектоакарицидом Фитоверм (30 мл на 10 л) и фунгицидом Фалькон (5 мл на 10 л) – конец октября.
9. В течение всего вегетационного периода применялся моллюскицид Гроза 30 г/ м².

Селекционные исследования хризантемы проводились при высоком агротехническом фоне, то есть качественной обработке почвы в соответствии с технологическими требованиями, внесением удобрений и обработке от болезней и вредителей.

2.3 Методика проведения опытов

Согласно основным требованиям, предъявляемых к создаваемым сортам, была разработана **модель сорта хризантемы**:

- адаптивные признаки к абиотическим и биотическим стрессорам: устойчивость к экстремальным температурам в период вынужденного покоя (январь – март) до -5 °С; жаростойкость в летний период при повышении

температуры воздуха в защищенном грунте до +39 °С; устойчивость к повреждению вредителями до 4 баллов;

- признаки технологичности: устойчивость цветоноса (прочный и прямой); форма куста для срезочных сортов сомкнутая;

- признаки товарности цветочной продукции: высота цветоноса не менее 80 см; окраска соцветия яркая, разнообразная (однотонная или двухцветная); форма соцветия разнообразная; урожайность 75-125 шт./м².

При оценке сорта учитывалась длина, прочность цветоноса; срок естественного цветения в сезоне; форма, диаметр и число соцветий на растении; способность к вегетативному размножению.

Первичную оценку и конкурсную оценку гибридов, выделение кандидатов в сорта проводили 2 года по «Методике госсортоиспытания сельскохозяйственных культур» (Методика госсортоиспытания..., 1968) и разработке «Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве» (Современные методологические аспекты..., Краснодар, 2012; 2013).

Исследование гибридных сеянцев проводили согласно методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность хризантемы (многолетней) *Chrysanthemum* spec. (1995), в которой описаны 10 фаз развития корзинки (рисунок 2):

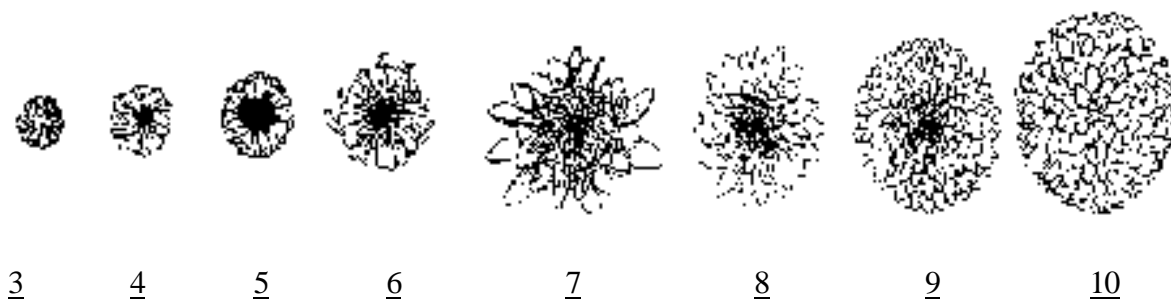


Рисунок 2 – Стадии развития корзинки хризантем (с 3 по 10)

0 – Apex вегетативный; 1 – Apex генеративный; 2 – Цветочный бутон виден, но менее 10 мм в диаметре; 3 – Цветочный бутон диаметром более 10 мм; 4 – Цветки видны на цветоложе, кроющие листья прицветника

разделились; 5 – Цветки окрашены; 6 – Цветки распускаются; 7 – Немного внешних цветков полностью раскрыты; 8 – Внешние язычковые цветки полностью раскрыты "открытый цветок"; 9 – Центральные цветки раскрыты, пыльники цветков диска растрескиваются; 10 – Корзинки массово "цветут".

Данные фенологических наблюдений вносили в таблицы. Отмечали стадии развития корзинок от вегетативного апекса (0) до цветущих корзинок (10).

При проведении гибридизации применяли методы целенаправленного скрещивания с искусственным нанесением пыльцы и направленного переопыления при свободном цветении родительских форм (Забелин, 1972; Дворянинова, 1982). При свободном неограниченном переопылении материнских форм растения получали пыльцу всех произрастающих рядом образцов при помощи насекомых. Материнские растения высаживались вблизи с желаемыми отцовскими растениями одного сорта или смесью сортов. При этом способе происходит преимущественное доминирование материнской наследственности и отсутствует достоверность переопыления. Искусственное скрещивание применяли для того, чтобы полностью контролировать подбор родительских пар и процесс опыления и оплодотворения. Принудительное переопыление проводили путём нанесения пыльцы, собранной с тычинок отцовского растения на рыльце цветков материнского растения. Данный метод трудоёмок. При его использовании получается небольшое количество семян, но полученные гибриды являются полностью достоверными. При искусственном опылении завязываемость семян и жизнеспособность семян в большой степени зависят от скрещиваемых сортов.

Скрещивания осуществляли по методике И.А. Забелина (Забелин, 1972) в срезе в лаборатории, а также на растении в гряде в теплице.

При искусственном опылении для создания гибридов, получивших необходимые хозяйственно-биологические показатели родительских сортов и гибридов, отбирали сильные растения, имеющие основные хозяйственно-

ценные признаки декоративной культуры (компактность куста, прочность цветоноса, длина стебля, оригинальность соцветия). Период скрещиваний на хризантеме совпадает со значительным охлаждением воздуха и повышением влажности в теплицах. В связи с этим часть опытов по опылению осуществляли на срезанных побегах в помещении. Перед нанесением пыльцы изучали готовность рыльца пестика к опылению. Пыльцу собирали утром за один-два дня до скрещивания. Пыльцу переносили на рыльце кистью. Цветы опыляли несколько раз в течение 3-4-х дней ежедневно. Для созревания семян побеги оставляли в стеклянных банках с водой 1-1,5 месяца. Полученные семена сохраняли в бумажных пакетиках с номером комбинации.

Исследования образцов почвогрунтов были проведены в лаборатории агрохимии и почвоведения Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук».

Лабораторные анализы образцов проведены по общепринятым методикам (Аринушкина, 1970; Агрохимические методы исследования, 1975; Практикум по агрохимии, 2001).

Определены следующие показатели: рНКСl (вытяжка 1 н КСl в соотношении почва: раствор = 1 : 2,5) и рНводн (вытяжка дистиллированной водой в соотношении почва : вода = 1 : 2,5) – потенциметрически; гумус изучали по методу Тюрина в модификации Орлова и Гиндель (озоление в смеси 0,4 н $K_2Cr_2O_7$ и концентрированной H_2SO_4) с колориметрическим окончанием; нитратный азот (экстракция H_2O) – по Грандваль-Ляжу с дисульфифеноловой кислотой, колориметрически (спектрофотометр); аммиачный азот – по помощи колориметра с реактивом Несслера; фосфор подвижный (P_2O_5) – по Олсену; калий (K_2O) – по Масловой с эмиссионно-спектрометрическим окончанием; гигроскопическая влажность – весовым методом.

Также было определено количество водорастворимых форм основных питательных макроэлементов в водной почвенной вытяжке (используемое

соотношение почва: вода = 1 : 5) (согласно ГОСТ 27753.0-88 – ГОСТ 27753.12-88: Грунты тепличные). Методы определения основных агрохимических показателей: нитратный азот – с дисульфифеноловой кислотой, колориметрически; аммонийный азот – колориметрически с реактивом Несслера; водорастворимый фосфор – с колориметрическим окончанием по Дениже в виде фосфорно-молибденового синего комплекса; водорастворимый калий – с эмиссионно-спектрометрическим окончанием.

Гранулометрический состав почвогрунтов определяли по методу Качинского (методом пипетки).

Проращивали сеянцы из семян в стеклянной теплице. Семена сеяли в легкую смесь почвы с торфом и песком (1:1:1) на 0,5 см. Семена сеяли рядами, сохраняя расстояние между ними 10-12 см. Семена сеяли на расстояние 4-5 см. Почву предварительно увлажняли. Чтобы семена проросли, необходима температура 20-22 °С. Самые слабые проростки выбраковывали на начальных этапах развития. Сохраняли наиболее здоровые гибриды. Первичный отбор проводили по критериям: компактность куста, прочность цветоноса, декоративность корзинки, устойчивость к вредителям и болезням.

Отобранные сеянцы в последующие годы размножали вегетативно – черенкованием. Черенки срезали с побегов, имеющих не менее четырех листьев. Срезанные черенки обрабатывали корневином и укореняли на стеллажах в смеси почвы и торфа (1 : 1). Черенкование проводили в конце апреля – начале мая в разные годы. В 2016-2020 годах черенкование проводилось в следующие даты: 3 мая (2016 г.), 30 апреля (2017 г.), 28 апреля (2018 г.), 3 мая (2019 г.), 4 мая (2020 г.), 4 мая (2021 г.), 5 мая (2022 г.), 6 мая (2023 г.). Посадка укорененных черенков в гряды осуществлялась с 13 по 25 июня в 2016 - 2019 гг, с 25 июня по 1 июля в 2020 - 2023 гг. Процент укоренения черенков разных сортов и гибридов составил от 50 % до 100 %. Коэффициент размножения у разных сортов и гибридов составил 4-12 черенков с одного куста.

По мере роста растений по длине грядки натягивали сетку с ячейкой 12,5 см для того, чтобы стебли хризантемы не полегли (сорта могут достигать 1,5 м в высоту и выше). Сначала сетку натягивали на высоте 20 – 25 см, затем приподнимали, вторую сетку на высоте 45 – 55 см и по мере роста приподнимали. Побеги по мере роста постепенно заправляли в ячейки сетки.

Для формирования растений через 10 дней после посадки черенки прищипывали или подрезали на 2-3 междоузлия. Так на кусте образовывалось 3 – 4 побега.

Выбраковку и оценку отобранных раннее форм проводили среди цветущих растений по декоративности соцветий, компактности куста, устойчивости цветоноса, устойчивости к патогенам и продуктивности.

При отборе новых родительских форм учитывали: сроки прохождения физиологических фаз, высоту куста, размер и декоративность соцветий, коэффициент размножения и устойчивость к стрессорам. При помощи межвидовой гибридизации исправляли недостатки одного исходного материала другим: устойчивые к патогеном, но недостаточно декоративные скрещивали с теми формами, которые обладали особо декоративными соцветиями.

Чтобы разработать экспресс-метод выявления высокопродуктивных, адаптивных к стресс-факторам форм хризантемы в первый год жизни гибридных сеянцев, изучали функциональное состояние фотосинтетического аппарата листьев растений по параметрам медленной индукции флуоресценции хлорофилла (Будаговская, 2004; Будаговский, Будаговская, Ленц, 2009; Будаговская и др., 2006, 2010).

Исследования проводили с помощью прибора LPT-3С в затененном помещении в лаборатории. Показатели измеряли по вариантам в трёх точках на 3–5 листьях. Время экспозиции, установленное экспериментальным путем, составляло 2 минуты. Были исследованы такие параметры флуоресценции хлорофилла, как максимум флуоресценции F_m (показатель

«Fm»); показатель относительного тушения флуоресценции (индекс жизнеспособности) (показатель «Fm/F_T»); стационарный уровень флуоресценции (показатель «F_T»); показатель фотосинтетической активности (показатель «Kf_n»), показатель фотосинтетической активности, который рассчитывается по алгоритму экстраполяции (показатель «Kf_T»). Для анализа отбирали третий - четвертый листья от верхушечной почки перед бутонизацией (июль) и в начале цветения (сентябрь – октябрь). В выборке присутствовали по 15-20 штук по каждому из вариантов опыта.

Прибор серии LPT помогает определить индекс жизнеспособности $Rfd = (Fm - FT) / Fm / FT$ или $Rfd = Fm / FT$ как отношение максимума флуоресценции к стационарному уровню (Fm/FT). Показатель Kf, как и индекс жизнеспособности, не имеет единиц измерения и сортовой, видовой специфики (Будаговский и др., 2012). Показатели индекса жизнеспособности сравнивали в период закладки генеративного апекса и цветения хризантемы.

Устойчивость к болезням и вредителям, таким как *Philaenus spumarius* L. – пенница слюнявая, *Macrosiphoniella sanborni* Gillette – хризантемовая тля, *Puccinia chrysanthemi* Roze. – ржавчина хризантемы изучали визуально, оценивая степень поражения растений в %, затем переводили проценты в баллы.

Сорта растений различаются по генетической способности противостоять некоторым вредным организмам. Качественными градациями могут являться: иммунитет (невосприимчивость к возбудителям заболеваний или неповреждаемость вредителями), а также устойчивость. Устойчивость является качественным показателем в отличие от иммунитета, и может значительно варьировать: от высокой (почти иммунитета) до сильной восприимчивости. Свойство иммунитета обусловлено действием главных генов (олигогенов), устойчивость – малых генов (полигенов) (Программа и методика сортоизучения ..., 1999). Изучение устойчивости к *Philaenus spumarius* L. – пеннице слюнявой, *Macrosiphoniella sanborni* Gillette – хризантемовой тле, *Puccinia chrysanthemi* Roze. – ржавчине хризантемы

проводили в фазу цветения растений (октябрь – ноябрь 2021). В качестве контроля использовался хорошо зарекомендовавший себя сорт 'Симфония' селекции ФИЦ СНЦ РАН и сорт иностранной селекции 'Viena Pink'. На каждом сорте хризантемы выбирали по 15 растений в 4-кратной повторности. Оценку проводили в отдельной теплице, без применения химической обработки.

При учете зараженности *Puccinia chrysanthemi* Roze. – ржавчиной хризантемы использовали шкалу с максимальным поражением в 5 баллов:

0 – поражения нет (показатель иммунитета);

1 - пораженность до 1 % органов растения (показатель высокой устойчивости);

2 - пораженность 1-10 % органов растения (показатель повышенной устойчивости);

3 - пораженность 11-25 % органов растения (показатель средней устойчивости);

4 - пораженность 26-50 % органов растения (показатель повышенной восприимчивости);

5 - пораженность свыше 50 % органов растения (показатель высокой восприимчивости).

Учет проводили одновременно всех изучаемых растений.

Поврежденность растений *Philaenus spumarius* L. – пенницей слюнявой, *Macrosiphoniella sanborni* Gillette – хризантемовой тлей определяли путем простого подсчета здоровых и поврежденных органов растения и вычисляли процент повреждения (частоты встречаемости Р).

Для учета степени поврежденности листьев вредителями применяли пятибалльную шкалу (Попкова, Качалова, 1984):

балл 1 - следы повреждений, потеря менее 5 % листовой поверхности;

балл 2 - слабая поврежденность (потеря 5-25 %);

балл 3 - средняя поврежденность (потеря 26-50 %);

балл 4 - сильная поврежденность (потеря 51-75 %);

балл 5 - очень сильная поврежденность (потеря 76-100 %).

Тип наследования (материнский, отцовский, иной) учитывали при исследовании характера наследования признаков гибридами.

Главными статистическими показателями качественной изменчивости являются доля признака, коэффициент вариации, показатель изменчивости, ошибка выборочной доли (Доспехов, 1985).

Доля признака отдельной варианты в данной совокупности обозначается как p_1 , p_2 , p_3 и т.д., выражается в частях единицы или процентах.

$$p_1 = \frac{n_1}{N}; \quad p_2 = \frac{n_2}{N}; \quad p_3 = \frac{n_3}{N} \text{ и т. д.}$$

где N – численность изучаемой совокупности.

Параметр изменчивости качественного признака (S) показывает варьирование величин ряда относительно друг друга. Показатель изменчивости можно определить по формуле:

$$s = \sqrt[k]{p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \cdot \dots \cdot p_k}$$

где p_1 , p_2 и т.д. – доля признака (или процентные значения их) в общей совокупности; k – число градаций признака.

Когда $k > 2$, то формулу для вычисления показателя логарифмируют:

$$\lg s = \frac{\lg p_1 + \lg p_2 + \dots + \lg p_k}{k}$$

Если изучаемая совокупность представлена объектами с двумя градациями признака (альтернативная изменчивость), то

$$s = \sqrt{pq},$$

Используя максимальное значение изменчивости, определяется коэффициент вариации качественных признаков (V_p), то есть фактический

показатель изменчивости, выражаемый в процентах к максимально возможной изменчивости (Доспехов, 1985).

$$V_p = \frac{s}{s_{\text{макс}}} \cdot 100.$$

Коэффициент вариации демонстрирует степень изменчивости признаков, его используют для сравнения выравненности различных показателей. Наибольшее значение $V_p=100\%$, если $S=S_{\text{макс}}$.

Ошибка выборочной доли S_p – это мера отклонения доли изучаемого признака изучаемой совокупности p от доли этого признака по всей совокупности P из-за неполной выборки. Ошибку доли вычисляют по формуле:

$$s_p = \sqrt{pq/N}$$

Мы сделали анализ качественных признаков хризантемы: тип соцветия, форма внешних цветков корзинки, окраска соцветия, форма и цвет листа. При двух известных родителях учитывали объекты с тремя градациями: признак наследуется от отцовской формы, признак наследуется от материнской формы, отличный признак от родителей.

При свободном опылении изучали совокупность, которая представлена двумя градациями: признак наследуется от материнской формы, либо не наследуется, т. е. имеется две альтернативы. При вычислении коэффициента вариации учитывали, что максимально возможная изменчивость при двух градациях признаков равна 0,500 (50,0%), при трех 0,333 (33,3%) (Доспехов, 1985).

В ходе исследований был изучен характер наследования некоторых декоративных признаков хризантемы, полученных при использовании разных исходных родительских форм гибридологического анализа. Для анализа разделили объекты на три градации: наследование отцовских признаков, материнских признаков и новообразования.

Для исследований были проведены реципрокные и простые межсортовые скрещивания. Изучено потомство от десяти комбинаций, две группы гибридов от смеси пыльцы и пять групп гибридов от свободного опыления с установленными материнскими сортами. В скрещиваниях использовались сорта с альтернативными признаками: хризантема с разными типами соцветия (корзинки): а) анемоновидная – Ж-10-1; 'Mona Lisa White', б) махровая – 'Izetka Bernstein'; в) полумахровая – 'Золотая осень', Ж-10-10; г) ромашковидная – 'Tigerrag', 'Садко', 'Симфония', 'Amber', 'Солнечная', 'Harlequin', К-10-3, М-182-1, М-187-1, К-10-2, Р-83-22, К-152-1. Изучено наследование следующих признаков: окраска соцветий: желтая окраска – 'Золотая осень', 'Izetka Bernstein'; белая окраска – 'Mona Lisa White', К-10-2; красная – 'Tigerrag'; оранжевая окраска – 'Amber'; розовая окраска – 'Садко', Ж-10-1; с выраженной каймой – 'Harlequin', 'Симфония'; более двух цветов – 'Солнечная', Р-83-22, М-187-1, Ж-10-10, К-10-3, К-152-1, М-182-1. Проанализирована возможность передачи признаков формы листьев: глубокое основание полости между боковыми долями: 'Солнечная', 'Amber', 'Симфония', М-182-1, К-10-3, К-152-1, М-187-1; небольшое основание полости между боковыми долями: 'Izetka Bernstein', 'Золотая осень', 'Mona Lisa White', 'Садко', 'Harlequin', 'Tigerrag', К-10-2, Ж-10-1, Ж-10-10, Р-83-22, а также интенсивность зеленой окраски верхней стороны листьев: темная: 'Tigerrag', 'Harlequin', 'Izetka Bernstein', Р-83-22; средняя: 'Mona Lisa White', 'Золотая осень', 'Amber', 'Солнечная', Ж-10-10, К-10-3, К-152-1, К-10-2, М-182-1; светлая: 'Симфония', 'Садко', Ж-10-1, М-187-1.

Уровень ploидности изучали косвенным методом проточной цитометрии на базе центра генетики и наук о жизни, НТУ «Сириус». Данный метод является наиболее быстрым и информативным (Chen et al., 2008; Guo et al., 2012; Hwang et al., 2013; Geest et al., 2017; Bala et al., 2020). В исследовании использовали 40 сортов и гибридов хризантемы (приложение Б). Используемые сорта и гибриды отличаются по форме корзинки и

окраске соцветия, общему габитусу, имеют разные сроки цветения, разную устойчивость к абиотическим и биотическим факторам.

Перед изучением размера генома образцов хризантемы проводили оптимизацию протокола проточной цитометрии для получения суспензии ядер. Были исследованы два буфера для экстракции ядер для сравнения их эффективности: WPB (Huang et al., 2014) и TRIS-Mg (Dolezel et al., 2007). Состав буфера WPB: 0.2 М Tris.HCl, 4 mM MgCl₂.6H₂O, 2 mM EDTA Na₂·2H₂O, 86 mM NaCl, 10 mM метабисульфит натрия, 1 % PVP-10, 1 % (v/v) Triton X-100, pH 7,5. Состав буфера TRIS-Mg: 200 mM TRIS, 4 mM MgCl₂.6H₂O, 0,5% (v/v) Triton X-100, pH 7,5.

Для проточной цитометрии высекали части молодых листьев площадью 2 см², которые гомогенизировали в 1000 мкл охлажденного буфера острием лезвия в чашке Петри на ледяной подложке. Полученную суспензию пропускали через фильтры с порами диаметром 40 мкм. В этот фильтрат добавляли 50 мкг/мл РНКазы и 50 мкг/мл иодида пропидия. Затем образцы выдерживали в темноте 2 часа на охлаждающей подложке, после чего проводили измерения. Измерения размеров геномов гибридов и сортов хризантемы проводили на базе НТУ «Сириус» (г. Сочи) при помощи прибора Beckman Coulter.

Для детекции популяции ядер использовали боковое (SSC) и фронтальное (FCS) светорассеивание и канал флуоресценции ECD. После оптимизировали настройки детекторов цитофлуориметра с использованием канала ECD. 2С фазе митоза (то есть фазе, при котором ядра содержат n или $2n$ набор хромосом) соответствует первый, ядрам 4С пролиферирующих клеток соответствует второй пик. Популяция для анализа выделялась по отношению сигналов PE-A и PE-H и PE-A и SSC. Мы набирали не менее 300 событий для объективного анализа. Диплоидный генотип лука *Allium sera* размер генома 2С которого составляет 33.2 пг, использовался в качестве внешнего стандарта. Размер генома лука *Allium sera* сравнивали с геномом хризантемы 'Izetka Bernstein'. 'Izetka Bernstein'

был выбран в качестве последующего контроля, размер генома которого сравнивали с размерами геномов всех испытуемых растений.

Статистическую обработку данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа при помощи программы MS Excel 2010.

Исследования полиморфизма исходного селекционного материала проводились при помощи сравнения данных генотипического и фенотипического анализа. Фенотипическая оценка коллекции сортов и гибридов проводилась в период 2018-2021 годов. В течение этих лет оценивались следующие параметры: период цветения, высота растения, толщина стебля; наличие (отсутствие) антоциана в стебле, толщина цветоноса; цвет листьев; размер и форма листьев; форма основания листьев; форма язычковых цветков; форма верхушки язычкового цветка; тип дискового цветка; цвет язычкового цветка; назначение сорта (на срез, горшечный, озеленение); тип соцветия, количество соцветий в букете, диаметр соцветия и диска. Результаты были преобразованы в двоичную матрицу (Samarina et al., 2021).

Для оценки возможности использования ДНК-маркеров для генотипирования коллекции хризантемы, а также выявления уровня полиморфизма были использованы методы SSR и ISSR-анализа. ISSR-мультилокусные маркеры амплифицируют фрагменты разных длин до 5000 п.н., в частях генома, которые расположены между микросателлитами. ISSR-маркеры также используются для генотипирования, особенно в случаях, когда отсутствуют локус-специфичные маркеры. SSR – микросателлитные локус-специфичные маркеры, обладающие высоким полиморфизмом (Feng et al., 2016; Luo et al., 2018).

В эксперименте была оценена эффективность 36 SCoT-маркеров, 5 SSR-маркеров и 10 ISSR-маркеров для анализа генетического разнообразия 5 сортов и 17 гибридов *Chrysanthemum* × *hortorum* коллекции ФГБУ ГНЦ РАН (приложение В).

Молодые листья каждого растения собирали и сушили в пробирках силикагелем. Листья хранили при 4 °С до выделения ДНК. Подготовленные листья измельчали и выделяли ДНК по протоколу СТАВ (Doyle and Doyle, 1995). Качество ДНК проверяли методом электрофореза в агарозном геле и спектрофотометрически, все образцы разбавляли до 20 нг/мкл и хранили при температуре -20 °С.

Была оценена переносимость 36 шотландских праймеров и 10 ISSR-праймеров, разработанных на других видах растений (приложение Г).

ДНК выделяли из свежих листьев хризантемы. Наноспектрофотометром измеряли содержание ДНК. Анализировали методом классической ПЦР с использованием 5 пар SSR-праймеров, разработанных для хризантем (Feng et al., 2016) и ISSR-праймеры. Для SSR-анализа к 20 мкл реакционной смеси для ПЦР добавляли 10 мкл реакционного буфера с полимеразой горячего старта (Biolabmix, Россия), 0,2 мкл каждого праймера (10 мкм), 1 мкл ДНК (20 нг мкл⁻¹) и воду, обработанную DEPC. Применяли двухступенчатую программу амплификации: первичная денатурация 5 мин. при 95 °С, отжиг 40 циклов по 15 сек при 50–60 °С и элонгация при 72 °С в течение 7 мин. SSR-фрагменты разделяли на усовершенствованной системе QIAxcel (Quiagen, США) в соответствии с инструкциями производителя с набором высокого разрешения. Визуализация результатов проводилась методом электрофореза в агарозном геле (Samarina et al., 2021).

Анализировали электрофореграммы амплифицированных фрагментов ПЦР с составлением бинарных матриц, в которых отмечали фрагменты, как отсутствующие (0) так и присутствующие (1). В анализе были учтены только четкие и хорошо воспроизводимые полосы, не различающиеся между репликами.

Статистический анализ проводили при помощи программного обеспечения GeneAlex3.2, Darwin6.0, Dendroscope.

Генетический анализ исходного селекционного материала проводили используя АСК-анализ и систему «Эйдос» (открытого программного обеспечения: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm) для построения измерительной системы и применения ее. Листья являются наиболее удобным объектом исследования и содержат информацию о геноме и, следовательно, других фенотипических признаках, которые зависят от генотипа и условий окружающей среды. Материалом исследования служили листья средней части побегов 26 сортов и 22 гибридов хризантемы (приложение Д).

Листья сканировали, измерили и проанализировали методом АСК-анализа, применяя программное обеспечение – интеллектуальную систему «Эйдос» (Луценко, 2013, 2015).

Сканированные изображения листьев записали в виде графических файлов и оцифровывали в режиме 2.3.2.4 по их внешним контурам.

Формирование моделей обобщённых образов листьев различных сортов и гибридов проводили на основе листьев исследуемых образцов (многопараметрическая типизация), в результате чего были получены обобщённые образы листьев сортов и гибридов. Пример такого контурного изображения листа изображен на рисунке 3.

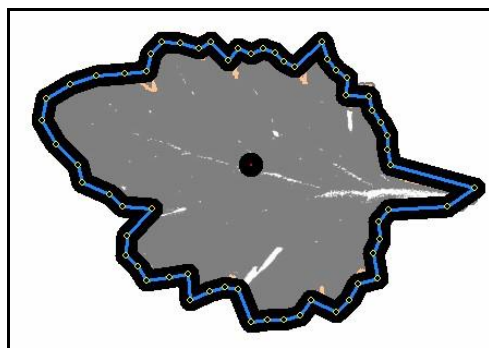


Рисунок 3 – Пример контурного изображения листа сорта 'Annecy White'

Автоматически режим 2.3.2.4 системы «Эйдос» сформировал Excel-таблицу, содержащую результаты оцифровки изображений. Далее была сформирована таблица с усредненными данными по классам. Программа

определила количество заданных числовых и текстовых классификационных и описательных шкал, далее произошел процесс импорта данных оцифровки изображений в базы данных системы «Эйдос». Затем исходные данные кодировались с их использованием, в результате чего сформировалась обучающая выборка и база событий (эвентологическая база данных). Далее произошла идентификация сортов и гибридов со сходными генотипами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

ГЛАВА 3 ПОЛУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

3.1 Описание декоративных признаков родительских форм хризантемы

Для проведения скрещиваний были отобраны 35 родительских форм, которые отличаются декоративными признаками, устойчивые в культуре (приложение Е), в их составе 14 зарубежных сортов: 'Harlequin', 'Euro', 'Mona Lisa Pink', 'Mona Lisa', 'Izetka Bernstein', 'Amber', 'Anastasia White', 'PIP Salmon', 'Etrusko', 'Dante', 'Tiger Red', 'Zembla Lime', 'Saratov', 'Rossano Charlotte'; 6 отечественных сортов: 'Элен', 'Солнечная', 'Садко', 'Симфония', 'Мацеста', 'Школа бизнеса', 15 перспективных гибридных форм (таблица 7).

Таблица 7 – Краткая характеристика исходных родительских форм для гибридизации

Название исходного сорта, формы	Сроки цветения*	Высота растения, см	Высота букета (для букетных), см	Количество корзинок в сложном соцветии, шт	Соцветие					Коэффициент размножения
					Тип корзинки**	Диаметр корзинки, см	Диаметр диска, см	Цвет внешних цветков	Цвет диска	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
'Солнечная'	Р.	110	14	5-7	Р.	10,5	2	Оранжево-красный с желтой каймой	Желтый с зеленым пятном	9
'Садко'	Ср.	110	22	12	Р.	6,5	2	Розовый	Желтый	7
'Симфония'	Ср.	150	30	12	П.	8	2	Пурпурно-красный, с белой каймой	Желтый	7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
'Элен'	Ср.	124	25	10	П.	5,5	2	желтова то- белый	Желтова то- зеленый	7
'Школа бизнеса'	Р.	120	35	11	П.	7,5	1	Желто- красный	Желтый	12
'Мацеста'	Ср.	35	20	13	М.	2,5	0,5	Бело- желтый	Желтый	6
'Harlequin'	Ср.	145	25	10	Р.	8	2	Пурпурн о- красный , с белой каймой	Желтова то - зеленый	8
'Euro'	Ср.	130	25	10	П.	8	1	Белый	Желтый	4
'Mona Lisa Pink'	П.	135	26	14	Ан.	8	2,5	Розовый	Желто- зеленый	6
'Mona Lisa'	П.	135	27	12	Ан.	8	2,5	Белый	Желто- зеленый	6
'Izetka Bernstein'	Ср.	130	25	8	М.	8	1	Желтый	Желто- зеленый	5
'Amber'	Ср.	150	25	10	Р.	6	2	Оранжев ый	Желто- зеленый	8
'Anastasia White'	Ср.	125	30	15	М.	7	2	Белый	Желтый	5
'PIP Salmon'	П.	100	одног оловы й	-	М.	11	1	Бронзов ый	Желтый	6
'Etrusko'	П.	140	одног оловы й	-	М.	15	0,5	Розовый	Желтый	4
'Dante'	Ср.	80	20	8	Ан.	7	2	Сиренев ый	Желто- зеленый	6
'Tigerrag'	Ср.	125	25	8	Р.	5,6	2	Красно- фиолето вый	Желто- зеленый	9
'Zembla Lime'	П.	130	25	6	М.	11,5	1	Белый с желто- зеленой каймой	Желто- зеленый	5
'Saratov'	П.	130	одног оловы й	-	М.	18	1	Розовый	Желто- зеленый	6
'Rossano Charlotte'	Ср.	130	одног оловы й	-	М.	15	1,5	Розовый с зеленова той каймой	Желто- зеленый	6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Д-95-3	Ср.	130	30	10	П.	7	3,8	Пурпурно-коричневая	Желтая	9
Ж-10-10	Ср.	150	30	10	М.	7	2	Белорозовый	Желтый	9
Ж-118-1	Ср.	145	25	11	П.	6	2	Краснофиолетовый	Желтый	9
Ж-116-2	Ср.	130	40	15	М.	5	1	Желтый	Желтый	10
К-181-1	Ср.	130	30	10	П.	6,5	2	Фиолетовый	Желто-зеленый	9
К-152-1	Ср.	75	25	9	П.	7	2	Красный	Желтый	9
К-10-2	Ср.	145	30	11	П.	5	1,5	Белый	Желтый	9
К-10-3	Ср.	130	35	10	П.	5	2	Фиолетовый	Желтый	8
К-10-4	Ср.	140	25	10-12	Р.	10	3	Оранжевый	Желтый с зеленым пятном	9
Р-83-22	Р.	160	40	12	Р.	6	2	Розовый	Желтый	7
Р-194-11	Ср.	145	30	9	П.	6	2	Краснофиолетовый	Желтый	10
Р-203-1	Ср.	160	35	11	Р.	7	2	Красный	Желтый	9
Р-201-1	Ср.	120	30	10	П.	7	2,5	Краснофиолетовый	Желтый	8
Р-203-5	Ср.	150	35	11	Р.	7,5	2	Розовый	Желтый	5
Р-194-13	Ср.	140	45	8	П.	6	2	Краснофиолетовый	Желто-зеленый	9

Примечания: Сроки цветения*: Р. – ранние; Ср. – средние; П. – поздние.

Тип корзинки**: Р. – ромашковидный; Ан. – анемоновидный; М. – махровый, П. – полумахровый.

Среди исходных форм 74 % являются растениями со средними сроками цветения (октябрь-ноябрь); 8,6 % - раннецветущие; 17,4 % - позднецветущие. Отобранные родительские формы на 17 % крупноцветковые и 83 % мелкоцветковые хризантемы. Среди преобладающих окрасок язычковых

цветков у исходных форм хризантемы были: розовые – 22,9 %; красно-фиолетовые – 20 %; белые – 17,1 %; желтые – 11,4 %; оранжевые – 8,6 %; пурпурные – 5,7 %; фиолетовые – 5,7 %; бронзовые – 2,9 %; сиреневые – 2,9 %; пурпурно-коричневые – 2,9 %. Кайму по краю язычковых цветков, которая является ценным хозяйственно-ценным признаком, имели 14 % исходных форм.

В качестве родителей использовались растения с различными типами корзинки: с полумахровыми – 37,1 %; с махровыми – 28,6 %; ромашковидными – 25,7 %; с анемоновидными – 8,6 %.

Коэффициент размножения исходных сортообразцов составлял от 4 до 12.

Таким образом, в качестве исходных сортообразцов использовались растения разные по срокам цветения, величине корзинки, растения с разными типами корзинки и с разным цветом язычковых цветков.

3.2 Изучение семенной продуктивности от разных комбинаций

Хризантема садовая – обязательно перекрестноопыляемое растение. Семена полноценно развиваются только из зигот, образующихся после перекрестного опыления и оплодотворения (Недолужко, 2010).

Комплекс генов, отвечающих за сапрофитную самонесовместимость, исключает самооплодотворение этой культуры. Несколько лет при искусственном опылении не удавалось получить полноценные семена от некоторых комбинаций скрещивания. Были выявлены родительские формы, которые образовывали семена с высокой всхожестью. Это интродуценты 'Harlequin', 'Mona Lisa Pink', 'Mona Lisa White', отечественные сорта селекции Субтропического Центра – 'Камея', 'Зимнее утро', 'Солнечная', 'Симфония', а также некоторые гибриды: Д-95-3, Ж-110-1, К-10-4, Ж-116-2 (Мохно, 2014).

