

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



Королева Елена Викторовна

**СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ КЛАРКИИ
(CLARKIA PURSH) С ВЫСОКИМ ДЕКОРАТИВНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ
НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Специальность: 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель
кандидат сельскохозяйственных наук
Фотев Юрий Валентинович

Новосибирск – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 БОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ИСТОРИЯ СЕЛЕКЦИИ	9
КЛАРКИИ (<i>CLARKIA PURSH</i>) ЗА РУБЕЖОМ И В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	9
1.1 Систематическое положение рода <i>Clarkia Pursh</i>	9
1.2 Биологические особенности видов кларкии	16
1.3 Исторические аспекты получения межвидовых гибридов у кларкии	23
1.4 Особенности наследования окраски цветка у видов и форм кларкии	26
1.5 Селекция и сортовое разнообразие кларкии за рубежом и в России	29
1.6 Применение кларкии в ландшафтном дизайне	32
ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ, МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	35
2.1 Объекты и место исследований	35
2.2 Климатические условия проведения исследований.....	39
2.3 Методика проведения исследований.....	41
ГЛАВА 3 ОЦЕНКА РОСТА И РАЗВИТИЯ КЛАРКИИ ПО ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА.....	45
3.1 Оценка продолжительности межфазных периодов у видов и сортов кларкии в зависимости от суммы температур выше 10 °С.....	45
3.2 Оценка коллекционного генофонда кларкии по продолжительности периодов развития и срокам начала цветения на юге Западной Сибири	51
3.3 Биологические особенности и феноритмы цветения видов кларкии на юге Западной Сибири	53
ГЛАВА 4 ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ У ВИДОВ КЛАРКИИ	58
4.1 Особенности репродуктивной структуры цветка у видов кларкии	58
4.2 Морфометрическая характеристика пыльцы у видов кларкии и оценка ее жизнеспособности <i>in vitro</i> во взаимосвязи с хозяйственно-биологическими признаками	60
4.3 Семенная продуктивность видов и сортов кларкии.....	64
4.4 Изменчивость посевных качеств семян коллекционного генофонда кларкии	71
ГЛАВА 5 СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КЛАРКИИ НА ОТЛИЧИМОСТЬ, ОДНОРОДНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ (ООС)	75
5.1 Создание коллекции сортов-эталонов кларкии.....	75
5.2 Оценка исходного материала кларкии по габитусу растения	78
5.3 Оценка исходного материала кларкии по высоте и диаметру растения	80
5.4 Оценка исходного материала кларкии по форме и типу цветка	82
5.5 Оценка исходного материала кларкии по признакам окраски цветка	85
5.6 Оценка исходного материала кларкии по морфологическим признакам листа	88
5.7 Оценка исходного материала кларкии по степени ветвления главного стебля.....	91
5.8 Оценка исходного материала кларкии по морфологическим признакам цветка	94
5.9 Оценка исходного материала кларкии по признакам плода	96
5.10 Особенности наследования лиловой окраски цветков у <i>C. purpurea</i>	98
5.11 Разработка схемы селекционного процесса для впервые окультуренного вида <i>C. purpurea</i> и создание новых сортов кларкии для континентальных условий юга Западной Сибири	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	107

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ	109
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	109
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	110
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	112
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	133
Приложение А – Обзор генов, контролирующих окраску цветков и листьев у кларкии.....	133
Приложение Б – Патенты и авторские свидетельства на селекционные достижения	134
Приложение В – Метеорологическая характеристика межфазных периодов у видов <i>Clarkia</i>	135
Приложение Г – Продолжительность межфазных периодов у образцов <i>Clarkia</i>	136
Приложение Д – Справка ФГБУ «Госсортокомиссия»	137
Приложение Е – Патент на изобретение.....	138
Приложение Ж – Акт внедрения в производство	139
Приложение И – Первичные критерии оценки образцов рода <i>Clarkia</i>	140
Приложение К – Группировка образцов <i>Clarkia</i> по признаку основной окраски цветков	141
Приложение Л – Лепесток: тип флоральной пигментации	142
Приложение М – Листовая пластинка: форма.....	143
Приложение Н – Результаты отбора элитных растений <i>C. purpurea</i> в поколении F ₂	144
Приложение П – Схема селекционного процесса <i>C. amoena</i> ‘Малиновая Чаша’	145

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и степень разработанности темы исследования. Актуальность темы диссертационного исследования определяется решением приоритетных задач по развитию отечественной селекции для самообеспечения Российской Федерации семенным материалом декоративных культур.

Кларкия (*Clarkia* Pursh) относится к однолетним травянистым растениям из семейства кипрейных (*Onagraceae* Juss.), большинство из которых произрастает в западной части Северной Америки (Калифорнии), характеризующейся теплым средиземноморским климатом [Jepson, 1908; Munz, Hitchcock, 1929; Munz, Keck, 1973; Lewis, 1973; A phylogeny ... , 2023].

Культура отличается разнообразием форм и окрасок цветков, обильным и продолжительным цветением, имеет широкий спектр применения в озеленении (цветники, подвесные корзины, контейнеры), а также пригодна для срезки. В декоративном садоводстве находят применение сорта следующих видов кларкии, интродуцированных в Европу в 19-м в.: *Clarkia. amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr. (= *Godetia amoena* (Lehm.) G. Don) (интродукция 1814 г.), *C. unguiculata* Lindl. (= *C. elegans* Dougl) (1832 г.), *C. pulchella* Pursh (1826 г.) [Миронова и др., 2006; Lewis, Hoch, 2021] В СССР сведения о выращивании этой культуры появились позже [Кичунов, 1941; Гладцынов, 1952; Пидоти, 1952; Киселев, 1964; Полетико, Мишенкова, 1967; Китаева, 1983; Савва, 1986; Левко, 2001].

Некоторые виды кларкии, относящиеся к группе культур с коротким вегетационным периодом, перспективны для озеленения лесостепи Западной Сибири [Байкова, 1993].

Однако, несмотря на ценные декоративные качества и холодостойкость, в настоящее время кларкию не используют для озеленения городов России, включая Западно-Сибирский регион. Это связано с отсутствием коллекционного и селекционного материала, а также соответствующих методов его оценки. До 2024 г. в Государственный реестр селекционных достижений были включены только три сорта кларкии: *C. unguiculata* 'Радость' (2008 г.) и *C. amoena* 'Свадебный Букет' (2009 г.) (оригинатор фермерское хозяйство «Каприс», Краснодарский Край, г. Усть-Лабинск), а также *C. amoena* 'Девичий Румянец' (2022 г.) (оригинатор ООО «Ваше хозяйство», г. Нижний Новгород) [Характеристика ... , 2011; Государственный ... , <https://gossortrf.ru/registry/?ysclid=melfq6kdxxy309903599>].

В связи с вышеизложенным работа по созданию отечественного исходного материала кларкии с комплексом декоративных, хозяйственно-биологических и идентификационных признаков, а также разработка методики его оценки на отличимость, однородность и стабильность и схемы селекции для впервые окультуренного вида *Clarkia purpurea* (Curtis) A. Nelson & J. F. Macbr. является актуальной.

За рубежом селекцией и изучением наследования системы пигментации лепестков у некоторых видов и подвидов кларкии занимаются с 1920 г. по настоящее время [Rasmuson, 1920, 1921; Hiorth, 1940, 1948; Gottlieb, Ford, 1988; Lin, Rausher, 2021b]. Лидером по селекции декоративных культур являются Нидерланды. На международном рынке известны голландские гибриды *C. amoena* ‘Grace F₁’ разнообразной окраски, рекомендуемые для выращивания на срезку, и гетерозисные гибриды ‘Satin F₁’ для горшечной культуры от компании «Benary» (Германия) [Neue Sorten ... , 1993]. В СССР в 60-е гг. XX в. селекцией кларкии (*C. unguiculata*) занималась Г. В. Острякова на Воронежской овощной опытной станции. Ею были выведены первые сорта – ‘Радость’ и ‘Хавское Солнышко’ [Острякова, Величко, 1985].

Возможности репродуктивной биологии и семеноводства отдельных видов кларкии (*C. unguiculata* и *G. amoena*) рассматривались рядом ученых [Савва, 1982; Манолий, 1989; Пасько, 2000; Паначева, Еременко, 2011; Vasek, Weng 1988]. Прорастание пыльцы *C. unguiculata* в условиях *in vivo* в зависимости от способа опыления рассмотрено в работах зарубежных авторов [Kerwin, Smith-Huerta, 2000; The joint ... , 2010; Mazer, 2021].

Цель исследования – выделить источники декоративных, хозяйственно-биологических и идентификационных признаков кларкии (*Clarkia* Pursh) и создать новые сорта для расширения ассортимента однолетних цветочных культур на юге Западной Сибири.

Задачи:

1. Создать исходный материал кларкии для разных направлений селекции на юге Западной Сибири и провести его комплексное изучение для выделения источников декоративных, хозяйственно-биологических и идентификационных признаков.
2. Выявить среди сортов кларкии источники разных сроков цветения и изучить зависимость продолжительности межфазных периодов от суммы активных температур выше 10 °С.
3. Оценить жизнеспособность пыльцы *in vitro* у видов кларкии во взаимосвязи с важными хозяйственно-биологическими признаками и изучить качество семенного материала.
4. Разработать методику оценки на отличимость, однородность и стабильность сортов кларкии.
5. Установить характер наследования окраски цветка у вида *C. purpurea*.
6. Разработать схему селекционного процесса разных направлений использования для впервые окультуренного вида *C. purpurea* и создать новые сорта кларкии с высоким декоративным потенциалом.

Научная новизна результатов исследования. Впервые на юге Западной Сибири создан и всесторонне оценен новый исходный материал кларкии, выделены источники декоративных, хозяйственно-биологических и идентификационных признаков для разных направлений

селекции и семеноводства. Сформирован отечественный генофонд (рабочая коллекция НГАУ) кларкии, включающий 3 вида, 1 подвид и 21 образец, в том числе 5 новых сортов – ‘Лиловая Фея’, ‘Малиновая Чаша’, ‘Персиковая Чаша’, ‘Фарфоровая Чаша’, ‘Коралловые Рифы’ – разных направлений использования, с высоким декоративным потенциалом и высоким качеством посевного материала, получаемого на юге Западной Сибири.

Впервые на юге Западной Сибири окультурен дикорастущий образец *Clarkia purpurea* и создан первый отечественный сорт ‘Лиловая Фея’ (Патент № 13350, 2024). Впервые установлен характер наследования лиловой (фиолетовой) окраски цветков в популяции *C. purpurea* и разработана схема для селекции ее сортов.

Впервые разработан способ определения жизнеспособности пыльцы *in vitro* у видов и сортов кларкии [Патент № RU 2825471 C1, 2024]. Установлены тесные корреляционные связи между жизнеспособностью пыльцы и показателями семенной продуктивности.

Разработана отечественная методика RTG/1157/1 для испытания на отличимость, однородность и стабильность кларкии (*Clarkia*), включающая 36 идентификационных признаков. На этой основе по системе Международного союза по охране новых сортов растений (UPOV) проведено комплексное изучение и дана оценка 12 образцам. Два созданных сорта (‘Лиловая Фея’ и ‘Малиновая Чаша’) предложены для использования в качестве сортов-эталонов отечественной селекции.

Теоретическая и практическая значимость. В результате многолетней работы создан новый исходный материал кларкии, выявлены декоративные, хозяйственно ценные и идентификационные признаки, изменчивость которых определена их генотипом, а не средой, что позволяет расширить направления отечественной селекции и увеличить ассортимент однолетних декоративных культур, используемых для озеленения Западно-Сибирского региона и промышленного цветоводства.

Расширены и получены новые знания об особенностях репродуктивной биологии видов кларкии на юге Западной Сибири. Выявлены закономерности формирования семенной продуктивности у видов и сортов кларкии в зависимости от сроков начала цветения, жизнеспособности пыльцы и суммы активных температур выше 10 °C. Проведенные исследования могут быть полезны для сохранения биоразнообразия рода *Clarkia* в условиях *ex situ* как источника декоративных и хозяйственно-биологических признаков. Предложена схема селекции для создания новых сортов кларкии с отбором элитных растений в поколении F₂ и F₄ по признакам мужского гаметофита и другим селекционно ценным качествам.

На основе результатов исследования была создана национальная методика RTG/1157/1 испытаний на ООС Кларкия (*Clarkia Pursh*), используемая в государственном сортоиспытании декоративных культур, а также проведено производственное испытание созданных сортов

кларкии на предприятии ЗАО СхП «Мичуринец» Новосибирской области. Полученные сведения включены составной частью в лекционный курс и учебно-методическое пособие «Выращивание и уход за декоративными растениями (18103 – Садовник, 19524 – Цветовод)» и используются в учебном процессе на кафедре растениеводства и кормопроизводства, а также курсах дополнительного профессионального обучения ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ.

Методология и методы исследования. Основой методологии проведенных исследований являлись методические рекомендации отечественных [Былов, 1971, 1978; Дрягина, 1987; Методика ... , 1998; Левко, 2009; Ханбабаева, Березкина, 2020; Ушакова, Левко, 2020; Рахмангулов, Тихонова, 2021; Сорокопудова, 2021] и зарубежных ученых [Rasmuson, 1921; Niorth, 1948; Vasek, 1965; Gottlieb, 1989; Lin, Rausher, 2021b, Datta, 2021] в области селекции декоративных растений в целом и кларкии в частности, проведение учетов и наблюдений с использованием общепринятых методов сортоизучения, селекции, биотехнологии и семеноводства. Отбор и оценку признаков на отличимость, однородность и стабильность, а также диапазона их выраженности проводили в соответствии с методикой UPOV [Document tgp/8 ... , 2022]. В работе применены методы лабораторного и полевого эксперимента. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программ «Microsoft Excel 2007», «Statistica 10», Minitab 14, R-studio.

Положения, выносимые на защиту:

1. Выполненная работа по интродукции и селекции позволила расширить ассортимент высокодекоративного исходного материала кларкии (*Clarkia*), пригодного для разных направлений озеленения и промышленного цветоводства.
2. Разработана национальная Методика оценки новых сортов кларкии на отличимость, однородность и стабильность (RTG/1157/1) для использования ее в процессе государственного сортоиспытания.
3. Схема селекции для создания сортов разных направлений использования впервые окультуренного вида *C. purpurea*.

Степень достоверности. Достоверность полученных результатов подтверждена многолетними исследованиями, основанными на системном подходе и применении в научных исследованиях стандартных апробированных методик и современных методов исследований. Для анализа и обобщения полученных результатов использованы статистические методы: дисперсионный, кластерный, корреляционный и регрессионный.

Апробация результатов диссертации. Основные положения работы освещены в ежегодных отчетах, представленных на заседании кафедры растениеводства и кормопроизводства ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, а также представлены в виде докладов на площадках: международной научно-практической конференции «Селекция, семеноводство,

технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур», посвященной 90-летию ФГБНУ «ФНЦ риса» (Краснодар, 2021); Всероссийской научно-методической конференции «Агроклассы: состояние, проблемы и перспективы» (Уфа, 2021); Международной конференции «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии» (Барнаул, 2022, 2023); V Вавиловской международной конференции к 135-летию со дня рождения Н. И. Вавилова (Санкт-Петербург, 2022); IX Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные аспекты общей биологии, генетики, биотехнологии, защиты растений и их использование в практической селекции, семеноводстве и размножении сельскохозяйственных, садовых и лесных древесных растений» (Ялта, 2023); Международной научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения д-ра биол. наук, проф., академика РАН, Заслуженного деятеля науки России Г. П. Гамзикова «Актуальные тенденции в развитии агрономической науки» (Новосибирск, 2023); 7-й Международной конференции, посвященной 95-летию академика РАН П. Л. Гончарова «Генофонд и селекция растений» (Новосибирск; 2024); III Международного форума «Биотехнологии: наука, образование, индустрия» (Барнаул, 2021), IV Международного биотехнологического форума «BIOAsia–Altai» (Барнаул, 2024).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 22 работы, в том числе 7 статей в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 6 патентов.

Личный вклад автора. Основной материал для исследований получен автором самостоятельно: осуществлен анализ литературы, проведены полевые и лабораторные опыты, статистическая обработка, обобщение и интерпретация полученных результатов, апробация и внедрение в производство практических результатов исследований, написание диссертации. Совместно с научным руководителем проведено планирование экспериментов, разработана схема селекции культуры и способ определения жизнеспособности пыльцы у видов *Clarkia*.

Благодарности. Соискатель выражает огромную благодарность своему научному руководителю, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. ЦСБС СО РАН – Юрию Валентиновичу Фотеву за всестороннюю помощь, глубокую признательность канд. биол. наук, зам. директора Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических Ресурсов растений имени Н.И. Вавилова – Юлии Васильевне Ухатовой за организационную помощь, ректору Новосибирского ГАУ – Евгению Владимировичу Рудому за поддержку.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, практических рекомендаций для селекции, перспективы дальнейшей разработки темы исследования, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Работа изложена на 145 страницах, содержит 25 таблиц, 36 рисунков, 13 приложений. Список литературы включает 237 источников, в том числе 119 на иностранных языках.

ГЛАВА 1 БОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ИСТОРИЯ СЕЛЕКЦИИ КЛАРКИИ (*CLARKIA PURSH*) ЗА РУБЕЖОМ И В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В отечественной и зарубежной литературе приводятся неоднозначные данные о таксономическом составе рода *Clarkia*. В России и некоторых странах Европы до недавнего времени вид *C. amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr. и его подвиды относились к роду *Godetia* Spach. Поэтому представляется целесообразным привести историю обоснования таксономической принадлежности наших объектов исследования к роду *Clarkia*.

1.1 Систематическое положение рода *Clarkia Pursh*

Род *Clarkia* относится к семейству кипрейных (Onagraceae Juss.) в соответствии с современной классификацией Catalogue of Life [*Clarkia* Pursh, <https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/3QHQ>] и включает 8 секций: *Clarkia*, *Biortia* H. Lewis & M. E. Lewis, *Eucharidium* (Fischer & C. A. Meyer) H. Lewis & M. E. Lewis, *Fibula* H. Lewis & M. E. Lewis, *Godetia* (Spach) H. Lewis & M. E. Lewis, *Myxocarpa* H. Lewis & M. E. Lewis, *Phaeostoma* (Spach) H. Lewis & M. E. Lewis, *Rhodanthos* (Fischer & C. A. Meyer) P. H. Raven [Wagner et al., 2007; Lewis, Hoch, 2021].

Согласно описанию Х. Льюиса и П. Хоха для электронного издания «Флора Северной Америки» [Lewis, Hoch, 2021], род *Clarkia* объединяет 42 вида однолетних травянистых растений из семейства Onagraceae. Род назван в честь капитана Уильяма Кларка, одного из руководителей экспедиции Льюиса и Кларка 1804–1806 гг. через территорию США из Сент-Луиса к тихоокеанскому побережью. Виды кларкии были интродуцированы в Европу в 19-м в. Почти все они являются эндемиками западной части Северной Америки (а именно, Калифорнии) со средиземноморским климатом, кроме *C. tenella* (Cavanilles) H. Lewis & M. E. Lewis, которая встречается в Аргентине и Чили. Фото большинства видов и подвидов кларкии приведены в материалах веб-сайта «Флора Калифорнии» [*Clarkia purpurea* ..., <https://www.calflora.org/entry/occdetail.html?seqnum=po156648>].

В декоративных целях выращивают сорта следующих видов: кларкии прелестной *C. amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr. (= *Godetia amoena* (Lehm.) G. Don), включающей подвиды *C. amoena* ssp. *lindleyi* (Douglas) H. Lewis & M. E. Lewis (= *C. amoena* var. *lindleyi* (Douglas) C. L. Hitchcock; *G. amoena* var. *lindleyi* (Douglas) Jepson), *C. amoena* ssp. *whitneyi* (A. Gray) H. Lewis & M. E. Lewis (= *G. whitneyi* A. Gray; *G. hybrida* Hort.); кларкии ноготковой *C. unguiculata* Lindl. (= *C. elegans* Dougl) и *C. pulchella* Pursh, особенно широко культивируемой

в Европе [Lewis, Hoch, 2021]. Русские ученые М. Н. Гладцынов [1952] и Л. Н. Миронова и др. [2006] кроме этих видов отметили еще *C. bottae* (Spach) H. Lewis & M. Lewis (= *Godetia bottae* Spach).

В семейство кипрейных, по «Флоре СССР», входят 4 трибы, включающие 6 родов, многие из них имеют широкое распространение в культуре как декоративные [Штейнберг, 1949]. В составе трибы *Onagreae* наряду с другими родами упомянуты известные в садоводстве *Clarkia* и *Godetia* Spach. Оба этих рода не входят в число произрастающих в естественных растительных сообществах на территории СССР, поэтому их описание во «Флоре СССР» не приводится [Штейнберг, 1949].

По данным зарубежных авторов Р. Н. Raven [1979] и R. A. Levin et al [Paraphyly ... , 2004], семейство *Onagraceae* включает 17 родов, 674 вида.

По исследованию R. P. Overson и коллектива авторов [A phylogeny ... , 2023], проведённому с использованием точных молекулярно-генетических методов, включающих картирование сайтов рестрикции и прямое секвенирование нуклеиновых кислот, семейство *Onagraceae* состоит из 2 подсемейств, *Ludwigioideae* и *Onagroidea*, и 7 триб, включающих 22 рода и 664 вида трав, кустарников и деревьев. Ученые W. L. Wagner, P. C. Hoch, P. H. Raven [Wagner et al., 2007] в своей монографии рассмотрели трибу *Onagreae*, включающую род *Clarkia*, состоящий из 42 самосовместимых видов (66 таксонов), распределенных на 8 секций и 10 подсекций.

Н. Lewis и М. Lewis [1955] в роде *Clarkia* рассматривали и виды, часто относимые к роду *Godetia*, но среди 40 видов и 19 подвидов *Clarkia* они выделяли два красивоцветущих: *C. amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr. и *C. botae* (Spach) H. Lewis & M. E. Lewis. Первый вид, *C. amoena*, и его подвид *C. amoena* ssp. *amoena* авторы также называли “Farewell to spring” (пер. с англ.: прощание с весной), что связано с тем фактом, что растения зацветают в конце сезона полевых цветов; и еще один подвид, *C. amoena* ssp. *whitneyi* (A. Gray) H. Lewis & M. E. Lewis был назван “Whitney's Farewell to spring” (пер. с англ.: прощание с весной Витнея). Второй вид, *C. botae*, получил название “Punchbowl *Godetia*” (пер. с англ.: чашеобразная *Godetia*) [Lewis, Lewis, 1955].

W. L. Jepson в 1868 г. на основании сделанного им описания садовых экземпляров *Godetia whitneyi* (*Oenothera whitneyi* Gray) решил приравнять этот вид к *Godetia grandiflora* Lindl. (впоследствии он сделал комбинацию *Godetia amoena* var. *lindleyi* (Douglas) Jeps.) [Jepson, 1907]. Против объединения *Oenothera whitneyi* Gray с *Godetia grandiflora* Lindl. выступали A. Nelson и J. Macbride [1918], также как и C. L. Hitchcock [1930], который доказал, что по морфологическим признакам плода *Godetia grandiflora* является идентичной *Godetia amoena*,

единственному виду годечий, имеющему линейную четырехгранную коробочку [Nelson, Macbride, 1918, Hitchcock, 1930].

В России, а также некоторых европейских странах (Молдавии, Германии, Болгарии и др.) до настоящего времени в родовом названии вида кларкии прелестной (*C. amoena*) и его подвидов широко использовался родовой эпитет *Godetia* Spach, который упоминался как самостоятельная систематическая единица [Кичунов, 1941; Киселев, 1964; Полетико, Мишенкова, 1967; Щилиянова, 1964, 1968; Николаенко, 1971; Митт, 1973; Савва, 1982, 1986; Манолий, 1989; Каталог ... , 1997; Левко, 2001; Миронова и др., 2006; Сарлаева и др., 2016; Калита, 2020; Васильева, Сарлаева, 2021; Соловьева и др., 2022; Мазаева, 2023; Grosse, 1895; Onagraceae ... , 1973; Seyffert, 1975; Grunert, 1984].

В Германии распространены следующие названия видов кларкии: *C. amoena* – “Atlasblume”, “Godetie”, “Sommerazalee” (пер. с нем.: атласный цветок, годечия, летняя азалия); *C. pulchella* – “Großblütige Clarkie” (пер. с нем.: крупноцветковая кларкия; *C. unguiculata* – “Zierliche Clarkie” (пер. с нем.: маленькая кларкия) [Onagraceae ... , 1973; Lippert, Meierott, 2018].

Немецкий ученый F. E. Grosse [1895] в работе «Сравнительная анатомия семейства Onagraceae» к роду *Godetia* относил 6 видов, 3 из которых являются синонимами современных видов *Clarkia* и их описания включены в издание «Флора Северной Америки» [Lewis, Hoch, 2021]: *G. willdenowiana* Spach (*C. purpurea* (Curtis) A. Nelson & J. F. Macbr.), *G. lepida* (*C. purpurea* ssp. *viminea* (Douglas) H. Lewis & M. E. Lewis), *G. grandiflora* (*C. amoena* ssp. *lindleyi* (Douglas) H. Lewis & M. E. Lewis); а один вид, *Godetia romanzoffii*, является синонимом *Clarkia romanzovii* (Ledeb. E x Hornem.) A. Nelson & J. F. Macbr. или *Oenothera romanzovii* Ledeb [Grosse, 1895]. Последний вид также описан в работе A. Nelson и J. F. Macbride [1918] и назван в честь графа Н. П. Румянцева, снарядившего экспедицию к берегам Северной Америки (1815–1818 гг.) [Hortus ... , <https://hortuscamden.com/plants/print/clarkia-romanzovii-a.nelson-j.f.macbr>], и в настоящее время перечислен среди синонимов *C. purpurea* в обширной базе данных: plantaedb.com, но в описаниях «Флоры Северной Америки» и «Флоры Калифорнии» отсутствует [Lewis, Hoch, 2021; *Clarkia purpurea* ... , https://www.calflora.org/entry/occdetail.html?seq_num=po156648; *Clarkia purpurea*, <https://plantaedb.com/taxa/phylum/angiosperms/order/myrtales/family/onagraceae/genus/clarkia/species/clarkia-purpurea>].

Во «Флоре Средней Европы» в семейство Onagraceae были включены только 2 вида кларкии: *C. pulchella* Pursh и *C. elegans* Dougl [Hegi, 1975].

Р. А. Munz, С. L. Hitchcock и W. L. Jepson выделяли два самостоятельных рода – *Clarkia* и *Godetia*, основываясь на форме лепестков цветка [Munz, Hitchcock, 1929; Jepson, 1908].

По предложению А. Nelson и J. F. Macbride [1918], роды годения и кларкия были объединены в один общий – *Clarkia*, при этом отмечалось, что *C. rhomboidea* Douglas ex Hock является переходным видом, а другой вид, *C. biloba* (Durand) A. Nelson & J. F. Macbr., является одним из связующих звеньев между ними и способен скрещиваться с *C. elegans* (синоним *C. unguiculata* H. Lewis & M. E. Lewis) [Королева и др., 2021a; Nelson, Macbride, 1918].

В своих работах Н. Lewis, М. Е. Lewis [1955], Н. Lewis, М. R. Roberts [1956] и В. Грант [1991] подтвердили, что вероятное направление эволюции видов рода *Clarkia* на тихоокеанском побережье Северной Америки шло от мезофильных форм, приспособленных к климату с умеренной влажностью, до ксерофитов. Предковый вид, обитавший в умеренно влажных местах, был близок к современным видам *C. amoena* или *C. rubicunda* (Lindl) H. Lewis & M. E. Lewis. Промежуточная стадия в этом ряду представлена ныне живущим видом *C. biloba* (Durand) A. Nelson & J. F. Macbride, а конечная ксерофитная стадия – видом *C. lingutaia* H. Lewis & M. E. Lewis. Переход от *C. biloba* к *C. lingulata* произошел в результате квантового видообразования [Lewis, Lewis 1955; Lewis, Roberts, 1956; Грант, 1991; Королева и др., 2021a].

Н. Lewis [1953] при исследовании механизмов эволюции рода *Clarkia* соотнес следующие виды годении и кларкии: «*G. amoena* = *C. rubicunda*; *G. hispidula* = *C. arcuate*; *G. nutans* = *C. gracilis*; *G. parviflora* = *C. speciosa*; *G. quadriwulnera* = *C. purpurea*; *G. viminea* = *C. williamsonii*; *G. whitneyi* = *C. amoena*; *C. elegans* = *C. unguiculata*» [Lewis, 1953; Королева, 2022c].

Во «Флоре Калифорнии» в числе 12 родов семейства Onagraceae род *Godetia* как самостоятельный не числится и приводится как синонимом 9 таксонов рода *Clarkia*. Имеется описание рода *Clarkia*, в котором 31 самостоятельный вид, 24 разновидности, 8 подвидов и 5 форм [Munz, Keck, 1973; Королева и др., 2021a].

В более позднем издании М. Джемсона о высших растениях Калифорнии монограф рода *Clarkia* Н. Lewis привел описание 40 видов кларкии и 19 подвидов [Jepson, 1993]. Описания рода *Clarkia* в «Калифорнийской флоре» [Munz, Keck 1973, с. 786] и в монографии Джемсона [Lewis, 1993, с. 786] в основном совпадают, но только 2 вида имеют синоним *Godetia*.

В конечном итоге на сегодняшний день в научных работах были приняты позиции исследователей эндемичной флоры Северной Америки А. Nelson и J. F. Macbride [1918], Н. Lewis [1953], Ph. Munz и D. D. Keck [1973], K. J. Sytsma и J. F. Smith [1992], M. Jepson [1993], W. L. Wagner et al. [2007], Overson et al. [A phylogeny ... , 2023] и используется единое общенаучное название рода – *Clarkia* [Королева и др., 2021a; Королева, 2022c; Королева, Фотев, 2024a, 2024b].