С 2016 по 2022 год было проведено 87 комбинаций скрещиваний. В качестве родительских форм использовали раннецветущие сорта и гибриды:

'Солнечная', 'Школа бизнеса', Р-83-22; позднецветущие сорта: 'Etrusko', 'PIP Salmon', 'Saratov', 'Zembla Lime', но большая часть сортов и гибридов, которые использовали в качестве родительских форм, являются группой средних сроков цветения. Это отечественные сорта: 'Садко', 'Симфония' и гибриды Ж-10-10, Ж-110-1, Ж-118-1, К-181-1, Д-95-3, К-182-1, Р-194-11, К-10-4, К-10-3, 'Мацеста', Р-194-13, Р-201-1, К-10-2, К-152-1, Р-83-22, Ж-10-1, М-182-1, С-203-1, С-203-5; сорта иностранной селекции: 'Tigerreg', 'Amber', 'Anastasia White', 'Rossano Charlotte', 'Etrusko', 'Mona Lisa' и 'Dante' и др.

Завязываемость семян была отмечена в 79 комбинациях (таблицы 9 – 15). Не проросли семена от 16 комбинаций скрещивания. От 8 комбинаций семена не образовались.

В 2016 году провели девять скрещиваний между мелкоцветковыми сортами и гибридами с использованием смеси пыльцы (таблица 9). Больше всего семян получили от ромашковидных и полумахровых форм. Меньше всего семян получили от 'Euro white' с махровой формой корзинки и 'Mona Lisa Pink' с анемоновидной корзинкой. Семена этих комбинаций не дали проростков, оказались нежизнеспособными. При посеве семян наблюдалась низкая всхожесть – только 7 комбинаций из 9 были успешными и дали 1,2 – 11,2 % всходов (Можно и др., 2017). В среднем всхожесть семян составила 3,4 %.

В качестве наиболее перспективных комбинаций были отмечены: 'Солнечная' × смесь пыльцы, К-10-4 × смесь пыльцы, 'Harlequin' × смесь пыльцы.

Таблица 9 – Завязываемость семян хризантемы от разных комбинаций скрещивания 2016 года

Комбинация скрещивания ♀ × ♂	Кол-во семян, шт.	Кол-во проросших семян, шт.	Всхожесть, %	Кол-во зацветших семян, шт.	Кол-во выделенных гибридов, шт. (% от зацветших семян)
1	2	3	4	5	6
'Солнечная' × смесь пыльцы	277	9	4,2	7	1 (14,28)

Комбинация скрещивания ♀ × ♂	Кол-во семян, шт.	Кол-во проросших семян, шт.	Всхожесть, %	Кол-во зацветших семян, шт.	Кол-во выделенных гибридов, шт. (% от зацветших семян)
1	2	3	4	5	6
К-10-4 × смесь пыльцы	340	11	3,2	8	1 (12,50)
'Harlequin' × смесь пыльцы	98	11	11,2	8	2 (25,00)
К-10-2 × смесь пыльцы	166	2	1,2	2	1 (50,00)
'Euro' × смесь пыльцы	39	0	0	0	0
'Mona Lisa Pink' × смесь пыльцы	31	0	0	0	0
Ж-10-10 × смесь пыльцы	118	6	5,1	5	1 (20,00)
Ж-118-1 × смесь пыльцы	262	6	2,3	6	1 (16,67)
Ж-110-1 × смесь пыльцы	108	4	3,7	4	0
Итого	1439	49	3,4	40	7 (17,5)

В девяти скрещиваниях 2017 года были использованы мелкоцветковые сорта и гибриды с использованием смеси пыльцы от мелкоцветковых форм (таблица 10). Всхожесть семян составила в среднем 10,4 %, что выше, чем всхожесть семян 2016 года (3,4 %). Количество семян, достигших генеративной фазы, составило 99 штук, 13 из которых были отбраны в качестве перспективных.

Таблица 10 – Завязываемость семян хризантемы от разных комбинаций скрещивания 2017 года

Комбинация скрещивания ♀ × ♂	Кол-во семян, шт.	Кол-во проросших семян, шт.	Всхожесть, %	Кол-во зацветших семян, шт.	Кол-во выделенных гибридов, шт. (% от зацветших семян)
'Элен' × смесь пыльцы	73	12	16,4	10	2 (20,00)
К-181-1 × смесь пыльцы	99	20	20,2	18	1 (5,56)
К-182-1 × смесь пыльцы	123	34	27,6	31	3 (9,68)
Д-95-3 × смесь пыльцы	114	12	10,5	12	3 (25,00)
'Солнечная' × смесь пыльцы	203	11	5,4	7	1 (14,29)
К-10-4 × смесь пыльцы	234	7	3,0	7	1 (14,29)
'Harlequin' × смесь пыльцы	108	12	11,1	12	1 (8,33)
К-10-2 × смесь пыльцы	106	2	1,9	2	1 (50,00)
Итого	1060	110	10,4	99	13 (13,13)

В комбинации 2018 года были включены крупноцветковые сорта: 'Izetka Bernstein', 'Anastasia White', 'PIP Salmon', 'Etrusko' (таблица 11). Всего

провели 13 комбинаций скрещивания. При опылении 'Anastasia White', 'PIP Salmon', 'Etrusko' смесью пыльцы было получено от 4 до 14 штук семян, которые не проросли. Контролируемые скрещивания 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10, 'Izetka Bernstein' × М-187-1, 'Izetka Bernstein' × К-10-2 оказались продуктивными, образовалось 211, 10, 100 семян соответственно. Всхожесть их составила 35,5 %, 40 %, 27 % соответственно. От скрещиваний 'Mona Lisa' × К-10-3, 'Mona Lisa' × М-182-1 было получено 109 и 91 семя, всхожесть которых составила 38,5 % и 34 % соответственно. Было выделено 22 гибридных сеянца в качестве перспективных. Комбинации 2018 года оказались более продуктивными как по числу полученных жизнеспособных семян, так и по количеству выделенных перспективных форм. Были выделены наиболее перспективные комбинации скрещивания: 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10, 'Izetka Bernstein' × М-187-1, 'Izetka Bernstein' × К-10-2, 'Симфония' × Ж-10-1, 'Mona Lisa White' × К-10-3, 'Mona Lisa White' × М-182-1, 'Садко' × 'Tigerrag', 'Amber' × 'Садко'.

Таблица 11 – Завязываемость семян хризантемы от разных комбинаций скрещивания 2018 года

Комбинация скрещивания ♀ × ♂	Кол-во семян, шт.	Кол-во проросших семян, шт.	Всхожесть, %	Кол-во зацветших сеянцев, шт.	Кол-во выделенных гибридов, шт. (% от зацветших сеянцев)
1	2	3	4	5	6
'Izetka Bernstein' × Ж-10-10	211	75	35,5	71	5 (7,04)
'Симфония' × Ж-10-1	265	98	36,9	76	3 (3,95)
К-152-1 × свободное опыление	241	97	40	75	3 (4,00)
'Izetka Bernstein' × М-187-1	10	4	40	2	1 (50,00)
'Mona Lisa White' × К-10-3	109	42	38,5	35	2 (5,71)
'Mona Lisa White' × М-182-1	91	31	34	26	3 (11,54)
'Izetka Bernstein' × К-10-2	100	27	27	22	3 (13,64)
'Садко' × 'Tigerrag'	43	12	28	7	2 (28,57)
1	2	3	4	5	6
'Amber' × 'Садко'	50	12	24	8	0
'Anastasia White' × смесь ПЫЛЬЦЫ	14	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6
'PIP Salmon' × смесь пыльцы	7	0	0	0	0
'Etrusko' × смесь пыльцы	4	0	0	0	0
'Dante' × смесь пыльцы	18	0	0	0	0
Итого	1163	398	34,2	322	22 (6,83)

В 2019 году были проведены 10 скрещиваний, 7 из них являются повторением комбинаций, которые дали хороший результат в 2018 году (таблица 12). Было подтверждено, что комбинации 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10, 'Izetka Bernstein' × М-187-1, 'Izetka Bernstein' × К-10-2, 'Симфония' × Ж-10-1, 'Mona Lisa White' × К-10-3, 'Mona Lisa White' × М-182-1, 'Садко' × 'Tigerrag' дают жизнеспособные семена. Семена всех комбинаций имели достаточно высокую всхожесть (выше 20 %). Наиболее высокую всхожесть имели семена комбинации 'Mona Lisa White' × свободное опыление, 'Симфония' × Ж-10-1. Средняя всхожесть семян, полученных в 2019 году, составила 33,05 %, что сопоставимо с результатом предыдущего года (34,2 %). Среди сеянцев было выделено 18 перспективных форм.

Таблица 12 – Завязываемость семян хризантемы от разных комбинаций скрещивания 2019 года

Комбинация скрещивания ♀ × ♂	Кол-во семян, шт.	Кол-во пророс- ших семян, шт.	Всхоже- сть, %	Кол-во зацветших сеянцев, шт.	Кол-во выделенных гибридов, шт. (% от зацветших сеянцев)
1	2	3	4	5	6
'Mona Lisa White' × свободное опыление	43	23	54	20	2 (10,00)
Р-83-22 × свободное опыление	87	28	32	22	1 (4,55)
'Izetka Bernstein' × Ж-10-10	186	62	33,3	55	3 (5,45)
'Симфония' × Ж-10-1	305	118	38,7	101	4 (3,96)
'Mona Lisa White' × М-182-1	113	38	33,6	35	2 (5,71)
'Mona Lisa White' × К-10-3	71	23	32,4	19	1 (5,26)
'Izetka Bernstein' × К-10-2	112	29	25,9	29	2 (6,90)
'Садко' × 'Tigerrag'	41	10	24,4	10	2 (20,00)
'Amber' × 'Садко'	48	11	22,9	10	1 (10,00)
'Izetka Bernstein' × М-187-1	12	4	33,3	4	0
Итого	1018	346	33,05	305	18 (5,90)

В 2020 году было проведено 21 скрещивание. В комбинации были включены крупноцветковые хризантемы 'Zembla Lime', 'Saratov', 'Rossano Charlotte', 'Izetka Bernstein', 'Etrusko'. Семена от 11 комбинаций оказались жизнеспособными. Наиболее высокая семенная продуктивность была отмечена в скрещиваниях с участием мелкоцветковых хризантем 'Симфония' × 'Tigerreg', 'Tigerreg' × 'Симфония', P-201-1 × смесь пыльцы. Наименьшее количество семян было получено от крупноцветковых сортов хризантемы с махровыми корзинками ('Zembla Lime' × C-203-5, 'Zembla Lime' × P-194-11, 'Saratov' × 'Симфония', 'Rossano Charlotte' × P-194-13, 'Rossano Charlotte' × P-196-4, 'Rossano Charlotte' × смесь пыльцы, 'Rossano Charlotte' × 'Izetka Bernstein', 'Izetka Bernstein' × C-203-1, 'Zembla Lime' × P-194-11, 'Etrusko' × P-196-4, 'Mona Lisa' × C-203-1), также в комбинации P-194-12 × смесь пыльцы. Но взошли семена только от комбинации 'Rossano Charlotte' × смесь пыльцы (4,2 %), 'Izetka Bernstein' × C-203-1 (4,5 %). При использовании в качестве материнских форм таких крупноцветковых сортов, как 'Zembla Lime', 'PIP Salmon', 'Saratov', 'Etrusko', 'Dante', 'Anastasia' семена были получены, но семена оказались нежизнеспособными. Не проросли и семена от гибрида P-194-12. Успешно был использован в качестве материнской формы 'Mona Lisa', который давал относительно высокий процент жизнеспособных семян как при искусственном, так и при свободном опылении. Но при опылении этого сорта пыльцой гибрида C-203-1 жизнеспособные семена получены не были. Анализ завязываемости семян при разных комбинациях скрещивания позволил сделать вывод, что 'Izetka Bernstein' может быть успешно использован в качестве материнской формы. Неудачным оказалось лишь скрещивание 'Izetka Bernstein' × C-203-1, при котором всхожесть семян составила 4,5 % (Якушина, 2021).

Таблица 13 – Завязываемость семян хризантемы при разных комбинациях скрещивания в 2020 году

Комбинация скрещивания ♀ × ♂	Кол-во семян, шт.	Кол-во проросших семян, шт.	Всхожесть, %	Кол-во зацветших сеянцев, шт.	Кол-во выделенных гибридов, шт. (% от зацветших сеянцев)
1	2	3	4	5	6
'Симфония' × 'Tigerreg'	342	78	23	69	3 (4,35)
'Tigerreg' × 'Симфония'	413	144	35	46	0
P-201-1 × смесь пыльцы	63	23	8	21	2 (9,52)
'Zembla Lime' × C-203-5	14	0	0	0	0
'Zembla Lime' × P-194-11	9	0	0	0	0
'Saratov' × 'Симфония'	31	0	0	0	0
'Rossano Charlotte' × P-194-13	16	0	0	0	0
'Rossano Charlotte' × P-196-4	18	0	0	0	0
'Rossano Charlotte' × смесь пыльцы	47	2	4,2	1	0
'Rossano Charlotte' × 'Izetka Bernstein'	15	0	0	0	0
'Izetka Bernstein' × C-203-1	22	1	4,5	1	0
'Zembla Lime' × P-194-11	7	0	0	0	0
'Etrusko' × P-196-4	13	0	0	0	0
'Mona Lisa' × C-203-1	37	0	0	0	0
P-194-12 × смесь пыльцы	13	0	0	0	0
'Izetka Bernstein' × Ж-10-10	116	41	35,3	39	3 (7,69)
'Симфония' × Ж-10-1	285	98	34,4	78	2 (2,56)
'Mona Lisa' × М-182-1	93	28	30,1	26	1 (3,85)
'Izetka Bernstein' × К-10-2	160	45	28,1	41	2 (4,88)
'Садко' × 'Tigerreg'	103	23	22,3	20	3 (15,00)
'Amber' × 'Садко'	51	9	17,6	9	1 (11,11)
Итого	1868	492	26,34	351	17 (4,84)

В 2021 году были изучены сеянцы от прямых и обратных скрещиваний 'Tigerreg' × 'Симфония' и 'Симфония' × 'Tigerreg'. Обе комбинации являются продуктивными и дали жизнеспособные семена. При этом большинство сеянцев (88%) от материнского сорта 'Симфония' быстро набирали вегетативную массу, затем перешли в стадию бутонизации. Гибриды, полученные от семян скрещивания 'Tigerreg' × 'Симфония', медленно росли и 68 % этих сеянцев остановились на ранних стадиях развития (рисунок 4).



Рисунок 4 – гибридные сеянцы одного возраста комбинаций 'Tigerreg' × 'Симфония' (слева – нормальное развитие сеянца, справа – остановка в развитии сеянца)

Остановка развития 68 % сеянцев свидетельствует о низкой жизнеспособности гибридов комбинации 'Tigerreg' × 'Симфония'.

Наиболее продуктивными комбинациями стали: 'Harlequin' × смесь пыльцы, 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10, 'Izetka Bernstein' × М-187-1, 'Mona Lisa' × М-182-1, 'Mona Lisa' × смесь пыльцы, 'Mona LisaWhite' × свободное опыление, 'Амбер' × 'Садко', 'Симфония' × Ж-10-1 в которых в качестве исходных материнских форм были использованы сорта 'Mona Lisa', 'Mona Lisa Pink', 'Izetka Bernstein', 'Harlequin', 'Амбер', 'Садко', 'Симфония'.

В 2021 году было проведено 12 комбинаций скрещиваний с использованием крупноцветковых сортов, мелкоцветковых сортов и гибридов (таблица 14). Всего было получено 860 семян. Наиболее высокая семенная продуктивность отмечена в комбинации мелкоцветковых

сортобразцов: 'Tigerrag' × P-196-25, P-201-1 × свободное опыление, 'Горянка' × свободное опыление, P-181-1 × P-192-4. Всхожесть этих семян выше 20 %. Крупноцветковые махровые хризантемы в комбинациях 'Grand Pink' × 'Sevan', 'Rossano Charlotte' × 'Zembla lime', 'Ariana' × 'Sevan', 'Mona Lisa' × смесь ('Sevan' и 'Zembla brazil'), 'Resume' × 'Izetka Bernstein', 'Sevan' × смесь ПЫЛЦЫ ('Izetka Bernstein', 'Ariana', 'Rossano Charlotte', 'Sevan', 'Resume') позволили получить менее 10 проростков от каждой комбинации. Корейская хризантема 'Янтарный бриз' после опыления высокорослыми представителями садовой хризантемы образовала большое количество семян, всхожесть составила 32,7 %.

Таблица 14 – Завязываемость семян хризантемы от разных комбинаций скрещивания 2021 года

Комбинация скрещивания ♀ × ♂	Кол-во семян, шт.	Кол-во проросших семян, шт.	Всхожесть, %	Кол-во зацветших сеянцев, шт.	Кол-во выделенных гибридов, шт. (% от зацветших сеянцев)
1	2	3	4	5	6
'Tigerrag' × P-196-25	102	23	22,55	18	0 (0,00)
'Grand Pink' × 'Sevan'	35	5	14,29	1	0 (0,00)
P-181-1 × P-192-4	129	35	27,13	27	0 (0,00)
'Rossano Charlotte' × 'Zembla lime'	25	6	24,00	6	6(100,00)
'Dante' × смесь ПЫЛЦЫ	17	1	5,88	0	0 (0,00)
'Ariana' × 'Sevan'	13	6	46,15	3	0 (0,00)
'Mona Lisa' × смесь ('Sevan' и 'Zembla brazil')	34	9	26,47	5	0 (0,00)
'Янтарный бриз' × свободное опыление	245	80	32,65	60	1 (1,60)
'Resume' × 'Izetka Bernstein'	23	2	8,70	2	1 (50,00)
'Sevan' × смесь ПЫЛЦЫ	27	2	7,40	0	0 (0,00)
P-201-1 × свободное опыление	98	24	24,50	15	4 (26,67)
'Горянка' × свободное опыление	112	28	25,00	20	2 (10,00)
Итого	860	221	22,06	157	14 (8,91)

В 2022 году были проведены 14 комбинаций скрещивания (таблица 15). Из 7 комбинаций скрещивания с использованием крупноцветковых сортов

только две дали семена (менее 20 штук от 5 корзинок), всхожесть которых составила 'Regina white' x смесь пыльцы ('Princess Armgard Bronze', 'Sevan') – 18,7 %, 'Serov' x 'Princess Armgard Bronze' – 20 %. Возвратные скрещивания Гибрид от 'Ariana' У-272-1 x 'Ariana' и Гибрид от 'Rossano Charlotte' У-260-1 x 'Rossano Charlotte' дали 35 и 15 семян соответственно, всхожесть которых составила 17,14 % и 13,3 %. При опылении мелкоцветкового сорта 'Mona Lisa' x смесью пыльцы крупноцветковых сортов ('Sevan' и 'Princess Armgard Bronze') было получено 48 семян, 9 из которых проросли (всхожесть – 18,7 %).

Таблица 15 – Завязываемость семян хризантемы от разных комбинаций скрещиваний 2022 года

Комбинация скрещивания ♀ × ♂	Кол-во семян, шт.	Кол-во проросших семян, шт.	Всхожесть, %
1	2	3	4
Р-196-25 x смесь пыльцы ('Горянка', Р-201-1)	186	56	30,1
'Anastasia Green' x 'Rossano Charlotte'	0	0	0
'Regina white' (x смесь пыльцы ('Princess Armgard Bronze', 'Sevan'))	16	3	18,7
'Bigoudi Purple' x 'Sevan'	0	0	0
'Princess Armgard Bronze' x 'Sevan'	0	0	0
'Gagarin' x 'Sevan'	0	0	0
'Bigoudi Purple' x 'Princess Armgard Bronze'	0	0	0
'Serov' x 'Princess Armgard Bronze'	5	1	20,0
'Rossano Charlotte' x 'Princess Armgard Bronze'	0	0	0
'Zembla brazil' x 'Rossano Charlotte'	0	0	0
'Regina white' x 'Sevan'	0	0	0
У-272-1 x 'Ariana'	35	6	17,14
'Mona Lisa' x смесь пыльцы ('Sevan' и 'Princess Armgard Bronze')	48	9	18,75
У-260-1 x 'Rossano Charlotte'	15	2	13,33
Всего за 2022 г	305	71	19,67
Всего за период с 2016 по 2022 гг	7713	1693	21,95

Всего с 2016 по 2022 год было получено 7713 шт. семян. Всхожесть гибридных сеянцев составила в среднем 21,95 %, но по отдельным комбинациям скрещивания она составляла менее 10 %. Установлено, что

самую высокую семенную продуктивность дают комбинации: 'Harlequin' × смесь пыльцы, 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10, 'Izetka Bernstein' × М-187-1, 'Mona LisaWhite' × М-182-1, 'Mona LisaWhite' × смесь пыльцы, 'Mona LisaWhite' × свободное опыление, 'Амбер' × 'Садко', 'Симфония' × Ж-10-1.

Лучшую всхожесть показали семена, полученные от комбинаций скрещивания: 'Izetka Bernstein' × М-187-1 (40 %), 'Симфония' × Ж-10-1 (36,9 %), 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10 (35,5 %), 'Tigerreg' × 'Симфония' (35 %), 'Mona Lisa White' × К-10-3 (35,45 %), 'Mona Lisa' × М-182-1 (34 %).

3.3 Сроки цветения родительских форм и полученных гибридов

Исследования прохождения растениями фенологических фаз развития на сортах и гибридных формах проводили для установления сроков цветения перспективных гибридов и отобранных родительских форм. В качестве контроля использовали сорт местной селекции 'Симфония', цветение которого происходило в 2017-2021 годах с 6-11 ноября и продолжалось 23-26 дней (таблица 16, 17 и 18).

Анализируя сроки прохождения фенологических фаз по годам, можно отметить стабильность времени цветения у большинства сортов и гибридов. Сроки цветения могут незначительно сдвигаться и зависят от изменений температуры воздуха и генотипа растений.

Наиболее продолжительное цветение отмечено у гибридов Ж-10-10, К-10-7, К-181-1 (больше, чем у контроля). Гибриды Ж-10-1, Ж-121-1, Ж-10-10, К-10-3, К-139-3, К-10-7, К-139-4, К-181-2 в 2018 году зацвели раньше на 7-10 дней в 2018 году по сравнению с 2017 годом (таблица 16). Изученные растения можно разделить на две группы по срокам цветения: поздноцветущие К-10-4, К-10-3, К-10-7, К-139-3 (цветут в третью декаду ноября – вторую декаду декабря), остальные изученные растения имеют средние сроки цветения (цветут в третью декаду октября – вторую декаду ноября). Сроки цветения гибридов в первый год жизни могут значительно

отличаться от сроков цветения в последующие годы. Обычно цветение вегетативно размноженных растений наступает на 7-10 дней раньше.

Таблица 16 – Сроки развития корзинок исходных форм хризантемы в 2017-2018 гг.

Сорт, гибрид	Срок стадий развития корзинок				Продолжительность цветения	
	2017 г.		2018 г.		2017	2018
	начало цветения	массовое цветение	начало цветения	массовое цветение		
'Симфония'	7.11	13.11	6.11	11.11	23,33±0,58	24,33±0,58
К-10-4	8.11	13.11	2.11	15.11	20,67±0,58	19,33±0,58
Ж-10-1	13.11	20.11	26.10	10.11	23,33±0,58	25,33±0,58
Ж-10-10	10.11	13.11	2.11	11.11	28,58±0,58	28,67±1,52
Ж-117-2	7.11	13.11	2.11	15.11	25,33±0,58	23,33±1,53
Ж-121-1	10.11	13.11	2.11	15.11	23,33±0,58	24,33±0,58
К-10-2	7.11	13.11	2.11	15.11	24,00±1,00	24,00±1,00
К-10-3	14.11	20.11	2.11	16.11	26,67±1,15	23,00±1,00
К-10-7	14.11	20.11	2.11	15.11	23,67±0,58	27,00±1,00
К-139-3	14.11	20.11	6.11	16.11	23,33±0,58	25,00±1,00
К-139-4	8.11	13.11	6.11	16.11	27,68±0,58	26,33±0,58
К-181-1	7.11	13.11	2.11	11.11	28,33±1,53	30,67±0,58
К-181-2	13.11	20.11	2.11	15.11	22,67±1,53	25,33±0,58
НСР _{0,5}					1,51	1,52

В 2017-2021 гг. августовские температуры были выше оптимальной для закладки бутонов в среднем на 3–7 °С и на верхней границе нормы в сентябре, для цветения на 6–10 °С выше в октябре и ноябре. Причем, 2019 г. был теплее предыдущего в среднем на 3–5 градусов, что сказалось на сроках закладки бутонов. (таблица 17).

В 2018-2019 гг. у 'Симфонии' цветение было на 5-7 дней раньше, чем в предыдущие годы (таблица 17). Наиболее длительное цветение отмечено у сортов 'Annecy White', 'Zembla Lime', 'Золотая Нива', гибрида К-141-1. Самое короткое цветение отмечено у сорта 'Tigerreg', гибридов Ж-116-2, И-181-1. У 'Tigerreg' цветение в 2018 году происходило почти на 2 недели раньше, чем в 2019 году.

Таблица 17 – Сроки развития корзинок исходных форм хризантемы и перспективных гибридов хризантемы в 2018-2019 гг.

Сорт, гибрид	Фенологические фазы						Продолжительность цветения	
	бутонизация		начало цветения		бассовое цветение		2018	2019
	2018	2019	2018	2019	2018	2019		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
'Симфония'	05.10	06.10	02.11	28.10	11.11	06.11	24,33±0,58	26,33±1,53
'Балун'	01.10	05.10	23.10	18.10	02.11	26.10	28,00±1,00	25,67±0,58
'Mona Lisa'	15.10	03.10	20.10	15.10	02.11	29.10	17,33±1,52	24,67±0,58
'Princess Amgard bronze'	09.10	06.10	22.10	16.10	05.11	29.10	22,66±0,58	22,67±0,58
'Princess Amgard red'	09.10	06.10	22.10	16.10	05.11	29.10	22,67±0,58	23,67±0,58
'Золотая Нива'	09.10	04.10	20.10	12.10	24.10	21.10	28,33±0,58	24,67±0,58
'Etrusko'	17.09	12.10	25.10	26.10	29.10	09.11	19,67±0,58	23,33±0,58
'Annecy White'	30.09	25.09	10.10	03.10	25.10	21.10	23,66±0,58	33,67±0,58
'Zembla Lime'	17.09	28.09	24.10	05.10	26.10	19.10	20,00±1,00	26,33±0,58
'Tigerreg'	23.09	25.09	29.10	11.10	02.11	25.10	23,67±0,58	20,67±0,58
Ж-116-2	01.10	25.09	12.10	05.10	28.10	18.10	24,67±0,58	21,67±0,58
Ж-10-4	07.10	02.10	15.10	05.10	25.10	19.10	25,67±1,53	22,67±0,58
Ж-108-2	09.10	01.10	02.11	03.11	15.11	13.11	24,67±0,58	23,67±0,58
Ж-23-5	09.10	25.09	15.10	05.10	24.10	20.10	28,33±0,58	24,33±0,58
И-181-1	07.10	03.10	15.10	09.10	23.10	19.10	27,33±0,58	21,00±1,00
К-104-1	29.09	27.09	10.10	07.10	25.10	19.10	26,33±0,58	22,67±0,58
К-141-1	10.10	02.10	18.10	10.10	30.10	23.10	25,67±0,58	26,33±0,58
НСР _{0,5}							1,49	1,13

Исследования показали, что период бутонизации образцов коллекции начинается со второй декады сентября, в начале октября (таблица 17). Период бутонизации у большинства изученных сортов и гибридов в 2019 году начался раньше на 2-14 дней, чем в 2018 году.

Цветение большинства гибридов и сортов началось раньше в 2019 году на 2-7 дней (таблица 17). У сорта 'Etrusko', в отличие от других сортов и гибридов, фенологические стадии проходили иначе: в более теплом году закладка бутонов и цветение происходили позднее на 25 и 10 дней соответственно. У сорта 'Annecy White' продолжительность цветения может сильно варьировать от 24 до 34 дней. Температура является важным фактором для формирования корзинок. Продолжительность цветения у

разных сортов и гибридов может меняться как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

Выявлены гибриды с ранним сроком цветения: Ж-116-2, К-104-1, Ж-10-4, 'Школа бизнеса' (цветут в третью декаду сентября– вторую декаду октября).

В 2020-2021 гг. фенологические наблюдения проводились за 18 гибридами и 4 сортами (таблица 18). Самое длительное цветение наблюдалось у 'Annecy White', 'Балун'. Все изучаемые гибриды имели сроки цветения более длительные, чем контрольный сорт 'Симфония'.

Таблица 18 – Сроки развития корзинок исходных форм хризантемы и перспективных гибридов хризантемы в 2020-2021 годах

Сорт, гибрид	Фенологические фазы						Продолжительность цветения	
	Бутонизация		Начало цветения		Массовое цветение		2020	2021
	2020	2021	2020	2021	2020	2021		
'Симфония'	05.10	06.10	02.11	28.10	11.11	08.11	24,00±0,58	25,67±0,58
'Annecy White'	03.10	04.10	25.10	23.10	10.11	08.11	26,67±0,58	29,33±0,58
'Балун'	02.10	05.10	23.10	23.10	04.11	03.11	28,33±0,58	27,33±0,58
'Mona Lisa'	03.10	04.10	25.10	24.10	09.11	08.11	23,67±0,58	22,67±0,58
Ж-116-2	04.10	01.10	23.10	25.10	08.11	08.11	32,67±0,58	30,67±0,58
И-34-5	04.10	28.10	25.10	27.10	10.11	08.11	27,33±0,58	28,67±0,58
P-196-4	15.09	14.09	24.09	26.09	29.09	01.10	30,67±0,58	32,00±1,00
P-194-13	04.10	02.10	23.10	20.10	01.11	05.11	29,67±1,53	30,67±0,58
P-192-4	04.10	03.10	23.10	22.10	01.11	02.11	31,67±0,58	29,67±0,58
P-120-2	03.10	04.10	01.11	29.10	08.11	09.11	27,33±0,58	25,67±0,58
P-30-24	02.10	03.10	01.11	28.10	08.11	05.11	28,33±0,58	27,67±0,58
P-201-1	03.10	04.10	23.10	25.10	08.11	03.11	24,67±0,58	25,67±0,58
P-197-23	01.10	04.10	23.10	25.10	01.11	29.10	27,67±0,58	28,67±0,58
P-196-25	04.10	03.10	25.10	28.10	05.11	29.10	28,00±2,00	29,33±0,58
P-194-12	02.10	05.10	23.10	20.10	09.11	07.11	28,67±0,58	30,33±0,58
P-120-7	06.10	04.10	20.10	20.10	08.11	08.11	29,33±0,58	30,67±0,58
P-118-1	04.10	29.10	18.10	20.10	04.11	06.11	29,33±0,58	30,67±0,58
C-250-7	06.10	04.10	01.11	02.11	10.11	10.11	30,33±0,58	29,67±0,58
C-250-1	01.10	04.10	23.10	02.11	08.11	04.11	31,00±2,00	30,67±0,58
C-250-6	01.10	04.10	26.10	28.10	08.11	10.11	26,33±0,58	27,33±0,58
C-250-3	04.10	06.10	23.10	27.10	08.11	02.11	30,67±0,58	31,67±0,58
C-151-1	01.10	05.10	23.10	24.10	01.11	04.11	23,33±0,58	28,33±0,58
HCP _{0,5}	-	-	-	-	-	-	1,33	0,98

В результате проведенных фенологических наблюдений установлено, что бутонизация сортов и гибридов хризантем коллекции составляет в среднем 4 недели, тогда как некоторые авторы отмечают, что данный период значительно длиннее. Так, Вера Никитична Шмыгун, которая проводила исследования хризантемы, выращенные в средней полосе СССР в открытом грунте и в качестве круглогодичной оранжерейной культуры (Шмыгун, 1972) отмечает, что бутонизация может длиться от 9 до 13 недель. Она отмечает следующую закономерность: сорта, развивающиеся в условиях слабой освещенности – с ноября по февраль – период бутонизации около 3–4 месяцев, а у сортов, развивающиеся при хорошей освещенности – с мая по сентябрь – период бутонизации равен всего лишь 2–2,5 месяцам (Шмыгун, 1972). Авторы Carvalho et al. отмечают, что при температуре 24 °С образуется больше бутонов и соцветий, чем при температуре 17 °С (Carvalho et al., 2005) и обрываются они быстрее. В средней полосе России выращиваются преимущественно холодостойкие корейские хризантемы, цветение которых наступает раньше, так как световой день сокращается быстрее. Нахождение фаз оказывают влияние генетические особенности.

Анализ исходного селекционного материала хризантемы садовой (*Chrysanthemum × hortorum*) по срокам цветения позволил выделить три группы форм хризантемы:

- ранние Ж-116-2, К-104-1, Ж-10-4, 'Школа бизнеса' (цветут в третью декаду сентября– вторую декаду октября);
- средние: И-181-1, 'Annecy White', 'Балун', 'Золотая Нива', 'Tigereg', К-141-1, Ж-23-5, Р-194-13, Ж-116-2, 'Мацеста', Р-201-1, Р-197-23, С-151-1, 'Симфония', Ж-108-2, К-10-3, К-10-7, К-139-3, Р-120-2, Р-30-24, С-250-7, С-250-1, С-250-6, С-250-3, Р-120-7, Р-118-1, И-34-5 (цветут в третью декаду октября – вторую декаду ноября);
- поздние: 'Mona Lisa', 'Zembla Lime', 'Princess Amgard bronze', 'Princess Amgard bronze', 'Этрусско', 'Золотая Осень', Р-196-25, Р-194-12 (цветут в третью декаду ноября – вторую декаду декабря).

Отмечено, что в условиях защищенного грунта бутонизация у среднепоздних гибридов и сортов начинается при длине дня 12–13 часов, у поздних – при длине дня 11–12 часов. Для закладки бутонов поздним гибридам и сортам необходим световой день 11 часов (таблицы 16, 17, 18).

Установлено, что продолжительность цветения изучаемых образцов составляет более 20 дней. Наибольшая продолжительность цветения у сортов 'Балун', 'Золотая Нива', 'Annecy White' и гибридов К-141-1, Ж-23-5, Р-194-13, Ж-116-2, Р-192-4, Р-196-4, С-250-7, С-250-1, С-250-3, С-120-7, И-34-5.

Изменение температуры и длины светового дня чаще оказывают влияние на начало фазы цветения сортов и гибридов средних сроков цветения. Гораздо меньше эти факторы оказывают влияние на поздноцветущие растения. Начало и продолжительность их цветения в большей степени находится под влиянием генотипа.

3.4 Отбор элитных форм на разных этапах селекции

На этапе проростков оставляли самые сильные и жизнеспособные растения. Медленно растущие, слабые растения не высаживались на грядку.

Оценку и первичный отбор проводили по декоративным качествам на цветущих образцах по методу негативного отбора: выбраковывались формы, не отвечающие заявленной модели сорта. Отбор по главным признакам (устойчивость к основным болезням и вредителям, высокая декоративность корзинок, яркая невыгорающая окраска, устойчивый прочный цветонос) проводился при дальнейшем изучении.