Секции и подсекции *Clarkia*. W. L. Wagner с соавторами [Wagner et al. 2007] в своей монографии произвели разделение рода *Clarkia* на 8 секций и 10 подсекций. При этом в секцию

Rhodanthos (Fischer & C. A. Meyer) P. H. Raven включает 3 подсекции – (1) *Primigenia* H. Lewis & M. E. Lewis, (2) *Flexicaules* H. Lewis & M. E. Lewis, (3) *Jugales* H. Lewis & M. E. Lewis. Секция *Phaeostoma* (Spach) H. Lewis & M. E. Lewis включает 7 подсекций: (1) *Lautiflorae* H. Lewis & M. E. Lewis, (2) *Prognatae* H. Lewis & M. E. Lewis, (3) *Micranthae* K. E. Holsinger & H. Lewis, (4) *Connubium* (H. Lewis & M. E. Lewis) W. L. Wagner & Hoch, (5) *SymphERICA* K. E. Holsinger & H. Lewis, (6) *Phaeostoma* (Spach) K. E. Holsinger, (7) *Heterogaura* (Rothrock) W. L. Wagner & Hoch).

Описание секций и видов рода *Clarkia*, к которым принадлежат объекты исследования, приводится по «Флоре Северной Америки» [Lewis, Hoch, 2021]

(с учетом исследования коллектива авторов Wagner et al. [2007])

Секция *Godetia* (Spach) H. Lewis & M. E. Lewis. Включает 7 самосовместимых видов (15 таксонов). Оси соцветия прямостоячие или распростертые (*C. davyi*, *C. prostrate*); бутоны прямостоячие. Цветки: цветочная трубка от воронковидной до обратноконической, 2–15 мм; чашелистики загнуты поодиночке или парами; лепестки от лавандово-розового до темно-вишнево-красного, с белым или желтым оттенком около середины или у основания, обычно – пурпурно-красные с пятнами, обратнойцевидные или обратно-дельтавидные, нелопастные, коготки незаметны или отсутствуют; 8 почти равных тычинок; коробочки восьмиребристые.

Распространение: луга, дубовые или хвойные леса Калифорнии, северо-запад Мексики и Южной Америки.

К данной секции принадлежит наш объект исследования *C. purpurea* (Curtis) A. Nelson & J. F. Macbride, впервые интродуцированный на юг Западной Сибири в 2011 г.

***C. purpurea* (Curtis) A. Nelson & J. F. Macbr.** (= *Godetia purpurea* (Curtis) G. Don) – описание вида и подвидов по «Флоре Северной Америки» совпадает с описанием по «Калифорнийской флоре» [Munz, Keck, 1973]. Стебель: от лежачего до прямостоячего, менее 1 м, от голого до коротко-опушенного, сизый. Листья: черешки 0–2 мм; листовая пластина 1,5–7 см, линейная или узко-ланцетная до эллиптической или яйцевидной. Соцветия открытые или плотные кисти, ось в бутоне прямая; бутоны прямостоячие. Цветки: гипантий 2–10 мм, без заметных жилок; чашелистики остаются сросшимися до половины или свободные; венчик чашеобразный, лепестки веерообразные, обратнойцевидные или эллиптические, от бледно-розового, лавандового до фиолетового, пурпурного или темно-вишнево-красного цвета, часто с красным или пурпурным пятном, расположенным ближе к центру или дистально; тычинок 8, пыльники одинаковые; завязь восьмибороздчатая. Коробочки: 1–3 см; семена коричневые или серые, 1–2 мм, чешуйчатые, гребешок 0,2 мм. Хромосомы: $n = 26$. *C. purpurea* состоит из разнообразной совокупности гексаплоидных популяций и вероятно произошла путем обратного скрещивания с родительскими видами. Три ее морфологические формы признаны подвидами:

C. purpurea ssp. *purpurea*, *C. purpurea* ssp. *quadrivulnera* (Douglas ex Lindley) H. Lewis & M. E. Lewis, *C. purpurea* ssp. *viminea* (Douglas) H. Lewis & M. E. Lewis, которые встречаются в Вашингтоне, Аризоне, Нижней Калифорнии. Вид распространен в Северной Америке и на северо-западе Мексики.

Распространение: ареал *C. purpurea* не пересекается с другими видами *Clarkia*, встречающимися на юго-востоке Калифорнии.

Секция *Phaeostoma* (Spach) H. Lewis & M. E. Lewis. Это самая крупная секция кларкии, включающая 15 видов, в том числе *C. unguiculata* Lindley, к которому принадлежат наши объекты исследования.

По большей части все виды соответствуют группам, первоначально выделенным H. Lewis и M. E. Lewis [1955]. Виды секции *Phaeostoma* имеют цельные лепестки, которые сужаются к отчетливому коготку, оси соцветия изогнутые или прямостоячие; бутоны свисающие или прямостоячие. Цветки: цветочная трубка колокольчатая, 1–5 (7) мм длиной; чашелистики загнуты вместе в одну сторону; лепестки бледно-лиловые, розово-пурпурные или белые, обратнойцевидные, или лопатчатые, или веерообразные, безлопастные или (редко) двухлопастные, суженные к коготкам; тычинок 8, в двух неравных наборах, наружные пыльники темно-розовые или пурпурные, внутренние более короткие, бледно-розовые или кремовые, редко стерильные; завязь четырех- или восьмибороздчатая, или гладкая. Коробочки узкоцилиндрические или субверетеновидные, четырехбороздчатые или восьмибороздчатые, или ребристые, либо гладкие; сидячие или почти сидячие.

Распространение. Виды обитают на открытых лугах, в дубовых или сосновых лесах и чапарале в центрально-западной Калифорнии (США), включая Нормандские острова, в Аризоне, вдоль южных прибрежных хребтов, предгорьях Сьерра-Невады и западных поперечных хребтах, до крайнего юго-запада Калифорнии, включая северную Нижнюю Калифорнию и Мексику. К данной секции относится подсекция *Phaeostoma*, образующая особую группу, отличающуюся тем, что коготки лепестков имеют такую же длину или длиннее, чем лопасти лепестков, и включающую 4 диплоидных вида ($n = 9$), в том числе *C. unguiculata*.

***C. unguiculata* Lindl.** (= *C. elegans* Douglas ex Lindl., *Phaeostoma douglasii* Spach, *C. eiseneana* Kellogg, *Phaeostoma elegans* A. Nelson, *Oenothera elegans* E. H. L. Krause) – описание по «Флоре Северной Америки» совпадает с описанием по «Флоре Калифорнии» [Munz, Keck, 1973]. Стебли прямостоячие, 30–100 см высотой, голые, сизоватые. Листья: черешок 0–10 мм; пластинка от ланцетной до эллиптической или яйцевидной формы, 1–6 см длиной. Соцветия открытые кисти, иногда разветвленные, оси прямостоячие; бутоны поникающие. Цветы: цветочная трубка 2–5 мм; чашелистики от редко до густо опушенных, согнуты вместе в одну сторону, от зеленого до темно-красного цвета, с более длинными,

прямыми, раскидистыми волосками до 3 мм; венчик вращающийся, лепестки от лавандово-розового до лососевого или темно-красновато-фиолетового цвета, треугольные или ромбовидные до почти шаровидных, 10–25 мм, коготок тонкий, цельнокрайний, редко несколько расширенный у основания; тычинок 8, неравные, наружные пыльники красные, внутренние меньше, светлее; завязь с волосками, как на чашелистиках; рыльце выступает за рамки пыльников. Коробочки 15–30 мм. Семена коричневые, 1–1,5 мм, бугорчатые, гребешок незаметный. $2n = 18$. Период цветения: апрель – сентябрь. Вид широко распространен в Калифорнии (США) и встречается на большей части южных двух третей штата, обитает в лесных массивах, высота над уровнем моря: 0–1500 м.

Секция *Rhodanthos* (Fischer & C. A. Meyer) P. H. Raven. Подразделена на три подсекции и включает 6 видов, все они эндемики Калифорнии, ареал распространения – на севере до Британской Колумбии, Канады и на восток до Невады. Соцветия: ось изогнутая или прямая; бутоны свисающие или вертикальные. Цветки: цветочная трубка обратноконической формы, 1–10 мм; чашелистики загнуты вместе в одну сторону; лепестки от розовых до лавандовых или светло-фиолетовых, редко белые, обычно с красным пятном в центре или красной зоной у основания, обратнойцевидные или веерообразные, нелопастные, коготки незаметны или отсутствуют; тычинок 8, почти равных. Коробочки четырехгранные, четырех- или восьмибороздчатые; сидячие или на ножке.

К данной секции относится диплоидная подсекция *Primigenia* H. Lewis & M. E. Lewis ($n = 7$), включающая 3 вида, в том числе *C. amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbride, к которому принадлежат наши объекты исследования [Королева и др., 2021a].

***C. amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr.** (= *Godetia amoena* (Lehm.) G. Don). Происхождение – США. Стебель от стелющегося до прямого, высотой 20–200 см. Листья: черешок менее 1 см, листовая пластинка 1–6 см, линейные или ланцетные. Соцветие расчлененное или компактное, ось соцветия прямая, бутоны вертикальные. Гипантий 3–10 мм, чашелистики – 4, остаются трубкообразными; венчик чашеобразный, длина лепестков 15–60 мм, форма от обратнойцевидных до веерообразных, окраска от розовых до бледно-лиловых, с центральным пятном; тычинок 8, в двух равных наборах, пыльники одинаковые, завязь цилиндрическая (четырёхбороздчатая) или веретенообразная (восьмибороздчатая); рыльце выше тычинок; плод открытый. Коробочки 15–40 мм, иногда более широкие дистально; цветоножка 0–13 мм. Семена от коричневых до серовато-коричневых, 1–1,5 мм, чешуйчатые, с гребешком 0,1 мм.

Распространение. Отмечены следующие локации: остров Ванкувер, Калифорния, Монтана, Орегон, Вашингтон (США).

***C. amoena* ssp. *lindleyi* (Douglas) H. Lewis & M. E. Lewis** (= *C. amoena* var. *lindleyi* (Douglas) C. L. Hitchcock, *Godetia amoena* var. *lindleyi* (Douglas) Jepson). Высота над уровнем моря: 0–300 м. Стебли прямостоячие, до 200 см высотой. Соцветия – плотные кисти; прицветники от узколанцетных до ланцетных; междуузлия короче смыкающих цветков. Цветки: лепестки без красного пятна около середины пластинки или с очень мелким пятном или полоской, 30–40 мм; завязь цилиндрическая, 2–3 мм шириной, четырёхбороздчатая; рыльце выходит за пределы пыльников. $2n = 14$. Период цветения: июль – август.

Распространение: Британская Колумбия, Орегон, Портленд, район вокруг Фрейзер-Крик (США).

***C. amoena* ssp. *whitneyi* (A. Gray) H. Lewis & M. E. Lewis** (= *Godetia whitneyi* (A. Gray) T. Moore; *G. hybrida* Hort., Whitney's Farewell to spring – Прощание с весной Витнея). Высота над уровнем моря: 0–100 м. От предыдущего подвида отличается лежащими стеблями до 100 см высотой, цветками с ярко-красным пятном в центре лепестка, широковеретеновидной восьмибороздчатой завязью 8–12 мм шириной; рыльце выходит за пределы пыльников. Подвиды обитают на лесных массивах, опушках полей, вдоль железнодорожных путей. Отмечены следующие локации подвидов: Бинген, Дуглас, Винчестер, Орегон, Вашингтон (США).

1.2 Биологические особенности видов кларкии

Все виды *Clarkia* встречаются отдельными колониями разного размера от нескольких сотен до нескольких тысяч особей. Колонии обычно существуют в течение многих лет (до 20 лет) на одном и том же участке [Lewis, 1953], на хорошо дренированных почвах, а некоторые виды могут встречаться в соседних, более засушливых сообществах [Королева и др., 2021a; Lewis, Lewis, 1955]. В Калифорнии, регионе, подверженном сезонной засухе, представители однолетнего рода *Clarkia* расцветают весной, одними из последних [Hove et al., 2016]. *C. unguiculata* широко распространена в прибрежных хребтах и в предгорьях Сьерра-Невады в Калифорнии. Существует предположение, что *C. unguiculata*, возможно, мигрировала на возвышенности в ответ на возросшую засушливость, оставив адаптированные раннецветущие популяции в более ксерических местах обитания на невысокой или сухой границе своего ареала [Vasek, 1964; Vasek, 1988].

Виды кларкии *C. amoena*, *C. purpurea* и *C. unguiculata* и другие естественно произрастают в округе Напа, расположенном к северу от залива Сан-Пабло, в прибрежных горах. Для округа характерен продолжительный вегетационный период [Hickman, 1993]. Годеция (*C. amoena*) растет в горных местностях на высоте 500–1 500 м н. у. м., а также на

горных склонах и плоскогорьях, дает семена после начала дождей, зацветая весной [Seyffert, 1975].

Как отмечала Л. А. Китаева, годеция (*C. amoena*) – холодостойкое, светолюбивое растение, хорошо растет на суглинистых почвах, богатых органическими веществами, требовательна к увлажнению [Китаева, 1983]. Холодная, влажная погода, так же, как и жара, неблагоприятны для нее [Кичунов, 1941; Киселев, 1964; Grunert, 1984].

По данным ряда авторов, годецию (*C. amoena*) размножают семенами, посевом в открытый грунт (весной или под зиму) или рассадным способом. Весенний посев необходимо производить как можно раньше, как только прогреется почва [Гладский, 1977; Сарлаева и др., 2016], но при температуре почвы плюс 25 °С посев необходимо прекращать [Щилиянова, 1964]. Е. Щилияновой выявлено отсутствие глубокого покоя у семян *G. grandiflora* ‘Sybil Sherwood’ и способность к началу прорастания при температуре 4 °С, оптимальная температура прорастания была 15–20 °С [Щилиянова, 1964].

C. amoena относится к выносливым культурам, она способна выдерживать пониженные температуры и заморозки до минус 4,5 °С и ее можно сеять за 2–4 недели до наступления последних сильных заморозков [Хоуторн, Поллард, 1957; Рогова, 1967]. На основании данных о способности годеции (*C. amoena*) вегетировать и цвести после довольно сильных заморозков Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН рекомендовал ее как один из перспективных видов с высокими декоративными качествами для широкого внедрения в озеленение при грунтовом посеве [Рогова, 1967, 1983].

Некоторые виды кларкии, относящиеся к группе культур с коротким вегетационным периодом, перспективны для озеленения лесостепи Западной Сибири [Байкова, 1993].

Отмечается продолжительное цветение кларкии в условиях Крайнего Севера [Горбунова, 2004].

В климатических условиях Болгарии семена годеции крупноцветковой (*C. amoena*) зимовали, посеянные на поверхность почвы, и не повреждались при температуре минус 20 °С, поэтому рекомендуется посев семян проводить поздней осенью (XI–XII) [Щилиянова, 1964]. В условиях умеренной полосы, а также и лесостепи Западной Сибири рекомендован осенний посев кларкии и годеции в открытый грунт не ранее второй половины октября, до наступления устойчивого похолодания [Байкова, 1993; Васильева, Сарлаева, 2021; Ханбабаева, Кондратенко, 2022].

Существуют разные классификации травянистых декоративных однолетних растений: Н. А. Базилевской [1960], основанная на центрах происхождения цветочных культур; И. В. Верещагиной [1968] – по способности к вызреванию семян; Л. А. Кочановой [1985] с дополнением О. А. Пасько [2000] – по сумме эффективных температур, достаточных для

цветения и получения семян; Е. В. Байковой [1993] – по зимостойкости семян и длине вегетационного периода; Г. В. Шипаевой и Л. Н. Мироновой – по ритму развития и продолжительности цветения [2009]; О. Н. Дубровой [2016] – по срокам и продолжительности цветения.

Классификация развития летников И. В. Верещагиной [1968] основывалась на их способности к вызреванию семян в условиях низкогорной и лесостепной зон Алтайского края. Она выделила 4 группы: 1) 23 вида, включая *C. unguiculata*, которые успевают закончить вегетацию с полным вызревaniem семян до наступления заморозков; 2) 19 видов, которые цветут и дают зрелые семена в достаточном количестве, но не заканчивают вегетацию до заморозков; 3) 13 видов, включая *G. atoeana*, которые цветут, но не плодоносят или плодоносят в слабой степени.

В основу классификации, предложенной Л. А. Кочановой [1985] и дополненной О. А. Пасько [2000], положена сумма эффективных температур и цветочная и семенная продуктивность в условиях юга таежной зоны Западной Сибири: 1 группа – 8 видов, заканчивают вегетацию с полным вызреванием семян при сумме эффективных температур, равной или превышающей 1 100 °С; 2 группа – 20 видов, к которым отнесены *C. unguiculata* и *G. atoeana*, жизненный цикл не заканчивают, но дают зрелые семена – при сумме эффективных температур 1 300 °С и более; 3 группа – 11 видов, семена не образуют или образуют их в благоприятные годы, нуждаются в сумме эффективных температур не менее 1 600 °С; 4 группа – 6 видов, при грунтовом посеве не достигают фазы массового цветения и нуждаются в сумме эффективных температур не менее 3 000 °С [Пасько, 2000].

Классификация Е. В. Байковой [1993] основана на делении однолетних цветочных культур по зимостойкости семян и продолжительности вегетационного периода, где *C. atoeana* и *C. unguiculata* отнесены ко второй группе – с зимующими семенами и коротким вегетационным периодом (менее 125 дней) [Байкова, 1993].

Г. В. Шипаева и Л. Н. Миронова [2009] выделили 4 группы летников по ритмам развития: к первой относятся 12 видов с короткими фазами развития от всходов до цветения и созревания семян; ко второй – 204 вида, происходящих из очагов Средиземноморья и Северной Америки, у которых цветение и созревание семян продолжаются непрерывно до наступления заморозков, в эту группу отнесена кларкия; в третью (55 видов) и четвертую (25 видов) группы включены культуры, происхождение которых – тропики Южной Америки, Южной Африки и Центральной Америки, им необходимо продолжительное и очень продолжительное время до начала цветения и созревания семян [Шипаева, Миронова, 2009].

Классификация О. Н. Дубровой [2016], основанная на наблюдениях за сроками и продолжительностью цветения коллекции летников Центрального ботанического сада НАН

Беларуси, в основном, совпадает с классификацией, предложенной Г. В. Шипаевой и Л. Н. Мироновой [2009], основанной на феноритмах цветения коллекции летников Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра РАН (Республика Башкортостан). Авторы выделили три группы летников по срокам цветения: раннецветущих, зацветающих в мае – начале июня; поздноцветущих, зацветающих в августе – сентябре; и среднецветущих, зацветающих в июне – июле; по продолжительности цветения: с коротким периодом цветения (менее месяца), длительным периодом цветения (более 3 месяцев) и промежуточным [Шипаева, Миронова, 2009; Дуброва, 2016].

По данным отечественных и зарубежных исследований, цветение *Godetia amoena* в разных точках Земного шара наступает через 55–180 суток (далее – сут) в зависимости от срока посева или даты появления всходов: в Новосибирске – через 55 сут от появления всходов (24.05) [Зубкус, Щукина, 1968; Зубкус, Бурова, 1986]; в Барнауле – через 80–90 сут от посева [Верещагина, 1968]; в Якутске – через 92 сут от посева (18.04, теплица) и через 82 сут от посева (01.06, грунт) [Кротова, 1970; Кротова, Ярина, 1977]; в Уфе – через 78 сут от посева (27.04) [Рогова, 1967]; в Софии (Болгария) – через 66–80 сут от посева [Щилиянова, 1968]; в Кишинёве (Молдавия) – через 60–90 сут от посева [Манолий, 1989]; в Тóрре-дель-Грёко (Италия) – через 180 сут от посева (29.10) и через 75 сут от посева (04.05) [Pascale, Napoli, 1998]; в Химачал-Прадеш (Индия) – через 152–187 сут от посева (01.12; 17.10; 17.09) [Effect ... , 2015; Variation ... , 2016].

В 1964 г. в условиях Болгарии проводились наблюдения за биологией цветения *Godetia grandiflora* Lindl. двух сортов – ‘Kirschkoenigin’ и ‘Sybil Sherwood’. Посев 2–4 апреля на постоянное место, при этом продолжительность цветения целого растения у сорта ‘Сибил Шервуд’ составила 44–222 сут, а у другого – 22–238 сут. Средняя дата продолжительности жизни цветка и время, необходимое для созревания плода, составляло у сорта ‘Kirschkoenigin’ 4–5 и 23–29 сут, а у ‘Sybil Sherwood’ – 5–6 и 30–43 сут соответственно [Щилиянова, 1968].

По мнению А. П. Шенникова, «в смене и содержании стадий фенологического развития растительности отражаются физико-географические особенности среды» [Шенников, 1964].

Установлено, что разные сроки посева однолетних цветочных культур оказывали существенное влияние на продолжительность различных периодов роста и развития, а также на цветочную и семенную продуктивность [Effect ... , 2015; Variation ... , 2016].

В интродуцированном растении изменяется весь комплекс анатомо-морфологических признаков и физиологических свойств, что отражается в особенностях их адаптации к среде обитания и в совокупности может способствовать переходу в новую жизненную форму [Аврорин, 1965; Базилевская, 1981; Байкова, 2013].

Одним из основных критериев успешности интродукции является стойкость фенологического спектра, Т. В. Шулькина, отмечает: «Фенологически стойкие виды цветут, как и аборигенные растения, из года в год при накоплении определенной суммы температуры. Колебание этой величины у фенологически стойких видов по годам незначительное» [Шулькина, 1987].

В настоящее время связь между наступлением фенологических фаз и климатическими факторами мест географической локализации или интродукции видов вызывает особый интерес ученых, так как эти данные могут быть использованы и для прогнозирования видоспецифических сдвигов даты цветения в ответ на предстоящее изменение климата, и для моделирования декоративности ландшафтных экспозиций [Васильева, Вышегуров, 2022; Experimental ... , 2012; Old plants ... , 2017; Park et al., 2020].

Исследователями из США была установлена зависимость продолжительности и скорости цветения видов кларкии (*Clarkia unguiculata*, *Clarkia cylindrica* (Jeps.) H. Lewis & M. E. Lewis) от климатических условий географической области произрастания за период с 1900 по 2012 г. (по гербарным образцам), а также выявлено, что совокупное количество осадков за год (около 400 мм) увеличивало продолжительность цветения, а высокие весенние температуры ускоряли процессы цветения [Phenological ... , 2021]. Установлено, что у видов из секц. *Phaeostoma* раннее цветение является адаптацией к температурному стрессу от летней засухи [Jonas, Geber, 1999].

I. M. Lacher и W. Schwartz в своих исследованиях отметили положительную реакцию вида *Clarkia purpurea* на повышение температуры [Lacher, Schwartz, 2016]. Также установлена положительная реакция популяций *Clarkia exilis* H. Lewis & Vasek в период цветения (апрель – июнь) на повышение среднемесячной максимальной температуры на 3 °C по сравнению с местами обитания популяций *Clarkia unguiculata* [Schneider, Mazer, 2016].

В Клермонте (Калифорния, США) исследовались местные однолетние растения кларкии (*C. purpurea* ssp. *quadrivulnera*), которым для прорастания необходимы прохладные температуры и осадки, и обычно всходы у них появлялись позже, в декабре или январе [Why are native, 2016; Thomson et al., 2017].

Абиотические факторы, такие как ультрафиолетовое излучение, способствуют цветочному разнообразию и различным вариациям мультиспектральной окраски и рисунка цветков у *C. unguiculata* в зависимости от географического месторасположения популяций кларкии [Outcrossing ... , 2016; Peach et al., 2020].

В исследованиях О. А. Пасько и С. В. Манолий были подробно освещены вопросы индивидуального развития растений *Clarkia unguiculata* и *Godetia grandiflora* на основе опытов, проведенных в условиях г. Кишинёва (Молдова) и г. Томска (Россия). Этапы онтогенеза у двух

видов совпадают, различие касается только скорости наступления и продолжительности этапов органогенеза, у *G. grandiflora* все этапы более растянуты во времени [Пасько, Ерёменко 1997; Манолий, 1989].

Процесс оплодотворения, формирования и развития семени зависит от скорости достижения пыльцевой трубкой зародышевого мешка [Батыгина, Виноградова, 2007].

Известно, что адаптация видов к экологическим условиям зависит от естественной селекции мужских гаметофитов при оплодотворении, а эффективность отбора, по мнению Н. Н. Балашовой и др., «зависит от времени экспрессии в микрогаметофитной стадии генов, детерминирующих признаки, по которым ведется селекция спорофитов, а также гетерогенности используемой популяции пыльцевых зерен» [К вопросу ... , 2001]. Скорость прорастания пыльцы и роста пыльцевых трубок играет важную роль в определении успеха отдельных мужских гаметофитов, что позволяет предположить, что гены, способствуя экологическому преимуществу высококачественных гаметофитов, также повышают приспособленность последующих поколений в диплофазе [Ottaviano et al., 1986; Pedersen et al., 1987].

Для селекции большое значение имеет предварительная оценка жизнеспособности пыльцы [Методы ... , 2000].

Для прорастания пыльцы необходимы определенные условия: температура, влажность, состав среды и другие [Голубинский, 1974]. Основными компонентами обычно используемых сред для проращивания пыльцы являются сахароза и борная кислота [Патент № 328885 А1 СССР, 1972]. Интенсивный рост пыльцевых трубок приводит к высокой скорости дыхания клеток и требует высоких энергетических затрат, которые метаболизируются из запасенного клеточного крахмала и вновь ассимилированных сахаров в АТФ [Pyruvate..., 2005; Rounds et al, 2011]. Однако исследователи Z. Hong-qi и A. F. Croes [1982] при проращивании пыльцы петунии гибридной *in vitro* выявили, что применение сахарозы в среде для культивирования пыльцы способствует увеличению интенсивности ее дыхания, а полиэтиленгликоль (ПЭГ 400) значительно превосходит сахарозу в качестве основного компонента среды.

Ученые J. L. Brewbaker и В. Н. Kwack [1963] выяснили, что ионы кальция ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), а также K^+ , Mg^{++} , Na^+ играют определяющую роль при прорастании пыльцы у 86 видов растений, относящихся к 39 семействам.

В настоящее время пыльцевая селекция широко применяется как экспресс-метод для оценки реакции генотипов на различные абиотические стресс-факторы, токсические вещества и патогены, для оценки устойчивости разных видов растений к высоким и низким температурам [Фотев, 2001, 2018, 2022].

На конкурентоспособность пыльцы кларки могут влиять различные морфологические характеристики, включая размер и объем пыльцевых зерен [Hove, Mazer, 2013]. Пыльца у

кларкии крупная, пыльцевые зерна достигали в длину 100–150 мкм, подавляющее большинство образцов пыльцы представляли собой очень рыхло агрегированные пыльцевые массы, которые были более подвержены переносу от пчелы к цветку [MacSwein et al., 1973; Grímsson, 2012].

Скорость роста пыльцевых трубок (*in vivo*) в зависимости от способа опыления у разных видов кларкии изучали N. Y. Smith-Huerta [1996], M. A. Kerwin и N. Y. Smith-Huerta [2000], S. J. Mazer et al. [The joint ... , 2010], A. A. Hove и S. J. Mazer [2013].

Исследователи A. A. Hove и S. J. Mazer [2013] при сравнении перекрестноопыляемой популяции кларкии (*C. unguiculata*) и самоопыляющейся (*C. exilis*) выяснили, что способ опыления не влиял на морфометрические характеристики пыльцы, но большей скоростью роста пыльцевых трубок обладал перекрестноопыляемый таксон [Hove, Mazer, 2013], что не противоречило данным, полученным N. Y. Smith-Huerta [1996] при сравнении двух популяций вида *Clarkia tembloriensis* Vasek.

A. A. Hove, S. J. Mazer, Ch. T. Ivey [Hove et al., 2016] выявили зависимость процента завязываемости семян кларкии (*C. unguiculata* Lindl. и *C. xantiana* ssp. *xantiana* A. Gray) от времени опыления и влагообеспечения в момент оплодотворения и установили, что у раннецветущих растений завязываемость семян была выше, чем у цветущих позднее [Королева, 2023a; Hove et al., 2016].

В 1980–1982 гг. N. Z. Smith-Huerta и F. C. Vasek установили, что срок хранения пыльцы *C. unguiculata* в комнатных условиях составляет 15 дней, а при температуре 5 °C и относительной влажности 58 %, пыльца не теряла жизнеспособности даже после 35 дней хранения. Самая высокая завязываемость плодов (90–100 %) была при опылении цветков свежесобранной пыльцой возрастом 1–4 дня, а при опылении пыльцой старше 15 дней (хранение при комнатной температуре) завязываемость падала до уровня от 6 до 0 % [Smith-Huerta, Vasek, 1984].

Форму, размеры и качество семян отдельных таксонов кларкии *C. amoena* (*G. grandiflora*) и *C. unguiculata* исследовали разные авторы: О. А. Пидоти [1952], М. Н. Гладцынов [1952], Л. А. Китаева [1983], Г. Д. Левко [2001], Л. Н. Миронова и др. [2006], О. Ю. Васильева и М. Я. Сарлаева [2021], М. Я. Сарлаева и О. Ю. Васильева [2024], Ch. Grunert [1984].

Опыты по проращиванию семян годечий двух видов, *G. whitneyi* и *G. amoena*, провел H. Rasmuson [1921]. Он установил, что семена растений с пятном на лепестке цветков прорастают так же хорошо, как и без него, и принципиальных различий между двумя видами нет.

Опыты по долговременному хранению семян некоторых видов кларкии проводили отечественные и зарубежные ученые. Долгосрочный эксперимент по определению

жизнеспособности семян у 100 эндемичных видов растений Калифорнии, в том числе *C. elegans*, *G. amoena*, *G. whitueyi*, *G. amoena* var. *lindleyi*, *G. quadrivulnera*, собранных в 1946 г., показал, что у видов, которые герметично хранились в вакууме, всхожесть составляла через 10 лет 48 %, у тех же самых семян при хранении с доступом кислорода всхожесть была ниже на 47 % [Королева, Липатова, 2024; Went, Munz, 1949; Went, 1969].