Исследование роста и развития сеянцев показало, что уже в первый год жизни возможно провести отбор наиболее сильных и адаптированных растений, способных к активному наращиванию вегетативной массы, которые в первый год жизни цветут, следовательно, обладающих высокой жизнеспособностью. В первый год среди гибридов разных комбинаций скрещивания были отобраны наиболее сильные гибриды с высокими декоративными качествами для дальнейшего изучения (таблица 19).

При проведении исследований гибридов от разных комбинаций скрещивания, выделении перспективных гибридов от этих комбинаций, были определены наиболее удачные комбинации для получения жизнеспособных семян: 'Harlequin' × смесь пыльцы, 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10, 'Izetka Bernstein' × М-187-1, 'Mona Lisa' × М-182-1, 'Mona Lisa' × смесь пыльцы, 'Симфония' × Ж-10-1, 'Амбер' × 'Садко', 'Симфония' × 'Tigerreg', 'Tigerreg' × 'Симфония'. Больше всего перспективных гибридных форм выделено в комбинациях: 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10 (11 гибридов), 'Симфония' × Ж-10-1 (9 гибридов), 'Mona Lisa' × М-182-1 (6 гибридов), 'Izetka Bernstein' × К-10-2 (7 гибридов), 'Садко' × 'Tigerrag' (7 гибридов), 'Симфония' × 'Tigerreg' (3 гибрида), Д-95-3 × смесь пыльцы (3 гибрида). Новые сорта 'Школа бизнеса' и 'Мацеста' получены в комбинациях 'Mona Lisa' × М-182-1 и 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10 соответственно.

Сорта 'Симфония', 'Садко', 'Mona Lisa' и гибрид Ж-10-10 были определены в ходе исследований как источники окраски соцветий. Сорта 'Садко', 'Mona Lisa', 'Izetka Bernstein' являются источниками нескольких признаков: устойчивости цветоноса, формы соцветия и высокой его декоративности. '

Среди гибридов корейской хризантемы 'Янтарный бриз' был выделен гибрид У-261-1, удовлетворяющий критериям «модели» сорта. Только 10 % потомков унаследовали махровую корзинку сорта 'Янтарный бриз'. Большинство потомков наследовали желтый цвет корзинки исходной материнской формы. Корейский сорт 'Янтарный бриз' является низкорослым (60 см), но при свободном опылении высокорослыми сортами было получено высокорослое потомство (100-120 см). От крупноцветкового махрового сорта 'Rossano Charlotte' в комбинации 'Rossano Charlotte' × 'Zembla lime' в 2022 году было получено шесть гибридов. Все потомство этого сорта очень декоративно (рисунок 5). Из шести потомков три унаследовали крупноцветковость и махровость корзинки. Еще три гибрида этой комбинации были отобраны как перспективные по признаку декоративности,

но являются мелкоцветковыми. В комбинациях махровых крупноцветковых сортов 'Resume' × 'Izetka Bernstein' и 'Ariana' × 'Sevan' все потомство мелкоцветковое и не имеет махровых корзинок. В качестве перспективного гибрида по декоративности и устойчивости к факторам окружающей среды в 2022 году был отобран гибрид У-269-1 комбинации 'Resume' × 'Izetka Bernstein'. При этом махровость корзинки не наследовалась. На первом этапе были отбракованы неустойчивые к абиотическим и биотическим стрессорам гибриды. Первичное изучение сеянцев позволило выделить перспективные гибриды, соответствующие намеченной модели сорта.



Рисунок 5 - Гибриды от комбинации 'Rossano Charlotte' × 'Zembla lime'

Многие сеянцы, полученные от свободного опыления Р-201-1 (рисунок б), унаследовали оригинальную ромашковидную корзинку с несколькими рядами коротких язычковых цветков. Так же как родительская форма, имеют крепкий цветонос и устойчивы к действию неблагоприятных факторов. Среди сеянцев были выделены: У-270-1; У-270-2; У-270-3 (рисунок 7).



Рисунок 6 – Исходная родительская форма Р-201-1



Гибрид У-270-1

Гибрид У-270-2

Гибрид У-270-3

Рисунок 7 – Гибриды от комбинации Р-201-1 × свободное опыление

Для изучения коэффициента укоренения и, как следствие, адаптивных возможностей гибрида или сорта, были проведены эксперименты по укоренению сортов и гибридов. По способности черенков укореняться (таблицы 19-23) можно сделать вывод об адаптивных способностях гибрида. В качестве контроля использовали хорошо зарекомендовавший себя сорт селекции ФИЦ СНЦ РАН 'Симфония', который имеет стабильно хорошее укоренение (90-95 %) и дающий 7-9 черенков с куста в среднем по годам изучения. В течение 2018 -2021 гг черенки укореняли в смеси почвы и торфа (1:1) (таблица 19). 'Симфония' имеет коэффициент размножения 8. Такой же коэффициент размножения у гибрида К-10-3. У остальных гибридов и сорта селекции ФИЦ СНЦ РАН коэффициент размножения выше.

Таблица 19 – Укореняемость черенков сортов и гибридов хризантемы в 2018 году

Сорт, гибрид	Количество кустов, шт.	Количество черенков, шт.	Количество укоренившихся черенков, шт.	Доля укоренившихся черенков, %	Коэффициент размножения*
1	2	3	4	5	6
'Симфония'	3	28	25	89	8
'Солнечная'	2	20	19	95	10
Д-95-3	2	20	18	90	9
Ж-10-10	2	20	18	90	9
Ж-118-1	2	19	18	95	9
Ж-116-2	2	21	20	95	10
И-34-5	1	11	10	90	10
К-181-1	1	10	9	90	9
К-152-1	2	23	18	78	9
К-10-2	2	18	18	100	9
К-10-4	2	19	19	100	9,5
К-10-3	1	9	8	89	8
К-141-1	1	10	9	90	9
М-187-1	1	9	9	100	9
К-10-4	2	19	18	95	9

Коэффициент размножения* - среднее количество укорененных черенков с одного куста, шт.

В 2019 году исследовали полученные гибриды и родительские формы для установления коэффициента размножения (таблица 20). Самый низкий коэффициент размножения отмечен у интродуцентов 'Mona Lisa', 'Izetka Bernstein', 'Zembla Lime', 'Saratov', 'Rossano Charlotte' (5-6). У контрольного сорта 'Симфония' и исследуемых гибридов коэффициент размножения составил 9 и выше. 'Izetka Bernstein', 'Zembla Lime' имеют низкий процент приживаемости черенков (50 % и 77 % соответственно) по сравнению с контролем (86 %).

Таблица 20 – Укореняемость черенков сортов и гибридов хризантемы в 2019 году

Сорт, гибрид	Количество кустов, шт.	Количество черенков, шт.	Количество укоренившихся черенков, шт.	Доля укоренившихся черенков, %	Коэффициент размножения
1	2	3	4	5	6
'Симфония'	2	21	18	86	9
Д-95-3	1	10	9	90	9
Ж-10-10	1	10	9	90	9
Ж-116-2	3	32	30	94	10
И-34-5	3	35	32	90	10
К-152-1	1	12	9	75	9
К-10-2	1	9	9	100	9
К-141-1	1	10	9	90	9
'Mona Lisa'	3	23	18	80	6
'Izetka Bernstein'	2	20	10	50	5
'Zembla Lime'	2	13	10	77	5
'Saratov'	2	15	12	80	6
'Rossano Charlotte'	2	15	12	80	6

В 2020 году исследовали элитные и перспективные гибриды для установления коэффициента размножения. Установлено, что низкий коэффициент размножения у гибрида Р-196-25, равен 6. Значительно выше контроля (у 'Симфонии' равен 8) коэффициент размножения у гибридов Р-196-4 и Р-194-11, 12 и 10 соответственно (таблица 21).

Таблица 21 – Укореняемость черенков сортов и гибридов хризантемы в 2020 году

Сорт, гибрид	Количество кустов, шт.	Количество черенков, шт.	Количество укоренившихся черенков, шт.	Доля укоренившихся черенков, %	Коэффициент размножения
1	2	3	4	5	6
'Симфония'	4	33	30	91	8
Р-194-11	1	10	10	100	10
Р-196-4	1	12	12	100	12
Р-192-12	1	10	9	90	9
Р-201-1	1	11	9	82	9
Р-194-13	1	10	9	90	9
Р-203-1	1	12	9	75	9
Р-196-25	1	10	6	60	6

В 2021 году устанавливали коэффициент размножения у перспективных и элитных гибридов и отобранных родительских форм. Наименьший коэффициент размножения у 'Etrusko' равен 4. Среди гибридов наименьший коэффициент размножения у С-250-1, С-250-5, Р-194-12 (таблица 22).

Таблица 22 – Укореняемость черенков сортов и гибридов хризантемы в 2021 году

Сорт, гибрид	Количество кустов, шт.	Количество черенков, шт.	Количество укоренившихся черенков, шт.	Доля укоренившихся черенков, %	Коэффициент размножения
1	2	3	4	5	6
С-250-1	1	7	6	86	6
С-250-7	1	8	7	87,5	7
С-250-2	1	10	8	80	8
С-250-5	1	7	6	86	6
'Симфония'	2	15	14	93	7
'Mona Lisa'	2	15	12	80	6
'Izetka Bernstein'	1	10	5	50	5
'Etrusko'	1	5	4	80	4
'Zembla Lime'	2	13	10	77	5
'Rossano Charlotte'	2	15	12	80	6
Ж-116-2	1	10	10	100	10
Р-196-4	3	39	36	95	12
Р-203-1	2	20	18	90	9
Р-194-12	2	20	12	60	6
Р-201-1	2	17	16	95	8
Р-194-13	2	20	18	90	9

В 2020 году сравнили укоренение черенков хризантемы в почвосмеси (25% почвы, 25% торфа и 50% песка) и гидрогеле (таблица 23).

В результате исследования укоренения черенков хризантемы в почвосмеси (25% почвы, 25% торфа и 50% песок) и гидрогеле были получены следующие результаты: черенки гибридов в среднем приживаются лучше, чем черенки сортов - интродуцентов. Приживаемость в почвосмеси (25% почвы, 25% торфа и 50% песок) выше, чем в гидрогеле (таблица 23).

Таблица 23 – Укоренение черенков гибридов и сортов хризантемы в 2020 году в разных субстратах

Гибрид, сорт	Черенкование в почвосмесь, шт.	Черенкование в гидрогель, шт.	Количество укоренившихся черенков в почвосмеси, шт.	Количество укоренившихся черенков в гидрогеле, шт.	Укореняемость в почвосмеси (%)	Укореняемость в гидрогеле (%)
1	2	3	4	5	6	7
'Симфония'	15	15	14	12	93	80
'Etrusko'	14	14	13	5	93	36
'Annecy White'	10	10	7	7	70	70
'Zembla Lime'	11	5	8	5	73	100
'Rossano Charlotte'	10	5	7	3	70	60
'Mona Lisa'	5	5	5	4	100	80
P-195-7	8	5	8	5	100	100
P-195-8	9	6	8	5	89	83
P-195-9	8	6	7	4	88	67
P-192-13	9	5	7	5	78	100
P-196-4	7	5	7	5	100	100
P-194-12	7	5	6	5	86	100

Гибриды P-196-4, P-195-7 хорошо приживаются в различных условиях и имеют высокую степень устойчивости. Высокую степень приживаемости показали гибриды P-194-12 (86% в почвосмеси и 100% в гидрогеле), P-192-13 (78% в почвосмеси и 100% в гидрогеле), а также сорта 'Mona Lisa White' (в гидрогеле 80% и в почвосмеси 100%) и 'Zembla Lime' (73% в почвосмеси и 100% в гидрогеле).

Гибриды P-196-4, P-195-7, P-194-12, P-192-13, сорта 'Mona Lisa White', 'Zembla Lime' хорошо укореняются и адаптируются к экологическим условиям влажных субтропиков России. Эти растения способны эффективно укореняться в разных субстратах. Но при этом 'Mona Lisa White', 'Zembla Lime', P-194-12 дают в среднем по 6 укорененных черенков с куста, что меньше, чем можно получить с контрольного сорта 'Симфония'.

3.5 Использование параметров медленной индукции флуоресценции хлорофилла для отбора устойчивых гибридов в первый год жизни

Для ускорения селекционного процесса и успешного проведения отбора самых сильных растений необходимо диагностировать их физиологическое состояние в первый год жизни (Илиева, 1987; Будаговская, 2004; Гудковский, 2000; Мохно, Пащенко, 2012). Чтобы эффективно выращивать растения, необходимо использовать разные способы оценки состояния растений, наличия и уровня стресса.

Метод флуоресценции хлорофилла удовлетворяет всем требованиям этих исследований: простота проведения анализа, неразрушающий характер измерений, легкость и однозначность интерпретации результатов, короткое время измерений, возможность автоматизации измерений, не требуется дорогостоящих расходных материалов, метод обладает высокой чувствительностью (Бухов, 2004; Гольцев и др., 2016).

Растения – автотрофы, сами себя способны обеспечивать питанием за счет процесса фотосинтеза. Эффективность происходящих во время фотосинтеза процессов является важным критерием, так как они определяют жизнеспособность растений, устойчивость организмов к стрессорам разной природы в зависимости от генотипа фотосинтетического аппарата сорта. Энергия солнца, поглощаемая растениями, используется тремя способами: в синтезе углеводов (фотохимическая работа), выделяется в виде тепла и переизлучается в виде флуоресценции (Корнеев, 2002). Таким образом, флуоресценция всегда сопровождает фотосинтез, а уровень ее обратнопропорционален скорости фотохимических процессов: медленные процессы синтеза углеводов сопровождаются высоким уровнем флуоресценции (Будаговский и др., 2010).

Работа в условиях Сочи с вегетирующими растениями хризантемы проводится в условиях необогреваемой стеклянной теплицы. В июле и августе, во время начала формирования генеративных почек, температура

воздуха в теплице может подниматься выше + 35 °С, что является стрессовой ситуацией для растений. В период бутонизации и цветения температура также выше оптимальной.

Физиологическое состояние фотосинтетического аппарата сравнивали у полученных гибридов и интродуцированных сортов во время закладки генеративного апекса в июле в середине октября у цветущих растений.

В качестве контроля использовался гибрид Ж-116-2, фотосинтетические показатели которого исследовались с 2018 по 2021 год. Этот гибрид в культуре устойчив и демонстрировал стабильные показатели физиологического состояния своего фотосинтетического аппарата. Исследование физиологических показателей в период активного нарастания вегетативной массы и закладки генеративного апекса, позволило сделать вывод, что самая высокая фотосинтетическая активность листьев ($Fm/F_T \geq 4,0$) отмечена у гибридов: К-10-4 (4,15), К-10-2 (4,643); Ж-112-1 (4,58). Это значительно выше показателя контрольного образца Ж-116-2 (2,27). Наименьшие показатели фотосинтетической активности ($Fm/F_T \leq 1,6$) в этот момент имели гибриды Р-120-2 (1,597), Р-250-3 (1,470) (таблица 24).

Выявлено, что фотосинтетическая активность снижается в период бутонизации и начала цветения хризантемы по сравнению с периодом закладки генеративного апекса у многих изученных форм. В этот период самую высокую фотосинтетическую активность листьев ($Fm/F_T \geq 3,0$) имели гибриды: Р-192-4 (3,033); Р-196-25 (3,023); Р-197-23 (3,590); Р-203-32 (3,410), С-250-6 (3,453). Индекс жизнеспособности этих гибридов превышает показатель Ж-116-2 (1,73). Наименьший показатель ($Fm/F_T \leq 1,6$) был отмечен у гибридной формы С-250 (1,560).

Таблица 24 – Показатели функционального состояния фотосинтетического аппарата листьев на разных стадиях развития хризантемы (средние за 2018-2021 гг.)

Сорт, гибрид	июль			октябрь		
	F_T	Kf_T	Fm/F_T	F_T	Kf_T	Fm/F_T
1	2	3	4	5	6	7
Ж-116-2 (контроль)	79,755	0,558	2,270	80,22	0,42	1,730
'Annecy White'	81,483	0,470	1,887	101,748	0,402	1,673
'Izetka Bernstein'	48,023	0,668	3,013	108,774	0,404	1,788
'Saratov'	51,723	0,659	2,983	88,567	0,478	1,917
'Jagvat'	48,697	0,650	2,983	98,120	0,446	1,817
'Tigerrag'	67,32	0,500	2,080	79,203	0,549	2,228
'Mona Lisa'	71,880	0,484	1,967	63,517	0,538	2,180
К-10-4	32,233	0,754	4,150	86,097	0,504	2,05
К-141-1	60,297	0,601	2,507	65,573	0,587	2,963
Ж-112-1	31,227	0,782	4,580	84,378	0,506	2,128
К-10-2	31,347	0,783	4,643	68,190	0,605	2,543
Ж-121-1	45,910	0,690	3,427	93,767	0,452	1,827
Р-203-1	51,933	0,671	3,150	72,370	0,569	2,353
И-34-5	45,530	0,689	3,230	72,918	0,567	2,358
Р-83-22	78,655	0,399	2,270	84,605	0,487	1,955
Р-30-24	57,297	0,586	2,480	59,107	0,588	2,447
Р-192-12	72,32	0,538	2,345	74,448	0,536	2,185
Р-194-13	48,543	0,658	3,243	47,820	0,629	2,843
Р-195-7	78,583	0,414	1,720	83,437	0,412	1,720
Р-195-9	48,863	0,630	3,233	56,133	0,451	2,320
И-157-1	40,980	0,718	3,550	82,337	0,488	1,957
Р-201-1	51,933	0,671	3,150	72,370	0,569	2,353
М-187	47,547	0,672	3,053	87,260	0,489	1,960
Р-120-2	88,083	0,372	1,597	71,763	0,507	2,050
Р-192-4	61,828	0,544	2,286	43,693	0,668	3,033
Р-194-12	79,953	0,341	1,807	60,563	0,573	2,620
Р-196-4	67,564	0,511	2,066	62,280	0,578	2,413

1	2	3	4	5	6	7
P-196-25	74,427	0,466	1,910	44,803	0,666	3,023
P-197-23	75,410	0,451	1,850	39,447	0,708	3,590
P-203-32	69,334	0,506	2,032	42,787	0,701	3,410
C-250-6	70,464	0,500	2,014	40,747	0,708	3,453
C-250-3	93,447	0,310	1,470	49,840	0,631	2,737
C-151-1	64,832	0,544	2,306	64,233	0,549	2,227
C-250	85,413	0,376	1,650	86,727	0,358	1,560
C-250-1	84,390	0,385	1,687	52,320	0,621	2,667
HCP _{0,5}				40,398	0,236	1,536

Во время фазы бутонизации и в начале цветения был отмечено повышение индекса жизнеспособности у сортов 'Tigerrag', 'Mona Lisa', гибридов К-141-1, Р-120-2, Р-192-4, Р-194-12, Р-196-4, Р-196-25, Р-197-23, Р-203-32, С-250-6, С-250-1. Гибрид Ж-116-2 (контроль) демонстрировал небольшое снижение индекса жизнеспособности.

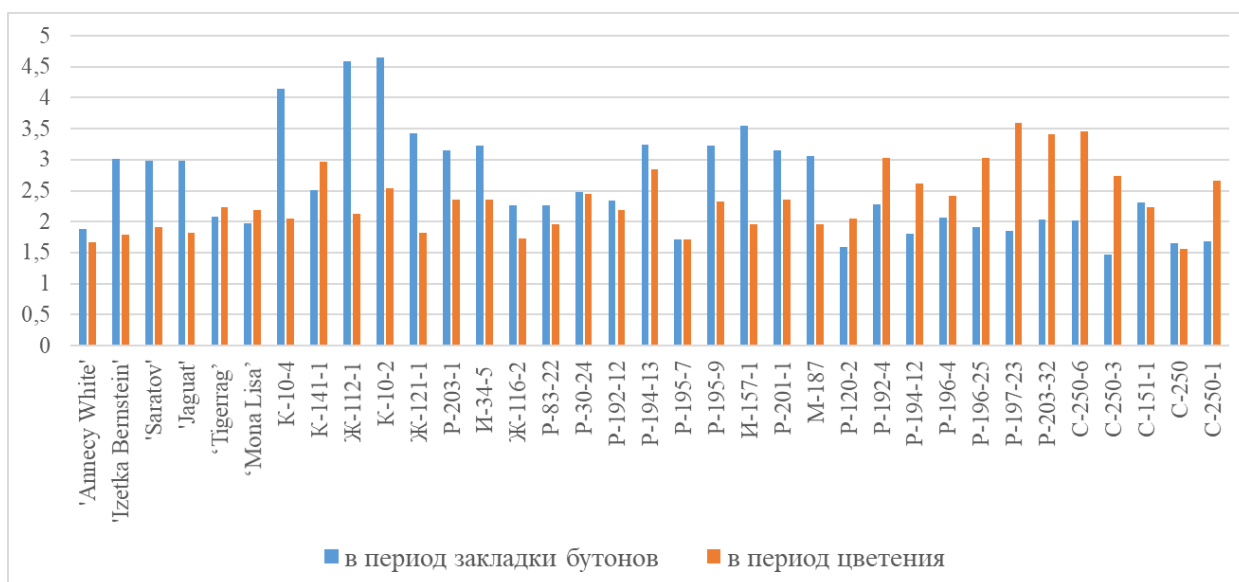


Рисунок 8 – Динамика индекса жизнеспособности в период закладки бутонов и цветения полученных гибридов и интродуцированных сортов

Гибриды и сорта, индекс жизнеспособности которых во время закладки генеративного апекса был выше 1,5, а затем во время бутонизации и цветения повышался или незначительно снижался (не более 0,6), были выделены в качестве перспективных: 'Tigerrag', 'Mona Lisa', К-141-1, Р-30-24, Ж-116-2,

P-120-2, P-192-4, P-194-12, P-196-4, P-196-25, P-197-23, P-203-32, C-250-6, C-250, C-250-1. Так как с момента закладки бутонов до цветения растения находятся в стрессовой ситуации из-за повышения температуры выше оптимальной в среднем на 3-7°C, то данные растения можно считать устойчивыми к повышенным летним температурам.

Изучение скорости фотосинтетических процессов в листьях хризантемы в вегетативном и генеративном состоянии, обнаружило зависимость этих показателей не только от стадии развития, но и генотипа исследуемых сортов и гибридов.

Результаты исследований позволяют определить устойчивые к жаре растения, отобрать перспективные по устойчивости к стрессорам гибридные формы, ускорив выделение новых гибридов, устойчивых к негативным факторам среды. Выделены гибриды, устойчивые к жаре: К-141-1, P-30-24, Ж-116-2, P-120-2, P-192-4, P-194-12, P-196-4, P-196-25, P-197-23, P-203-32, C-250-6, C-250, C-250-1.

3.6 Исследование устойчивости элитных гибридов P-196-4; P-192-4 к болезням и вредителям

Исследование устойчивости к *Philaenus spumarius* L. – *Macrosiphoniella sanborni* Gillette – хризантемовой тле, пеннице слюнявой, *Puccinia horiana* Henn. – ржавчине хризантемы, поврежденности растений хризантемы проводили визуально в фазу цветения (октябрь – ноябрь 2020-2021 гг.). Опыт проводился в отдельной теплице на провокационном фоне (растения не обрабатывались химическими средствами). В качестве контроля использовался хорошо зарекомендовавший себя сорт 'Симфония' селекции ФИЦ СНЦ РАН и сорт иностранной селекции 'Viena Pink'. На каждом сорте хризантемы выбирали по 15 растений в 4-кратной повторности. Анализ показал, что поврежденность исследуемых растений зависит от генетических особенностей сортообразца (таблица 16).

Таблица 25 – Устойчивость гибридов и сортов (визуальная оценка)

Сорт, гибрид	Поврежденность <i>Philaenus spumarius</i> L.		Поврежденность <i>Macrosiphoniella sanborni</i> Gillette		Поврежденность <i>Puccinia chrysanthemi</i> Roze	
	%	баллы	%	баллы	%	баллы
'Симфония' (контроль)	15	2	20	2	3	2
'Vienna Pink'	58	4	55	4	11	3
P-192-4 (сорт 'Мацеста')	19	2	23	2	2	2
P-196-4 (сорт 'Школа бизнеса')	15	2	15	2	3	2

Хризантемовая тля является самым многочисленным вредителем на исследуемых образцах. В большой степени тля повреждает все сорта и гибриды. Практически все растения интродуцента 'Vienna Pink' были заселены тлей, и заражение составляло 55 % поверхности растений. По шкале оценки это составляет 4 балла, является сильной поврежденностью. Контрольный сорт 'Симфония' оказался более устойчивым (поражение 20 %). Изучаемые гибриды P-192-4 ('Мацеста') и P-196-4 ('Школа бизнеса') имели показатели близкие к контролю, 23 и 15 процентов соответственно. 'Симфония', P-192-4 ('Мацеста') и P-196-4 ('Школа бизнеса') по шкале имеют 2 балла (слабая поврежденность).

Поврежденность пенницей у 'Vienna Pink' составила 55 % наземных органов растения, что составляет 4 балла (сильная поврежденность). У сорта 'Симфония', гибридов P-192-4, P-196-4 составила 15 %, 19 % и 15 % соответственно, что составляет 2 балла (слабая поврежденность).

Ржавчиной хризантемы больше поражен сорт 'Vienna Pink'. 11 % листьев растений было поражено, что составляет 3 балла (средняя устойчивость). В наименьшей степени поражались 'Симфония' (2 %) и гибриды P-196-4 (2 %), P-192-4 (3 %), что соответствует 2 баллам (повышенная устойчивость).

У поврежденных растений сорта 'Симфония' количество соцветий на растениях было меньше в среднем на 1,8, у P-192-4 ('Мацеста') на 1,1 соцветие, а у P-196-4 ('Школа бизнеса') на 1,5 соцветия.

Исследования показали, что P-192-4 ('Мацеста') и P-196-4 ('Школа бизнеса') обладают высокой устойчивостью к *Philaenus spumarius* L. –

пеннице слюнявой, *Macrosiphoniella sanborni* Gillette – хризантемовой тле, *Puccinia chrysanthemi* Roze – ржавчине хризантемы.

3.7 Особенности наследования декоративных признаков хризантемы

Декоративные растения с необходимыми свойствами создаются селекционерами с использованием методов межвидовой и межсортовой гибридизации, спонтанного и искусственного мутагенеза, полиплоидии, культуры *in vitro* и др. (Мохно и др., 2014; Мохно и др., 2017; Рахмангулов, Тихонова, 2021; Рындин и др., 2021). Изучение характера и особенностей наследования ценных признаков, способностей родительских форм передавать эти признаки потомству, проводится на многих цветочно-декоративных культурах (Козина, 2018; Пащенко, 2018; Соколова, 2020; Гутиева, 2020). Исследователями установлены степень изменчивости различных признаков, частота наследственной передачи необходимых качеств исходными формами, вероятность новообразований у потомков.

Изучены способности передачи качественных признаков родительских форм в 17 комбинациях скрещивания (приложения Е, Ж).

В комбинациях с использованием в качестве материнской формы 'Izetka Bernstein' 50–52 % гибридов приобретали махровую корзинку, которая является желательным признаком. Во всех комбинациях наблюдалось большое количество новообразований по всем исследуемым признакам. Наиболее разнообразные корзинки получены в комбинациях 'Mona Lisa' × свободное опыление (90,01 %), 'Mona Lisa' × К-10-3 (61,11 %), К-152-1 × свободное опыление (76,00 %).

В обратных комбинациях 'Tigerreg' × 'Симфония' и 'Симфония' × 'Tigerreg' форма язычковых цветков у большинства гибридных сеянцев передавалась от материнской формы. От 'Tigerreg' большинство гибридов унаследовали тип корзинки, форму язычковых цветков (100,00 % и 78,26 % соответственно). Форма язычковых цветков в комбинации 'Симфония' × Ж-10-1 (52,94 %) передавалась от 'Симфония', в комбинации 'Izetka Bernstein' × К-10-2 также от отцовской формы (66,30 %). У потомков проведенных

комбинаций чаще форма язычковых цветков являлась новообразованием (11 комбинаций из 17 имели новообразования язычковых цветков выше 40 %).

По форме язычковых цветков (рисунок 9) высокий уровень изменчивости (V_p) наблюдался в комбинациях 'Amber' × 'Садко' (99,34 %), К-152-1 × свободное опыление (96,68 %), 'Mona Lisa' × свободное опыление (87,72 %), Р-83-22 × свободное опыление (98,36 %), 'Солнечная' × смесь пыльцы (95,82 %), 'Золотая осень' × смесь пыльцы (88,44 %), 'Harlequin' × смесь пыльцы (99,50 %), 'Симфония' × смесь пыльцы (87,52 %), а низкий уровень изменчивости отмечен в комбинациях 'Симфония' × 'Тигеррег' (3,00 %), 'Тигеррег' × 'Симфония' (3,00 %).

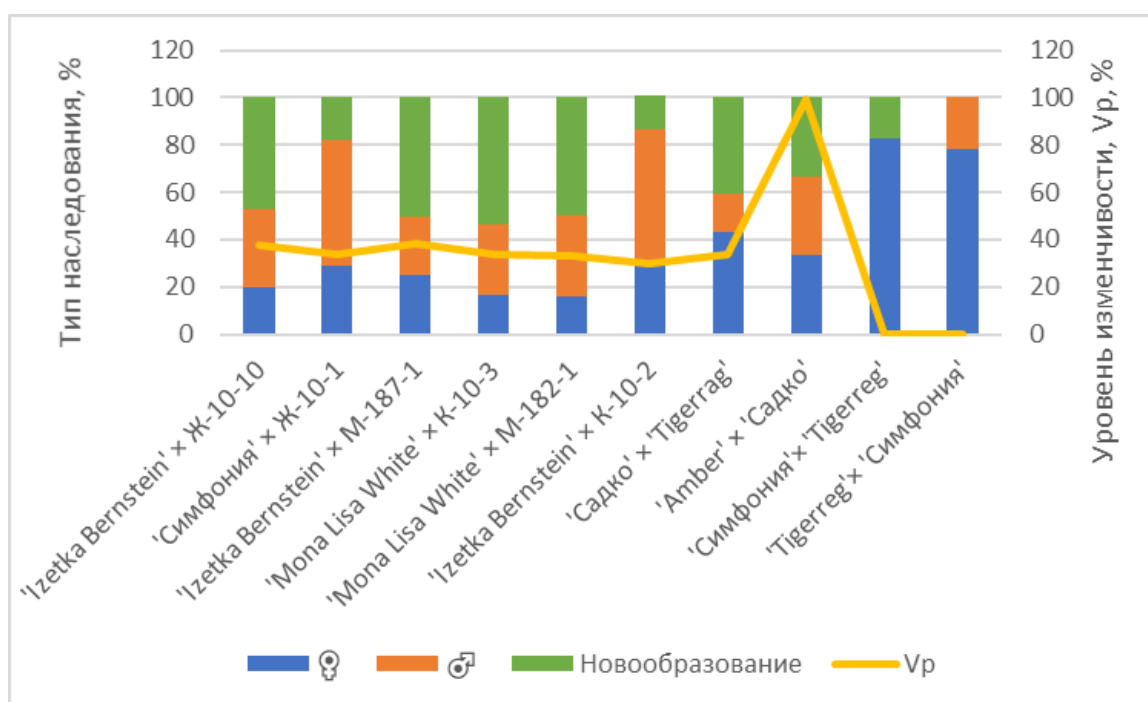


Рисунок 9 – Особенности наследования формы язычковых цветков у полученных гибридов хризантемы

По типу соцветия (рисунок 10) высокий уровень изменчивости (V_p) наблюдался в комбинациях К-152-1 × свободное опыление (85,42 %), 'Amber' × 'Садко' (42,40 %), Р-83-22 × свободное опыление (98,15 %), 'Солнечная' × смесь пыльцы (82,06 %), 'Золотая осень' × смесь пыльцы (76,84 %), 'Harlequin' × смесь пыльцы (99,50 %), 'Симфония' × смесь пыльцы (82,61 %), низкий уровень изменчивости наблюдался при скрещивании 'Mona Lisa' × К-10-3 (15,17 %), 'Mona Lisa' × М-182-1 (13,39 %), 'Izetka Bernstein' × К-10-2 (8,47 %),

'Садко' × 'Tigerrag' (3,00 %), 'Tigerreg' × 'Симфония' (3,00 %).

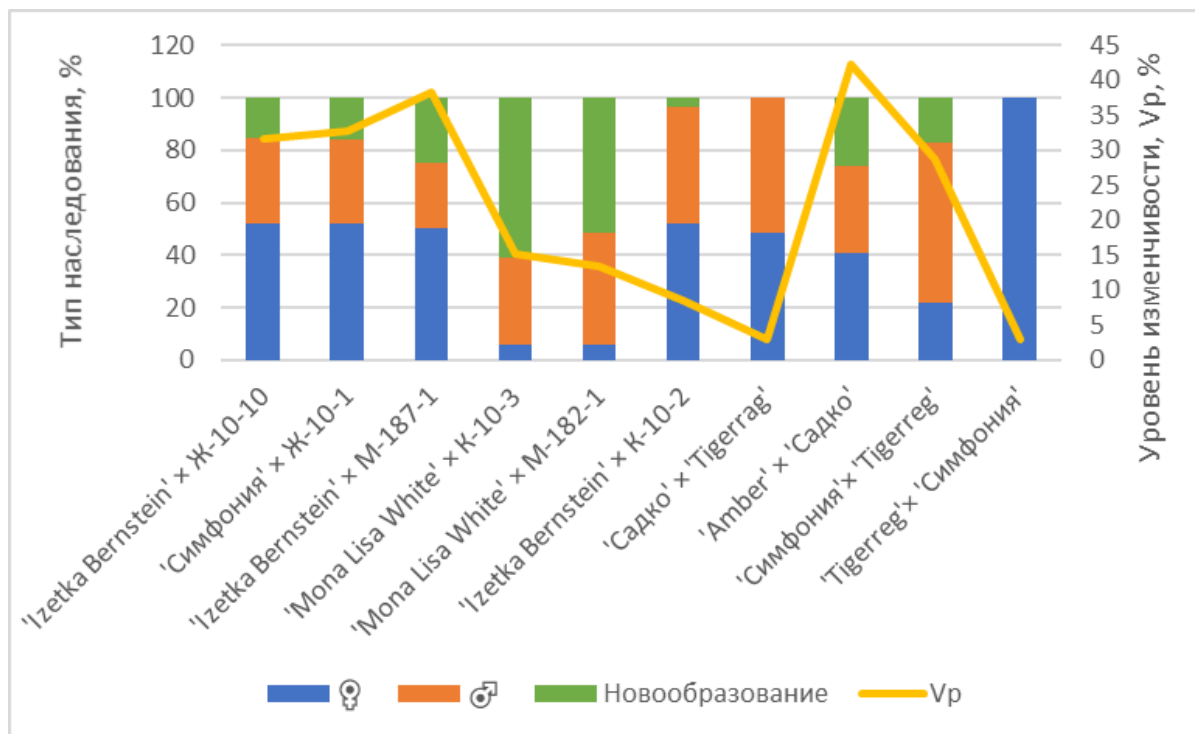


Рисунок 10 – Наследование типа соцветия у полученных гибридов хризантемы

В разных комбинациях окраска язычковых цветков была отлична от исходных форм, но 'Симфония', 'Harlequin', 'Садко' в большей степени передавали её потомкам. В комбинации 'Симфония' × Ж-10-1 49,02 % потомства имела окраску, сходную с 'Симфонией', в комбинации 'Симфония' × 'Tigerreg' 21,74 % потомства получили окраску от материнской формы, при свободном опылении сорта 'Симфония' окраску унаследовали 79,03 % потомства. В комбинации 'Садко' × 'Tigerrag' 32,43 % потомства имели окраску материнской формы, в комбинации 'Amber' × 'Садко' 25,93 % имели окраску отцовской формы 'Садко'. В комбинации 'Harlequin' × смесь пыльцы 55,00 % потомства имели окраску 'Harlequin'. Желтая окраска 'Izetka Bernstein' проявилась лишь у 7 % сеянцев от комбинации 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10.