В. П. Байгозина и М. С. Зорина [1983] выявили, что закрытый способ хранения семян *C. unguiculata* и *G. grandiflora*, при постоянной температуре 5–7 °С (в холодильнике), являлся наиболее перспективным [Байгозина, Зорина, 1983; Королева, Липатова, 2024].

Ученые Калифорнийского университета в работе по восстановлению местных лугов на территории заповедника Седжвик исследовали в лабораторных условиях крупность и всхожесть семян местного эндемика *C. purpurea*, собранных весной 2009 и 2011 гг., и определили, что семена мелкие (масса 1 000 шт = 0,48 г ± 0,04) с высокой – 100%-й – всхожестью. [Mechanisms ... , 2018].

Вопросы разнокачественности диаспор *Clarkia elegans* Dougl. (= *C. unguiculata*) были освещены в работах О. А. Пасько, Г. К. Паначевой и Л. Л. Еременко, а также были установлены возможности ее семеноводства в условиях лесостепи Западной Сибири [Пасько, 2010; Паначева, Еременко, 2008, 2011].

Рядом авторов, в зависимости от использования, предлагаются разные схемы посева кларкии (*Godetia amoena*). Для выращивания на срезку рекомендован двустрочный посев с площадью питания 5 см × 10 см или 10 см × 10 см, между строчками – 30 см, а для оформления цветников и получения ширококораскидистой и шарообразной формы растений площадь питания должна быть 20 см × 20 см, 20 см × 40 см или 20 см × 60 см, в зависимости от высоты растений [Тавлинова, 1989; Seyffert, 1975]. Для получения семян и для механизированной обработки ленточная трехстрочная схема – 40 см × 40 см × 60 см [Острякова, 1979].

Урожайность семян *Clarkia unguiculata* в среднем, в условиях лесостепи Западной Сибири достигала 280–300 кг/га [Паначева, Еременко, 2008], в Кишенёве продуктивность с растения *C. unguiculata* составляла 3,5 г [Савва, 1986]. В Англии при междурядьях 30–60 см урожаи семян *Godetia amoena* составляли 280–390 кг/га [Хоуторн, Поллард, 1957], а в Киеве – 108 кг/га [Китаева, 1983].

1.3 Исторические аспекты получения межвидовых гибридов у кларкии

В 1908 г. W. L. Jepson описал разные виды и межвидовые гибриды годееции (*Godetia*), встречающиеся на тихоокеанском побережье в Калифорнии, и выделил две основные группы форм – *amoena* и *purpurea*. К группе *amoena* он отнес рыхлые, разветвленные формы со

стелющимися побегами, а к группе *purpurea* – растения узкопирамидальной формы с прямостоячими стеблями. Им были выделены 5 новых видов, 15 новых разновидностей, 6 новых форм и 3 новых комбинации [Jepson, 1908; Королева и др., 2021a].

В начале XX столетия получили широкое развитие исследования по селекции, генетике, цитологии и систематике рода *Clarkia*. В 20–40-х гг. были проведены работы по межвидовой и отдаленной гибридизации у видов кларкии (*Clarkia*). Гибриды были получены только от скрещиваний *Godetia amoena* (= *C. amoena*) с *G. whitneyi* (= *C. amoena* ssp. *whitneyi*), а с другими видами скрещивания не получились [Королева и др., 2021a; Королева, Фотев, 2024a; Rasmuson, 1921; Chittenden, 1928; Hiorth, 1940, 1941, 1947, 1948].

Установлено, что род очень вариабельный по числу, размеру и форме хромосом. Виды *Godetia amoena* и *Godetia whitneyi* образовали естественную группу с гаплоидным набором хромосом ($n = 7$) и легко скрещивались между собой, хотя полученные гибриды были стерильны. Чтобы получились фертильные пыльцевые зерна, необходимо чтобы в полный набор попали либо 7 хромосом от *G. amoena*, либо 7 хромосом от *G. whitneyi* [Hakansson, 1925; Chittenden, 1928; Королева и др., 2021a].

В 1928 г. R. J. Chittenden проводил цитологическое исследование отдаленных гибридов кларкии и установил естественную группу видов, которые имели схожий тип рыльца и могли скрещиваться между собой: диплоид *Clarkia bottae* (Spach) H. Lewis & M. E. Lewis ($n = 9$), принадлежащий секц. *Fibula*, скрещивался с аллотетраплоидом *C. tenella* (Cav) H. Lewis & M. E. Lewis ($n = 16$), принадлежащим секции *Godetia*, и аллогексаплоид *C. purpurea* ssp. *viminea* ($n = 26$), также относящийся к секции *Godetia*, скрещивался с *C. tenella* [Chittenden, 1928; Королева и др., 2021a].

Немецкий ученый G. Hiorth [1941] при изучении наследования признаков у форм кларкии из группы *amoena* разделил ее на три вида: *Godetia nutans* (= *C. gracilis* (Piper) A. Nelson & J. F. Macbride) (бутон поникающий, созревшая коробочка почти закрыта), *Godetia amoena* (= *Clarkia amoena*) (бутон прямой вертикальный, цветки с базальным пятном у основания лепестка), *Godetia whitneyi* (= *Clarkia amoena* ssp. *whitneyi*) (преобладающий узор – центральное пятно на лепестке, причем северные расы имели «полосатые (штриховатые)» лепестки и менее насыщенную окраску пыльников, созревшая коробочка открывалась более-менее широко или оставалась закрытой). Гибриды между формами с прямыми и поникающими бутонами были стерильны [Hiorth, 1941; Королева и др., 2021a].

Кроме естественных форм у годееции (*Godetia amoena*) известны многочисленные садовые сорта, которые, помимо отдельных исключений, имели очень большое сходство с дикими *amoena*-расами, в то время как садовые сорта *G. whitneyi* заметно отличались по габитусу от диких рас. Это свидетельствовало о том, что они произошли от собственных

локальных рас, особенности которых были частично усилены благодаря искусственному отбору при их селекции [Hiorth, 1948; Королева и др., 2021a].

Исследователи рода *Clarkia* Н. Lewis и М. Е. Lewis [1955] и затем Wagner et al. [2007] отмечали, что секция *Godetia* состоит из диплоидного, тетраплоидного и гексаплоидного рядов, в которых из-за гибридизации существуют эфемерные местные расы кларкии пурпурной (*C. purpurea*). У морфологически схожих видов *C. purpurea* (n = 26), *C. affinis* Н. Lewis & М. Е. Lewis (n = 26) и *C. tenella* (n = 16), вероятно, был общий тетраплоидный предок, а *C. prostrata* Н. Lewis & М. Е. Lewis является результатом гибридизации между *C. davyi* (Jepson) Н. Lewis & М. Е. Lewis (n = 17) и *C. speciosa* Н. Lewis & М. Е. Lewis (n = 9). Морфологическое строение цветка у некоторых *C. purpurea* ssp. *quadrivulnera* очень похоже на *C. davyi* – экологически специализированный прибрежный вид Калифорнии [Lewis, Lewis, 1955; Wagner et al., 2007].

Н. Lewis и Р. Rawen [1958] отметили, что для всего рода *Clarkia* характерен способ происхождения путем быстрой реорганизации хромосом при деривации, что также послужило важной моделью в эволюции рода. Эти авторы предположили «линейную последовательность происхождения от *C. amoena* до *C. rubicunda* и до *C. franciscana*», отметив, что «*C. amoena*, вероятно, намного старше, чем любой из двух других видов» и он «морфологически и экологически более разнообразен, чем другие и состоит как из самоопыляющихся, так и перекрестноопыляющихся рас» [Lewis, Rawen, 1958, p. 329].

В 1958 г. исследование сестринских видов *C. exilis* и *C. unguiculata* показало, что они не образовывали жизнеспособные межвидовые гибриды [Vasek, 1958].

В 70–90-х гг. XX в. рядом авторов [Gottlieb, 1973, 1977, 1984, 1988, 1989, 1992; Gottlieb, Weeden, 1979; Gottlieb, Higgins, 1984; Jones et al., 1986] были изучены механизмы генетической дифференциации среди видов *Clarkia* с использованием данных электрофоретического анализа ферментов и реконструкции видовых взаимоотношений с использованием фрагментного анализа ДНК хлоропластов [Королева и др., 2021a].

В результате электрофоретического анализа L. D. Gottlieb установил филогенетические связи между видами кларкии (*C. franciscana* Н. Lewis & Р. Н. Raven, *C. rubicunda* (Lindley) Н. Lewis & М. Е. Lewis, *C. amoena*), принадлежащими к подсекции *Primigenia*, и выяснил, что все они морфологически близкие, но гибриды любой пары из них не жизнеспособны [Gottlieb, 1973]. Далее, используя этот же электрофоретический метод, ученые изучили дупликации генов и филогению у 30 видов кларкии и подтвердили точность современной классификации и верное соотнесение видов к различным секциям рода [Королева и др., 2021a; Gottlieb, Weeden, 1979].

Исследователи К. J. Sytsma et al. [Sytsma et al., 1990, 1991; Sytsma, Smith, 1992] представили результаты рестрикционного картирования хлоропластной ДНК у видов кларкии

из 8 секций рода (21 дерево). Секцию *Muxocarpa* они определили как основную в роде *Clarkia*, за которой следует трихотомия происхождения секций *Rhodanthos*, *Eucharidium*, *Symphérica*, а затем *Phaeostoma*, *Fibula* и *Godetia*, при этом выявив, что всему роду свойственно раннее и быстрое расхождение по секциям. В своем эксперименте они частично подтвердили монофилетическое происхождение видов, предварительно описанное на основе распределения удвоенных глюкозо-6-фосфат-изомераз генов [Sytsma et al., 1990, 1991; Sytsma, Smith, 1992]. Далее, в 1992 г., ученые К. J. Sytsma и J. F. Smith при сопоставлении результатов дупликации генов у диплоидных и аллотетраплоидных видов кларкии с морфологическими и цитологическими признаками выяснили, что секция *Godetia* являлась сестринской группой для остальных видов рода *Clarkia* [Королева и др., 2021a; Sytsma, Smith, 1992].

В 1992 г. Н. Lewis и Р. А. Rawen исследовали монотипический род *Heterogaura heterandra* (Torr.) Cov. и на основании сравнения общих сайтов рестрикции ДНК хлоропластов с другими видами кларкии из секций *Symphérica*, *Phaeostoma* и *Fibula* (n = 9) ими была выделена новая монотипическая секция *Heterogaura* в роде *Clarkia*, куда поместили новый вид *Clarkia heterandra*. Растения, ранее описанные как *C. nitens* Н. Lewis & М. Е. Lewis и *C. parviflora* Eastw., получили статус подвидов у *C. speciosa* и *C. xantiana* соответственно [Королева и др., 2021a; Lewis, Raven, 1992; Ford, Gottlieb, 2003].

Исследованиями разных авторов установлена возможность получения фертильных гибридов F₁, при искусственных скрещиваниях в контролируемых условиях среды между перекрестноопыляющимся подвидом *C. xantiana* A. Gray ssp. *xantiana* и самоопыляющимся *C. xantiana* A. Gray ssp. *parviflora* (Eastw.) [Moore, Lewis, 1965; Pettengill, Moeller, 2012].

1.4 Особенности наследования окраски цветка у видов и форм кларкии

У видов кларкии особенно важна дифференциация цветков, затрагивающая системы пигментации, так как она связана с системой опыления [MacSwein et al., 1973; Gottlieb, 1984]. Растения с фенотипом двухцветной окраски цветков более привлекательны и рассматриваются как ценные ресурсы для изучения и улучшения окраски цветков [Advances ... , 2022].

У видов кларкии, принадлежащих к секции *Godetia*, бледно-лиловые и фиолетово-красные пигменты лепестков цветка были идентифицированы как производные гликозида мальвидина, дополненные производными цианидина и дельфинидина [Soltis et al., 1987]. У *C. gracilis* были исследованы антоцианы в фиолетово-красном пятне, и установлено, что в области пятна преобладают цианидин / пеонидин, а в фоновой области – мальвидин [Precise ... , 2013; Jiang, Rausher, 2018].

Пятна на лепестках *C. unguiculata* из секции *Phaeostoma* могут быть белыми или фиолетовыми [Peach et al., 2020]. Растения *C. unguiculata* с розовой и красно-фиолетовой окраской цветков содержат мальвидин 3,5-диглюкозид, который у них связан с проявлением антоциановой окраски центральной жилки листьев, стеблей и сеянцев [Bowman, 1984], тогда как у растений с белыми цветками антоциановые пигменты отсутствуют [Vasek 1965].

Гибридологический анализ систем пигментации выявил генетические факторы, детерминирующие окраску цветков и листьев у видов кларкии, он важен потому, что вносит вклад в знание эволюции этого рода (Приложение А).

В 1921 г. Н. Rasmuson провел внутривидовую гибридизацию у годечии (*C. amoena*, *C. amoena* ssp. *whitneyi*) и установил, что расщепление потомства по признаку окраски цветка происходило не всегда независимо друг от друга. По результатам многочисленных скрещиваний им была доказана связь генов В и Е в следующем соотношении 6 Ве : 1 Ве : 1 bЕ : 6 be, при кроссинговере около 14,3 %. Гены В-b, Е-е и G-g расположены в одной хромосомной паре, а С-с и F-f – в другой. Также автором установлено, что немахровый тип цветка являлся доминантным признаком по отношению к махровому. Число лепестков в цветках колебалось от 4 до 15. Слабо махровые цветки имели 4,9–5,4 лепестка, а сильно махровые – от 7 и выше. На махровость сильно влиял рисунок цветка [Королева и др., 2021a; Королева, Фотев, 2024a; Rasmuson, 1921].

Интересно, что у *G. whitneyi* (*C. amoena* ssp. *whitneyi*) 4 гена – В, С, Е и G – по отдельности контролировали антоциановую окраску, в то время как в большинстве случаев необходимо взаимодействие двух генов вместе. Белые формы не являлись альбиносами, а отдельно антоциановая окраска могла производиться в вегетативных частях, в тычинках (пыльниках) и стареющих лепестках цветка. У *C. amoena* ssp. *whitneyi* встречалась целая серия типов окраски с желтым и без желтого, желтый тип рецессивный и имел самые маленькие цветки [Rasmuson, 1921].

G. Hiorth при межвидовой гибридизации образцов годечии *G. amoena* (= *C. amoena*) с *G. whitneyi* (= *C. amoena* ssp. *whitneyi*) использовал садовую расу вида *C. amoena* с аллелем F^{bst} – с темным базальным пятном и красными тычинками. По результатам расщепления потомства автор установил, что ген F^b был связан с основной светло-фиолетово-розовой окраской цветков. При этом, розовую окраску цветков у *C. amoena* детерминировал аллель w₁, отвечающий за белую окраску у *C. amoena* ssp. *whitneyi*, который также был сцеплен с F^x – доминантным аллелем пятна на лепестке (кайма, центральное пятно различных размеров), аллель f – растения без пятна. Из проведенных G. Hiorth скрещиваний следовало, что ген центрального пятна F^x у *C. amoena* ssp. *whitneyi* являлся аллельным гену базального пятна F^b у *C. amoena*. Ген F^b был связан со значительной степенью стерильности. Таким образом, пятно на лепестке у обоих

образцов было связано с геном W_1 (кроссоверных около 20 %) [Королева, Фотев, 2024а; Hiorth, 1947].