По окраске соцветия (рисунок 11) высокий уровень изменчивости (Vp) показали комбинации 'Симфония' × Ж-10-1 (31,23 %), 'Izetka Bernstein' × М-187-1 (27,39 %), 'Mona Lisa White' × М-182-1 (27,39 %), 'Amber' × 'Садко'

(34,47 %), а так же все комбинации от свободного опыления и смеси пыльцы (от 58,88 % до 99,50 %), а низкий уровень изменчивости у комбинаций 'Izetka Bernstein' × К-10-2 (3,00 %), 'Садко' × 'Тигеррег' (3,00 %), 'Симфония' × 'Тигеррег' (3,00 %), 'Тигеррег' × 'Симфония' (3,00 %).

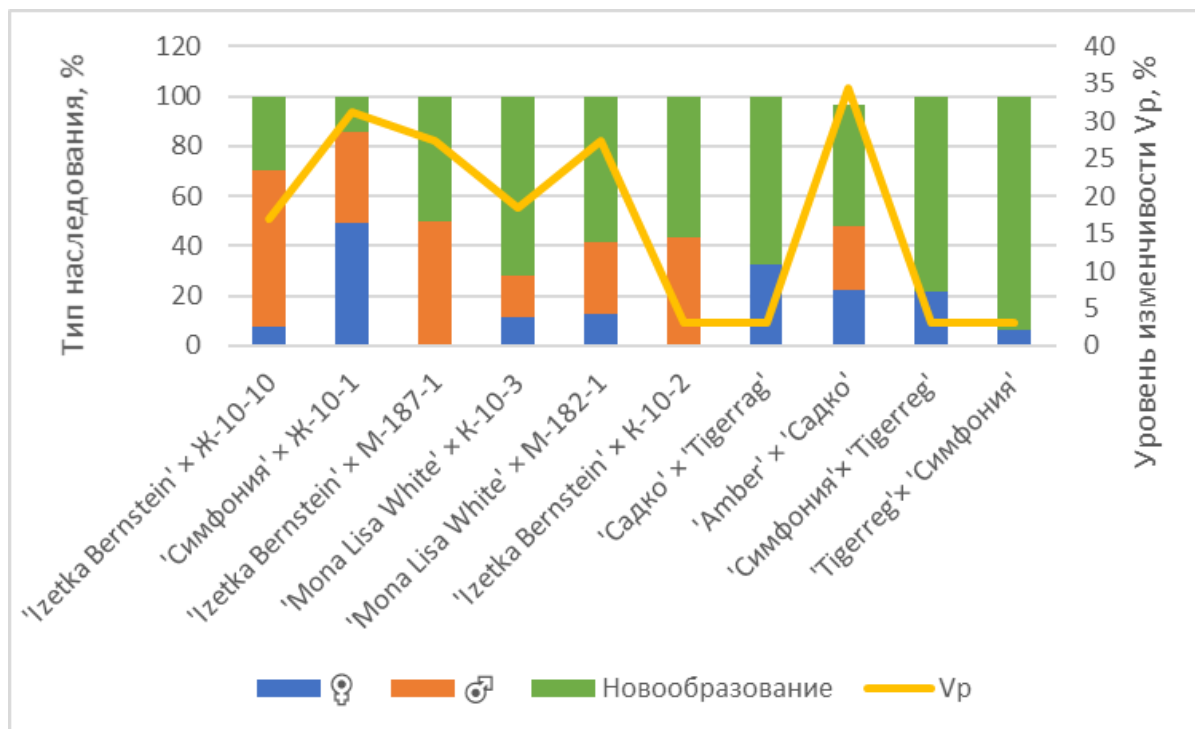


Рисунок 11 – Особенности наследования окраски соцветия у полученных гибридов хризантемы

Анализируя результаты реципрокных скрещиваний 'Симфония' × 'Тигеррег' и 'Тигеррег' × 'Симфонию' мы пришли к выводу, что преобладающей окраской цветков является красно-фиолетовая, переходящая в белую. Окраска может быть с преобладанием красно-фиолетового или белого цвета. Такая окраска наблюдалась как у 100 % потомков комбинации 'Симфония' × 'Тигеррег'. Часть потомков (21,74 %) наследовали не только основной цвет материнской формы, но также имели хорошо выраженную кайму по краю язычковых цветков. При включении в качестве материнской формы в комбинации 'Тигеррег' × 'Симфония' сорта 'Тигеррег' яркая красная родительская окраска 'Тигеррег' наследовалась только в 6,52 % случаев. Большая часть (93,48 %) гибридных семян имели бело-фиолетовую окраску, но не имели выраженной каймы сорта 'Симфония'.

По форме листа (приложение Ж) высокий уровень изменчивости у комбинаций 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10 (37,63 %), 'Симфония' × Ж-10-1 (29,55 %), 'Izetka Bernstein' × М-187-1 (38,38 %), 'Mona Lisa White' × К-10-3 (28,80 %), 'Садко' × 'Тигеррег' (42,40 %), 'Amber' × 'Садко' (36,94 %), а так же все комбинации от свободного опыления и опыления смесью пыльцы (от 81,38 % до 97,54 %), низкий уровень изменчивости отмечен в комбинациях 'Симфония' × 'Тигеррег' (9,94 %), 'Тигеррег' × 'Симфония' (3,00 %).

Во всех комбинаций скрещивания форма листа отличалась от исходных форм. Но при использовании 'Mona Lisa' комбинациях 'Mona Lisa' × К-10-3, 'Mona Lisa' × М-182-1, 'Mona Lisa' × свободное опыление у гибридов проявилась материнская форма листа в 61,11; 48,26; 39,00 % случаев соответственно.

Цвет листьев (приложение Ж) можно рассматривать как декоративный признак, который имеет альтернативные аллели: светлые, средние и темные листья. У гибридов, полученных при скрещивании растений с темными и светлыми листьями, обычно наследуются более светлые листья. Так, в комбинациях 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10, 'Izetka Bernstein' × М-187-1, 'Izetka Bernstein' × К-10-2, 'Amber' × 'Садко', 'Симфония' × 'Тигеррег', 'Тигеррег' × 'Симфония' наследовались листья более светлого родителя в 74,55 %, 67,67 %, 74,07 %, 73,91 %, 89,13 % случаев соответственно. При свободном опылении сорта 'Симфония' со светлыми листьями 82,26 % потомков имели светлые листья.

Сорт 'Садко' по-разному передает признаки потомкам в различных комбинациях скрещиваний. Если этот сорт используется как материнская форма, то тип соцветия наследуют 48,65 % потомков, форму язычковых цветков – 43,24 %, окраску соцветия – 32,43 %, форму листьев этого сорта – 32,43 %, или 'Садко' - отцовская форма, то тип соцветия наследуют 33,33 % сеянцев, его форму язычковых цветков – 33,33 %, окраску соцветия – 25,93 %, форму листьев – 18,52 %. Лучше 'Садко' передает свои признаки потомкам при использовании его в качестве материнской формы.

Исследования показали, что гибридизация как метод получения новых сортов хризантемы актуален, так как эта культура полиморфна и обладает высоким генетическим потенциалом.

3.8 Источники хозяйственно-ценных признаков

Для подбора родительских форм для дальнейшей гибридизации необходимо знание донорских возможностей растений коллекции.

На основе изучения характера передачи декоративных и других ценных признаков в изученных комбинациях скрещивания, силы этой передачи родительскими формами, изменчивости сеянцев, появления новообразований были сделаны выводы об использовании некоторых сортов и гибридов в качестве источника хозяйственно-ценных признаков (таблица 26).

Таблица 26 – Источники хозяйственно-ценных признаков хризантемы садовой

Хозяйственно-ценные признаки	Источники – сорта и гибриды
Форма корзинки	'Садко', 'Harlequin', 'Симфония', 'Izetka Bernstein', 'Tigerreg', М-182-1, Р-83-22, 'Amber'
Форма язычковых цветков	'Садко', 'Harlequin', 'Симфония', Ж-10-1, К-10-2, К-10-3
Цвет язычковых цветков	'Садко', 'Harlequin', 'Симфония', 'Mona Lisa White', Ж-10-10
Ранние сроки цветения	'Harlequin', М-182-1, К-10-2, Ж-10-10
Средние и поздние сроки цветения	'Mona Lisa', 'Amber'
Продолжительность цветения	'Симфония', Ж-10-10, 'Mona Lisa'
Урожайность	'Amber', 'Симфония', Ж-10-10
Устойчивость стебля	'Садко', 'Izetka Bernstein', 'Mona Lisa'
Форма листа	'Mona Lisa'
Устойчивость к патогенам	'Harlequin', 'Симфония', М-182-1, Ж-10-10, К-10-2

Во время исследований выделили сорта хризантемы садовой, рекомендованные в качестве источников селекционно-ценных признаков.

Рекомендации по четырем сортам опубликованы в каталоге. Это сорта: ‘Harlequin’, ‘Симфония’, ‘Mona Lisa White’, ‘Izetka Bernstein’.

Chrysanthemum × hortorum ‘Harlequin’ (Рындин и др., 2021б)

1. Название культуры – хризантема садовая.
2. Вид подвид, разновидность – *Chrysanthemum × hortorum* Bailey.
3. Название источника – ‘Harlequin’ (рисунок 12).
4. Статус источника – сорт.
5. Происхождение источника – Нидерланды.
6. Организация, где выделен источник – ФГБУН ФИЦ СНЦ РАН.
7. Признак, по которому рекомендуется как источник – двухцветность язычковых цветков, устойчивости к болезням и вредителям.
8. Перечень положительных признаков – высокий прочный цветонос, компактный букет, продолжительность цветения, хорошая устойчивость в срезе.
9. Перечень отрицательных признаков – не выявлено.
10. Фертильность женская – средняя.
11. Фертильность мужская – средняя.
12. Рекомендации по использованию источника в селекции – создание сортов раннего и среднего сроков цветения, оригинальной формой цветка, компактным букетом и устойчивым стеблем.
13. Рекомендации по использованию источника – для украшения интерьеров, во флористике для составления букетов и композиций, в промышленном производстве на срез.



Рисунок 12 – *Chrysanthemum* × *hortorum* ‘Harlequin’

Chrysanthemum × *hortorum* ‘Симфония’ (Рындин и др., 2021б)

1. Название культуры – хризантема садовая.
2. Вид подвид, разновидность – *Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey.
3. Название источника – ‘Симфония’ (рисунок 13).
4. Статус источника – сорт.
5. Происхождение источника – Россия. ФГБУН ФИЦ СЦ РАН. Авторы: Мохно В.С., Рындин А.В.
6. Организация, где выделен источник – ФГБУН ФИЦ СЦ РАН.
7. Признак, по которому рекомендуется как источник – двухцветность язычковых цветков в корзинке, устойчивости к болезням и вредителям.
8. Перечень положительных признаков – высокий прочный цветонос, компактный букет, продолжительность цветения, хорошая устойчивость в срезе.
9. Перечень отрицательных признаков – не выявлено.
10. Фертильность женская – средняя.
11. Фертильность мужская – средняя.
12. Рекомендации по использованию источника в селекции – создание сортов раннего и среднего сроков цветения, оригинальной формой корзинки, двухцветными язычковыми цветками в корзинке, компактным букетом и устойчивым стеблем.

13. Рекомендации по использованию источника – для украшения интерьеров, во флористике для составления букетов и композиций, в промышленном производстве на срез.



Рисунок 13 – *Chrysanthemum × hortorum* ‘Симфония’

Chrysanthemum × hortorum ‘Mona Lisa White’ (Рындин и др., 2021б)

1. Название культуры – хризантема садовая.
2. Вид, подвид, разновидность – *Chrysanthemum × hortorum* Bailey.
3. Название источника – ‘Mona Lisa White’ (рисунок 14).
4. Статус источника – сорт.
5. Происхождение источника – Нидерланды.
6. Организация, где выделен источник – ФГБУН ФИЦ СИЦ РАН
7. Признак, по которому рекомендуется как источник – оригинальная форма корзинки, форма листа, устойчивость цветоноса.
8. Перечень положительных признаков – высокая декоративность, устойчивый цветонос.
9. Перечень отрицательных признаков – низкий коэффициент размножения, низкая устойчивость к болезням.
10. Фертильность женская – высокая.
11. Фертильность мужская – средняя.

12. Рекомендации по использованию источника в селекции – создание высокодекоративных сортов с устойчивым цветоносом.

13. Рекомендации по использованию источника – для украшения интерьеров, во флористике для составления букетов и композиций, в промышленном производстве на срез.



Рисунок 14 – *Chrysanthemum × hortorum* ‘Mona Lisa’

Chrysanthemum × hortorum ‘Izetka Bernstein’ (Рындин и др., 2021б)

1. Название культуры – хризантема садовая.
2. Вид, подвид, разновидность – *Chrysanthemum × hortorum* Bailey.
3. Название источника – ‘Izetka Bernstein’ (рисунок 15).
4. Статус источника – сорт.
5. Происхождение источника – Нидерланды.
6. Организация, где выделен источник – ФГБУН ФИЦ СНЦ РАН.
7. Признак, по которому рекомендуется как источник – махровость соцветия, устойчивый цветонос.
8. Перечень положительных признаков – высокая декоративность, устойчивый цветонос.
9. Перечень отрицательных признаков – низкий коэффициент размножения.
10. Фертильность женская – высокая.
11. Фертильность мужская – средняя.

12. Рекомендации по использованию источника в селекции – создание высокодекоративных сортов с махровыми корзинками и устойчивым цветоносом.

13. Рекомендации по использованию источника – для украшения интерьеров, во флористике для составления букетов и композиций, в промышленном производстве на срез.



Рисунок 15 – *Chrysanthemum* × *hortorum* ‘Izetka Bernstein’

Сорта ‘Harlequin’, ‘Симфония’, ‘Mona Lisa White’, ‘Izetka Bernstein’

рекомендованы к использованию в селекции для создания высокодекоративных сортов, с хорошим коэффициентом размножения, устойчивых в культуре в зоне влажных субтропиков России.

3.9 Генетический анализ исходного селекционного материала

3.9.1 Определение размера генома у сортов и гибридов хризантемы садовой коллекции ФИЦ СЦ РАН

Среди сортов хризантемы много форм с измененной ploидностью, что усложняет селекционную работу, так как растения с разной ploидностью не образуют семян или семена обладают низкой жизнеспособностью. В связи с

этим, нами была проведена оценка коллекции хризантемы с использованием косвенного метода проточной цитометрии.

Перед проведением анализа, была изучена эффективность буферов WPB и TRIS-Mg для экстракции ядер.

Проведение оценки эффективности буферов для экстракции ядер показала большую эффективность WPB-буфер, меньшую эффективность TRIS-Mg. Оптимизации проведена на сортах 'Jaguar Purple', 'Balooone', 'Vesuvio', в результате чего были получены пики (рисунок 16).

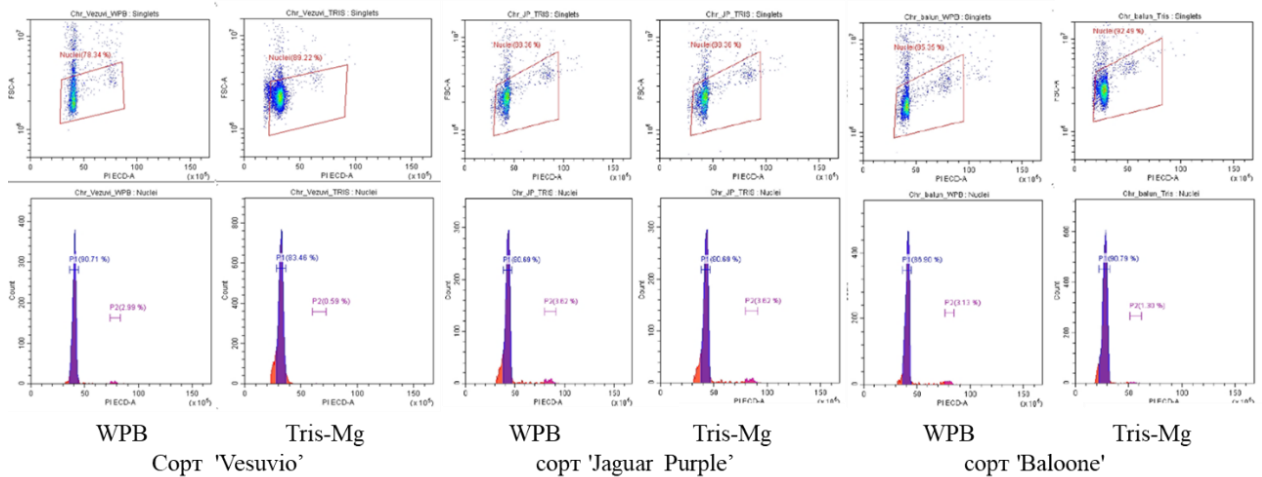


Рисунок 16 – Гистограммы проточной цитометрии ядер*

*ядра были выделены из клеток хризантемы сортов 'Vesuvio', 'Jaguar Purple', 'Baioone' с помощью буферов WPB и TRIS-Mg

Ниже оказался коэффициент вариации при использовании буфера WPB. Это доказывает, что деградация ядер при его использовании меньше в процессе пробоподготовки, в сравнении с буфером TRIS-Mg.

В качестве контрольного был выбран сорт 'Izetka Bernstein', размер генома которого составил от 13.95 до 14.43 (рисунок 17 (a)). Принимая, что 54 хромосомы ~ 18-20 пг, то есть 1 хромосома ~ 0.35-0.40 пг (Guo et al., 2012), можно предположить, что сорт 'Izetka Bernstein' имеет 36 хромосом в ядрах, что является тетраплоидным набором.

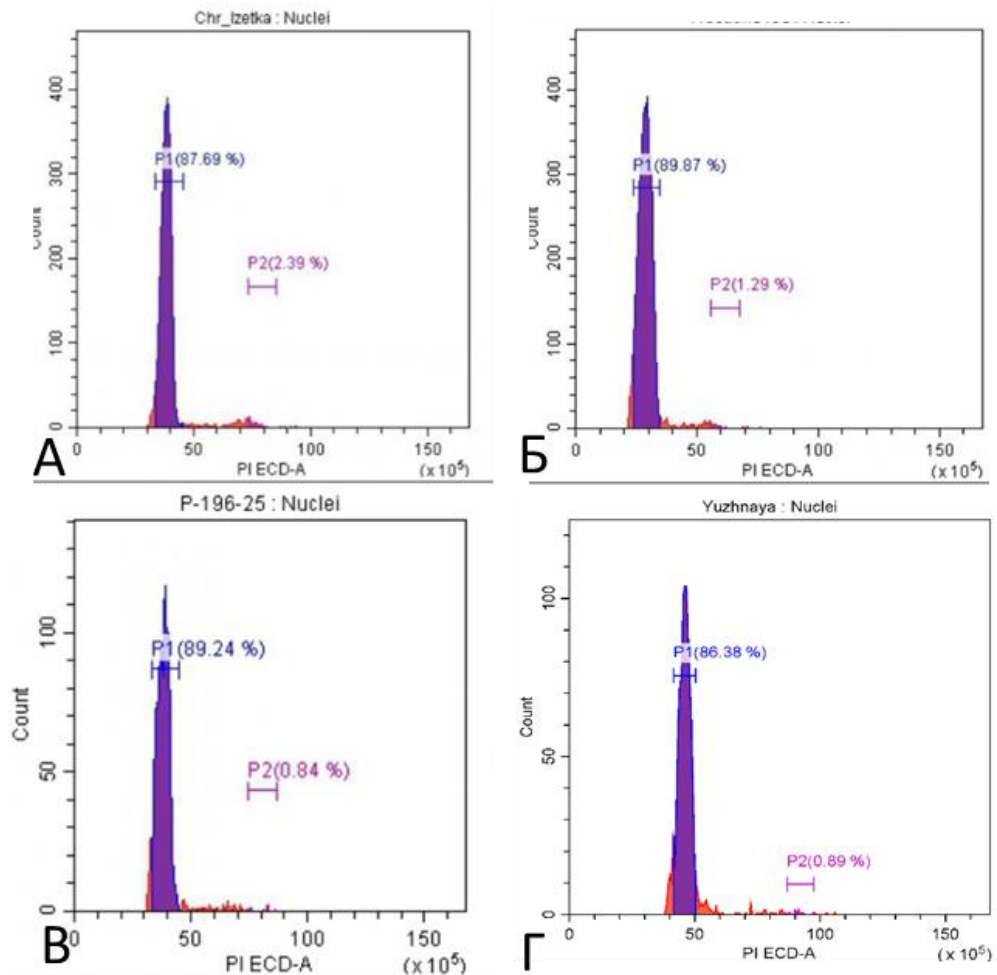


Рисунок 17 – Гистограммы проточной цитометрии ядер клеток хризантемы*
 *ядра были выделены из клеток хризантемы сортов 'Izetka Bernstein' (предположительно 4n) (а), сорта 'Westland red' (предположительно 2n) (б), гибрида P-196-25 (предположительно 4n) (в), 'Южная' (предположительно 6n) (г)

Наши исследования показали, что коэффициент вариации пиков (CV) составил менее 10%. Это является допустимым значением для данного анализа (Srisawat et al., 2012). В некоторых случаях ученые добиваются понижения коэффициента вариации (CV, %) ниже 5%, но этот показатель значительно зависит от генотипа (Guo et al., 2012).

Согласно анализу, исследуемые генотипы условно разделились на три группы по размеру генома: от 8,48 пг до 10,52 пг (предполагаемые диплоиды); от 12,44 пг до 13,67 пг (предполагаемые тетраплоиды); от 16 пг до 18,39 пг (предполагаемые гексаплоиды) (рисунок 17 б, в, г). В первую

группу были включены три сорта иностранной селекции (таблица 27). Наиболее многочисленной оказалась вторая группа, которая объединила 27 генотипов (сортов и гибридов) иностранной и зарубежной селекции. Генотипы с самым большим размером генома были объединены в третью группу. Она состоит из 10 генотипов в основном отечественной селекции. В каждой из трех групп размер генома (предположительно одном уровне плоидности) отличается на 2-3 пг, что может быть следствием различий по размеру хромосом, о чем сообщалось в публикациях разных авторов (Roux et al., 2003; Dowrick et al., 1969). Результаты исследований показали, что крупноцветковые хризантемы коллекции ФИЦ СНЦ РАН предположительно имеют диплоидный и тетраплоидный набор хромосом, а мелкоцветковые сорта и гибриды можно предположительно отнести к тетраплоидам и гексаплоидам. Среди анализируемых растений основная часть (67,5%) предположительно тетраплоиды, 22,5% являются гексаплоидами, 2,5% - пентаплоиды и 7,5% - диплоиды.

Таблица 27 – Вариабельность размера генома в коллекции хризантемы

Сорт, гибрид	Количество событий	Коэффициент вариации (CV, %)	Размер генома (2С ДНК, пг)	Плоидность	Хромосомное число
1	2	3	4	5	6
'Desna Pink'	551	14.01	8,48	2n	18
'Annecy White'	2982	9.67	9,30	2n	18
'Westland red'	3975	9.37	10,52	2n	18
P-181-1	453	6.92	11,46	4n	36
'Princess Armgard Bronze'	530	7.72	12,07	4n	36
'Grand Pink'	731	7.15	12,22	4n	36
'Natalia'	840	7.07	12,25	4n	36
'Gilbert Leigh Purple'	2096	5.95	12,34	4n	36
'Bigoudi Purple'	901	7.46	12,38	4n	36
'Ariana'	1143	5.96	12,44	4n	36
'Sevan'	803	7.33	12,49	4n	36
P-196-25	1062	7.06	12,75	4n	36
'Saratov'	2151	7.17	12,94	4n	36
P-30-24	501	5.95	13,00	4n	36
'Zembla Brasil'	928	6.60	13,09	4n	36

1	2	3	4	5	6
'Angelys Jaune'	2174	8,89	13,50	4n	36
'Tigerrag'	1780	6,04	13,57	4n	36
'Baltica White'	991	5,75	13,63	4n	36
'Jaguar Purple'	836	4,15	13,65	4n	36
'Горянка'	1636	5,72	13,67	4n	36
'Anastasia Green'	1017	5,92	13,70	4n	36
P-196-4	796	4,94	13,92	4n	36
'Vesuvio'	2061	3,77	13,99	4n	36
'Izetka Bernstein'	1200	5,76	14,00	4n	36
'Mona Lisa'	771	4,35	14,09	4n	36
'Rossano'	952	4,94	14,14	4n	36
'Balloon'	2911	4,27	14,22	4n	36
'Симфония'	5992	6,26	14,22	4n	36
P-192-4	2411	7,09	14,95	4n	36
'Rebonnet'	473	4,38	15,22	4n	36
P-201-1	1651	4,04	16,44	5n	45
И-34-5	1126	3,96	16,48	6n	54
'Vienna Cream'	418	4,17	16,69	6n	54
C-250-7	1025	6,30	16,76	6n	54
P-120-7	951	3,96	16,77	6n	54
'Садко'	866	4,65	17,45	6n	54
C-250-2	1475	3,90	17,76	6n	54
'Южная'	869	4,71	17,87	6n	54
Ж-116-2	469	5,14	18,39	6n	54
C-250-1	1333	4,07	20,41	6n	54

Исследования показали, что мелкоцветковая хризантема коллекции ФИЦ СНЦ РАН обладает в среднем большим размером генома, чем крупноцветковая. Потомки тетраплоидного сорта 'Mona Lisa', такие как C-250-2, C-250-1, C-250-7 имеют гексаплоидный набор хромосом, а P-196-25, P-196-4 – тетраплоидные потомки сорта 'Mona Lisa'. Потомок гексаплоидного сорта 'Садко' И-34-5 также гексаплоидный. Родственные сорта 'Симфония' (предположительно 4n) и 'Южная' (предположительно 6n) имеют различный размер генома. Вероятно, среди растений хризантемы садовой легко происходит изменение количества хромосом в процессе гибридизации. Это объясняет высокую изменчивость фенотипов исследуемых растений и усложняет работу селекционера по исследованию корреляции ген-признак. Среди изучаемых сортов были обнаружены растения с отличающимся

размером генома на 0,7-0,8 пг, которые были отнесены к растениям с одинаковой ploидностью. Вероятно, данное явление связано с распространенной анеуплоидией среди хризантемы (Guo et al., 2012), и различным размером самих хромосом. Полученные результаты по размеру генома несколько противоречат выводами других исследователей. По мнению В.Н. Шмыгун, у крупноцветковых сортов хризантемы, полученных в результате полиплоидии, как правило, число хромосом больше, чем у мелкоцветковых (Шмыгун, 1972). Согласно анализу количество хромосом у крупноцветковой хризантемы варьирует от 45 до 71, то есть гексаплоиды и анеуплоиды на основе гексаплоидов наиболее часто встречающиеся генотипы (Li and Shao, 1990; Geest et al., 2017). Исследование отечественной коллекции хризантемы необходимо продолжить, чтобы выяснить, имеются ли среди крупноцветковой хризантемы гексаплоиды и растения с еще более высокой ploидностью.

Таким образом, метод проточной цитометрии – удобный и качественный инструментарий для анализа размера генома, который необходимо использовать в селекционной работе для изучения исходного селекционного материала. Отличие в размерах генома в коллекции хризантемы ФИЦ ШЦ РАН (г. Сочи) составила от 8,48 пг у сорта 'Desna Pink' до 20,49 пг у гибрида С-250-1. Исследования показали, что коллекция представляет собой качественный селекционный материал, который состоит из хризантем, которые имеют разный размер генома и, соответственно, разную ploидность. Предположительно, большая часть отечественной коллекции это тетраплоиды и гексаплоиды.

На основании данного анализа в 2021 году были проведены скрещивания родительских форм с учетом размера генома: 'Anastasia Green' (4n) x 'Rossano Charlotte' (4n), 'Regina white' (4n) x 'Princess Armgard Bronze' (4n), 'Bigoudi Purple' (4n) x 'Sevan' (4n), 'Gagarin' (4n) x 'Sevan' (4n), P-181-1 (4n) x P-192-4 (4n), 'Zembla lime' (4n) x 'Rossano Charlotte' (4n), 'Rossano Charlotte' (4n) x 'Zembla lime' (4n), 'Regina white' (4n) x 'Sevan' (4n).

Семена от 'Anastasia Green' x 'Rossano Charlotte', 'Bigoudi Purple' x 'Sevan', 'Princess Armgard Bronze' x 'Sevan', 'Gagarin' x 'Sevan', 'Bigoudi Purple' x 'Princess Armgard Bronze', 'Rossano Charlotte' x 'Princess Armgard Bronze', 'Zembla brazil' x 'Rossano Charlotte', 'Regina white' x 'Sevan' не образовались. От скрещивания 'Regina white' (x смесь пыльцы ('Princess Armgard Bronze', 'Sevan')), 'Serov' x 'Princess Armgard Bronze' было получено 16 и 5 семян соответственно. Всхожесть их составила 18,7 % и 20,0 % соответственно.

Знание размера генома позволяет учитывать этот фактор для проведения искусственного опыления, анализировать его результаты.

3.9.2 Исследование генетического полиморфизма исходного и полученного материала при помощи ДНК-маркеров

В настоящее время в селекции активно применяются технологии выявления молекулярных или ДНК-маркеров для того, чтобы интенсифицировать селекционные процессы.

Генетический анализ родительских форм был проведен при помощи SSR, ISSR и SCoT маркеров.

Исследование показали, что использование праймеров SSR дает возможность определить высокий полиморфизм по всем тестируемым генотипам. Электрофореграммы амплифицированных фрагментов хризантемы полученных по маркерам SSR-357 SSR-6818 показывают (рисунки 18, 19), что помимо общих фрагментов ДНК, растения имеют значительные генетические особенности, которые требуют дополнительного изучения для понимания их роли в ассоциации ген – признак.

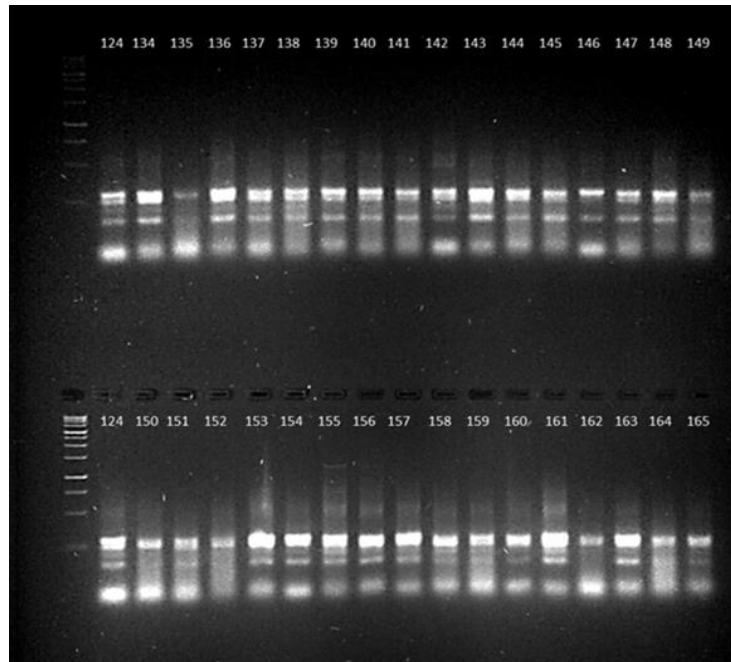


Рисунок 18 – Электрофореграмма амплифицированных фрагментов хризантемы по маркеру SSR-357

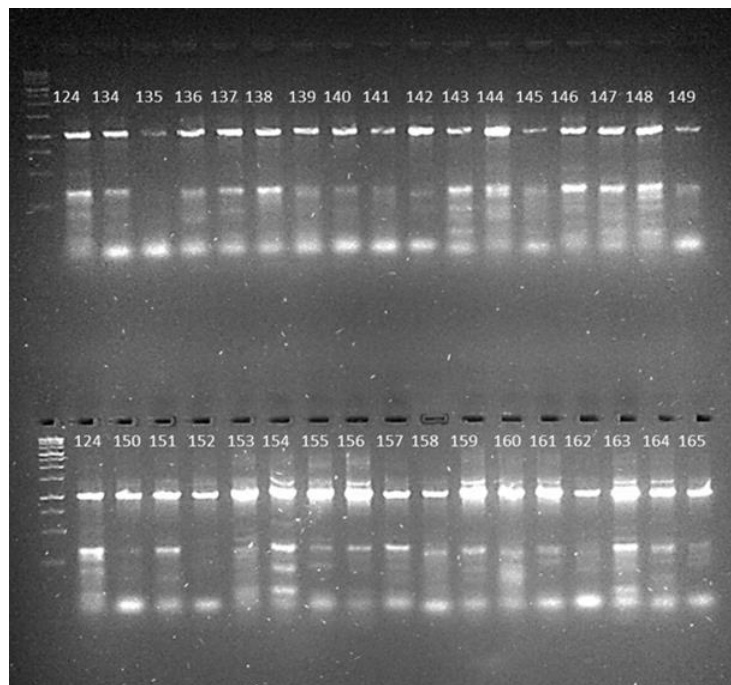


Рисунок 19 – Электрофореграмма амплифицированных фрагментов хризантемы по маркеру SSR-6818

Во время исследования было получено 39 амплифицированных фрагментов в диапазоне 2100–550 (в среднем 7,8 полос на праймер) для исследуемых гибридов и сортов. В результате генетического анализа был выявлен высокий уровень полиморфизма у всех изученных растений.

Маркеры SSR-357 и SSR-6818 генерировали самое большое количество полиморфных полос.

Применение ДНК-маркеров ISSR также позволило выявить высокий уровень полиморфизма растений коллекции (рисунок 20, 21). На электрофореграммах амплифицированных фрагментов хризантемы, полученных по маркерам ISSR-1 и ISSR-7 видны общие и отличительные фрагменты хризантем. Использование данных ДНК-маркеров эффективно.