У *C. unguiculata* были проведены скрещивания между растениями с белой и красной окраской цветков, в результате чего установлено, что признак белой окраски – рецессивный [Bowman, 1984; Rasmuson, 2020].

С 1980 гг. внимание ученых, было сконцентрировано на изучении характера наследования пигментации лепестков у видов, относящихся к секциям *Rhodantos* и *Godetia*. В результате генетического анализа было установлено однофакторное (ген P^b) наследование положения пятен на лепестках подвидов *C. gracilis* из секции *Rhodantos*. И выявлено, что ген, детерминирующий центральное пятно на лепестке *C. gracilis* ssp. *sonomensis* являлся аллельным гену, отвечающему за пятно у основания лепестка *C. gracilis* ssp. *gracilis*, которое обычно не было выражено из-за активности гена-модификатора [Holsinger, Gottlieb, 1988; Gottlieb, Ford, 1988], что не противоречило данным, полученным Н. Rasmuson [1921] и G. Hiorth [1948] в опытах с *C. amoena* и ее подвидом *C. amoena* ssp. *whitneyi* [Королева и др., 2021а; Королева, Фотев, 2024а, 2024с].

Система пигментации лепестков у видов, отнесенных к секциям *Godetia* и *Rhodantos*, состояла из 4 основных типов: 1) только центральное пятно; 2) пятно на периферии (distal); 3) лента у основания (band); 4) без пятен. *C. gracilis* включает 4 подвидов с высокой генетической идентичностью, у которых встречались 3 типа пигментации [Holsinger, Gottlieb, 1988]. Данные о генетической основе пигментации лепестков у *C. gracilis* указали на то, что многие из систем лепестков, которыми отличаются другие виды из секций *Godetia* и *Rhodantos*, могут быть также управляемы отдельными генами [Gottlieb, 1989] (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Системы пигментации лепестков у видов *Clarkia* двух секций по Gottlieb [1989]: 1 – секц. *Godetia*: *C. nitens*, *C. davyi*, *C. purpurea*, *C. speciosa* ssp. *immaculata*, *C. tenella*; секц. *Rhodantos*: *C. arcuata*, *C. amoena* ssp. *lindleyi*, *C. gracilis* ssp. *gracilis*; 2 – секц. *Rhodantos*: *C. gracilis* ssp. *gracilis*; 3 – секц. *Godetia*: *C. nitens*, *C. prostrata*, *C. purpurea*, *C. polianta*, *C. speciosa*, *C. williamsonii*; секц. *Rhodantos*: *C. amoena* ssp. *amoena*, *C. amoena* ssp. *caurina*, *C. amoena* ssp. *huntiana*, *C. amoena* ssp. *whitneyi*, *C. gracilis* ssp. *sonomensis*; 4 – секц. *Godetia*: *C. williamsonii*; 5 – секц. *Godetia*: *C. purpurea*; секц. *Rhodantos*: *C. arcuata*, *C. franciscana*, *C. gracilis* ssp. *albicaulis*, *C. gracilis* ssp. *tracyi*, *C. lassenensis*, *C. rubicunda*; 6 – секц. *Godetia*: *C. imbricata*, *C. purpurea*; 7 – секц. *Godetia*: *C. purpurea*

Из всех представленных видов кларкии наиболее полиморфным был аллогексаплоид *C. purpurea* (5 видов окраски в одной популяции) из секции *Godetia*, что может быть связано с последствиями случайной гибридизации сортов с новыми гомозиготными генотипами, благодаря их способности к самоопылению. Фон окраски лепестка *C. gracilis* ssp. *sonomensis* часто однородный. Однако у некоторых особей базальная часть каждого лепестка не имела

антоциановой пигментации, а была белой, создавая «белую чашу», особенно в начале цветения. Признак белой чаши – рецессивный (отсутствие пигмента). Был также идентифицирован единственный ген, который управлял наличием или отсутствием темно-красной окраски на внутренней поверхности цветочной трубки, и найден другой ген, который контролировал наличие или отсутствие окраски у пыльников и тычиночных нитей. Были выявлены 5 генов, определяющих систему антоциановой окраски лепестков и других органов цветка, которые были идентифицированы в дополнение к полигенному контролю размера лепестков [Королева и др., 2021a; Королева, Фотев, 2024a; Gottlieb, 1989].

В начале XXI в. R. M. Talline, J. Peng, M. D. Rausher [Talline et al., 2017] определили эпистатическое взаимодействие аллелей в двух пока не идентифицированных локусах *C. gracilis* [Talline et al., 2017]. Недавно ученые R. C. Lin и M. D. Rausher [2021a, 2021b] идентифицировали фактор транскрипции R2R3–MYB (CgsMYB12), ответственный за антоциановую пигментацию базальной области («чашечки») на лепестке у подвида *C. gracilis* ssp. *sonomensis* с помощью транскриптомного анализа. Функциональная мутация гена CgsMYB12 формировала белую чашу на фоне розового лепестка. Кроме того, обнаружено, что два гена R2R3–MYB (CgsMYB6 и CgsMYB11) также участвовали в пигментации фона лепестков. Каждый из этих трех генов R2R3–MYB демонстрировал различный пространственно-временной паттерн экспрессии [Королева и др., 2021a; Королева, Фотев, 2024a; Lin, Rausher, 2021a; 2021b].

1.5 Селекция и сортовое разнообразие кларкии за рубежом и в России

В настоящее время, лидером по селекции декоративных культур являются Нидерланды, но стремятся занять данную позицию страны Азии, Северной и Южной Америки, при этом почти все новые представленные сорта разрабатывались частными компаниями, действующими по всему миру [van Tuyl, 2012].

Кларкия прелестная (*C. amoena*) в культуре известна с 1814 г. [Миронова и др., 2006]. В результате селекции в годечениях (*G. amoena* = *C. amoena*, *G. grandiflora* Lindl. = *C. amoena* ssp. *lindleyi*) были стерты границы видов, но при этом они отличаются множеством вариаций окраски цветка и еще большей красотой, чем дикий вид [Grunert, 1984]. Известны одноцветные зарубежные сорта *C. amoena*: ‘Глориоза’ – с темно-красными цветками [Киселев, 1964], ‘Weißer Schwan’ – чисто белый с махровыми цветками, ‘Delicta Plena’ – телесного цвета, махровый, ‘Kirschkoenigen’ – красный, край осветленный, ‘Rosenkoenigen’ – ярко-красная основа лепестка слегка окрашена розовым цветом, ‘Rubicunda’ – светло-пурпурный, ‘Lavender’ – лавандового цвета с легким оттенком фиолетового [Хоуторн, Поллард, 1957; Митт, 1973; Левко, 2001;

Миронова и др., 2006; Grunert, 1984; Seyffert, 1975; The Gardeners' ... , 1915]. Также известны двухцветные сорта *C. amoena*: 'Лаианна' – белая с розово-красным пятном, 'Приятная Линдлея' – цветок махровый, розовый с большим пурпурным пятном и 'Приятная Розовая' – цветок полумахровый, розовый с небольшим обратно-треугольной формы карминным пятном у основания лепестка [Николаенко, 1971], 'Бриллиант' – ярко-красный цветок с белым пятном внутри, 'Невеста' – цветки белые с бледно-розовым оттенком, 'Розамунда' – цветок красный с небольшим пятном у основания [Гладский, 1977], 'Лилия' – цветки бледно-розовые с темно-розовыми пятнами [Савва, 1986]. В каталоге цветочно-декоративных травянистых растений ботанических садов СНГ и стран Балтики присутствовали следующие сорта: 'Korolewa Jis', 'Marta', 'Selia' и 'Meteor' [Каталог ... , 1997; Королева, Фотев, 2024a].

Сравнительно недавно появились сорта отечественной селекции *C. amoena* 'Свадебный Букет' – высотой 50–60 см, цветки розовые, у основания лепестков с карминными пятнами, оригинатор фермерское хозяйство «Каприс», Краснодарский Край, г. Усть-Лабинск, 2009 г.; и 'Девичий Румянец' – высотой 40 см, цветки светло-розовые с малиновым пятном по центру, оригинатор ООО «Ваше хозяйство», г. Нижний Новгород, 2022 г. [Характеристика ... , 2011; Королева, Фотев, 2024a, 2024c; Государственный ... , <https://gossortrf.ru/registry/?ysclid=melfq6kdx309903599>].

На международном рынке давно популярны голландские гибриды *C. amoena* 'F₁ Grace', которые отличаются крупными чашевидными цветками ярких окрасок с прочными цветоносами длиной до 50 см, рекомендуемые как культуры на срез. В семенных каталогах США фигурируют гетерозисные гибриды *C. amoena* 'F₁ Satin' как первые низкорослые гибриды высотой 20 см для горшечной культуры. Гибриды 'F₁ Satin' имеют разнообразную окраску (розовую, лавандовую, лососевую со светлой каймой, чисто белую), автор гибридов, компания «Benary» (1993), обозначает их как 'Сатиновая Смесь' – 'Satin Mix' [Левко, 2001; Neue Sorten ... , 1993; Godetia F¹, <https://sakataornamentals.com/crop/godetia/>]. Это разветвленные растения с диаметром цветка около 6 см, которым для инициирования раннего цветения необходим принудительный короткий день [Anderson, Hartley, 1990].

Интродукция гибридов F₁ и новых сортов *C. amoena* значительно увеличила объем этой культуры как источника срезочных цветов [Anderson, Hartley, 1990; Anderson, 1990; Halevy, Weiss, 1991; Tesi et al., 1997; Pascale et al., 1998; Variation ... , 2016].

Кларкия Линдли (*C. amoena* ssp. *lindleyi* = годеция крупноцветковая *G. grandiflora* Lindl.) – цветет обильнее и имеет цветки до 10 см в диаметре, в культуре с 1867 г. [Левко, 2001; Миронова и др., 2006]. Имеющиеся сорта можно разделить на 3 группы [Королева, Фотев, 2024a, 2024c):

1. Смесь цветущей азалии – растения высотой 30–35 см с обильным цветением, цветки похожи на азалию, махровые различной окраски: ‘*Godetia whitneyi* *Azaleaeflora*’ [Киселев, 1964], ‘Годетия азалиецветковая’ (*G. grandiflora* var. *Azaleaeflora* (*G. whitneyi*)) [Левко, 2001], ‘*Azalea Flowered Mixed*’ – цветки бледно-розовые, белые, малиновые [Миронова и др., 2006], ‘*Benarys Azleenschau*’ – цветки от светло-розовых до темно-розовых и от светло-красных до темно-красных [Bach-Schmidt, 1982], ‘*Double Azalea Mix*’ (*Whitneyi*) [Godetia, <https://silverfallsseed.com/product/godetia-double-azalea/>].

2. Невысокие простоцветные – высотой 30–40 см с обильным цветением: ‘*Weisser Strauss*’ – с белыми цветками, ‘*Orange Ruhm*’ – оранжево-красные цветки без светлого края, выведен из сорта ‘*Sybill Sherwood*’, ‘*Pelargonium*’ – с нежно-розовыми цветками, ‘*Ruhm von Kelvedon*’ (‘*Kelvedon Glory*’) – лососево-оранжевые цветки, ‘*Tiefkarmin*’ – ярко-красные цветки, ‘*York*’, ‘*Duke of York*’ – лепестки цветков пурпурно красные с белым основанием.

3. Невысокие с махровыми цветками (20–40 см): ‘*Cattleya*’ – нежно-лиловые, цветки, очень оригинального редкого тона с вкраплениями пурпурно-фиолетового, ‘*Erfyrter Blut*’ – темно-красные цветки с атласным блеском, ‘*Maedchen Erröten*’ – розоватые цветки с небольшим карминовым пятном, ‘*Rembrandt*’ – старинный сорт, один из лучших, с крупными розовыми цветками с большим карминовым пятном и волнистым краем лепестка, ‘*Sybil Sherwood*’ – цветки полумахровые лососево-розовые, с более светлым краем, ‘*Dwarf Mixed*’ и ‘*Dwarf Gen Mixture*’ – высотой 25–30 см, смесь окрасок, ‘*Duchess of Albany*’ – с атласно-белыми цветками [Левко, 2001; Миронова и др., 2006; Grunert, 1984; Günther, Abel, 1889; Seyffert, 1975; Clarkia amoena, <https://www.vreeken.nl/514050-clarkia-amoenas-ssp-lindleyi-duchess-albany>]. Сорт ‘*Sybil Sherwood*’ в 1935 г. получил высокую награду американского общества селекционеров [Templin-Bradley’s ... , https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/Templin-Bradley%27s_garden_guide_for_1935%2C_59th_year_-_the_Templin-Bradley_Co._%28IA_CAT31346204%29.pdf].

Кларкия красивенькая (хорошенькая) (*C. pulchella*) в культуре с 1826 г. [Миронова и др., 2006]. Известны только зарубежные сорта: ‘*Filigree*’ – растения высотой до 30 см, с белыми, розовыми и лиловыми полумахровыми цветками [Левко, 2001], ‘*Asterix*’ – с простыми и махровыми, белыми, сиренево-розовыми цветками, диаметром до 4 см [Миронова и др., 2006].

Кларкия ноготковая или изящная (*C. unguiculata*) в культуре с 1832 г [Миронова и др., 2006]. Популярны следующие сорта зарубежной селекции с разнообразной формой и окраской цветков: ‘*Alba*’ – растения высотой до 45 см с махровыми белыми цветками [Gerard, 1915], ‘*Double Mixed*’ – растения высотой 70–90 см, цветки махровые розовой, розово-малиновой и сиреневой окраски, ‘*Double Brilliant Mixed*’ – растения высотой до 80 см, цветки простые и махровые ярко розовые, фиолетовые, диаметром 3–3,5 см, ‘*Dwarf Asterix*’ – растения высотой

до 30 см, карликовая смесь окрасок, включая, белую, сиреневую и темно-розовую [Левко, 2001; Миронова и др., 2006], ‘Apple Blossom’ – высокие растения до 1,2 м с махровыми розовыми цветками [Clarkia unguiculata ... , <https://www.promessedefleurs.ie/annuals/flower-seeds/thompson-and-morgan-seeds/clarkia-unguiculata-apple-blossom.html>]. В. Г. Савва отмечал следующие сорта кларкии ноготковой: ‘Глориоза’, ‘Оранжевый Кениг’, ‘Пурпурный Кениг’, ‘Оранжевый Сноп’ [Савва, 1986].

В России селекцией кларкии ноготковой начала заниматься Г. В. Острякова, в 60-е гг. XX в. на Воронежской овощной опытной станции ею были выведены сорта кларкии ноготковой (*C. unguiculata* Lindl.): ‘Радость’, ‘Хавское солнышко’ [Острякова, Величко, 1985; Левко, 2001].

В начале 21 в. был выведен сорт *C. amoena* ‘Свадебный букет’ – оригинатор фермерское хозяйство «Каприс» [Характеристика ... , 2011].

В настоящее время Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию, включает только восемь сортов кларкии. Два из них – ‘Свадебный Букет’ (2009 г.) и ‘Радость’ (2008 г.) – созданы на юге (оригинатор фермерское хозяйство «Каприс», Краснодарский Край, г. Усть-Лабинск); один – ‘Девичий Румянец’ (2022 г.) – в умеренной климатической зоне России (оригинатор ООО «Ваше хозяйство», г. Нижний Новгород); и пять новых сортов созданных автором на юге Западной Сибири – ‘Коралловые Рифы’, ‘Лиловая Фея’, ‘Малиновая Чаша’, ‘Персиковая Чаша’, ‘Фарфоровая Чаша’, на которые в 2024 г. получены патенты (оригинатор ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ) (Приложение Б) [Королева, Фотев, 2024а; 2024с].

1.6 Применение кларкии в ландшафтном дизайне

Виды и подвиды кларкии *Clarkia amoena*, а также *C. unguiculata* и *C. pulchella* – популярные однолетники для прохладной погоды, их рекомендовано использовать для оформления клумб, бордюров, миксбордеров, садов и парков, контейнеров, подвесных корзин и сменных модулей в цветниках, а также в любительском и приусадебном цветоводстве [Кичунов, 1941; Киселев, 1964; Тавлинова, 1989; Левко, 2001; Миронова и др., 2006; Королева, 2023а; Королева, Фотев, 2024b; Grunert, 1984; Lewis, Hoch, 2021].

Для открытого грунта рекомендованы низкорослые сорта (*Godetia amoena*) около 20 см высотой – ‘Crimson Glow’, ‘Gloria’, ‘Wild Rose’, ‘Blauer Zwerg’ – подходят для оформления рабаток, а также для альпийских горок [Grunert, 1984].

Многие авторы отметили перспективность использования *G. grandiflora* и *C. unguiculata* в цветочном оформлении для создания миксбордера из однолетних и двулетних цветочных культур, аутомналия, мавританского газона [Жуков, Моргун 2007; Корсунова, Котляр, 2008;

Бурганская, Гришель, 2010; Карпухин и др., 2019]. Также разные виды кларкии рекомендованы для организации тематических цветников на пришкольных участках [Перелович, 2013; Королева и др., 2021].

Таким образом, для *Clarkia* Pursh характерен способ происхождения путем быстрой реорганизации хромосом при деривации, что послужило важной моделью в эволюции рода и «линейная последовательность происхождения от *C. amoena* до *C. rubicunda* и до *C. franciscana*» [Lewis, Rawen, 1958, p. 329]. Также роду свойственно быстрое расхождение по большинству секций, которое было подтверждено исследованиями ДНК у видов кларкии [Lewis, Rawen, 1958; Sytsma, Smith, 1988; Sytsma et al., 1990].

Godetia как род не существует, а на основе сходства основных морфологических и цитологических признаков этот таксон был включен в род *Clarkia* Pursh [Nelson, Macbride, 1918]. Исследования К. J. Sytsma и J. F. Smith [1992], основанные на анализе ДНК, подтвердили, что секция *Godetia* является сестринской группой для остальных видов *Clarkia*.

C. purpurea – полиморфный вид с большой внутривидовой изменчивостью по типам флоральной пигментации и вероятностью случайной гибридизации сортов с новыми гомозиготными генотипами благодаря их способности к самоопылению [Gottlieb, 1989].

Виды кларкий, в основном перекрестноопыляемые, и сортообразование у них происходит путем внутривидовой гибридизации и аллополиплоидии. Генетический анализ наследования окраски цветков у *C. gracilis* и подвидов *C. amoena* подтвердил однофакторное наследование положения пятен на лепестках [Rasmuson, 1921; Hiorth, 1948; Talline et al., 2017].

Пыльца у кларкии крупная, пыльцевые зерна около 100–150 мкм [MacSwein et al., 1973]. Большая скорость роста пыльцевых трубок *in vivo* была отмечена у перекрестноопыляемых популяций *C. unguiculata*, а на конкурентоспособность пыльцы могут влиять различные характеристики, включая размер и объем пыльцевых зерен [Smith-Huerta, 1996; Kerwin, Smith-Huerta, 2000; Hove, Mazer, 2013].

Подвиды *C. amoena* являются источниками почти всех существующих садовых форм и сортов кларкии из секции *Rhodanthos*, встречаемых под названием *Godetia* [Hiorth, 1948].

Среди множества сортов *C. amoena* ssp. *lindleyi* можно выделить 3 основные группы: 1) смесь цветущей азалии – растения высотой 30–35 см, с обильным цветением, цветки похожи на азалию, махровые, различной окраски; 2) невысокие простоцветные – высотой 30–40 см, с обильным цветением; 3) невысокие, 20–40 см, с махровыми цветками [Королева, Фотев, 2024а, 2024с].

C. unguiculata и *C. amoena* являются перспективными культурами для использования,

как в цветниках непрерывного цветения, бордюрах, мавританских газонах, так и на срезку [Киселев, 1964; Тавлинова, 1989; Левко, 2001; Миронова и др., 2006; Бурганская, Гришель, 2010; Grunert, 1984; Effect ... , 2015], и пригодны для весеннего и подзимнего посевов в открытый грунт на юге Западной Сибири [Верещагина, 1968; Байкова, 1993; Сарлаева и др., 2016; Королева, 2023с].

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТЫ, МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты и место исследований

Объектами исследования послужили виды, подвиды и сорта кларкии из рабочей коллекции ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (далее НГАУ), интродуцированные в Новосибирск благодаря международной системе обмена семенами (Index Seminum) и приобретению семян у известных семенных компаний (Таблица 1).

Таблица 1 – Образцы кларкии, включенные в исследование, 2010–2023 гг.

Образец	Происхождение	Организация донор	Год включения в коллекцию НГАУ
1	2	3	4
Секц. <i>Rhodanthos</i> (Fischer & C.A. Meyer) P.H. Raven: <i>C. amoena</i> (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr.			
‘Герцогиня’ (‘Duchess’)	Нидерланды	«СеДек», Домодедово	2016
‘Красавица’	Россия	«ЦСБС СО РАН», Новосибирск	2010
‘Малиновая Чаша’*	Россия	«НГАУ», Новосибирск	2021
‘Оранжевое Сияние’ (‘Orange Glow’)	США	«Аэлита», Москва	2020
‘Сладкие Сердечки’ (‘Sweet heart’)	Нидерланды	«Аэлита», Москва	2021
<i>C. amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i> (Douglas) H. Lewis & M.E. Lewis			
‘Белёся’ (смесь)	неизвестно	«Аэлита», Москва	2012
‘Вейсер Страус’ (‘Weisser strauss’)	Нидерланды	«Поиск», Раменское	2020
‘Герцог Йоркский’ (‘Duke of York’)	Нидерланды	«Евросемена», Барнаул	2020
‘Каттлея’ (‘Cattleya’)	Нидерланды	«Гавриш», Москва	2021
‘Метеор’ (‘Meteor’)	неизвестно	«Аэлита», Москва	2021
‘Персиковая Чаша’*	Россия	«НГАУ», Новосибирск	2022
‘Рембрандт’ (‘Rembrandt’)	Нидерланды	«Поиск», Раменское	2015
‘Сибил Шервуд’ (‘Sybil Sherwood’)	Великобритания	«Семена Алтая», Барнаул	2012
‘Фарфоровая Чаша’*	Россия	«НГАУ», Новосибирск	2022
Секц. <i>Godetia</i> (Spach) H. Lewis & M.E. Lewis: <i>C. purpurea</i> (Curtis) A. Nelson J.F. Macbr.			

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
<i>C. purpurea</i>	образец дикорастущего вида, Калифорния (США)	Ботанический сад им. Александру Борзы, Cluj-Napoca, Румыния	2011
‘Лиловая Фея’*	Россия	«НГАУ», Новосибирск	2021
Секц. <i>Phaeostoma</i> (Spach) H. Lewis & M.E. Lewis: <i>C. unguiculata</i> Lindley			
‘Альбина’ (‘Alba’)	США	«Гавриш», Москва	2016
‘Коралловые Рифы’*	Россия	«НГАУ», Новосибирск	2022
‘Пурпурная’ (‘Purple’)	США	«Гавриш», Москва	2012
‘Рубиновая’ (‘Red’)	США	«Поиск», Раменское	2021
‘Сакура’ (‘Apple Blossom’)	Великобритания	«Семена Алтая», Барнаул	2021

Примечание – * Образцы, созданные в НГАУ, зарегистрированные в ФГБУ «Госсортокомиссия» в 2021–2022 гг. и включенные в 2024 г. в Государственный реестр селекционных достижений.

В рабочую коллекцию НГАУ включены образцы следующих видов и подвидов декоративно-цветущих однолетних растений кларкии, относящихся к трем разным секциям рода:

1. *Clarkia amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi* (секц. *Rhodanthos*) – образцы этих таксонов представляют наибольший декоративный интерес многообразием сортов и окрасок, типом и размером цветка, диаметр которого составляет от 5,0 до 8,0 см; бутоны прямостоячие, главный стебель от прямостоячего до полустелющегося, габитус от сомкнутого пирамидального до широко раскидистого и полушарообразного.

Первый образец семян *C. amoena* под названием *Godetia amoena* ‘Красавица’ был создан при участии автора (авторское свидетельство № 33756, 31.05.2000) (Приложение Б) и получен из ЦСБС СО РАН г. Новосибирск. Сорт-популяция ‘Красавица’ состоял из растений с красными, темно-красными и темно-розовыми цветками [Королева, Фотев, 2024а] (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Сорт-популяция *C. amoena* ‘Красавица’ (2010 г.) (разработан автором)

Первые образцы *C. amoena* ssp. *lindleyi* были включены в рабочую коллекцию в 2012 г., это травянистые однолетние растения высотой от 30 до 60 см, диаметр цветка 5,5–6,0 см.

Основная окраска цветков белая, светло-розовая, персиковая, оранжевая, светло-лиловая, фиолетовая, красная, пурпурная без пятен или с мелкими пятнами, штрихами или центральной светлой полосой по центру лепестка (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Окраска цветков *C. amoena* ssp. *lindleyi*, 2021 г. (Новосибирск, 55.03° с. ш., 82.99° в. д.): 1 – ‘Белёная’ (смесь окрасок); 2 – ‘Вейсер Страус’; 3 – гибридные семена ‘Вейсер Страус’; 4, 5 – ‘Метеор’ (4 – гибридные семена); 6, 7 – ‘Сибил Шервуд’; 8, 9 – ‘Каттлея’ (гибридные семена); 10 – ‘Герцог Йоркский’ (разработан автором)

Растения исходных популяций *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi* по большинству морфологических признаков сходны с видами, описанными во «Флоре Северной Америки» [Lewis, Hoch, 2021] и «Флоре Калифорнии» [Munz, Keck, 1973], но по плотности соцветия и форме плода, скорее всего, имеют гибридное происхождение с *C. amoena* ssp. *whitneyi*.

2. *Clarkia purpurea* (секц. *Godetia*) – образец этого дикорастущего вида, впервые был получен в 2011 г. из румынского ботанического сада (Grădina Botanică Alexandru Borza a Universității Cluj-Napoca) под названием *Godetia purpurea* G. Don [Королева и др., 2021a; Королева, Фотев, 2024b]. Растения исходной популяции отличались декоративными цветками с разнообразной системой пигментации лепестков (ярким красновато-фиолетовым пятном у дистального края лепестка и пятном в виде полосы у основания). Форма куста – узкопирамидальная, высота растений первоначальной популяции варьировала в пределах 48–65 см, диаметр – 15–20 см. Листовые пластинки узколанцетные, длиной 70–85 мм, шириной 10,0–20,0 мм. Соцветие – плотная кисть (Рисунок 4).



А Б

Рисунок 4 – Растения *C. purpurea* (Новосибирск, 55.03° с. ш., 82.99° в. д.): А – в фазе массового цветения; Б – в фазе созревания семян (разработан автором)

3. *Clarkia unguiculata* Lindl. (секц. *Phaeostoma*) – первый образец кларкии ноготковой ‘Пурпурная’ был включен в рабочую коллекцию НГАУ в 2012 г. Образцы *C. unguiculata* отличались наиболее продолжительным цветением, разнообразием форм и окрасок цветка,

диаметр – 2,5–3,0 см, поникающая (изогнутая) ось соцветия, бутоны висячие (поникающие), растения высотой 75–130 см [Королева, Зибина, 2023] (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Образцы *C. unguiculata* (Новосибирск 55.03° с. ш., 82.99 в. д.): А – ‘Альбина’ с белыми цветками; Б – ‘Сакура’ с нежно розовыми цветками; В – ‘Рубиновая’ с лососево-оранжевыми цветками; Г – ‘Пурпурная’ с пурпурно-фиолетовыми цветками; Д – ‘Коралловые Рифы’ с розово-коралловыми цветками (разработан автором)

Место исследований. Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ).

Фенотипическая оценка образцов проходила в неконтролируемых условиях открытого грунта на участке сортоизучения коллекционного генофонда кларкии, ее интродукции и селекции, расположенном на территории учебно-производственного хозяйства «Сад Мичуринцев» НГАУ, в черте г. Новосибирска (55 с. ш.; 83 в. д.) [Королева, Фотев, 2024b].

Рельеф опытного участка ровный, склон северо-восточной экспозиции не превышает 1–2°, имеются незначительные микропонижения, эрозионные процессы отсутствуют.

Почва экспериментального участка – серая лесная тяжелосуглинистая на бескарбонатном тяжелом суглинке. Серые лесные почвы формируются в подтаежной и лесостепной зонах на аллювиальных отложениях и лессовидных средних, а также тяжелых покровных суглинках четвертичного возраста [Добрянская и др., 2020]

Мощный гумусовый горизонт 110–130 см, темно-серый, комковатопорошистой структуры, содержит много корней, обогащен кремнеземом (SiO₂). Среднее содержание гумуса – 3,78 % с резким убыванием вниз по профилю, легкогидролизуемого азота 5,6 мг/100 г, азота нитратного 13,2–14,5 мг/кг, азота аммиачного 13,8–15,5 мг/кг, обменного калия 16,7 мг/100 г, повышенная обеспеченность подвижными формами фосфора – 17,4 мг/100 г (по Чирикову), pH солевой вытяжки 6,6 (слабо-кислая среда) Сумма поглощенных оснований 30,7–51,0 мг.-экв. на 100 г почвы (данные Центра агрохимической службы «Новосибирский»).

В целом серая лесная почва по плодородию, гранулометрическому составу, физико-химическим свойствам благоприятна для возделывания кларкии, запасов продуктивной влаги перед посевом в слое почвы 0–100 см достаточно (101,3 мм) для появления всходов. Средняя температура почвы на глубине 5–10 см за вегетационный период изменялась: в мае – 11,1 °С, в июне – 18,9 °С, в июле – 22,1 °С, в августе – 18,6 °С, в сентябре – 11,3 °С.