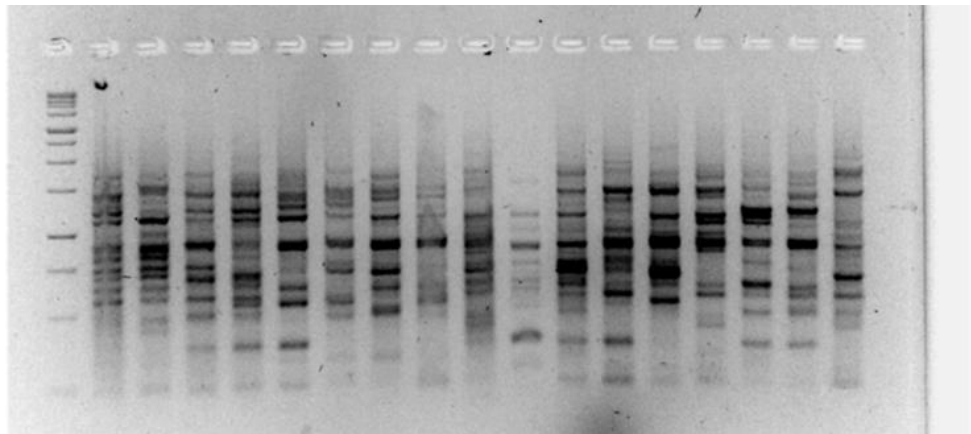


Рисунок 20 – Электрофореграмма амплифицированных участков по маркеру ISSR-1

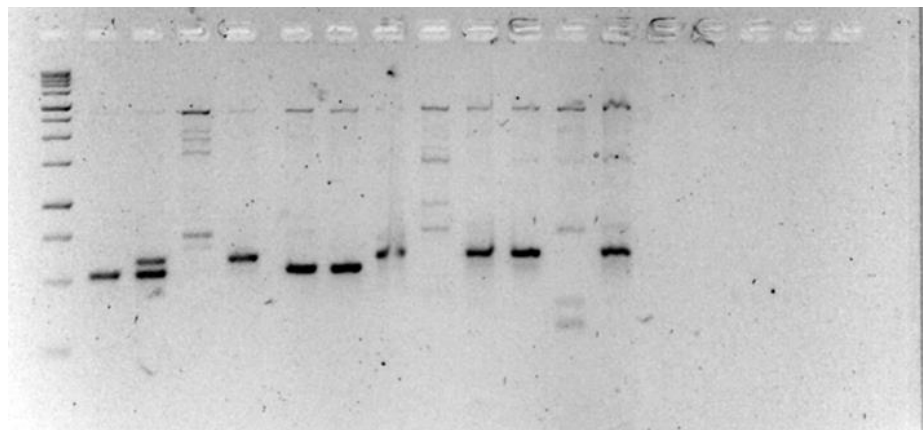


Рисунок 21 – Электрофореграмма амплифицированных участков по маркеру ISSR-7

При проведении эксперимента в таблицы вносились результаты в двоичной системе (есть – 1, нет – 0). Данные этих таблиц использовались для построения дендрограммы и помогали выявлять генетические дистанции между гибридами и сортами хризантемы (рисунок 22, 23).

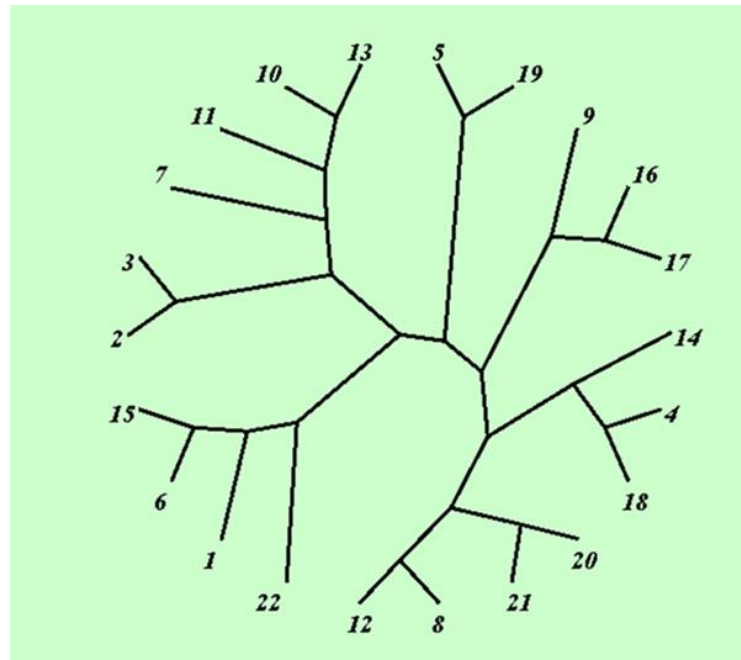


Рисунок 22 – Дендрограмма генетических расстояний между гибридами и сортами на основе анализа пяти SSR-маркеров

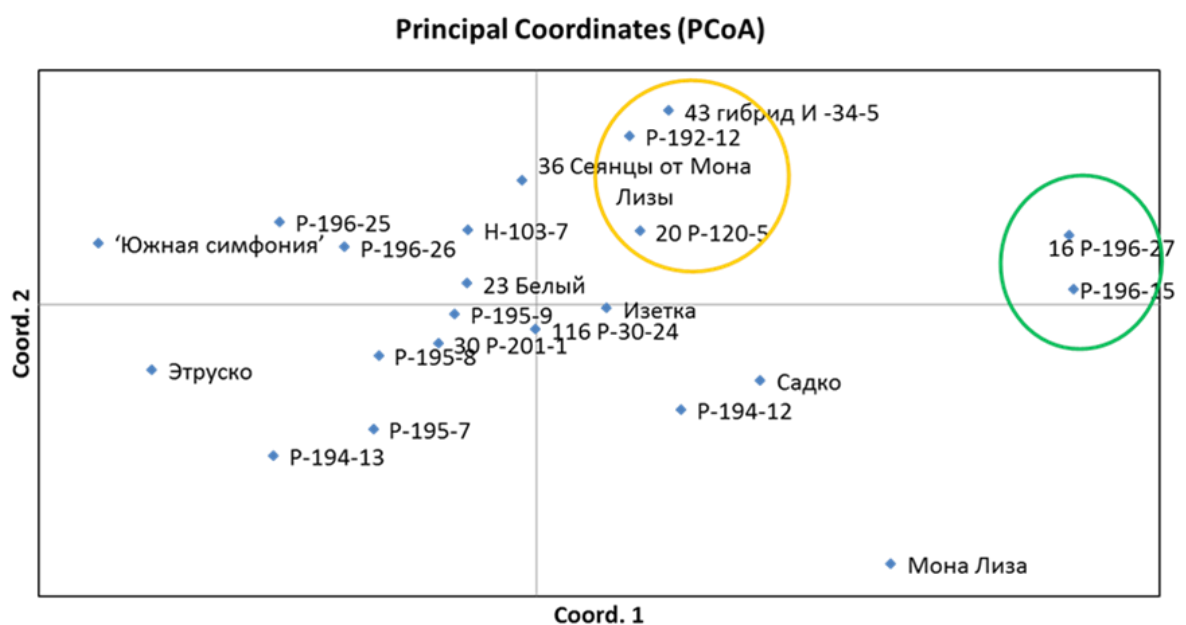


Рисунок 23 – Генетические дистанции между гибридами на основе анализа 5 микросателлитных маркеров

В ходе исследований были описаны основные морфологические характеристики изучаемых коллекционных образцов, а затем автоматически разделили их на группы фенотипически похожих хризантем (рисунок 24).

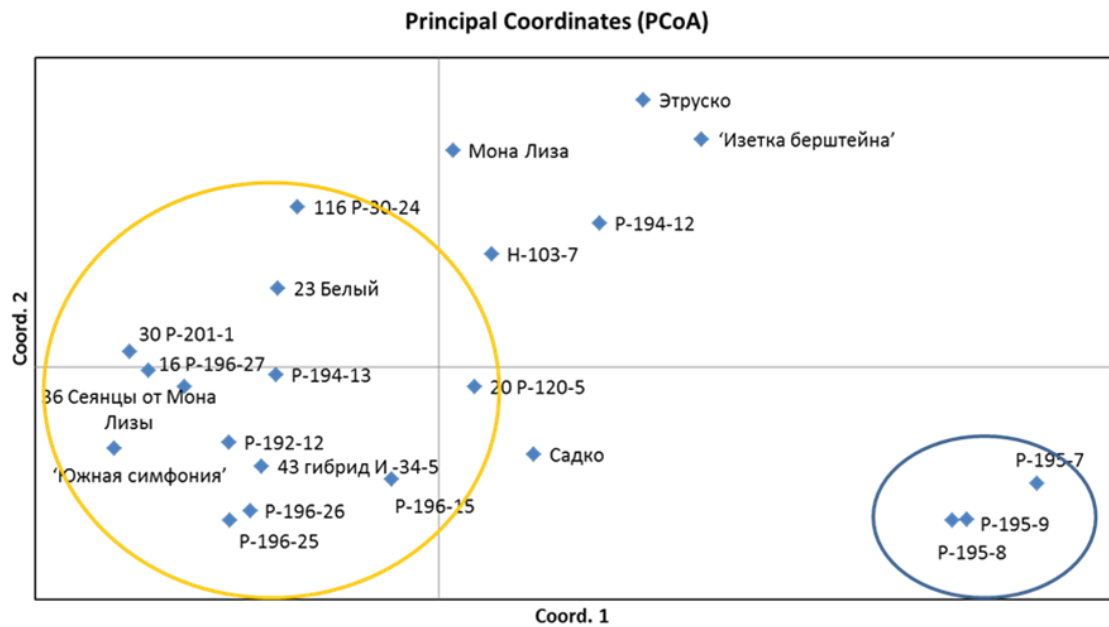


Рисунок 24 – Дистанции между гибридами на основе анализа 16 фенотипических признаков

Генетическому анализу была доказана родственность растений со сходными морфологическими признаками. Используя данный анализ возможно отыскать коррелятивные закономерности между признаками хризантемы и определенными аллелями (Samarina et al., 2021; Якушина, Шхалахова, 2021)

Кластерный анализ изучаемых генотипов дал возможность разделить их на 5 групп: 1 – 'Садко'; 'Mona Lisa'; P-120-5; С-3-1 (Сеянцы от 'Mona Lisa'); И-34-5; P-192-12; 2 – P-196-27; P-196-15; P-194-12; 'Izetka Bernstein'; 3 – P-195-9; P-195-8; Н-103-7; Ж-10-4; P-194-13; 'Симфония'; 'Etrusko'; 4 – P-201-1; P-196-26; P-196-25; 5 – P-195-7; P-30-24 (рисунок 25).

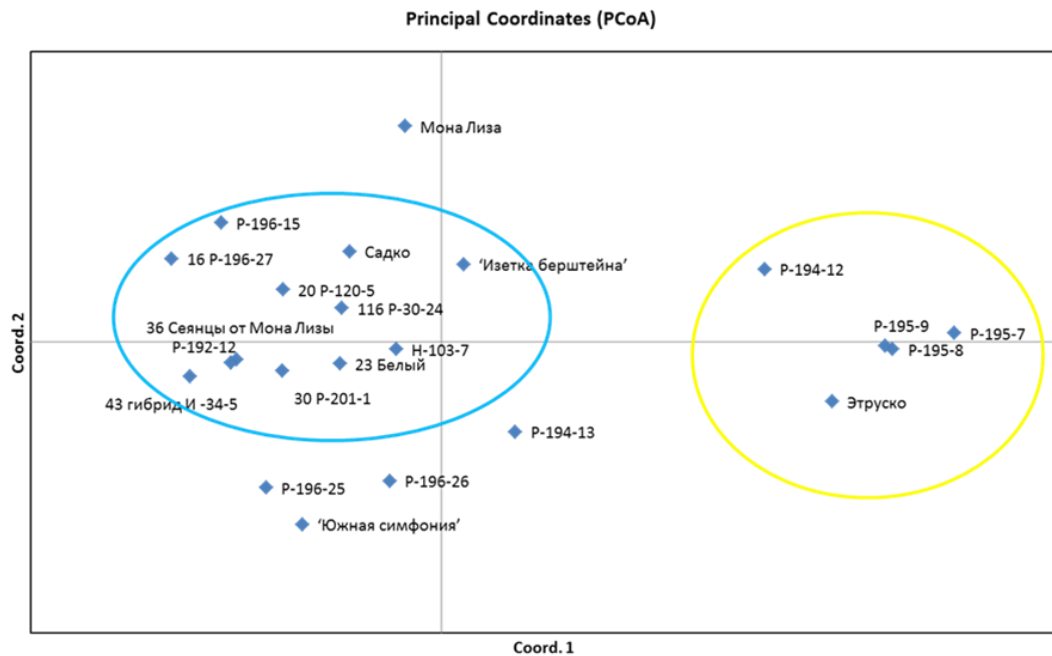


Рисунок 25 – Генетические дистанции между гибридами на основе анализа 5 микросателлитных маркеров и 16 фенотипических признаков

При исследовании совокупности фенотипических и генетических особенностей место в кластере определяется более точно. Исследования генетического разнообразия при помощи маркеров SSR и ISSR позволяет сделать вывод о том, что коллекция может использоваться как исходный селекционный материал для получения разнообразных сортообразцов. Самый высокий уровень полиморфизм выявлен с помощью праймеров SSR357 и SSR6818. Наименьший – зафиксирован с использованием праймера SSR320 (Якушина, Шхалахова, 2021).

Генетический анализ коллекции в 2020-2021 годах показал, что большинство местных сортов содержит 20-50 % генетических примесей сортов иностранной селекции. Генетический анализ разных групп коллекции, основанный на сочетании данных SSR, ISSR и SCoT, показал лучшее соответствие фенотипу и генотипу в сравнении с анализом, в котором используется только один тип маркеров. Расположение сортов на филогенетическом древе демонстрирует сходство важных морфологических признаков: высота куста, толщина цветоноса, тип корзинки, тип и цвет язычкового цветка, цвет дисковых цветов. Маркеры SCoT можно

использовать для четкого разделения групп по фенотипическим признакам (рисунок 26) (Samarina et al., 2021).

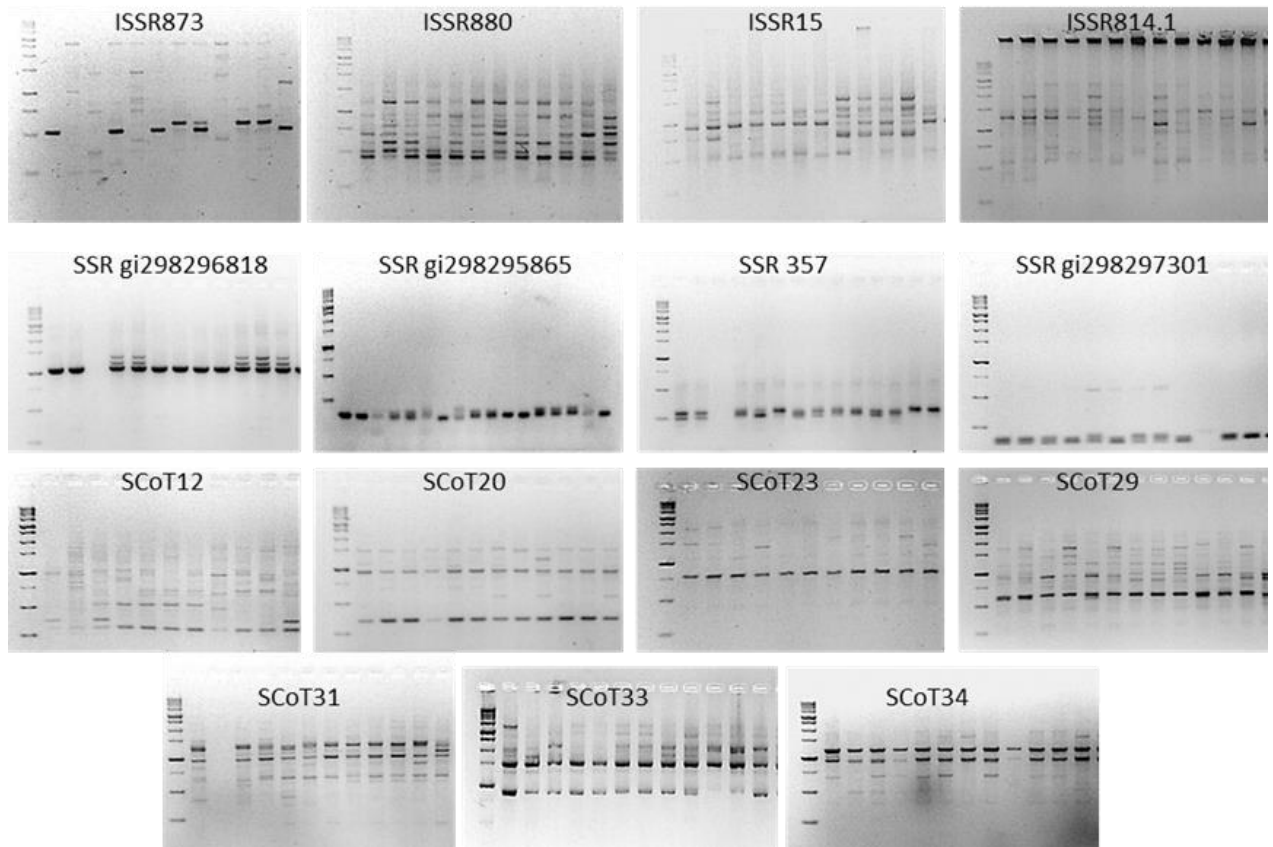


Рисунок 26 – Электрофореграммы амплифицированных фрагментов по разным ISSR, SCoT и SSR-маркерам

Применение ДНК-маркеров дает возможность быстро и достаточно точно исследовать генотипы растительных коллекций, объединять их в родственные группы, а также делает возможным паспортизацию полученных сортообразцов на основе генетических фингерпринтов. Данные анализы позволяют определять хозяйственно-ценные признаки на уровне ДНК.

Выявлено эффективное использование праймеров ISSR-1, ISSR-7, SSR357, SSR6818, SCoT29, SCoT34 для селекционной работы и паспортизации сортов. Определены маркеры SCoT, которые можно использовать для четкого разделения групп по фенотипическим признакам, таким как высота растения (SCoT29, SCoT34), толщина стебля и цветоноса (SCoT31, SCoT34), размер листьев и тип цветка (SCoT31).

3.9.3 Исследование генетического полиморфизма при помощи АСК-анализа

Отбор перспективных форм на ранних стадиях развития достаточно сложен и требует определения корреляций между генетическими особенностями и проявлением признака.

Для исследования исходного материала, а также быстрой группировки гибридов и сортов был использован автоматизированный системно-когнитивный (АСК) анализ и система «Эйдос», разработанные профессором Е. В. Луценко в 2002 г. (Луценко, 2002).

Система «Эйдос» в результате работы режима 2.3.2.4 позволила сформировать классификационную шкалу с суммарным количеством градаций (классов) 59 и 60 описательных шкал с суммарным числом градаций 600. Была получена обучающая выборка, которая представляет собой таблицу исходных данных, закодированную с помощью вышеуказанных шкал (Луценко, 2015; Луценко и др., 2015; Луценко и др., 2016).

Синтез и верификация (оценка достоверности) 3 статистических моделей (корреляционная матрица, матрицы условных и безусловных процентных распределений) и 7 системно-когнитивных моделей (моделей знаний) были проведены на выборке из 302 листьев 59 сортов и гибридов.

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» была проведена путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных отрицательных и положительных, а также ложных отрицательных и положительных решений по F-мере Ван Ризбергена, а также по критериям L1 - L2-мерам проф. Е.В.Луценко, смягчающие и преодолевающие недостатки F-меры (Луценко, Бандык, 2015). Полученная модель INF1 (рисунок 27) по критерию L2 была определена, как наиболее подходящая модель по

интегральному критерию: «Сумма знаний» можно считать INF1 (Якушина и др., 2021).

4.1.3.6. Обобщ. форма по достов. моделей при разн. инт. крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	С. у. и. р.	Средний модуль уровня сходс... истинно-отрицат. решений	С. у. л. р.	А-Точность модели APrecision = ATP/ATP+...	А-Полнота модели ARecall = ATP/ATP+...	L2-мера проф. Е. В. Луценко	Процент правильной идентификац...
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "клас...	Корреляция абс. частот с обр...		0.104		0.704	1.000	0.826	100.000
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "клас...	Сумма абс. частот по признак...				0.722	1.000	0.839	100.000
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность его признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...		0.105		0.704	1.000	0.826	100.000
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность его признака сред...	Сумма усл.отн. частот по приз...				0.720	1.000	0.837	100.000
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность его признака...	Корреляция усл.отн. частот с о...		0.104		0.704	1.000	0.826	100.000
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность его признака...	Сумма усл.отн. частот по приз...				0.720	1.000	0.837	100.000
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...		0.111		0.740	0.988	0.846	99.669
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний		0.004		0.792	1.000	0.884	100.000
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...		0.111		0.740	0.988	0.846	99.669
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний		0.004		0.791	1.000	0.884	100.000
6. INF3 - частный критерий: X ² -квадрат, разности между факти...	Семантический резонанс зна...		0.174		0.734	1.000	0.847	100.000
6. INF3 - частный критерий: X ² -квадрат, разности между факти...	Сумма знаний		0.102		0.753	1.000	0.859	100.000
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Семантический резонанс зна...		0.095		0.744	0.949	0.834	98.013
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Сумма знаний		0.000		0.854	1.000	0.921	100.000
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Семантический резонанс зна...		0.095		0.744	0.948	0.834	98.013
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Сумма знаний		0.000		0.854	1.000	0.921	100.000
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...		0.102		0.735	1.000	0.847	100.000
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Сумма знаний		0.003		0.777	1.000	0.874	100.000
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...		0.102		0.735	1.000	0.847	100.000
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Сумма знаний		0.003		0.777	1.000	0.874	100.000

Помощь по мерам достоверности | Помощь по частотным распределениям | TP, TN, FP, FN | (TP-FP), (TN-FN) | (T-F)/(T+F)*100 | Задать интервал сглаживания

Рисунок 27 – Результаты верификации с информацией о достоверности СК-моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф. Е.В. Луценко

На рисунке 29 продемонстрирована достоверность модели INF4 с интегральным критерием «Сумма знаний» по метрике профессора Е.В. Луценко $L2 = 0.921$ (при максимуме 1,000), что является высоким показателем, причем достоверность правильной идентификации составляет 100 %. (Луценко, 2002).

Для усовершенствования данной модели провели вторую итерацию в режиме 3.5 «Эйдос» с заданной моделью INF3 (рисунок 28) и проанализирована достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности в режиме 3.4.

3.4. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.инт.крит. Текущая модель: "INF3"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	L1-мера проф. Е.В.Луценко	С. у. и. р.	С. у. л. р.	С. у. л. р.	С. у. л. р.	A-Точность модели APrecision = ATR/AATP+...	A-Полнота модели APRecall = ATR/AATP+...	L2-мера проф. Е.В.Луценко	Процент правильн идентифи...
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Клас...	Корреляция абс. частот с обр...	0.648					0.655	1.000	0.792	100.
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Клас...	Сумма абс. частот по признак...	0.597					0.675	1.000	0.806	100.
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...	0.648					0.656	1.000	0.792	100.
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн. частот по приз...	0.597					0.675	1.000	0.806	100.
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн. частот с о...	0.648					0.655	1.000	0.792	100.
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн. частот по приз...	0.597					0.675	1.000	0.806	100.
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	0.760					0.711	0.988	0.827	99.
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	0.760					0.795	1.000	0.886	100.
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	0.760					0.711	0.988	0.827	99.
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	0.760					0.795	1.000	0.886	100.
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между фактик...	Семантический резонанс зна...	0.747					0.691	1.000	0.817	100.
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между фактик...	Сумма знаний	0.775					0.722	1.000	0.838	100.
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Семантический резонанс зна...	0.768					0.719	0.949	0.818	98.
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Сумма знаний	0.850					0.880	1.000	0.936	100.
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Семантический резонанс зна...	0.768					0.719	0.948	0.818	98.
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Сумма знаний	0.850					0.880	1.000	0.936	100.
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	0.728					0.690	1.000	0.817	100.
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Сумма знаний	0.705					0.750	1.000	0.857	100.
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	0.728					0.690	1.000	0.817	100.
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Сумма знаний	0.705					0.750	1.000	0.857	100.

Помощь по мерам достоверности Помощь по частотным распределениям TP, TN, FP, FN (TP-FP), (TN-FN) (T-F)/(T+F)*100 Задать интервал сглаживания

Рисунок 28 – Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергера и L1- и L2-критериям проф.Е.В.Луценко (2-я итерация)

По критерию L1 проф.Е.В.Луценко (Луценко, 2002; Луценко, Бандык, 2015) наиболее достоверными являются СК-модели INF3 (L1=0,775) и INF4 (L1=0,850) (рисунок 22) с интегральным критерием «Сумма знаний» (при максимуме 1,000), что является очень хорошим результатом. Достоверность модели INF4 с интегральным критерием «Сумма знаний» по метрике L2 была улучшена с 0,921 до 0,936 (при максимуме 1,000), что является высоким показателем. Это подтвердило наличие в СК-модели достаточно сильной причинно-следственной зависимости между генотипическими особенностями хризантемы и количественными результатами описания внешнего контура листа.

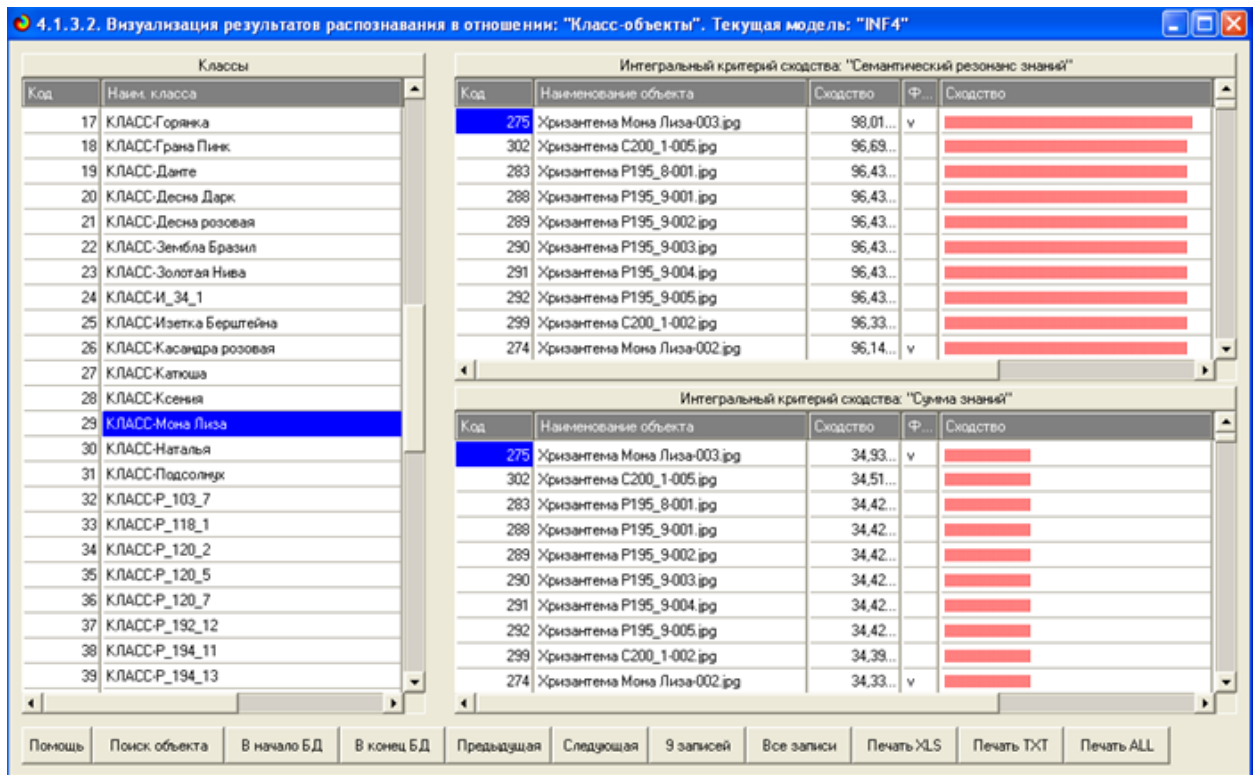


Рисунок 29 – Экранная форма с результатами идентификации листьев с обобщенными образами листьев сортов и гибридов хризантемы: а) объект-класс; б) класс-объект

Символ «√» стоит напротив тех результатов прогнозирования, которые подтвердились на опыте, то есть соответствуют факту. Очевидно, что результаты идентификации довольно высокие (рисунок 29).

Результаты кластерно-конструктивного анализа классов и признаков (когнитивные диаграммы и дендрограммы) были сформированы в режиме 4.2.2.2. Они отражают сходство/различие классов (рисунок 30, 31).

Одна из выходных форм приведена на рисунке 30, количественно отражающая максимальную степень сходства образа конкретного сорта ('Mona Lisa White') с обобщенными образами различных генотипов хризантемы. В этот кластер вошли гибриды, полученные от сорта 'Mona Lisa White', сорт иностранного происхождения 'Tigerrag' и сорт российской селекции 'Симфония'. Это мелкоцветковые сорта и гибриды. Размер и форма листьев коррелируют с размером соцветий. Знание данных корреляций может быть использовано при отборе на ранних стадиях селекции.

Информация о сходстве / различии классов, может быть использована для составления дендрограмм, полученных в результате когнитивной кластеризации (рисунок 30) (Луценко, Коржаков, 2011). Все значения признаков образуют два четко выраженных кластера, объединенных в полюса конструкта (показаны синими и красным цветами). Хорошо видна группировка сортов и гибридов хризантемы по детерминируемым ими количественным признакам контура листа.

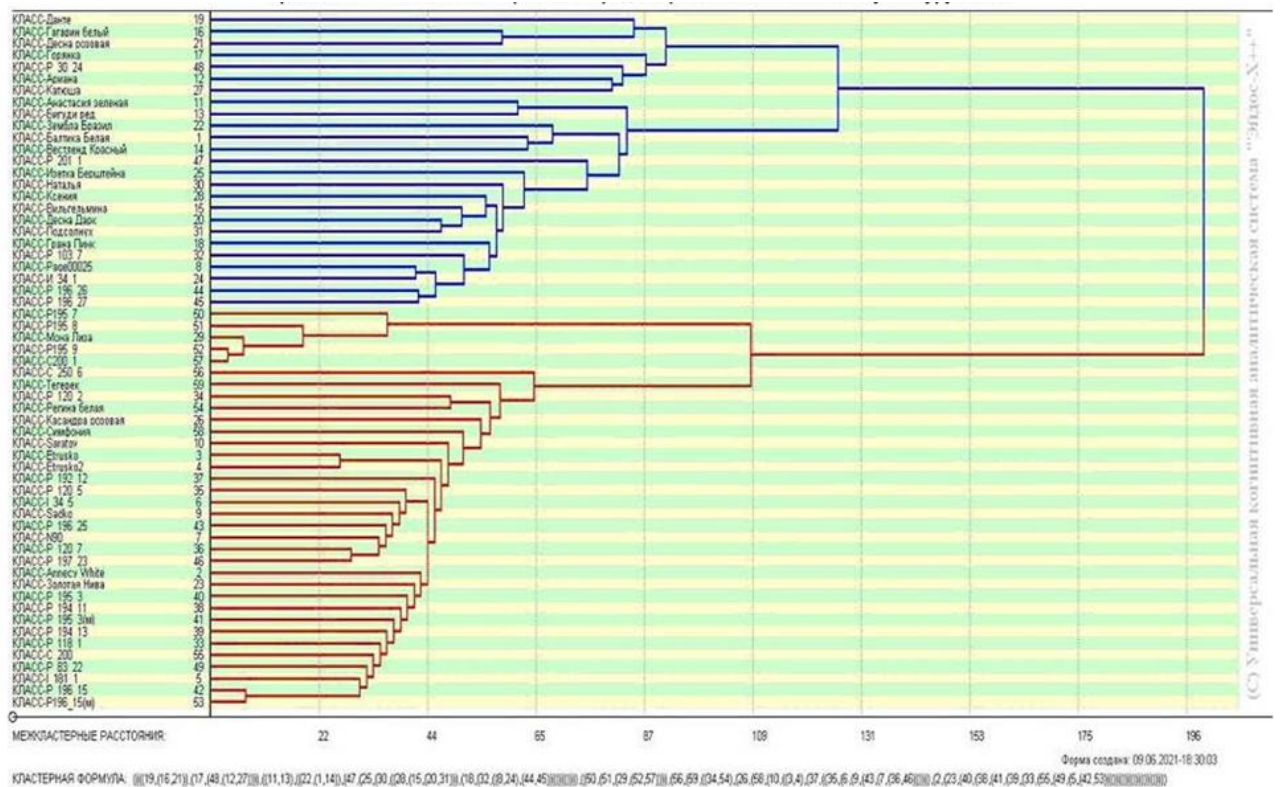


Рисунок 30 – Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации классов, отражающая сходство / различие сортов и гибридов хризантемы по количественным признакам контура листа.

На основании анализа генетически сходные растения были объединены в классы, показанные на рисунке 31.

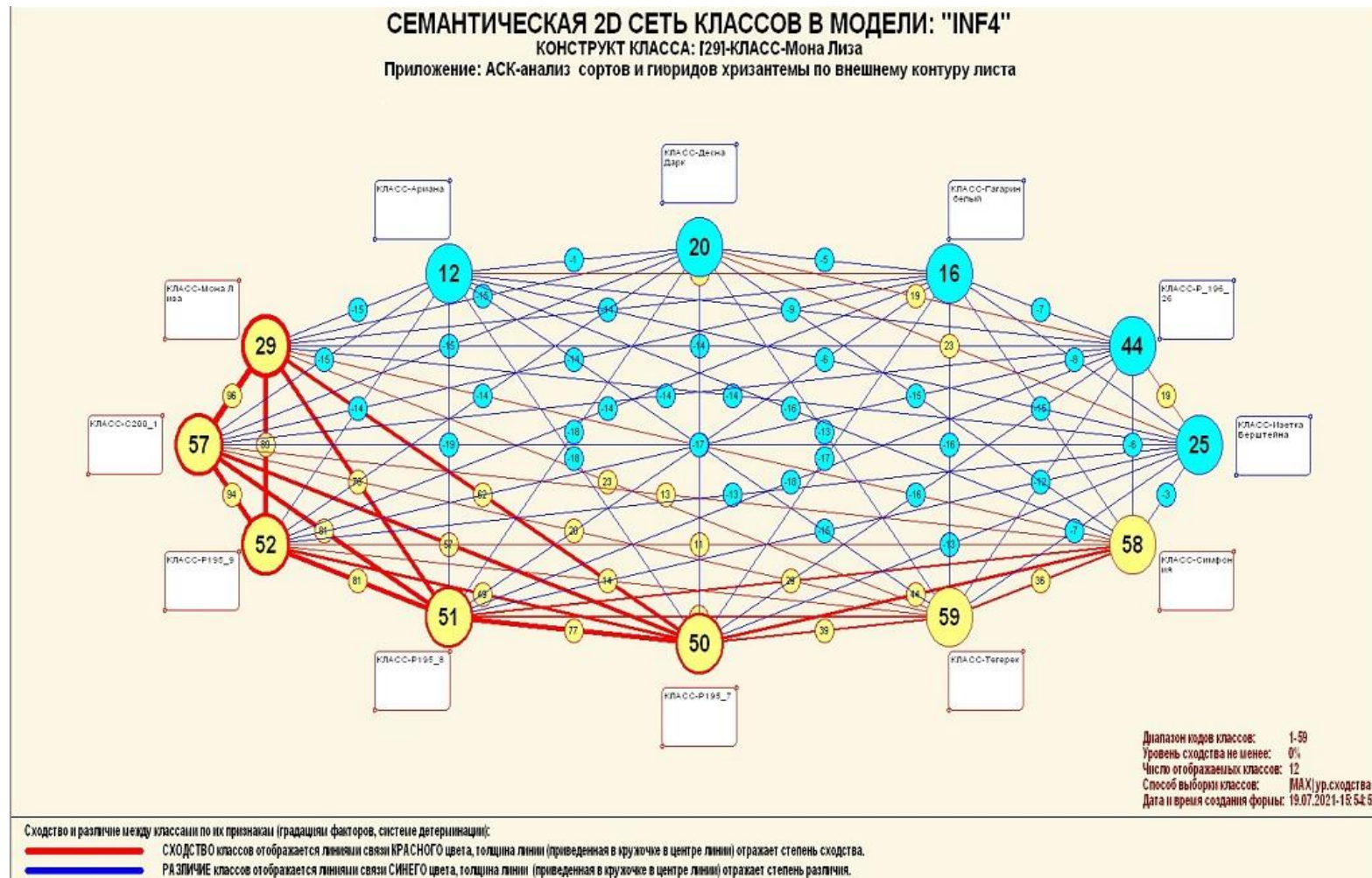


Рисунок 31 – Когнитивная диаграмма, отражающая степень сходства друг с другом обобщенных образов различных классов хризантемы по количественным признакам контура листа на примере конструкта сорта ('Mona Lisa White') с обобщенными образами различных генотипов хризантемы

Первый кластер (показан синим цветом на рисунке 30) включает преимущественно сорта иностранного происхождения, имеющие крупные соцветия и небольшое количество мелкоцветковых сортов и гибридов: ‘Anastasia Green’, ‘Baltica White’, ‘Desna Dark’, ‘Westland Regal’, ‘Bigoudi Red’, ‘Wilhelmina’, ‘Zembla Brazil’, ‘Ksenia’, ‘Izetka Bernstein’, ‘Grand Pink’, ‘Princess Armgard Bronze’, ‘Natalia’, P-196-27, P-201-1, P-196-26, ‘Gagarin White’, ‘Ariana Lime’, ‘Dante’, ‘Горянка’, ‘Desna pink’, P-30-24 (Якушина и др., 2021).

Гибриды P-194-13, P-192-12, полученные от ‘Izetka Bernstein’ в качестве материнского организма, оказались во втором кластере, что является доказательством высокого уровня полиморфизма изученных растений, являющихся в основном полиплоидами. Во второй кластер (красным цветом на рисунке 27) вошли преимущественно мелкоцветные сорта и гибриды с небольшим количеством крупноцветковых форм: ‘Золотая Нива’, ‘Садко’, ‘Tigerrag’, ‘Annecy White’, ‘Симфония’, ‘Mona Lisa White’, P-120-5, P-195-8, P-195-9, C-200, И-34-5, P-192-12, P-196-15, P-194-13, P-195-7, P-196-25, ‘Saratov’, ‘Regina’, ‘Cassandra’, ‘Etrusko’.

Кластеризация, выполненная при помощи АСК-анализа, во многом совпадает с фенотипической UPGMA–дендрограммой коллекции хризантем, основанной на 20 важных признаках сортов и гибридов и представленной в журнале *Plants*, которая демонстрирует сходные кластеры (Samarina et al., 2021).

Высокий уровень полиморфизма доказывается и тем, что гибриды P-196-15, P-195-7, P-196-25, P-195-9, P-195-8, C-200, полученные от ‘Mona Lisa’ в качестве материнского растения находятся в одном кластере. В то время как гибриды P-196-26, P-196-27 от этого же сорта оказались в другом кластере.

Выявлено, что контуры листьев хризантемы можно использовать для идентификации различных сортов и гибридов представителей рода *Chrysanthemum* при помощи автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализа). Быстрая идентификация различных сортов по листьям является необходимым инструментом для ускорения селекционной работы:

позволяет выявить родственные группы, а также источники хозяйственно-ценных признаков.

ГЛАВА 4 ОПИСАНИЕ ПОЛУЧЕННОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ХРИЗАНТЕМЫ

4.1 Описание гибридов, отобранных для дальнейших исследований

От семи комбинаций скрещиваний: 'Harlequin' × смесь пыльцы, 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10, 'Izetka Bernstein' × М-187-1, 'Mona Lisa White' × М-182-1, 'Mona Lisa White' × свободное опыление, 'Садко' × 'Amber', 'Amber' × 'Садко' были выделены элитные формы, обладающие рядом положительных признаков.

Описание ценных гибридных форм представлено в таблице 28. В качестве главных критериев мы ориентировались на декоративность всего растения и устойчивость в наших условиях. В зависимости от высоты, облиственности, количеству корзинок на кусте, их размера, продолжительности цветения, высоты и формы куста адаптированные формы могут быть рекомендованы: низкорослые – в качестве горшечной культуры или для озеленения, высокорослые – на срезку.

Таблица 28 – Краткая характеристика перспективных и элитных гибридов хризантемы

Номер п/л	Гибрид	Сроки цветения*	Высота растения, см	Высота букета (для букетных), см	Количество корзинок в сложном соцветии, шт	Соцветие					Коэффициент размножения
						Тип корзинки**	Диаметр корзинки, см	Диаметр диска, см	Цвет внешних цветков	Цвет диска	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Элитные гибриды											
1	Р-196-25 ('Сириус')	Ср.	130	30	11	П.	7	2	Красно-фиолетовый	Желтый	6
2	С-250-6	Ср.	125	30	9	Р.	7	1,5	Белый	Желтый	9
3	Р-30-24 ('Победа')	Ср.	135	37	10	Р.	7,5	1,5	Оранжево-коричневый	Желто-зеленые	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

4	Р-118-1 (‘Счастье’)	Ср.	125	40	12	Р.	8,0	1,5	Желтый	Желтый	9
5	Р-201-1	Ср.	120	30	10	П.	7	2,5	Красно-оранжевый	Желтый	9
6	С-251-1	Ср.	140	35	11	М.	7,5	0,5	Розовый	Желтый	7
Перспективные гибриды											
1	Ж-116-2	Ср.	130	40	15	М.	5	1	Желтый	Желтый	10
2	Т-206-70	Ср.	125	30	11	Р.	8	1,5	Белый	Желтый	9
3	Р-192-12	Ср.	120	25	8	П.	8	2	Красно-фиолетовый переходит в белый	Желтый с зеленым пятном	9
4	Р-194-12	Ср.	35	20	13	М.	2,5	0,5	Бело-желтый	Желтый	6
5	Р-194-13	Ср.	140	45	8	П.	6	2	Красно-фиолетовый	Желто-зеленый	9
6	И-34-5	Ср.	110	25	6	П.	6	1,5	Красно-фиолетовый	Желтый	10
7	С-250-1	Ср.	130	30	15	М.	6	1	Нежно-розовый	Желтый	6
8	С-250-7	Ср.	120	25	12	Р.	8	2	Розовый	Желтый	7
9	С-250-2	Ср.	120	30	7	П.	7	1,5	Оранжево-коричневый	Желтый	8
10	Р-196-23	Ср.	120	30	8	П.	7,5	1,5	Бело-розовый	Желто-зеленый	8

Примечания: Сроки цветения*: Р. – ранние; Ср. – средние; П. – поздние.

Тип корзинки**: Р. – ромашковидный; Ан. – анемоновидный; М. – махровый, П. – полумахровый.

Для конкурсного изучения отобрано 6 элитных форм: Р-196-25 (‘Сириус’), С-250-6, Р-30-24 (‘Победа’), Р-118-1 (‘Счастье’), Р-194-13, С-251-1 (рисунок 32); выделено 10 перспективных гибридов: Ж-116-2, Т-206-70, Р-192-12, Р-194-12, Р-194-13, И-34-5, С-250-1, С-250-7, С-250-2, Р-196-23.



Гибрид С-251-1



Гибрид Р-250-6



Гибрид Р-30-24



Гибрид Р-181-1



Гибрид Р-201-1



Гибрид Р-196-25

Рисунок 32 – Элитные гибриды

Для конкурсного изучения и для заключительной оценки кандидатов в сорта выделены элитные гибриды из комбинаций с участием сортов иностранной селекции 'Mona Lisa', 'Amber', 'Euro white', 'Mona Lisa Pink', 'Izetka Bernstein' и отечественного сорта 'Садко'.

4.2 Характеристика новых сортов

Сорт 'Школа бизнеса' (рисунок 33) получен от комбинации скрещивания 'Mona Lisa' × М-182-1. На одном растении образуется 3-5 цветоносов с щитковидными сложными соцветиями, в состав каждого из которых входит по 10-11 полумахровых корзинок. Корзинка диаметром 7,5 см, диаметр диска 1,0 см. Красно-фиолетовая окраска язычковых цветков от диска переходит в преобладающий желтый. Диск желтого цвета. Сорт раннего срока цветения (дата начала цветения – 12.10, массового – 15.10). В культуре устойчивый. Продуктивность цветения – 100 шт./м². Сорт пригоден для срезки, устойчив в культуре к *Philaenus spumarius* L. – пеннице слюнявой, *Macrosiphoniella sanborni* Gillette – хризантемовой тле, *Puccinia horiana* Henn. – ржавчине хризантемы., хорошо размножается черенками (дает в среднем 9 черенков с одного растения).



Рисунок 33 – Сорт 'Школа бизнеса'

На сорт 'Школа бизнеса' получен патент на селекционное достижение № 12739 (Приложение И).

Сорт 'Мацеста' (рисунок 34) получен от комбинации скрещивания 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10. Высокослое растение до 145,0 см букетного типа. На одном растении образуется 3-5 цветоносов с щитковидными сложными соцветиями, в состав каждого из которых входит по 9-11 полумахровых корзинок. Корзинка имеет диаметр 7 см, диаметр диска 1 см. Язычковые цветки белые с переходом в красно-фиолетовый цвет к центру. Диск желто-зеленого цвета. Сорт среднего срока цветения (дата начала цветения – 25.10, массового – 29.10). В культуре устойчивый. Продуктивность цветения – 100 шт./м². Сорт пригоден для срезки, устойчив в культуре к *Philaenus spumarius* L. – пеннице слюнявой, *Macrosiphoniella sanborni* Gillette – хризантемовой тле, *Puccinia horiana* Henn. – ржавчине хризантемы, хорошо размножается черенками (дает в среднем 9-10 черенков с одного растения).



Рисунок 34 – Гибрид Р-192-4 ('Мацеста')

На сорт 'Мацеста' получен патент на селекционное достижение № 12740 (Приложение II).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное изучение исходного селекционного материала коллекции хризантем ФИЦ СНЦ РАН позволило сделать следующие выводы:

1. В результате эксперимента получены и изучены 235 гибридов с ценными хозяйственными признаками.
2. Из полученных гибридов выделены 10 перспективных и 6 элитных гибридов, которые находятся на конкурсном испытании.
3. Среди сортообразцов коллекции и гибридного фонда установлены группы разных сроков цветения: 8,6 % – раннецветущие (цветут с третьей декады сентября по вторую декаду октября); 74 % – со средними сроками цветения (цветут с третьей декады октября по вторую декаду ноября); 17,4 % – поздноцветущие (цветут с третьей декады ноября по вторую декаду декабря). В качестве родительских форм отобраны 17 % крупноцветковых и 83 % мелкоцветковых хризантем.
4. Экспериментальные данные позволили определить перспективные комбинации с высокой семенной продуктивностью: 'Harlequin' × смесь пыльцы, 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10, 'Izetka Bernstein' × М-187-1, 'Mona Lisa' × М-182-1, 'Mona Lisa' × смесь пыльцы, 'Mona Lisa' × свободное опыление, 'Амбер' × 'Садко', 'Симфония' × Ж-10-1. Определены комбинации скрещивания 'Izetka Bernstein' × М-187-1 (40 %), 'Mona Lisa' × М-182-1 (34 %), 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10 (35,5 %), 'Симфония' × Ж-10-1 (36,9 %), дающие семена с высокой всхожестью.
5. Отобраны жаростойкие гибриды: К-141-1, Р-30-24, Ж-116-2, Р-120-2, Р-192-4, Р-194-12, Р-196-4, Р-196-25, Р-197-23, Р-203-32, С-250-6, С-250-3, С-250-1.
6. Выделены комбинации, от которых получено наибольшее количество перспективных гибридов: 'Izetka Bernstein' × Ж-10-10 (11 шт.), 'Симфония' × Ж-10-1 (9 шт.), 'Mona Lisa White' × М-182-1 (6 шт.), 'Izetka Bernstein' × К-10-2 (7 шт.), 'Садко' × 'Тигерраг' (7 шт.), 'Симфония' × 'Тигеррег' (3 шт.), Д-95-3 × смесь пыльцы (3 шт.), 'Amber' × 'Садко' (2 шт.), К-10-2 × смесь пыльцы (2 шт.), Ж-10-10 × смесь пыльцы (1 шт.). Однородное потомство получено при использовании в

скрещиваниях 'Mona Lisa', 'Izetka Bernstein', 'Симфония', 'Садко', Ж-10-10, М-182-1, К-10-2.

7. Анализ наследования признаков при различных комбинациях скрещивания позволил выделить среди растений коллекции источники хозяйственно-ценных признаков: 'Садко' – источник декоративности, устойчивости стебля; 'Harlequin' – источник двухцветности язычковых цветков, устойчивости к болезням и вредителям; 'Симфония' – источник двухцветности язычковых цветков в корзинке, устойчивости к болезням и вредител; 'Mona Lisa' – источник оригинальной формы корзинки, формы листьев и устойчивости цветоноса; 'Izetka Bernstein' – источник махровость соцветия и устойчивости цветоноса.

8. Генетические анализы показали, что коллекция хризантемы ФИЦ СНЦ РАН обладает высоким генетическим полиморфизмом. Большинство местных сортов содержит 20-50 % генетических примесей сортов иностранной селекции. Генетический анализ разных групп коллекции, основанный на сочетании данных SSR, ISSR и SCoT, показал лучшее соответствие фенотипу и происхождению по сравнению с отдельным анализом по каждому типу маркеров. Маркеры SCoT можно использовать для четкого разделения групп по фенотипическим признакам. Праймеры ISSR-1, ISSR-7, SSR357, SSR6818, SCoT29, SCoT34 можно использовать для дальнейшей селекции и паспортизации сортов. Некоторые маркеры SCoT можно использовать для четкого разделения групп по фенотипическим признакам: высота растения (SCoT29, SCoT34), толщина стебля и цветоноса (SCoT31, SCoT34), размер листьев и тип цветка (SCoT31).

9. Два сорта 'Мацеста' и 'Школа бизнеса' внесены в реест селекционных достижений. Получены патенты на селекционные достижения.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА

1. Использовать в качестве доноров хозяйственно-ценных признаков сорта: 'Садко' – источник декоративности, устойчивости стебля; 'Harlequin' – источник двухцветности язычковых цветков, устойчивости к болезням и вредителям; 'Симфония' – источник двухцветности язычковых цветков в корзинке, устойчивости к болезням и вредител; 'Mona Lisa' – источник оригинальной формы корзинки, формы листьев и устойчивости цветоноса; 'Izetka Bernstein' – источник махровость соцветия и устойчивости цветоноса.

2. В селекции хризантемы садовой использовать разработанный способ эффективного отбора сеянцев на ранних этапах роста и развития растений с учетом проведенных генетических исследований.

3. В хозяйствах Южного региона России использовать сорта 'Школа бизнеса' (Гибрид Р-196-4) и 'Мацеста' (Р-192-4) для промышленного производства на срез, а также украшения интерьеров, во флористике для составления букетов и композиций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов Н. В. Декоративное садоводство / Н.В. Агафонов, Е.В. Мамонов, И.В. Иванова; Под ред. Н. В. Агафопова. — М.: Колос. — 2003. — 320 с.
2. Агропромышленный комплекс России: ресурсы, продукция, экономика: Статистический сборник. Т. 1., Новосибирск, 1995. — 259 с.
3. Агрехимические методы исследования почв / отв. ред. А.В. Соколов; АН СССР, ВАСХНИЛ, Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева. — 5-е изд. — М.: Наука. — 1975. — 656 с.
4. Адрианов В. Н. Сортоизучение и особенности выращивания хризантем в открытом грунте / В.Н. Адрианов // Докл. ТСХА / Моск. с.-х.акад. им. К.А. Тимирязева. — 2001. — Вып. 273. — 4.2. — С. 223-225.
5. Адрианов В. Н. Съедобные хризантемы, их пищевые, целебные достоинства и особенности размножения / В. Н. Адрианов, А. В. Андреева // Материалы IX международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». — М.: РУДН. — 2011. — С. 26-31.
6. Адрианов В.Н. Выращивание хризантем в защищенном грунте на срез / В.Н. Адрианов // Озеленение населенных мест. — 1989. — № 2 — С. 34.
7. Адрианов В.Н. Особенности водообмена и возможность длительного хранения зеленых черенков перспективных сортов хризантемы / В.Н. Адрианов, О.Ф. Панфилова, Н.В. Пилыцикова // М. — Изв. Тимирязев. с.-х. акад. — 1995. — Вып. 4. — С. 135-146.
8. Адрианов В.Н. Прекрасные хризантемы / В.Н. Адрианов // Новый сад и фермер. — 2004. — №6. — С. 26-28.
9. Адрианов В.Н. Съедобные хризантемы, их пищевые достоинства и способы размножения / В.Н. Адрианов, А.В. Андреева, Ю.М. Андреев // Докл. ТСХА. М. — 2006. — Вып. 278. — С.395-399.
10. Адрианов В.Н. Хризантемы / В.Н. Адрианов. — М.: Наука. — 1972. — 109 с.

11. Александров В.Г. Об особенностях истории развития плода и семени в семействе Сложноцветных / В.Г.Александров, М.И. Савченко // Тр. ботан. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. – Вып.2. – Серия 7. – 1951. – С. 98.
12. Андриюшенкова З.П. Новые сорта и гибридные формы мелкоцветковой хризантемы Никитского ботанического сада / З.П. Андриюшенкова // Дендрология, цветоводство и садово-парковое строительство. – Ялта: Украина. – 2012. – С. 7.
13. Антонова К. С. Культура *Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey во Всероссийском научно-исследовательском институте цветоводства и субтропических культур и перспективы её изучения / К. С. Антонова, К.В. Клемешова // Плодоводство и ягодоводство, 2017. – Т. 51. – С. 121–129.
14. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ. – 1970. – 485 с.
15. Бабкина В.М. Аннотированный каталог красивоцветущих и декоративно-лиственных растений открытого грунта коллекции Никитского ботанического сада. Хризантемы / В.М. Бабкина. – Ялта: ГНБС. – 1979. – 42 с.
16. Бабкина В.М. Методические указания по подбору сортов хризантем для различных зон СССР / В.М. Бабкина. – Ялта: ГНБС. – 1978. – 43 с.
17. Бабкина В.М. Хризантемы на ЮБК / В.М. Бабкина // Цветоводство. – 1974. – № 4. – С. 8-9.
18. Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике: основы и методы / Р.П. Барыкина, Т.Д. Веселова, А.Г. Девятое, [и др.]. – М.: Из-во МГУ. – 2004. – 320 с.
19. Белосельская З. Г. Вредители и болезни цветочных и оранжерейных растений / З. Г. Белосельская, А. Д. Сильвестров. – Москва; Ленинград: Сельхозгиз. – 1953. – 208 с.
20. Борисенко Т.П. Оценка влияния температуры, влажности субстрата и ростового вещества на укоренение черенков хризантем / Т.П. Борисенко, В.А. Корнейчук // Научно-технический бюллетень ВИР. – 1985. – Т. 150. – С. 58-62.

21. Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза (с изменениями на 18 мая 2021 года) [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://fsvps.gov.ru/fsvps/laws/5195.html>. – Дата доступа: 16.03.2022
22. Булгаков Т.С. Грибные патогены хризантемы садовой (*Chrysanthemum × morifolium*) в Ростовской области и Краснодарском крае / Т.С. Булгаков // Цветоводство: теоретические и практические аспекты: тез. II Междунар. науч. конф. – Ялта. – 2020. – С. 10.
23. Олисевиц Г.П. Защита декоративных растений от вредителей и болезней / Г.П. Олисевиц, Е.П. Проценко. – М.: Колос. – 1970. – 112 с.
24. Айба Л.Я. Атлас вредителей и болезней цитрусовых культур во влажных субтропиках Черноморского побережья Кавказа / Д.Я. Айба, Н.Н. Карпун, Е.А. Игнатова, [и др.]. – Сочи-Сухум. – 2018. – 205 с.
25. Белосельская С.Г., Сильвестров А.Д. Вредители и болезни цветочных и оранжерейных растений / С.Г. Белосельская, А.Д. Сильвестров. – М.: Сельхозгиз. – 1953. – 208 с.
26. Бёмер Б. Иллюстрированный атлас по защите растений от болезней и вредителей / Б. Бёмер, В. Воханка. – М.: Контэнт. – 1999. – 235 с.
27. Гранда Х.Р.К. Идентификация В вируса хризантем и создание коллекции *in vitro* оздоровленного посадочного материала: дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.23 / Гранда Харамильо Роберто Карлос. – М. – 2009. – 105 с.
28. Денкова С. Вирусни и виرويدни болести по хризантемата в България // *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. – 2014. – Vol. 6(3). – P. 22-26.
29. Бородин И.Ф. Применение эффекта фотоиндуцированной изменчивости оптических свойств хлорофиллсодержащих тканей для диагностики функционального состояния растений / И.Ф. Бородин, А.В. Будаговский, О.Н. Будаговская, И.А. Будаговский, Ю.А. Судник // Доклады РАСХН. – 2008. – №5. – С.62-65.
30. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений / С. Бороевич // М.: Колос. – 1984. – 334 с.

31. Бригс Ф. Научные основы селекции растений /Ф. Бригс, П. Ноулз // М.: Колос. – 1972. – 339 с.
32. Будаговская О.Н. Автоматизированная установка для диагностики функционального состояния растений / О.Н. Будаговская, А.В. Будаговский, И.А. Будаговский // Материалы конф. Мобилизация адаптационного потенциала садовых растений в динамичных условиях внешней среды. – М. – 2004. - С. 92-99.
33. Будаговская О.Н. Методы и средства оптико-электронной диагностики растений по амплитудно-фазовым параметрам светорассеяния лазерного излучения / О.Н. Будаговская // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 2. – С. 17-19.
34. Будаговский А.В. Новый подход к проблеме функциональной диагностики растений / А.В. Будаговский, О.Н. Будаговская, Ф. Ленц // Аграрная наука. – 2009. – №9. – С.19-21.
35. Будаковская О.Н. Новые оптические методы и приборы количественной оценки адаптивного потенциала садовых растений / О.Н.Будаковская // Плодоводство и ягодоводство России. – 2011. – Т. 27 (1). – С. 74-79.
36. Бурдун А. М. Типы экологической адаптивности сортов растений / А.М. Бурдун, Л.М. Лопатина, М.Г. Товара // Тр. Куб. СХИ. – 1993. – Вып. III. – С. 7-15
37. Бухов Н. Г. Динамическая световая регуляция фотосинтеза / Н.Г. Бухов // Физиология растений. – 2004. – № 51(6). – С. 825–837
38. Былов В.Н. Основы сортоизучения и сортооценки декоративных растений при интродукции. / В.Н. Былов // Бюллетень Главного ботанического сада. – М.: Наука. – 1971. – Вып. 81. – С. 69-77.
39. Былов В.Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений / В.Н. Былов // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. — М.: Наука, 1978. — С. 7-32.
40. Былов В.Н. Принципы создания и изучения коллекции малораспространенных декоративных многолетников / В.Н. Былов, Р.А.

Карпизонова // Бюллетень Главного ботанического сада. – М.: Наука, 1978. – Вып. 107. – С. 77-82.

41. Вавилов Н. И. Селекция как наука / Н.И. Вавилов // Теоретические основы селекции. – М.: Сельхозгиз. – 1935.– 365 с.

42. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Н.И.Вавилов. – Л.: Наука, Ленинградское отделение. – 1967. – Т. 1. – С. 9-61

43. Висящева Л.В. Промышленное цветоводство / Л.В. Висящева, Т.А. Соколова. – М.: Агропромиздат. – 1991. – С. 136-156.

44. Войняк И.В. Влияние температуры на сроки цветения хризантем / И.В. Войняк // Ботанические чтения – 2013: мат. науч.-практ. конф., Ишим, 13 мая 2013 г. – Ишим: филиал ТюмГУ. – 2013. – С. 24-26

45. Войняк И.В. Селекция хризантем в Молдове / И.В. Войняк // Дендрология, цветоводство и садово-парковое строительство. Мат-лы междунаrodn. конф. К 200-летию Никитского ботанического сада. – Ялта, Украина. – 2012. – С. 25.

46. Гиль Л.С. Хризантемы по управляемой технологии / Л.С. Гиль // М.: Цветоводство. – 2007. – №4. – С. 13-15.

47. Глазко В.И., Глазко Г.В. Толковый словарь терминов по общей и молекулярной биологии, общей и прикладной генетике, селекции, ДНК-технологии и биоинформатике. В 2-х томах / В.И. Глазко, Г.В. Глазко. – М.: Медкнига. – 2008. 1201 с.

48. Глазурина А.Н. Изучение потенциала изменчивости хризантемы садовой под воздействием гамма-радиации / А.Н. Глазурина // Цитогенетические и эмбриологические исследования многолетних растений // Сб. тр. Никит. ботан. сада. – Ялта. – 1983. – Т.91. – С. 130-137.

49. Гольцев В.Н. Использование переменной флуоресценции хлорофилла для оценки физиологического состояния фотосинтетического аппарата растений / В.Н. Гольцев, Х.М. Каладжи, В. Бафа, [и др.] // Физиология растений. – 2016. – Т. 63. – № 6. – С. 881–907.

50. Горобец В.Ф. Интродукционное сортоизучение мелкоцветковых хризантем. / В.Ф. Горобец, Л.И. Завидова // Интродукция и акклиматизация растений. К.: Наукова думка, 1987. - Т. 8. - С. 40-43.
51. Горобец В.Ф. Пути улучшения производственного ассортимента мелкоцветковых хризантем открытого грунта / В.Ф. Горобец, Л.И. Завидова // Проблемы интродукции растений в степной зоне европейской части СССР: Тез. докл. Всесоюзной науч. конф. – Ростов-на-Дону. – 1988. – С. 164
52. ГОСТ 18908.2-73 Цветы срезанные. Хризантемы. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4). – М.: Издательство стандартов. – 1990.
53. ГОСТ 27753.0-88 Грунты тепличные. Общие требования к методам анализа. № 27753.0-88. Введен в действие 23.06.1988.
54. ГОСТ 27753.12-88 Грунты тепличные. Метод определения водорастворимого натрия. № 27753.12-88. Введен в действие 23.12.1988.
55. Гранда Харамильо Роберто Карлос. Идентификация В вируса хризантем и создание коллекции *in vitro* оздоровленного посадочного материала: автореф. дис. ... к.б.н. / Роберто Карлос Гранда Харамильо. – М., 2009. – 19 с.
56. Гудковский В.А. Изменение активности фермента каталазы и индукции флуоресценции хлорофилла различных по устойчивости культур и сортов при стрессовом и антистрессовом воздействии / В.А. Гудковский, Н.Я. Каширская, Е.М. Цуканова // Доклады РАСХН. – 2000. – № 5. – 5 с.
57. Гусева Л.Н. Хризантемы / Л.Н. Гусева // Степные просторы. – 1990. – Т. 3. – С. 38-40.
58. Гутиева Н.М. Особенности наследования декоративных признаков *Pelargonium grandiflorum* // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2020. – Вып. 75. – С. 49-55.
59. Гутиева Н.М. Применение автоматизированного системно-когнитивного анализа в селекции пеларгонии / Н.М. Гутиева, Н.С. Киселёва // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2018. – Вып. 67. – С. 73-82.
60. Дворянинова К.Ф. Выведение новых сортов хризантем Текст. / К.Ф. Дворянинова // Ботанические исследования. – 1988. – Т. 3. – С. 39-42.

61. Дворянинова К.Ф. Динамика роста декоративных и крупноцветных хризантем в зависимости от сроков высадки в грунт / К.Ф. Дворянинова // Интродукция декоративных растений в Молдавии. – Кишинев: АН Молдавской ССР, 1968. – 155 с.
62. Дворянинова К.Ф. Изучение изменчивости сортов хризантем с помощью ионизирующих излучений / К.Ф. Дворянинова // 4 съезд Всесоюзного общества генетиков им. Н.И. Вавилова. – Кишинев. – 1982. – Ч. 2. – С. 82-100.
63. Дворянинова К.Ф. Итоги интродукции хризантем в Молдавии / К.Ф. Дворянинова: автореф. дис. ...канд. биол. наук. – Кишинев. – 1977. – 20 с.
64. Дворянинова К.Ф. О развитии куста крупноцветковых хризантем в зависимости от срока прищипки / К.Ф. Дворянинова // Выращивание цветочно-декоративных растений в Молдавии. — Кишинев: Штиинца. – 1977. – С.47-59.
65. Дворянинова К.Ф. Оценка способности хризантем к вегетативному размножению при сортоиспытании / К.Ф. Дворянинова // Семенная продуктивность и вегетативное размножение цветочных растений АН Молдавской ССР. – Кишинев: Штиинца. – 1982. – С. 11-32.
66. Дворянинова К.Ф. Случаи спонтанной мутации у хризантем / К.Ф. Дворянинова // Выращивание цветочно-декоративных растений в Молдавии. – Кишинев: Штиинца. – 1977. – С.59-63.
67. Дворянинова К.Ф. Хризантемы (интродукция, биология и агротехника) / К.Ф. Дворянинова. – Кишинев: Штиинца. – 1982. – 165 с.
68. Дворянинова К.Ф. Хризантемы. Для городов и сел Молдавии / К.Ф. Дворянинова // Цветоводство. 1987. – № 6. – С. 21.
69. Джунипер Б.Э. Морфология поверхности растений Текст. / Б.Э. Джунипер, К.Э. Джеффри. – М.: Агропромиздат. – 1986. – 160 с.
70. Добровичинская, И.Б. Хризантемы. Болезни и вредители / И.Б. Добровичинская, О.Б. Ткаченко // Цветоводство, 1987. – № 6. – С. 25-26.
71. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 350 с.

72. Драгавцев В.А. К проблеме генетического анализа полигенных количественных признаков растений / В.А. Драгавцев. – СПб.: ВИР. – 2003. – 32 с.
73. Дубов Д.Л. Хризантемы. Как избавиться от вирусов. / Д.Л. Дубов, С.А. Третьяк // Цветоводство. – 1987. – № 6. – С.24.
74. Дьяченко Н.Г. Хризантемы корейские / Н.Г. Дьяченко – М.: Издательский Дом МСП. – 2010. – 32 с.
75. Дядченко О.В. Состояние и тенденции развития цветоводства в СССР и за рубежом – Обзор МС / О.В. Дядченко – М.: Агропромформ. – 1989. – 51 с.
76. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В 3-х томах. / А.А. Жученко – М.: Агрорус. – 2008. – 2880 с.
77. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко – Кишинев: Штиинца. – 1990. – 432 с.
78. Жученко А.А., Король А.Б. Рекомбинация в эволюции и селекции / А. А. Жученко, А.Б. Король – М.: Наука. – 1985. – 400 с.
79. Забелин И.А. Выведение новых сортов хризантемы / И.А. Забелин. – Ялта: Труды Никитского ботанического сада. – 1972. – Т. LIX. – С. 11-19
80. Звиргздыня, В.Я. Хризантемы в Латвийской ССР. Интродукция и агротехника / В.Я. Звиргздыня. Рига: Зинатне. – 1973. – 120с.
81. Звиргздыня, В.Я. Хризантемы. Биологические особенности / В.Я. Звиргздыня // Цветоводство. – 1987. – №.6. – С. 16.
82. Зыкова Т.А. Управление цветением хризантем / Т.А. Зыкова // Цветоводство. – 1977 – № 10. – С. 12-13.
83. Ижевский С.С. Защита тепличных и оранжерейных растений от вредителей / С.С. Ижевский. – М., 1999. 400 с.
84. Кабанцева И.Н. Как правильно выращивать хризантемы: Научно-популярное издание. Сад. Огород. Цветник. / И.Н. Кабанцева // Мир Садоводства. – М.: ООО «Мир новостей». – 2006. — № 8 (41) – 32с.

85. Кабанцева И.Н. Хризантемы / И.Н. Кабанцева. – М.: АСТ:Артель. – 2005. – 191 с.
86. Кабанцева И.Н. Хризантемы до зимы / И.Н. Кабанцева // Наша усадьба. 2004. – №9. – С. 8-9.
87. Каден Н.Н. К методике составления карпологических описаний / Н.Н. Каден, С.А. Смирнова // Составление определений растений по плодам и семенам: методические разработки. – К.: Наукова думка. – 1974. – С. 54-67.
88. Казанкова Л.С. Технология выращивания хризантем в совхозе «Декоративные культуры» // Тез.докл.республ. научно–техн. конф. «Организация производства и научно–технический прогресс в промышленном цветоводстве и декоративном цветоводстве»/ Л.С. Казанкова – Кишинев. – 1981. – с. 10–12.
89. Казанкова, Л.С. Хризантемы. Модные сорта / Л.С. Казанкова // Цветоводство. 1987. – № 6. – С. 19-20.
90. Карандасова О.С. Биология цветения хризантем / О.С. Карандасова // Интродукция и экология растений. 1987. – Т. 10. – С. 49-60.
91. Карапетян Н.В. Переменная флуоресценция хлорофилла как показатель физиологического состояния растений / Н.В. Карапетян, Н.Г. Бухов // Физиология растений. – 1986. – Т. 33. – Вып. 5. – С. 1013-1026.
92. Карапетян Н.В. Переменная флуоресценция хлорофилла как показатель физиологического состояния растений / Н.В. Карапетян, Н.Г. Бухов // Физиология растений. – 1986. – Т. 33, – Вып. 5. – С. 1013–1026.
93. Карпизонова Р.А. Культурная флора травянистых декоративных многолетников средней полосы России: атлас / Р.А. Карпизонова, И.Ю. Бочкова, И.В. Васильева, [и др.]. – М.: Фитон+. – 2011. – 432 с.
94. Карпун Ю. Н. Субтропическое цветоводство России / Ю.Н. Карпун. — Сочи. – 2013. — 200 с.
95. Картель Н.А. Генетика: энциклопедический словарь / Н.А. Картель, Е.Н. Макеева, А.М. Мезенко. – Минск: Беларуская навука. – 2011. – 992 с.

96. Китаева Л.А. О биологии цветения некоторых видов многолетних декоративных растений семейства сложноцветные (Asteraceae) / Л.А. Китаева // Сортоизучение и размножение декоративных культур. М.: НИЗИСНП. – 1987. – С. 25-35.
97. Кияткин А.К. Хризантемы / А.К. Кияткин. – Ташкент: Мех-нат, 1989. – 152 с.
98. Клемешова К. В. Сезонные ритмы развития *Chrysanthemum × hortorum* Bailey на Черноморском побережье Краснодарского края / К.В. Клемешова, Т.Ю. Габуева // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН. – 2020. – № 15. – С. 107–112.
99. Клемешова К.В. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях хризантемы садовой (*Chrysanthemum × hortorum* Bailey) / К.В. Клемешова, Т.Ю. Габуева // Плодоводство и ягодоводство России. – 2020 – Т.61. – С. 86 -94.
100. Клименко З.К. Итоги и перспективы селекции цветочно-декоративных культур в Никитском ботаническом саду / З.К. Клименко, К.И. Зыков // Труды Никитского ботанического сада, 2001. – Вып. 82. – Ялта. – 2001. – С.63-66
101. Клименко З.К. Результаты многолетних исследований цветочно-декоративных растений в Никитском ботаническом саду / З.К. Клименко, Л.М. Александрова, З.П. Андрюшенкова, [и др.] // Сб. науч. тр. Никит. ботан. сада. – Симферополь: Антиква. – 2012. – С. 226-138.
102. Коев Г. В. Болезни и вредители хризантем: методы диагностики и меры борьбы / Г.В. Коев, В.В. Селиванова, Е.Д. Бурец. — Кишинев: Штиинца, 1988. — 58 с.
103. Кожевникова, Л.И. Природа малых охраняемых территорий / Л.И. Кожевникова // Морфология и систематика европейских рас хризантемы сибирской. – Воронеж: ВГУ. – 1987. – С. 95-104.
104. Козин В.К. Оценка климатических ресурсов Черноморского побережья для целей субтропического растениеводства / В.К. Козин, Р.К. Габитов // 110 лет в субтропиках России // Сб. науч. тр. – Сочи, 2004. – Вып. 39. – ч. 2. – С. 233–242.

105. Козина С.В. Результаты внутрисортных скрещиваний *Anemone coronaria* L. Окраска и форма околоцветника / С.В. Козина // Плодоводство и ягодоводство России. – 2018. – Т. 55. – С. 24–31.
106. Козьменко Н.П. Культура хризантемы: общие сведения, проблемы селекции и возделывания за рубежом и в России / Н.П. Козьменко // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2008 – № 41 – С. 207-212.
107. Козьменко Н.П. Мелкоцветные хризантемы. Новинки для субтропической зоны России / Н.П. Козьменко // Цветоводство. – 2015 – №1 – С. 12-15
108. Корнеев Д.Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла / Д.Ю. Корнеев – К.: Альтапрес, 2002. – 188 с.
109. Краснова Н.С. Краткие итоги интродукции индийских хризантем в условиях средней полосы СССР / Н.С. Краснова // Бюлл. ГБС. 1950. – Вып. 5. – С. 55-58.
110. Краснова Н.С. Мелкоцветковые хризантемы в озеленении городов. Агротехника / Н.С. Краснова. – М.: Изд-во Мин-ва коммун, хоз-ва РСФСР, 1952. – 36 с.
111. Крисберга М.Р. Оценка интродуцированных сортов хризантемы / М.Р. Крисберга // Ботан. сады Прибалтики, оранжерейно тепличные растения. – Рига: Зинатне, 1988. – Т. 7. – С. 47-57.
112. Кудрявцев А. М. Маркер-опосредованная селекция растений / А.М. Кудрявцев // Молекулярная и прикладная генетика. – 2009. – Т. 9. – С. 28-31.
113. Куклина Е.А. Вегетативное размножение хризантем стеблевыми черенками. Проблемы дендрологии, цветоводства, плодоводства, виноградарства и виноделия / Е.А.Куклина, Е.А. Акулова. Ялта, 1996. – Т.1. – С. 101-103.
114. Куклина Е.А. Первичная интродукция и сортооценка хризантем в ЦСБС / Е.А. Куклина, Г.Л. Оладышкина // Проблемы дендрологии, цветоводства, плодоводства: Материалы V Междунар. конф Ялта. – 1997. – 4.2. – С. 49-53.
115. Кулибаба Ю.Ф. Микофлора цветочных растений Черноморского побережья Кавказа // Докл. Соч. отд-ния Географ. о-ва СССР / Ю.Ф. Кулибаба – Сочи – 1971. – № 2. – с. 267-277.

116. Курицкая Е.В. Клональное микроразмножение *Chrysanthemum leiophyllum* (Asteraceae) / Е.В. Курицкая, А.И. Недолужко, Э.В. Вржосек, Е.В. Болтенков // *Turczaninowia*. – 2016. – № 19(2). – С. 99–104.
117. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и её применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): монография (научное издание) / Е.В. Луценко – Краснодар: КубГАУ, 2002. – 605 с.
118. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ изображений по их внешним контурам (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) [Электронный ресурс] / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 110(06). – С. 138-167.
119. Луценко Е.В. Количественное измерение сходства-различия клонов винограда по контурам листьев с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» [Электронный ресурс] / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык, Л.П. Трошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ, – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 116(02). – С. 1205-1228.
120. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») [Электронный ресурс] / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). Краснодар: КубГАУ. – 2011. – №07(071). – С. 528-576.
121. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системнокогнитивном анализе и системе «Эйдос» [Электронный ресурс] / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского

государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). Краснодар: КубГАУ. – 2013. – №08 (092). – С. 859-883.

122. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системнокогнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – 2013. – № 08 (092). – С. 859-883. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>.

123. Луценко Е.В. Решение задач ампелографии с применением АСК-анализа изображений листьев по их внешним контурам (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) [Электронный ресурс] / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык, Л.П. Трошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 112(08). – С. 862-910.

124. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ изображений по их внешним контурам (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]– 2015. – № 110 (06). – С. 138-167.

125. Луценко Е.В. Количественное измерение сходства-различия клонов винограда по контурам листьев с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык, Л.П. Трошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – 2016. – № 116 (02). – С. 1205-1228.

126. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – 2011. – №07 (071). – С. 528-576.

127. Майо О. Теоретические основы селекции растений / О. Майо. – М.: Колос. – 1984. – 290 с.

128. Маляровская В. И. Создание и поддержание коллекции хризантемы в культуре *in vitro* / В. И. Маляровская, Л. С. Самарина, Н. Г. Конинская // Плодоводство и ягодоводство России. – М.: Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства. – 2018 – С. 97-106.

129. Манихина В.В. Выведение новых сортов хризантем на Черноморском побережье Краснодарского края во влажных субтропиках России / В.В. Манихина // Субтропическое и декоративное садоводство, вып. 41. – Сочи, 2008. – С. 207-212

130. Маренкова В.М. Особенности морфогенеза мелкоцветных гибридных хризантем в связи с их использованием в озеленении городов степной зоны юго-востока РСФСР Текст.: автореф. ...канд. биол. наук / В.М. Маренкова. – Донецк. – 1978. - 25 с.

131. Мартыанова Л.М. Легенды и мифы о растениях. Легенды Древнего Востока, языческие мифы, античные предания, библейские истории. – М.: Центрполиграф, 2014. – С. 461-464.

132. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под. ред. С. Крылатова. Вып. 6 (декоративные культуры) – М.: Колос, 1968. – 222 с.

133. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность хризантемы (многолетней) *Chrysanthemum spec.* // Официальный бюллетень Гос. комиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений, 1995 – №3 – 12 с.

134. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Хризантема. Офиц. бюл. Гос. комиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений, 2007 – №10 – С. 976- 1002.

135. Методы фенологических наблюдений при ботанических исследованиях. – М.: Наука, 1966. – с. 129.
136. Мохно В.С. Новые сорта хризантемы во влажных субтропиках черноморского побережья Краснодарского края / В.С. Мохно, Е.В. Братухина // Субтропическое и декоративное садоводство. – Сочи. – 2016. – вып. 58 – С. 90-94
137. Мохно В.С. Селекция цветочных культур на юге России (о сортах и культуре *in vitro*) / Е.В. Братухина В.С. Мохно // Плодоводство и ягодоводство России. – 2006. – Т. 15. – С. 82-84.
138. Мохно В.С. Создание новых сортов хризантемы на юге России // Субтропическое и декоративное садоводство – Сочи. – 2014. – Вып. 50. – С. 186-192.
139. Мохно В.С. Фотосинтетическая активность в листьях растений фрезии как показатель при раннем отборе устойчивых генотипов / В.С. Мохно, О.И. Пащенко // Сельскохозяйственная биология. – М. – 2014. – №1. – С. 50-53.
140. Мохно В.С. Цветочно-декоративные культуры. Хризантема / В.С. Мохно, Е.В. Братухина // Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда до 2030 г. – Краснодар, 2013.
141. Мохно В.С. О селекции тюльпанов и пеларгонии для выращивания во влажных субтропиках России / Мохно В.С., Братухина Е.В., Гутиева Н.М., [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 3. – С. 70-76.
142. Мохно В.С. Селекция хризантемы в условиях влажных субтропиков Краснодарского края / В.С. Мохно, Е.В. Братухина, Л.Г. Якушина // Субтропическое и декоративное садоводство. – Сочи, 2017. – Вып. 63. – С. 78-85.
143. Мохно, В.С. Возможности отбора устойчивых форм фрезии по параметрам медленной индукции флуоресценции хлорофилла / В.С. Мохно, О.И. Пащенко // Субтропическое и декоративное садоводство. – Сочи. – 2012. – Вып. 46. – С. 75-82.

144. Мохно, В.С. К вопросу о селекции хризантемы во влажных субтропиках России / В.С. Мохно, Е.В. Братухина // Субтропическое и декоративное садоводство. – Сочи. – 2015. – Вып. 55 – С. 98-101
145. Муращенко, Д.В. Хризантемы на садовом участке / Д.В. Муращенко // Цветоводство. – 1987. – № 6. – С. 27.
146. Недолужко А. Болезни хризантемы садовой в муссонном климате Дальнего Востока [Грибные болезни] // Цветоводство. – 2014. – № 6. – С. 22-25.
147. Недолужко А. И. Биологические основы и методы создания исходного материала для селекции садовых хризантем на юге Приморья / А. И. Недолужко // Вестник ДВО РАН. – 2004а. – № 4 – С.74-77.
148. Недолужко А.И. Дикие родичи хризантемы садовой как источники адаптивных признаков / А.И. Недолужко // Садоводство и виноградарство. – 2009. – №6. – С. 19-22.
149. Недолужко А.И. Использование межвидовой гибридизации в селекции адаптивных гибридов и сортов хризантемы садовой (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018а. – Вып. 22(4) – С. 476-483.
150. Недолужко А.И. Межвидовые гибриды некоторых восточноазиатских представителей рода *Chrysanthemum* L. и анализ их устойчивости / А.И. Недолужко // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Вып. 20(5) – С. 658-665
151. Недолужко А.И. Оценка сортов, видов и гибридов хризантемы садовой на устойчивость к белой ржавчине / А.И. Недолужко // Вестн. РАСХН. – 2008. – № 2. – С. 56-58.
152. Недолужко А.И. Результаты интродукции и селекции хризантемы садовой на юге Приморского края / А.И. Недолужко // Вестник ДВО РАН, 2018б. – № 3 – С. 145-155.
153. Недолужко А.И. Род *Chrysanthemum* L. на юге российского Дальнего Востока: интродукционные возможности, ресурсы изменчивости, селекция,

- сохранение генофонда: автореф. дис... д-ра с.-х. наук / А.И. Недолужко. – Мичуринск: Наукоград. – 2010. – С. 42.
154. Недолужко А.И. Хризантема садовая для цветочного оформления приморского края / А.И. Недолужко // Вестник ИрГСХА. – 2011. – Т. 4. – № 44. – С. 95-100.
155. Недолужко А.И. Хризантемы для Приморья / А.И. Недолужко. – Владивосток: БСИ ДВО РАН., 2004б. – 49 с.
156. Нестеренко Т. В. Индукция флуоресценции хлорофилла и оценка устойчивости растений к неблагоприятным воздействиям / Т. В. Нестеренко, А. А. Тихомиров, В. Н. Шихов // Журнал общей биологии. – 2007. – Том 68. – № 6. – С. 444–458
157. Неупокоева Н.К. Хризантемы и астры. Осенние цветы — очей очарованье / Н.К. Неупокоева. – Ростов н/Д: Феникс, 2001. – 93 с.
158. Пащенко О.И. Анализ гибридного потомства от комбинаций скрещивания фрезии коллекции ФГБНУ ВНИИЦиСК // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2019. – Вып. 69. – С. 105-109.
159. Пащенко О.И. Особенности наследования декоративных признаков цветка *Freesia refracta* // Плодоводство и ягодоводство России. – 2018. – Т. 54. – С. 58-62.
160. Пащенко О.И. Оценка коллекционных образцов *Freesia refracta* в зоне влажных субтропиков России с целью создания исходного материала для селекции: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / О.И. Пащенко – Краснодар, 2018.
161. Пащенко О.И. Создание новых сортов фрезии в условиях влажных субтропиков России / О.И. Пащенко. // Сборник трудов молодых ученых, аспирантов и соискателей «Научные исследования в субтропиках России». – Сочи. – 2013. – С. 103-109.
162. Пидгайная Е.С. Методика сортооценки хризантемы садовой с учетом направления использования / Е.С. Пидгайная, А.И. Репецкая, Л.А. Маркина, Л.Ф. Решетникова // Таврический вестник аграрной науки. – 2018. – № 3(15) – С. 88-97.

163. Пирко И.Ф. Некоторые аспекты репродукции хризантемы мелкоцветковой (*Chrysanthemum x hortorum* Bailey) на юго-востоке Украины / Промышленная Ботаника. – Донецк. – 2007. – Вып. 7. – С. 164-168.
164. Пищева Г.Н. Сортоизучение и микроразмножение *in vitro* хризантемы садовой в Сибири / Г.Н. Пищева, Л.А. Клементьева // Вклад молодых ученых в развитие сельского хозяйства Алтайского края. – Барнаул: ГНУ Алтайский НИИСХ Россельхозакадемии. – 2013. – С. 106–110.
165. Попкова К.В., Качалова З.П. Практикум по иммунитету растений: [По агр. спец.]. – М.: Колос, 1984. – 176 с.
166. Потокина Е.К., Чесноков Ю.В. Современные методы геномного анализа в исследованиях генетики количественных признаков. Сельскохозяйственная биология. – 2005. – №3. – С.3-18
167. Практикум по агрохимии: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. акад. РАСХН В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
168. Приходько С. Н. Декоративные растения открытого и закрытого грунта / Под общ. ред. А. М. Гродзинского. — Киев: Наукова Думка, 1985. — 664 с.
169. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова. – Орел: ВНИИСПК, 1995.
170. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 608.
171. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 г. / под общ. ред. Е.А. Егорова. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. – с. 81-82.
172. Прохоров, В.М. Влияние сроков черенкования хризантем на качество срезки цветов Текст. / В.М. Прохоров, В.Н. Адрианов // Проблемы интенсификации садоводства в нечерноземной зоне РСФСР: сб. науч. трудов. – М.: ТСХА. – 1989. – С. 64-68.
173. Разработка новых методов защиты цветочных растений от болезней и вредителей при промышленном возделывании: отчет о законченных научно –

- исследовательских работах. 1976–1988 гг. / НИИГСиЦ. Рук. Кулибаба Ю.Ф. № ГР 78070155; инв. 028200706446. – Сочи. –1981. – 136 с.
174. Рахмангулов Р.С. Селекция декоративных растений в России / Р.С. Рахмангулов, Н.Г. Тихонова // Биотехнология и селекция растений., 2021. – 4 (4). – С. 40-54.
175. Ругите Я. Уроки наставника. Хризантемы за 3,5-4 месяца / Ядвига Ругите // Цветоводство, 1989. – №2. – С. 7-8.
176. Рындин А.В. Агроэкологические аспекты садоводства влажных субтропиков России / А.В. Рындин. – Сочи. – ВНИИЦиСК. – 2016. – 260 с.
177. Рындин А.В. Генофонд цветочно-декоративных культур ФГБНУ ВНИИЦиСК: поддержание и пополнение коллекций / А.В. Рындин, Н.А. Слепченко // Научное обеспечение устойчивого развития плодородия и декоративного садоводства: мат. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 125-летию ВНИИЦиСК и 85-летию Ботанического сада «Дерево Дружбы», г. Сочи, 23–27 сентября 2019 г. – Сочи: ФГБНУ ВНИИЦиСК. – 2019. – С. 311–318.
178. Рындин А.В. Методические подходы к созданию современных сортов садовых культур в субтропиках России / А.В. Рындин, В.С. Мохно // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2012. – Вып. 47. – С. 111-117.
179. Рындин А.В. Перспективы импортозамещения в декоративном садоводстве субтропической зоны России / А.В. Рындин, А.В. Келина, Н.А. Слепченко, [и др.] // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2015. – Вып. 55. – С. 19-26.
180. Рындин А.В. Каталог источников хозяйственно-ценных признаков субтропических, семечковых и цветочно-декоративных культур во влажных субтропиках России / А.В. Рындин, Н.М. Гутиева, Н.С. Киселёва, [и др.]. Каталог источников хозяйственно-ценных признаков субтропических, семечковых и цветочно-декоративных культур во влажных субтропиках России. – Сочи: ФИЦ СЦ РАН. – 2021б. – 202 с.
181. Рындин А.В. Селекция субтропических и цветочных культур в ФИЦ «Субтропический научный центр» / А.В. Рындин, Р.В. Кулян, Н.А. Слепченко // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021а. – Т. 25. – № 4. – С. 420-432.

182. Рындин А.В. Влияние термического фактора на рост хризантемы (*Chrysanthemum x morifolium* Ramat.) / А.В. Рындин, В.М. Лях // Субтропическое и декоративное садоводство – 2017. – 61. – С. 21-41.
183. Салов С.И. Болезни хризантемы в условиях влажных субтропиков Краснодарского края / С.И. Салов, В.В. Манихина // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2009. – 42-1. – С. 78-85
184. Сарлаева И.Я. Адаптивный потенциал сортов хризантемы корейской селекции ботанического Сада-института Уфимского научного центра РАН в условиях континентального климата лесостепного приобья / И.Я. Сарлаева, О.Ю. Васильева, О.В. Комина // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 6. – Р. 318-324
185. Селиверстова Е. Н. Селекция хризантемы мелкоцветковой в Ставропольском ботаническом саду / Е. Н. Селиверстова, Н. В. Щегринiec // Сельскохозяйственный журнал ФГБНУ "Северо-Кавказский ФНАЦ". – 2020. – № 2 (13) – С. 32-39.
186. Селиверстова Е.Н. Болезни и вредители цветочных растений семейства астровые в ставропольском ботаническом саду / Е.Н. Селиверстова, Н.В. Щегринiec // Вестник АПК Ставрополья. - 2015. - № 2 (18). - С. 216-219
187. Селиверстова Е.Н. Селекция хризантемы (дендрантемы) в Ставропольском ботаническом саду / Е.Н. Селиверстова, Н.В. Щегринiec // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2014. – Вып. 50. – С. 192-195.
188. Синадский Ю.В. Вредители и болезни цветочно-декоративных растений / Ю.В. Синадский, И.Т. Корнеева, И.Б. Доброчинская и др. – М.: Наука, 1982. – С. 221-229.
189. Слепченко Н. А. Коллекции цветочно-декоративных культур во Всероссийском научно-исследовательском институте цветоводства и субтропических культур / Н.А. Слепченко, К.В. Клемешова, А.В. Келина // Цветоводство: История, Теория, Практика: Матер. VII межд. научной конференции. - Мн: Центральный ботанический сад НАН Беларуси, 2016. - С. 197-199.

190. Смыкова Н. В. Новые гибридные формы крупноцветковых хризантем селекции никитского ботанического сада / Н.В. Смыкова // Сборник научных трудов ГНБС. – 2014. – Т. 136 – С. 129-133
191. Смыкова Н.В. Новые районированные сорта крупноцветковых хризантем селекции Никитского ботанического сада / Н.В. Смыкова // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2018. – Вып. 67 – С. 106-113.
192. Смыкова Н.В. Хризантемы Никитского ботанического сада / Н.В. Смыкова, Ю.Г. Копань, З.П. Андриюшенкова. – Симферополь: Н. Оріанда. – 2013. – 88 с.
193. Соболева Л.Е. Некоторые результаты интродукции хризантем на ЮБК Текст. / А.Е. Соболева, Г.Ф. Феофилова, Х. Шлегель // Интродукционное изучение цветочных растений: сборник научных трудов. Т. 97. – Ялта. – 1985.-С. 7-13.
194. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве// Краснодар: Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия. – 2012.
195. Соколова М.А. Некоторые особенности гибридизации азиатских лилий // Субтропическое и декоративное садоводство. – Сочи, 2020. – Вып. 74. – С. 70-76.
196. Стевенсон Т. Хризантемы / Т. Стевенсон. – М.: Сельхозгиз. – 1937 – 62 с.
197. Стецович А.С, Сорокопудова О.А. Зимостойкие хризантемы / А.С. Стецович, О.А. Сорокопудова // Цветоводство. – 2009. – № 6. – С. 19-21.
198. Стецович А.С. Феноритмы видов и сортов *Chrysanthemum* L. в условиях юга среднерусской возвышенности / А.С. Стецович, О.Д. Сорокопудова, Е.В. Сергеева, А.А. Алехин // Научные ведомости. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 9 (104). – Вып. 15/1 – С. 151-157
199. Стецович А.С. Адаптация видов и сортов хризантем (*Chrysanthemum* L.) при интродукции на юго-запад Черноземья / А.С. Стецович, О.А. Сорокопудова // Вестник КрасГАУ – 2010. – Вып. 8. – С. 24-28.

200. Сухарева А.С. ДНК-маркеры для генетического анализа сортов культурных растений / А.С. Сухарева, Б.Р. Кулуев // Биомика. – 2018. – Т. 10. – № 1. – С. 69-84
201. Траутвейн К. С. История изучения хризантемы (*Chrysanthemum × hortorum* Bailey) во Всероссийском научно-исследовательском институте цветоводства и субтропических культур / К. С. Траутвейн, К. В. Клемешова // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2018. – Вып. 64 – С. 26 – 33.
202. Траутвейн К. С. Анализ изучения культуры *Chrysanthemum × hortorum* Bailey во Всероссийском научно-исследовательском институте цветоводства и субтропических культур / К.С. Траутвейн, К.В. Клемешова // Субтропическое и декоративное садоводство, 2018. – Вып. 64. – С. 26–33.
203. Тухватуллина Л. А. Новые сорта хризантемы корейской, выведенные в Ботаническом саду-институте УНЦ / Л. А.Тухватуллина, Л. Н.Миронова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – Вып. 2 (64) – С. 39 – 42.
204. Тухватуллина Л.А. Интродукция и селекция хризантемы корейской в Башкортостане: биология, размножение, агротехника, использование. / Л.А. Тухватуллина, Л.Н. Миронова. – Уфа: Гилем, Башк.энцикл., 2014. – 108 с.
205. Тухватуллина Л.А. Селекция хризантемы корейской в Южно-уральском ботаническом саду. Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2018. – Т. 18. – вып. 2 – Р. 200-203
206. Хлесткина Е.К. Молекулярные методы анализа структурно-функциональной организации генов и геномов высших растений // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2011. – Т. 15 – № 4. – С. 757-768
207. Цеханович С. В. Состав и структура коллекции хризантемы индийской (*Chrysanthemum indicum* L.) // Материалы междунар. науч. конф., посвященной 85-летию Центрального ботанического сада НАН Беларуси, Минск, 6–8 июня 2017 г. – Минск: Медисонт. – 2017. – 504 с.

208. Шарова Н.Л. Строение соцветий крупноцветковых хризантем / Н.Л. Шарова, К.Ф. Дворянинова // Интродукция декоративных растений в Молдавии. Кишинев: РИСО АН МССР. – 1968. – С. 55-58.
209. Шмыгун В.Н. Хризантемы / В.Н. Шмыгун. – М.: Наука, 1972. – 116 с.
210. Энциклопедия декоративных садовых растений [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <http://flower.onego.ru/home.html> (дата обращения: 15.02.2021).
211. Юскевич Н. Н. Промышленное цветоводство России / Н.Н. Юскевич, Л.В. Висящева, Т.Н. Краснова. — М.: Росагропромиздат, 1990. — 302 с.
212. Яброва- Колаковская В.С. К вопросу о происхождении многолетних культурных хризантем / В.С. Яброва- Колаковская // Сб. тр.- Сухумский ботанический сад, 1984. – Т. 29. – С. 73-79.
213. Яброва-Колаковская В. С. Хризантемы. (Опыт монографического исследования): Автореф. дис....докт. биол. наук / ТГУ. — Тб.: Изд-во Тбил. унта, 1972. — 37 с.
214. Яброва-Колаковская, В.С. Культура мелкоцветковых хризантем в Западной Грузии / В.С. Яброва-Колаковская. – Тбилиси: Наука, 1957. – 54 с.
215. Якушина Л.Г. Сроки цветения сортов и гибридов хризантемы садовой (*Chrysanthemum* × *hortorum*) в условиях Черноморского побережья Кавказа / Л.Г. Якушина // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2020. – Вып. 74. – С. 76-84.
216. Abd El-Twab MH. FISH physical mapping of 5S, 45S and Arabidopsis-type telomere sequence repeats in *Chrysanthemum zawadskii* showing intra-chromosomal variation and complexity in nature / Abd El-Twab MH, Kondo Katsuhiko // Chromosome Botany. – 2006. – № 1. – P. 1-5
217. Aida R. Production of chrysanthemum periclinal chimeras through shoot regeneration from leaf explants. / R. Aida, K. Sasaki, N. Ohtsubo // Plant Biotechnology. – 2016. – 33. – P. 1–5.

218. An J. The over-expression of *Chrysanthemum crassum* CcSOS1 improves the salinity tolerance of chrysanthemum / An, J., Song, A., Guan, Z., [et al.] // *Molecular Biology Reports*. – 2014. – № 41. – P. 4155–4162.
219. Aswath C. R. IbMADS4 regulates the vegetative shoot development in transgenic chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* (Ramat.) Kitamura). / C. R. Aswath, S. Y. Mo, S. H. Kim, [et al.] // *Plant Science*. – 2004. – № 166. – P. 847–854.
220. Auer C. Ecological risk assessment and regulation for genetically modified ornamental plants / C. // *Critical Reviews in Plant Sciences*. – 2008. – 27. – P. 255–271.
221. Azadi P. Current status and biotechnological advances in genetic engineering of ornamental plants. / P. Azadi, H. Bagheri, A. M. Nalouisi, [et al.] // *Biotechnology Advance*. – 2016. – № 34, P. 1073–1090.
222. Baenziger P.S. Improving lives: 50 years of crop breeding, genetics, and cytology (C-1) / P.S. Baenziger, W.K. Russell, G.L. Graef, [et al.] // *Crop Science*. – 2006. – 46. – P. 2230-2244.
223. Bailey F.V. Observations on varietal resistance to *Chrysanthemum rwt.* / F.V. Bailey // *Journal of the Royal Horticultural Society*. – 1951. – 76. – P. 322-328.
224. Baker N.R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis *in vivo* / N.R. Baker // *Annual Review of Plant Biology*. – 2008. – Vol. 59. – PP. 89–113.
225. Baker C. The use of the GAI and CO genes to create novel ornamental plants. *In Vitro Cell* / C. Baker, H. Zhang, G. Hall, [et al.] // *Developmental Biology*. – 2002. – 38:105-A.
226. Bala A. A review on cytological study in *Chrysanthemum* species / A. Bala, M. Bala, V. Khare // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. – 2020. – № 9(5). – P. 549-553.
227. Birchler J.A. Heterosis / J.A. Birchler, H. Yao, S. Chudalayandi, [et al.] // *The Plant Cell*. – 2010. – 22. – P. 2105–2112.
228. Boutigny A.-L. Overview and detectability of the genetic modifications in ornamental plants. / A.-L. Boutigny, N. Dohin, D. Pornin, [et al.] // *Horticulture Research*. – 2020. – 7 (11). – P. 1-12.

229. Brander E. *Chrysanthemum* pa inland som staud / E. Brander // Gartner Tid. – 1987. – T. 103. – № 5. – P. 1113.
230. Broytjes C. Radiation – induced low-temperature tolerant cultivares of *Chrysanthemum morifolium* Ram / C. Broytjes // Euphytika – № 32 – 1983 – P. 97-101.
231. Broytjes C. The use of radiation mutagenesis in the selection of cold-resistant varieties., Mutterpflanzenkultur von Chrysanthemen – Culture of royal chrysanthemums / C. Broytjes // Dt. Gartenbau. – 1987. – № 31. – P. 40.
232. Caimei Y. Evaluation on the resistance to cold and cultivation zonation in chrysanthemum varieties / Y. Caimei // Acta Hort. – 1995. – 404. – P. 76-81.
233. Carvalho S. M. P. Temperature sensitivity of *Chrysanthemum* flower characteristics. / S. M. P. Carvalho, H. Abi-Tarabay, E. Heuvelink. // Journal of Horticultural Science & Biotechnology. – 2005. – 80 (2). – P. 209–216.
234. Chen F.D. Advances in cytology and molecular cytogenetics of the genus *Dendranthema* / F.D. Chen, H.B. Zhao, C. Li, [et al.] // Journal of Nanjing Agricultural University. – 2008. – № 31. – P. 118-126.
235. Chen J.Y. Thirty years' studies on breeding ground-cover chrysanthemum new cultivars. / J.Y. Chen, S. Wang, X. Wang, [et al.] // Acta Hort. – 1995. – 404. – P. 30-36.
236. Cronquist A.J. Phylogeny and taxonomy of the Compositae / A.J. Cronquist // The American Midland Naturalist. – 1955 – Vol. 53. – № 2. – P. 478-511.
237. Dai S.L. Advance of researches on phylogeny of *Dendranthema* and origin of *Chrysanthemum* / S.L. Dai, W.K. Wang, J.P. Huang // Acta Scent Nat Univ Pekinensis. – 2002. – 24. – P. 230-234
238. Dal Bo E. Tomato spotted wilt virus on *Chrysanthemum* in Argentina / E. Dal Bo, A. Alippi, R. Fernandez // Plant Disease. – 1995. – Vol. 79(5). – P. 538.
239. Datta S. K., Janakiram T. Breeding and genetic diversity in *Chrysanthemum morifolium* in India: A review / S. K. Datta, T. Janakiram // Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2015. – 85(11). – P.1379-1395

240. Dolezel J. Estimation of nuclear DNA content in plants using flow cytometry / J. Dolezel, J. Greilhuber, J. Suda // *Nature Protocols*. – 2007. – 2(9). P. 2233-2244.
241. Douzono M. All year round productivity of F1 and BC1 progenies between *Dendranthema grandiflorum* and *D. shiwogiku*. / M. Douzono, H. Ikeda // *Acta Hort*. – 1998. – 452. – P. 303-310.
242. Dowrick G. J. The chromosomes of chrysanthemum (II). Garden varieties / G. J. Dowrick // *Heredity*. – 1953 – P. 219-226.
243. Dowrick G.J., El Bayoumi A.S. Nucleic acid content and chromosome morphology in *Chrysanthemum* / G.J. Dowrick, El Bayoumi A.S. // *Genetic Resources*. – 1969. – 13. – P. 241-250
244. Drewlow L. W. Genetic studies of self-incompatibility in the garden chrysanthemum, *Chrysanthemum morifolium* Ramat / L. W. Drewlow, P. D. Ascher, R. E. Widmer // *Theoretical and Applied Genetics*. – 1973. – № 43. – P. 1-5.
245. Dubcovsky J. Genome Plasticity a Key Factor in the Success of Polyploid Wheat Under Domestication / J. Dubcovsky, J. Dvorak // *Science*. – 2007. – 316. – P. 1862–1866.
246. Earl D.A. Structure harvester: a website and program for visualizing structure output and implementing the Evanno method / D.A. Earl, B.M. Vonholdt // *Conservation Genetics Resources*. – 2011. – № 4. – P. 359–361.
247. Eeckhaut T. Somaclonal Variation in *Chrysanthemum* × *morifolium* Protoplast Regenerants. / T. Eeckhaut, W. Van Houtven, S. Bruznican, L. Leus, J. Van Huylenbroeck // *Plant Science*. – 2020. – 11. – P. 1-16
248. Nasri F. *In Vitro* Propagation of Chrysanthemum: an Overview on its Utility in Mutagenesis and Genetic Transformation Techniques. / F. Nasri, H. Zakizadeh, Y. Vafae, [et al.] // *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*. – 2018. – 15(4). – P. 1-4.
249. Feng S. Development of SSR Markers and Assessment of Genetic Diversity in Medicinal *Chrysanthemum morifolium* Cultivars / S. Feng, R. He, J. Lu, [et al.] // *Front. Genet*. – 2016. – Vol. 7. – P. 1–13.

250. Firsov A. Agrobacterium-Mediated Transformation of Chrysanthemum with Artemisinin Biosynthesis Pathway Genes / A. Firsov, T. Mitiouchkina, L. Shaloiko, [et al.] // *Plants*. – 2020. – 9. – P. 537.
251. Geest Geert van. Disentangling hexaploid genetics: towards DNA-informed breeding for postharvest performance in chrysanthemum / G. Geert van // Wageningen University, 2017.
252. Govindjee G. Sixty-three years since Kautsky: Chlorophyll a fluorescence / G. Govindjee // *Australian Journal of Plant Physiology*. – 1995. – V. 22. – P. 131-160.
253. Guo X. Polyploidy levels of chinese large-flower chrysanthemum determined by flow cytometry / X. Guo, C. Luo, Z. Wu, [et al.] // *African Journal of Biotechnology*. – 2012. – № 11(31). – P. 7789-7794.
254. Haider S. Open Access Article Standardized Genetic Transformation Protocol for Chrysanthemum cv. 'Jinba' with terminal flower 1 Homolog CmTFL1a / S. Haider, Y. Gao, Y. Gao // *Genes*. – 2020. – 11(8). – 860 – 1-17.
255. Han B. H. Selection of nonbranching lines induced by introducing Ls-like cDNA into Chrysanthemum (*Dendranthema × grandiflorum* (Ramat.) Kitamura) Shuho-no-chikara / B. H. Han, E. J. Suh, S. Y. Lee, [et al.] // *Scientia Horticulturae*. – 2007. – 115. – P. 70–75.
256. Harbaugh B.K. Interactive effects of trickle irrigation rates, cultivars, and culture on cut chrysanthemum / B.K. Harbaugh, C.D. Stanley, J.F. Price // *Hort.Science*. – 1986. – T. 21. – № 1. – P. 94-95.
257. Haw S. The origins of the garden chrysanthemum / S. Haw // *Hort.Science*. – 1986. – T. 111. – № 11. – P. 525-529.
258. He J. P. Transformation of Lycoris longituba agglutinin gene to cut chrysanthemum and identification of aphid resistance in the transgenic plants. / J. P. He, F. D. Chen, S. M. Chen, [et al.] // *Acta Bot Boreal-Occident Sin*. – 2009. – 29. – P. 2318–2325.
259. Heslop-Harrison J.S. Comparative genome organization in plants: from sequence and markers to chromatin and chromosomes / J.S. Heslop-Harrison // *Plant Cell*. – 2000. – № 12. – P. 617-635

260. Hong B. Over-expression of AtDREB1A in chrysanthemum enhances tolerance to heat stress. / B. Hong, C. Ma, Y. Yang, T. Wang, K. Yamaguchi-Shinozaki, J. Gao [et al.] // Plant Mol. Biol. – 2009. – 70. – P. 231–240.
261. Hwang Y. Karyomorphological Analysis of Wild Chrysanthemum boreale Collected from Four Natural Habitats in Korea / Y. Hwang, A. Younis, K.-B. Ryu, K.B. Lim, C.-H. Eun, J. Lee, S.-H. Sohn, S.-J. Kwon // Flower Research Journal. – 2013. – № 21(4). – P. 182-189.
262. Jong J. de. Interspecific hybrids between two Chrysanthemum species. / J. de Jong, W. Rademaker // Hort. Science. – 1989. – 24(2). – P. 370-372.
263. Khandakar R. K. Regeneration of Haploid Plantlet through Anther Culture of Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum*) / R. K. Khandakar, J. Yu, S. Min, [et al.] // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. – 2014. – № 42(2). – P. 482-487.
264. Kim J.S. Karyotypes of metaphase chromosomes in diploid populations of *Dendranthema zawadskii* and related species from Korea: diversity and evolutionary implications / J.S. Kim, J.H. Pak, B.B. Seo, [et al.] // Journal of Plant Research. – 2003. – 116(1). – P. 47-55
265. Kofranek Anton M. Cut Chrysanthemums. Introduction to Floriculture (Second Edition) / Anton M. Kofranek. – Academic Press. – 1992. – P. 3-42.
266. Kondo K. Genome phylogenetics in Chrysanthemum Sensu lato / K. Kondo, M.H. Abd El-Twab, R. Idesawa, [et al.] // Plant Genome-Biodiversity and Evolution. – 2003. – № 1. – P. 117-200.
267. Krause G.H. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The Basics / G.H. Krause, E. Weis // Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. – 1991. – Vol. 42. – P. 313–49.
268. Kyle F. Chrysanthemums / Kyle F. London–Melbourne: Ward, Lock & Co, 1952. – 188 p.
269. Le D.T. Study on chrysanthemums breeding by gamma (Co60) irradiation on callus of 4 exotic varieties. / D.T. Le, V.D. Nguyen, T.T. Nguyen // Journal of Agricultural Technology. – 2015. – 11(8). – P. 1813-1822.

270. Lertsutthichawan A. Induced Mutation of Chrysanthemum by Colchicine / A. Lertsutthichawan, S. Ruamrungsri, W. Duangkongsan, [et al.] // *International Journal of Agricultural Technology*. – 2017. – 13(7.3). – P. 2325-2332.
271. Li Ch. Cytogenetic study of three edible Chrysanthemum cultivars / Ch. Li, S. Chen, F. Chen, [et al.] // *Genetika*. – 2011. – № 47. – P. 199-205.
272. Li H.J. Investigation, collection and classification of chrysanthemum cultivars in China / H.J. Li, J.W. Shao // *Agricultural Sciences in China*. – 1990. – № 8(7). – P. 793-802.
273. Li J. Geographical distribution of cytotypes in the Chrysanthemum indicum complex as evidenced by ploidy level and genome-size variation / J. Li, Q. Wan, R.J. Abbott, [et al.] // *Journal of Systematics and Evolution*. – 2013. – 51. – P. 196-204.
274. Lichtenthaler H.K. The role of chlorophyll fluorescence in the detection of stress conditions in plants / H.K. Lichtenthaler, U. Rinderle // *CRC Critical Reviews in Analytical Chemistry*. – 1988. – 19 (1) – P. 29–85
275. Liu W. Sucrose-induced bud outgrowth in Chrysanthemum morifolium involves changes of auxin transport and gene expression. / W. Liu, B. Peng, A. Song, [et al.] // *Scientia Horticulturae*. – Vol. 296. – 110904. – P. 1-9
276. Luo C. SSR Analysis of Genetic Relationship and Classification in Chrysanthemum Germplasm Collection / C. Luo, D. Chen, X. Cheng, [et al.] // *Horticultural Plant Journal*. – 2018. – Vol. 4 – № 2. – P. 73–82.
277. Ma Y. Characterization of ploidy levels in Chrysanthemum L. by flow cytometry / Y. Ma, J. Wei, Z. Yu, [et al.] // *Journal of Forestry Research*. – 2015. – № 26 (3). – P. 1-7.
278. Maxwell K. Chlorophyll-fluorescence-a practical guide / K. Maxwell, G.N. Jonson // *Journal of Experimental Botany*. – 2000. – Vol.51. – № 345. – P. 659–668.
279. Mekapogu M. Anthocyanins in Floral Colors: Biosynthesis and Regulation in Chrysanthemum Flowers. / M. Mekapogu, B. M. Krishna Vasamsetti, Oh-Keun Kwon, [et al.] // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2020. – 21. – 6537. – P. 1-25

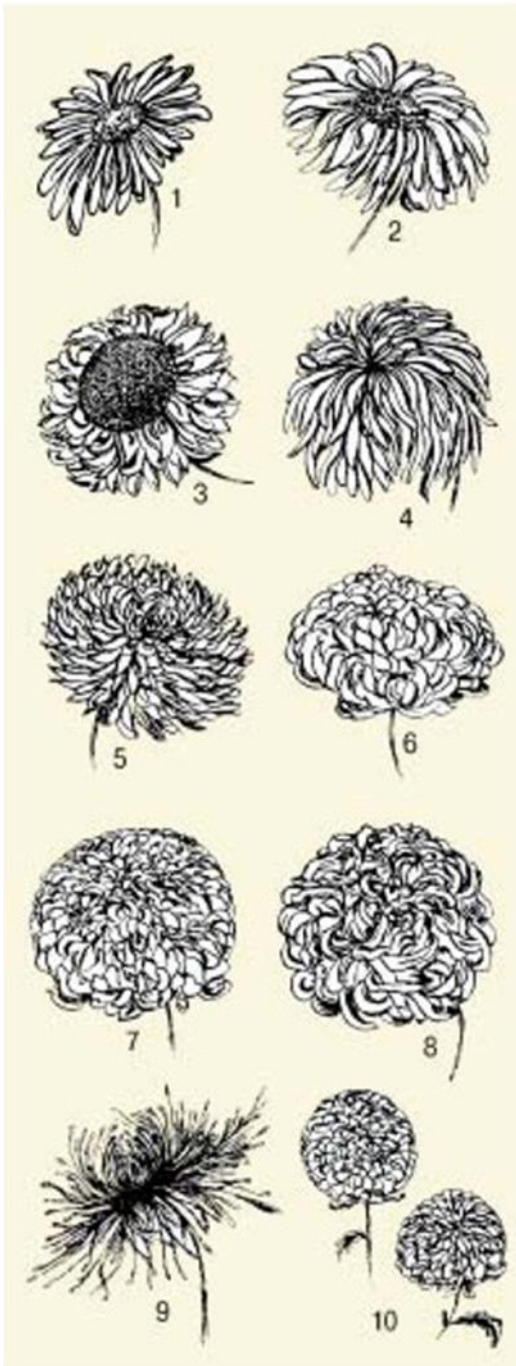
280. Meuwissen T.H.E. Prediction of total genetic value using genome – wide dense marker maps / T.H.E. Meuwissen, B.J. Hayes, M.E. Goddard // *Genetics*. – 2001. – Vol. 157. – P. 1819–1829.
281. Miao H.B. Genetic relationship of 85 chrysanthemum (*Dendranthema* × *Grandiflora* (Ramat.) Kitamura) cultivars revealed by ISSR analysis / H.B. Miao, F.D. Chen, [et al.] // *Acta Horticulturae Sinica*. – 2007. – № 34. – P. 1243-1248.
282. Motazed E. Exploiting next-generation sequencing to solve the haplotyping puzzle in polyploids: a simulation study / E. Motazed, H.J. Finkers, C.A. Maliepaard, [et al.] // *Briefings in Bioinformatics*. – 2018. – № 19. – 3. – P. 387 - 403.
283. Moura F. B. Cultivars, conduction, photoperiodic and quality chrysanthemum in Brazil / F. B. Moura, Marcos Ribeiro da Silva Vieira, W.S. Evangelista, [et al.] // *Journal of Horticulture and Forestry*. – 2014. – P. 53-57
284. Nencheva D.M. Bulgarian cultivars of chrysanthemum for cut-flower created by combination of radiation mutagenesis and tissue cultures / D.M. Nencheva // *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2013. – 48. – С. 90-97
285. Otto S.P. Polyploid incidence and evolution / S.P. Otto, J. Whitton // *Annual Review of Genetics*. – 2000. – №34(1). – P. 401-437.
286. Pritchard J.K. Inference of population structure using multilocus genotype data / J.K. Pritchard, M. Stephens, P. Donnelly // *Genetics*. – 2000. – № 155. – С. 945–959
287. Roh M.S. Genetic diversity of *Dendranthema pacificum* (Nakai) Kitam. Native to Japan / M.S. Roh, H. Ikeda // *Acta Horticulturae*. – 2003. – № 620. – С. 239-244
288. Roux N. Rapid detection of aneuploidy in *Musa* using flow cytometry / N. Roux, A. Toloza, Z. Radecki, [et al.] // *Plant Cell Rep*. – 2003. - № 21. – P. 483-490.
289. Rulcker U. Erfahrungen bei der Produktion von Chrysanthemen im Freiland in der GPG "floradres" Dresden / U. Rulcker // *Gartenbau*. – 1985. – T. 32. – № 12. – P. 373-374.
290. Samarina L.S. Transferability of ISSR, SCoT and SSR Markers for *Chrysanthemum* × *morifolium* Ramat and Genetic Relationships among Commercial Russian Cultivars / L.S. Samarina, V.I. Malyarovskaya, S. Reim, [et al.] // *Plants*. – 2021. – № 10(7). – P. 1302.

291. Sangeeta K. Advances in Breeding of Chrysanthemum: A Review. / K. Sangeeta, S.R. Dhiman; Y.C. Gupta // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2019. – 8(8). – P. 1631-1643
292. Schlegel H. Kontinuierliche Versorgung mit ChrysanthemumSchnittblumen aus dem Freiland durch Ausnutzung des Sortiments und technologische Maßnahmen / H. Schlegel // Gartenbauer Berlin. – 1988. -T. 35. – №7. – P. 218-219.
293. Shinoyama H. Transgenic chrysanthemums (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) carrying both insect and disease resistance / H. Shinoyama, I. Mitsuhara, H. Ichikawa, [et al.] // Actahortic. – 2015. – 1087. – P. 485-498
294. Song C. The Chrysanthemum nankingense Genome Provides Insights into the Evolution and Diversification of Chrysanthemum Flowers and Medicinal Traits. / C. Song, Y. Liu, A. Song, [et al.] // Molecular Plant. – 2018. – 11. – P. 1482–1491.
295. Spencer-Lopes, M.M. Manual on Mutation Breeding - Third edition., FAO/IAEA / M.M. Spencer-Lopes, B.P. Forster, L. Jankuloski, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. – 2018. – 301 pp.
296. Srisawat T. Flow cytometric classification of oil palm cultivars / T. Srisawat, K. Pattanapanyasat, J. Dolezel // African Journal of Biotechnology. – 2012. – 11(16). – P. 3713-3724.
297. Su J. Current achievements and future prospects in the genetic breeding of chrysanthemum: a review / J. Su, J. Jiang, F. Zhang, [et al.] // Horticulture Research. – 2019. – 6(1). – P. 109.
298. The Plant List. A working list of all plant species [Electronic Resources]. – Access mode: <http://www.theplantlist.org/> (accessed: 15.02.2021)
299. Tsukaya H. Leaf anatomy of a rheophyte, *Dendranthema yoshinaganthum* (Asteraceae), and of hybrids between *D. yoshinaganthum* and a closely related non-rheophyte, *D. indicum*. / H. Tsukaya // Journal of Plant Research. – 2002. – 115(5). – P. 329-333.
300. Wang P. Studies on breeding ground-cover chrysanthemum new cultivars. / P. Wang, J. Chen // Acta Hortic. Sinica. – 1990. – 17(3). – P. 223-228.

301. Won S.Y. Comparative transcriptome analysis reveals whole-genome duplications and gene selection patterns in cultivated and wild *Chrysanthemum* species. / S.Y. Won, S.J. Kwon, T.H. Lee, [et al.] // *Plant Molecular Biology*. – 2017. – 95(4-5). – P. 451-461.
302. Xie Q. Dual silencing of DmCPD and DmGA20ox genes generates a novel miniature and delayed-flowering *Dendranthema morifolium* variety. / Q. Xie, G. Chen, Q. Liu, [et al.] // *Molecular Breeding*. – 2015. – 35. – P. 1–13.
303. Yamaguchi T. *Chrysanthemum* breeding for resistance to white rust. / T. Yamaguchi // *Japanese Journal of Breeding*. – 1981. – 31. – P. 121-132.
304. Yang W.H. Molecular evidence for multiple polyploidization and lineage recombination in the *Chrysanthemum indicum* polyploid complex (Asteraceae) / W.H. Yang, B.J. Glover, G.Y. Rao, [et al.] // *New Phytologist*. – 2006. – 171(4). – P. 875-886.
305. Zalewska M. Results of mutation breeding activity on *Chrysanthemum* × *grandiflorum* (Ramat.) Kitam. In Poland / M. Zalewska, N. Miler, A. Tymoszuik, [et al.] // *EJPAU*. – 2010. – 13(4). – 27. – P. 1-9
306. Zhao H.B. Molecular phylogeny of *Chrysanthemum*, *Ajania* and its allies (Anthemideae, Asteraceae) as inferred from nuclear ribosomal ITS and chloroplast trnL-FIGS sequences / H.B. Zhao, F.D. Chen, S.M. Chen, [et al.] // *Plant Systematics and Evolution*. – 2010. – № 284 (3). – P.153-169.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Классификация, разработанная институтом садоводства Германии, с некоторыми изменениями, внесенными отечественными учеными (Недолужко, 2004)



1. **Простые, немахровые.** Соцветие с 1-2 рядами язычковых цветков. Диск из трубчатых цветков.

2. **Полумахровые.** Соцветие с 3-5 рядами язычковых цветков, диск хорошо заметен.

3. **Анемоновидные.** Соцветие состоит из 1-2 рядов более или менее длинных язычковых цветков по краям соцветия и крупных, часто иначе окрашенных трубчатых, расположенных в центре выпуклого диска.

4. **Махровые соцветия с отогнутыми, свисающими краевыми язычковыми цветками.**

5. **Плоские.** Соцветие махровое, все язычковые цветки расположены симметрично, в одной плоскости.

6. **Полушаровидные.** Соцветие махровое. Краевые язычковые цветки длиннее центральных, расположены плотно один к другому и загнуты вовнутрь.

7. **Шаровидные.** Соцветие махровое. Язычковые цветки одинаковы во всех кругах и загнуты к центру соцветия, образуя правильный шар.

8. **Кудрявые.** Соцветие шаровидное, наружные язычковые цветки свисают вниз и в стороны, внутренние загнуты к центру.

9. **Лучевидные.** Язычковые цветки скручены в трубку и направлены в стороны от центра.

10. **Помпонные.** Язычковые цветки довольно широкие и короткие, почти одинаковой длины, расположены плотно, направлены в стороны и вверх.

Приложение Б

Таблица – Список сортов и гибридов хризантемы садовой, включенных в исследование размера генома

№ п/п	Сорт, гибрид	Страна происхождения	№ п/п	Сорт, гибрид	Страна происхождения	
Крупноцветковая			20	'Jaguar Purple'	Нидерланды	
1	'Ariana'	Нидерланды	21	'Baltica White'		
2	'Bigoudi Purple'		22	'Tigerrag'		
3	'Grand Pink'		23	'Annecy White'		
4	'Natalia'		24	'Westland red'		
5	'Saratov'		25	'Симфония'		Россия
6	'Sevan'		26	'Южная'		
7	'Izetka Bernstein'		27	'Горянка'		
8	'Vesuvio'		28	'Садко'		
9	'Rossano'		29	P-196-4		
10	'Zembla Brasil'		30	C-250-7		
11	'Anastasia Green'		31	P-196-25		
12	'Desna Pink'		32	P-201-1		
13	'Gilbert Leigh Purple'		33	И-34-5		
14	'Princess Armgard Bronze'		34	C-250-7		
Мелкоцветковая			35	C-250-7		
15	'Balloon'	Нидерланды	36	Ж-116-2		
16	'Rebonnet'		37	C-250-1		
17	'Viena Cream'		38	P-30-24		
18	'Mona Lisa'		39	P-181-1		
19	'Angelys Jaune'		40	P-192-4		

Приложение В

Таблица – Список сортов и гибридов хризантемы садовой, включенных в исследование генетического полиморфизма

№ п/п	Сорт, гибрид	Страна происхождения	№ п/п	Сорт, гибрид	Страна происхождения
Крупноцветковая			11	Р-196-27	Россия
1	'Izetka Bernstein'	Нидерланды	12	Р-196-15	
2	'Etrusko'		13	Р-194-12	
Мелкоцветковая			14	Р-195-8	
3	'Mona Lisa'	Нидерланды	15	Р-195-9	
4	'Симфония'	Россия	16	Ж-10-4	
5	'Садко'		17	Н-103-7	
6	Р-120-5		18	Р-194-13	
7	И -34-5		19	Р-196-25	
8	С-3-1		20	Р-196-26	
9	Р-201-1		21	Р-30-24	
10	Р-192-12		22	Р-195-7	

Таблица – Праймеры ISSR, SCoT и SSR, использованные для генетического анализа коллекции зародышевой плазмы хризантемы

Название праймера	Последовательность праймеров 5'-3'	Культура маркера	Ссылка
SCoT1	CAACAATGGCTACCACCA	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT2	CAACAATGGCTACCACCC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT3	CAACAATGGCTACCACCG	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT4	CAACAATGGCTACCACCT	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT5	CAACAATGGCTACCACGA	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT6	CAACAATGGCTACCACGC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT7	CAACAATGGCTACCACGG	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT8	CAACAATGGCTACCACGT	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT9	CAACAATGGCTACCAGCA	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT10	CAACAATGGCTACCAGCC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT11	AAGCAATGGCTACCACCA	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT12	ACGACATGGCGACCAACG	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT13	ACGACATGGCGACCATCG	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT14	ACGACATGGCGACCACGC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT15	ACGACATGGCGACCGCGA	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT16	ACCATGGCTACCACCGAC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT17	ACCATGGCTACCACCGAG	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT18	ACCATGGCTACCACCGCC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT19	ACCATGGCTACCACCGGC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT20	ACCATGGCTACCACCGCG	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT21	ACGACATGGCGACCCACA	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT22	AACCATGGCTACCACCAC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT23	CACCATGGCTACCACCAG	Рис посевной	Collard, Mackill 2009

Название праймера	Последовательность праймеров 5'-3'	Культура маркера	Ссылка
SCoT24	CACCATGGCTACCACCAT	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT25	ACCATGGCTACCACCGGG	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT26	ACCATGGCTACCACCGTC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT27	ACCATGGCTACCACCGTG	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT28	CCATGGCTACCACCGCCA	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT29	CCATGGCTACCACCGGCC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT30	CCATGGCTACCACCGGCG	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT31	CCATGGCTACCACCGCCT	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT32	CCATGGCTACCACCGCAC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT33	CCATGGCTACCACCGCAG	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT34	ACCATGGCTACCACCGCA	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT35	CATGGCTACCACCGGCC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
SCoT36	GCAACAATGGCTACCACC	Рис посевной	Collard, Mackill 2009
ISSR810	GAGAGAGAGAGAGAGAT	Камелия китайская	Mondal et al. 2002
ISSR813	CTCTCTCTCTCTCTT	Камелия китайская	Mondal et al. 2002
ISSR815	CTCTCTCTCTCTCTG	Камелия китайская	Mondal et al. 2002
ISSR851	TATTATTATTATTAT	Камелия китайская	Mondal et al. 2002
ISSR873	CTTCACTTCACTTCA	Камелия китайская	Mondal et al. 2002
ISSR880	GGAGAGGAGAGGAGA	Камелия китайская	Mondal et al. 2002
ISSR13	ACACACACACACACC	Камелия китайская	Roy and Chakraborty 2009
ISSR14	TGTGTGTGTGTGTGG	Камелия китайская	Roy and Chakraborty 2009
ISSR15	TCTCTCTCTCTCTCC	Камелия китайская	Roy and Chakraborty 2009
ISSR814.1	CTCTCTCTCTCTCTTG	Камелия китайская	Roy and Chakraborty 2009
SCoT31	F:ACTCACTTGCCCCATTTGTC	Камелия	Feng et al.

Название праймера	Последовательность праймеров 5'-3'	Культура маркера	Ссылка
	R:AGAGAAGCTCTCCAGGGACC	китайская	2016
SCoT32	F:ATGTCCAGCTTGATGGGAAG R:GGCCCCTTGCAAATCCTC	Камелия китайская	Feng et al. 2016
SCoT33	F:TCAAACACCACCACCAACAC R:ATGTCACCAAGTCCTGGTCC	Камелия китайская	Feng et al. 2016
SCoT34	F:ACCCAACCTGAACAAGATGC R:ATACTGCTGCCACTGACCCT	Камелия китайская	Feng et al. 2016
SCoT35	F:GGTCCTTCGTTTCATTTGGA R:CGGGGGTAGGAATAGAAAGC	Камелия китайская	Feng et al. 2016
SCoT36	CAACAATGGCTACCACCA	Камелия китайская	Collard, Mackill 2009
ISSR810	CAACAATGGCTACCACCC	Камелия китайская	Collard, Mackill 2009
ISSR813	CAACAATGGCTACCACCG	Камелия китайская	Collard, Mackill 2009
ISSR815	CAACAATGGCTACCACCT	Камелия китайская	Collard, Mackill 2009
ISSR851	CAACAATGGCTACCACGA	Камелия китайская	Collard, Mackill 2009
ISSR873	CAACAATGGCTACCACGC	Камелия китайская	Collard, Mackill 2009
ISSR880	CAACAATGGCTACCACGG	Камелия китайская	Collard, Mackill 2009
ISSR13	CAACAATGGCTACCACGT	Камелия китайская	Collard, Mackill 2009
ISSR14	CAACAATGGCTACCAGCA	Камелия китайская	Collard, Mackill 2009
ISSR15	CAACAATGGCTACCAGCC	Камелия китайская	Collard, Mackill 2009
ISSR814.1	AAGCAATGGCTACCACCA	Камелия китайская	Collard, Mackill 2009
gi298295865	ACGACATGGCGACCAACG	Хризантема садовая	Collard, Mackill 2009
gi298296818	ACGACATGGCGACCATCG	Хризантема садовая	Collard, Mackill 2009
gi298297301	ACGACATGGCGACCACGC	Хризантема садовая	Collard, Mackill 2009
357	ACGACATGGCGACCGCGA	Хризантема садовая	Collard, Mackill 2009
320	ACCATGGCTACCACCGAC	Хризантема садовая	Collard, Mackill 2009

Приложение Д

Таблица – Список сортов и гибридов хризантемы садовой, включенных в исследование при помощи АСК-анализа

№ п/п	Сорт, гибрид	Страна происхождения	№ п/п	Сорт, гибрид	Страна происхождения
Крупноцветковая			24	'Annecy White'	Нидерланды
1	'Etrusco'	Нидерланды	25	'Westland Regal'	
2	'Bigoudi Red'		26	'Tigerrag'	
3	'Grand Pink'		27	'Южная'	Россия
4	'Rossano'		28	'Симфония'	
5	'Natalia'		29	'Горянка'	
6	'Saratov'		30	'Садко'	
7	'Wilhelmina'		31	'Золотая Нива'	
8	'Izetka Bernstein'		32	P-194-13	
9	'Ksenia'		33	P-196-15	
10	'Gagarin White'		34	P-196-27	
11	'Zembla Brasil'		35	P-201-1	
12	'Anastasia Green'		36	P-196-26	
13	'Desna Dark'		37	P-30-24	
14	'Ariana Lime'		38	И-34-5	
15	'Princess Armgard Bronze'		39	P-194-13	
16	'Regina'		40	P-192-12	
17	'Cassandra'		41	C-200	
Мелкоцветковая			42	P-120-5	
18	'Desna pink'	Нидерланды	43	P-195-7	
19	'Mona Lisa'		44	P-195-8	
20	'Dante'		45	P-195-9	
21	'Baltica White'		46	P-192-12	
22	'Balloon'		47	P-196-25	
23	'Jaguar Purple'		48	Ж-116-2	

Приложение Е

Таблица – Наследование декоративных признаков (типа и окраски соцветий, формы язычковых цветков) гибридами хризантемы садовой

№ п/п	Комбинация скрещивания ♀ × ♂	Наследование признаков, % к общему числу семян														
		Тип соцветия					Форма язычковых цветков					Окраска соцветия				
		♀(p ₁), %	♂(p ₂), %	Иная(p ₃), %	S, %	Vp, %	♀(p ₁), %	♂(p ₂), %	Иная(p ₃), %	S, %	Vp, %	♀(p ₁), %	♂(p ₂), %	Иная(p ₃), %	S, %	Vp, %
1	'Izetka Bernstein' × Ж-10-10	52,12± 2,43	32,72± 2,43	15,15± 2,43	10,51	31,56	20,00± 2,94	32,73± 2,94	47,27± 2,94	12,62	37,89	7,27±1, 29	63,03± 1,29	29,70± 1,29	5,61	16,85
2	'Симфония' × Ж-10-1	52,16± 2,04	31,76± 2,04	16,08± 2,04	10,88	32,67	29,02± 2,13	52,94± 2,13	18,04± 2,13	11,35	34,08	49,02± 1,95	36,86± 1,95	14,12± 1,95	10,40	31,23
3	'Izetka Bernstein' × М-187-1	50,00± 4,53	25,00± 4,53	25,00± 4,53	12,79	38,38	25,00± 4,53	25,00± 4,53	50,00± 4,53	12,79	38,38	-	50,00± 3,23	50,00± 3,23	9,12	27,39
4	'Mona Lisa White' × К-10-3	5,56±2, 07	33,33± 2,07	61,11± 2,07	5,05	15,17	16,67± 4,57	29,63± 4,57	53,70± 4,57	11,19	33,60	11,11± 2,52	16,67± 2,52	72,22± 2,52	6,17	18,52
5	'Mona Lisa White' × М-182-1	5,74±1, 44	42,53± 1,44	51,72± 1,44	4,46	13,39	16,10± 3,54	34,48± 3,54	49,42± 3,54	10,99	33,00	12,64± 2,94	28,74± 2,94	58,62± 2,94	9,12	27,39
6	'Izetka Bernstein' × К-10-2	52,17± 0,88	44,57± 0,88	3,26±0, 88	2,82	8,47	30,43± 3,13	66,30± 3,13	14,13± 3,13	10,00	30,03	-	43,48± 0,30	56,52± 0,30	1,00	3,00
7	'Садко' × 'Tigerrag'	48,65± 16,45	51,35± 16,45	-	1,00	3,00	43,24± 5,54	16,21± 5,54	40,54± 5,54	11,22	33,69	32,43± 0,03	-	67,57± 0,03	1,00	3,00
8	'Amber' × 'Садко'	40,74± 8,15	33,33± 8,15	25,93± 8,15	14,12	42,40	33,33± 6,37	33,33± 6,37	33,33± 6,37	33,11	99,34	22,22± 6,60	25,93± 6,60	48,14± 6,60	11,48	34,47
9	'Симфония' × 'Tigerreg'	21,74± 3,45	60,87± 3,45	17,39± 3,45	9,55	28,68	82,61± 12,03	-	17,39± 12,03	1,00	0,03	21,74± 12,03	-	78,26± 12,03	1,00	3,00
10	'Tigerreg' × 'Симфония'	100	-	-	1,00	3,00	78,26± 0,44	21,74± 0,44	-	1,00	0,03	6,52±0, 44	-	93,48± 0,44	1,00	3,00

11	К-152-1 × свободное опыление	24,00± 0,15	-	76,00± 0,15	42,71	85,42	37,33± 0,18	-	62,67± 0,18	48,34	96,68	30,67± 0,16	-	69,33± 0,16	46,25	92,50
12	'Mona Lisa White' × свободное опыление	9,99±0, 20	-	90,01± 0,20	29,99	59,98	26,00± 0,29	-	74,00± 0,29	43,86	87,72	56,00± 0,33	-	44,00± 0,33	49,64	99,28
13	Р-83-22 × свободное опыление	54,55± 0,32	-	45,45± 0,32	49,75	98,15	40,91± 0,31	-	59,09± 0,31	49,18	98,36	27,27± 0,28	-	72,73± 0,28	44,40	88,80
14	'Солнечная' × смесь ПЫЛЬЦЫ	21,43± 0,33	-	78,57± 0,33	41,03	82,06	35,71± 0,38	-	64,29± 0,38	47,91	95,82	21,43± 0,33	-	78,57± 0,33	41,03	82,06
15	'Золотая осень' × смесь ПЫЛЬЦЫ	18,00± 0,30	-	82,00± 0,30	38,42	76,84	26,67± 0,34	-	73,33± 0,34	44,22	88,44	36,00± 0,37	-	64,00± 0,37	48,00	96,00
16	'Harlequin' × смесь ПЫЛЬЦЫ	45,00± 0,33	-	55,00± 0,33	49,75	99,50	55,00± 0,33	-	45,00± 0,33	49,75	99,50	55±0,3 3	-	45±0,3 3	49,75	99,50
17	'Симфония' × смесь ПЫЛ.	16,13± 0,14	-	83,87± 0,14	36,78	73,56	25,81± 0,17	-	74,19± 0,17	43,76	87,52	79,03± 0,11	-	10,97± 0,11	29,44	58,88

Приложение Ж

Таблица – Наследование декоративных признаков (формы и цвета листьев) гибридами хризантемы садовой

№ п/п	Комбинация скрещивания ♀ × ♂	Наследование признаков, % к общему числу семян									
		Окраска листа					Форма листа				
		♀ (p ₁), %	♂ (p ₂), %	Иная (p ₃), %	S, %	Vp, %	♀ (p ₁), %	♂ (p ₂), %	Иная (p ₃), %	S, %	Vp, %
1	'Izetka Bernstein' × Ж-10-10	4,24±0,73	74,55±0,7 3	21,21±0,7 3	3,13	9,40	24,24±2,9 3	24,85±2,9 3	50,90±2,9 3	12,53	37,63
2	'Симфония' × Ж-10-1	47,06±0,9 8	47,06±0,9 8	5,88±0,98	5,20	15,62	16,86±1,8 6	23,14±1,8 6	60,00±1,8 6	9,84	29,55
3	'Izetka Bernstein' × М-187-1	16,67±10, 26	67,67±10, 26	16,66±10, 26	8,38	25,17	25,00±	25,00±	50,00±	12,79	38,38
4	'Mona Lisa White' × К-10-3	38,89±8,3 1	40,74±8,3 1	20,37±8,3 1	13,18	39,58	61,11±1,3 1	22,22±1,3 1	16,67±1,3 1	9,58	28,80
5	'Mona Lisa White' × М-182-1	29,89±4,7 6	29,89±4,7 6	40,23±4,7 6	14,79	44,41	48,28±2,6 2	10,34±2,6 2	41,38±2,6 2	8,13	24,41
6	'Izetka Bernstein' × К- 10-2	2,17±0,48	88,04±0,4 8	9,76±0,48	1,55	4,65	10,87±2,3 7	26,09±2,3 7	63,04±2,3 7	7,59	22,79
7	'Садко' × 'Tigerrag'	18,92±4,7 1	18,92±4,7 1	62,16±4,7 1	9,55	28,68	32,43±6,9 6	24,32±6,9 6	43,24±6,9 6	14,12	42,40
8	'Amber' × 'Садко'	11,11±3,3 2	74,07±3,3 2	14,82±3,3 2	5,75	17,27	33,33±7,0 8	18,52±7,0 8	48,14±7,0 8	12,30	36,94
9	'Симфония' × 'Tigerreg'	73,91±1,6 9	7,25±1,69	18,84±1,6 9	4,68	14,05	11,59±1,1 9	5,80±1,19	82,61±1,1 9	3,31	9,94
10	'Tigerreg' × 'Симфония'	4,35±4,53	89,13±4,5 3	6,52±4,53	10,23	30,72	6,52±0,44	-	93,48±0,4 4	1,00	3,00
11	К-152-1 × свободное опыление	42,67±5,7 1	-	57,33±5,7 1	49,45	98,90	33,33±0,1 6	-	66,67±0,1 6	47,02	94,04
12	'Mona Lisa White' × свободное опыление	90,00±6,7 6	-	10,00±6,7 6	30,00	60,00	39,00±0,3 3	-	61,00±0,3 3	48,77	97,54
13	Р-83-22 × свободное опыление	45,45±13, 31	-	54,55±13, 31	49,79	99,58	22,73±0,2 6	-	77,27±0,2 6	40,69	81,38

14	'Солнечная' × смесь пыльцы	57,14±12, 79	-	42,86±12, 79	49,49	98,98	42,86±0,4 0	-	57,14±0,4 0	49,49	98,98
15	'Золотая осень' × смесь пыльцы	53,33±12, 89	-	46,67±12, 89	49,89	99,78	26,67±0,3 4	-	73,33±0,3 4	44,22	88,44
16	'Harlequin' × смесь пыльцы	35,00±10, 67	-	65,00±10, 67	47,70	95,40	36,00±0,3 2	-	64,00±0,3 2	48,00	96,00
17	'Симфония' × смесь пыльцы	82,26±4,9 7	-	17,74±4,9 7	39,11	78,22	8,06±0,10	-	91,94±0,1 0	27,22	54,00

ИСХОДНЫЕ РОДИТЕЛЬСКИЕ ФОРМЫ

Зарубежные сорта:



'Mona Lisa'



'Mona Lisa Pink'



'Izetka Bernstein'



'Amber'



'Rossano Charlotte'



'Zembla lime'

Отечественные сорта:



Сорт 'Садко'

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

ПАТЕНТ
НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ

№ 12739

Хризантема
 Chrysanthemum L.

ШКОЛА БИЗНЕСА

Патентообладатель
 ФГБУН 'ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР 'СУБТРОПИЧЕСКИЙ
 НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН'

Авторы -
 СЛЕПЧЕНКО НАТАЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА
 ЯКУШИНА ЛЮДМИЛА ГЕННАДЬЕВНА



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 7754193 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 31.01.2022 г.
 ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
 ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
 ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 19.05.2023 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

№ 12740

Хризантема
Chrysanthemum L.

МАЦЕСТА

Патентообладатель
ФГБУН 'ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР 'СУБТРОПИЧЕСКИЙ
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН'

Авторы -
СЛЕПЧЕНКО НАТАЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА
ЯКУШНИНА ЛЮДМИЛА ГЕННАДЬЕВНА



ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 7754192 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 31.01.2022 г.
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 19.05.2023 г.

Председатель

М.Ю. Александров