2.2 Климатические условия проведения исследований

Новосибирск расположен на юго-востоке Западно-Сибирской равнины, и его географическое положение позволяет свободно распространяться волнам холода с севера и тепла – с юго-запада, поэтому на территории преобладает континентальный климат [Лучицкая и др., 2014]. Самый теплый месяц – июль со среднемесячной температурой 19,3 °С, самый холодный – январь со среднемесячной температурой минус 18,3 °С. За год выпадает около 440 мм осадков, относительная влажность воздуха 73 %. Средняя скорость ветра до 3,1 м/с. Продолжительность солнечного сияния составляет 2088 ч за год, из них на вегетационный период (с мая по сентябрь) приходится 1296 ч. Долгота светлого времени суток изменяется от 7 ч 09 мин в период зимнего солнцестояния (около 21 декабря) до 17 ч 23 мин в период летнего солнцестояния (около 21 июня) [Лучицкая и др., 2014].

Средняя продолжительность безморозного периода составляет 110–120 дней. Сумма дней со среднесуточной температурой воздуха выше 10 °С (активная вегетация растений) составляет 128 дней, выше 15 °С – 86 дней. Заморозки на почве возможны все лето, за исключением июля, среднесуточная температура воздуха летом составляет 17,5 °С. Средняя продолжительность светового дня в июне – июле составляет 10,2 ч, а за вегетационный период – 8,8 ч, число дней без солнца летом, в среднем – один [Лучицкая и др., 2014].

За начало лета принята дата перехода средней суточной температуры воздуха через 15 °С в сторону повышения – 1 июня); дата установления безморозного периода и окончания последнего заморозка на поверхности почвы – 26 мая. Конец лета фиксируется в момент перехода средней суточной температуры воздуха через 15 °С на поверхности почвы в сторону понижения – 26 августа (начало осени), средняя дата первого заморозка на поверхности почвы – 14 сентября.

Продолжительность вегетационного периода составляет 110–135 дней. По количеству тепла и степени увлажнения район исследований характеризуется как умеренно теплый с недостаточным увлажнением. Минимальные средние месячные значения относительной влажности в теплый период составляют 50–60 %. За вегетационный период выпадает в среднем 190,1 мм осадков, что составляет 43 % от годового количества, при этом в июле выпадает 63 мм. Среднее максимальное суточное количество осадков изменялось от 17,5 мм в июне до 21,4 мм в июле и 22,3 мм в августе [Лучицкая и др., 2014].

Метеорологические условия в годы проведения исследований. На юге Западной Сибири рост, развитие и семенная продуктивность разных видов и сортов кларкии в большей мере зависят от погодных условий вегетационного периода, поэтому анализ метеорологических

условий в исследованиях имеет решающее значение в успехе интродукционных экспериментов и селекции.

Метеорологические условия вегетационных периодов оценивали по данным, полученным от агрометеостанции «Огурцово». Потребность и обеспеченность разных видов кларкии в тепле рассматривали по сумме активных температур выше 10 °С с учетом гидротермического коэффициента [Селянинов, 1953] (Приложение В).

Первые селекционные отборы в популяции кларкии были проведены в период с 2011 по 2016 г. Создание признаковой коллекции и оценка исходного материала кларкии по идентификационным признакам UPOV на отличимость, однородность и стабильность, на что сделан основной акцент в диссертационной работе, проводились с 2021 по 2023 г., поэтому в исследовании агрометеорологические условия приводятся за этот период, следует отметить, что они были разнообразными и способствовали всесторонней оценке изучаемого селекционного материала (Рисунок 6).

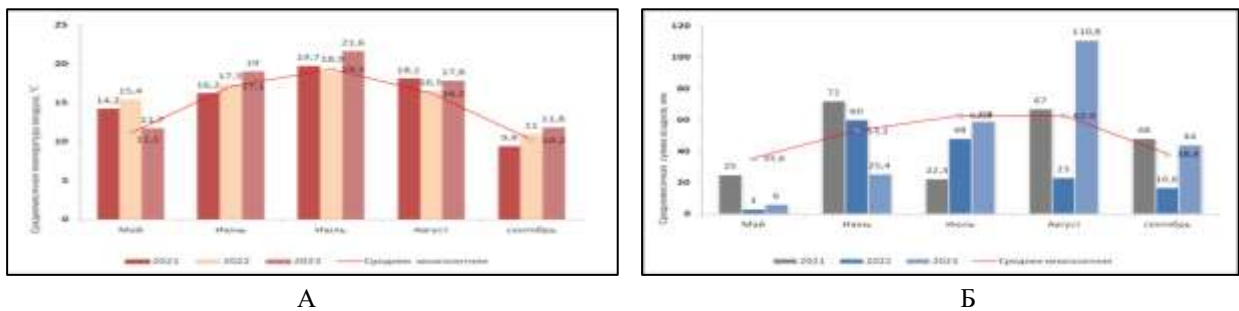


Рисунок 6 – Агрометеорологические условия за 2021–2023 г.: А – среднемесячная температура воздуха °С; Б – среднемесячная сумма осадков, мм (разработан автором)

Посев семян в открытый грунт проводился в одни и те же оптимальные сроки, 16–17 мая.

Агрометеорологические условия 2021 г. были благоприятными для роста, развития кларкии. Вегетационный период отличался умеренно теплой (сумма температур выше 10 °С составляла 1 938 °С) и достаточно увлажненной погодой (ГТК – 1,02), количество выпавших осадков превышало среднее многолетнее значение на 44,2 мм, при этом самый благоприятный по влагообеспеченности период сложился во время всходов и вегетативного развития: выпало 97 мм осадков, что на 8,8 мм выше среднего многолетнего. Среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетние значения в мае на 3,1 °С, в июле – на 0,6 °С, в августе, когда шло формирование плодов, – на 1,9 °С, что положительно сказалось на урожае семян; в июне и сентябре среднесуточная температура была незначительно ниже нормы – на 0,9 °С и 0,8 °С соответственно.

Вегетационный период 2022 г. характеризовался как умеренно теплый (сумма температур выше 10 °С составляла 1 923 °С) и сухой (ГТК – 0,60), количество выпавших

осадков составило 150,6 мм, что было меньше среднего многолетнего значения на 39,5 мм, при этом в период вегетативного развития выпало 63 мм осадков, что ниже нормы на 25,8 мм. Температурный режим был благоприятным, в основном выше средней многолетней нормы: в мае на 4,3 °С, в июне на 0,2 °С, в августе на 0,3 °С, в сентябре на 0,8 °С, лишь в июле значение было ниже нормы на 0,4 °С.

Вегетационный период 2023 г. отличался умеренно теплой (сумма температур выше 10 °С составляла 1 920 °С) и влажной погодой (ГТК – 1,27) с резким недостатком осадков в период всходов и вегетативного развития кларкии, когда всего выпало 31,4 мм осадков при повышении среднемесячных температур на 1,9 °С, что ускорило цветение и созревание семян.

В целом, периоды вегетативного роста, бутонизации и цветения кларкии были благоприятными, со средней температурой воздуха выше 15 °С (Приложение В). Обильные осадки в сопровождении сильных ветров, особенно в фазу массового цветения, могут вызывать обламывание побегов у кларкии, что негативно сказывается на декоративности и продуктивности растений.

2.3 Методика проведения исследований

Сортоизучение образцов кларкии, оценка декоративных качеств и важных хозяйственно-биологических признаков проводились в 2010–2023 гг. с использованием общепринятых методик В. Н. Былова [1971, 1978], Методика ... [1998], опираясь на методические подходы И. В. Дрягиной [1987], Г. Д. Левко [2009], И. Т. Ушаковой и Г. Д. Левко [2020], О. Е. Ханбабаевой и И. В. Березкиной [2020], Р. С. Рахмангулова и Н. Г. Тихоновой [2021], О. А. Сорокопудовой [2021], S. K. Datta [2021], с акцентом на сроки, продолжительность и обилие цветения, с учётом селекционных методов по культуре Н. Rasmuson [1921], G. Hiorth [1948], F. C. Vasek [1965], L. D. Gottlieb [1989], R. C. Lin и M. D. Rausher [2021b].

Сорта кларкии размещали в пределах садовых групп (секций рода) и группировали по окраске. Отбор и оценку признаков на ООС, а также определение диапазона их выраженности проводили в соответствии с методикой UPOV [Document tgp/8 ... , https://www.upov.int/edocs/tgpdocs/fr/tgp_8.pdf].

Учетная площадь делянок: в гибридном и селекционных питомниках – 1,2 м² и 2,0 м² соответственно, а на участках размножения сортов – 10 м² при соблюдении пространственной изоляции с рендомизированным размещением, в четырех повторностях (Рисунок 7).

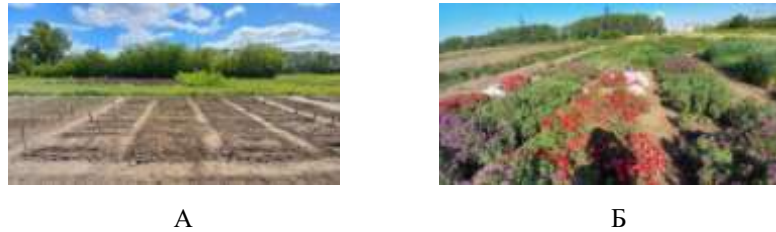


Рисунок 7 – Участок сортоизучения коллекционного генофонда кларкии УПХ «Сад Мичуринцев» (Новосибирск: 55 с. ш.; 83 в. д.): А – разбивка участка; Б – предварительное сортоиспытание (разработан автором)

Исходя из учения Н. И. Вавилова, при оценке коллекции сортов и создании нового исходного материала кларкии учитывали соответствие длины их вегетационного периода условиям юга Западной Сибири [Вавилов, 1957; Гончаров, Гончаров, 2018].

Фенологические наблюдения проводили, используя методику И. Н. Бейдемана [1974], не менее чем на 30 растениях каждого сорта. В каждой группе проводилась сравнительная оценка образцов друг с другом из-за отсутствия районированных сортов. Особое внимание при этом обращали на установление точных дат начала и окончания той или иной фазы. Фенологические наблюдения велись в течение всего вегетационного периода, не реже чем через 3–5 дней, а в период цветения – ежедневно. Регистрировались даты всходов (начала вегетации), начала бутонизации (появление сформировавшихся зачаточных бутонов), массовой бутонизации (полностью сформированный окрашенный бутон), начала цветения, массового цветения (полного раскрытия цветков у 75 % растений), фаза окончания цветения (подсыхания лепестков венчика), являющаяся фазой начала формирования плодов, фаза начала созревания семян и фаза массового созревания семян (зрелости и самосева), продолжительность периодов декоративности (от начала до окончания цветения у 75 % особей) и вегетационного периода (от всходов до уборки).

Феноспектры цветения видов кларкии в условиях юга Западной Сибири даны по шкале И. Н. Бейдемана [1974]. Началом фазы считали наступление её у 10 % учётных растений, массовое проявление фазы отмечали при вступлении в нее 75 % растений [Бейдеман, 1974; Болгов, 1998].

Морфологические характеристики цветков у разных видов и сортов кларкии изучали при полном раскрытии цветка, измеряли длину и диаметр завязи, высоту и диаметр цветка, длину и диаметр лепестков, описывали их форму и цвет, тип флоральной пигментации, число тычинок, длину коротких и длинных тычинок (измеряли отдельно тычиночную нить и пыльник, учитывая ширину пыльника), длину пестика измеряли по частям (завязь, столбик, рыльце), описывали цвет тычиночной нити, пыльника и пестика (столбик и рыльце).

Лабораторные исследования проводились на кафедре растениеводства и кормопроизводства, в «Лаборатории фундаментальных и прикладных проблем генетики,

селекции и биоинженерии сельскохозяйственных растений» и «Лаборатории фитосанитарной диагностики и прогноза» ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ.

Оценку жизнеспособности пыльцы *in vitro* у разных видов *Clarkia* проводили по методике, основанной на исследованиях Ю. В. Фотева на овощных интродуцентах [Фотев, 2001, 2018, 2022] и по разработанному новому способу [Патент № RU 2825471 С1, 2024; Королева, Фотев, 2024d; Королева, 2025].

Способ определения жизнеспособности пыльцы *in vitro* у видов и сортов *Clarkia* Pursh включал два этапа культивирования. На первом этапе пыльцу сеют на предметное стекло в каплю жидкой среды, содержащей осмотически активное вещество – полиэтиленгликоль с молекулярной массой 6 000 (ПЭГ 6 000) – в концентрации 30 % и микроэлементы в следующих концентрациях: борная кислота H_3BO_3 – 0,1 %, нитрат кальция $Ca(NO_3)_2$ – 0,3 %, сульфат магния $MgSO_4$ – 0,2 %, нитрат калия KNO_3 – 0,1 %. Выдерживают 4 ч при постоянной температуре 25 °С, на втором этапе пыльцу выдерживают в данной среде 24 ч, после каждого этапа осуществляют контроль энергетической активности (энергии прорастания) и жизнеспособности пыльцевых зерен под микроскопом и скорости роста пыльцевых трубок, отражающих активность и физиологические качества пыльцы [Патент № RU 2825471 С1, 2024; Королева, Фотев, 2024d]. ПЭГ – это инертный неионный полимер ($HOCH_2 - (CH_2 - O - CH_2) \times CH_2 OH$), который не метаболизируется в растительных клетках [Hong-qi, Croes, 1982].

Определение энергии прорастания пыльцевых зерен проводили по методике Я. Г. Оголевец [1961]. Энергия прорастания пыльцевых зерен соответствует величине, являющейся произведением процента прорастания пыльцы (жизнеспособность, %) за определенный срок и относительной длины пыльцевой трубки, выраженной в процентах к максимальной длине, полученной в опыте.

Жизнеспособность пыльцы выражена в процентах и соответствует отношению числа проросших пыльцевых зерен к их общему числу в не менее 5 просмотренных полях зрения при среднем увеличении микроскопа (100 х). Проросшими считали пыльцевые зерна с длиной пыльцевой трубки равной экваториальному диаметру пыльцевого зерна и более.

Репродуктивные качества семян кларкии исследовались с учетом разнокачественности происхождения на материнском растении по методике Л. Л. Еременко [1977] и Р. Е. Левиной [1981], методическим указаниям по семеноведению интродуцентов [Методические ... , 1980] и методическим подходам к изучению латентного периода растений К. Г. Ткаченко [Ткаченко, 2019, 2020, 2021; Ткаченко и др., 2022].

Посевные качества семян изучали в условиях лаборатории по общепринятой методике, согласно ГОСТ 24933.0-81 на семена цветочных культур с учетом международных правил

определения качества семян [ISTA, 2018]. Энергию прорастания подсчитывали: для *C. atoeana* – на 5-е сутки, при температуре 20 °С; для *C. unguiculata* – на 3-и сутки, при переменной температуре 10–20 °С. Лабораторную всхожесть у представленных видов *Clarkia* определяли на 10-е сутки. Качество семян у нового интродуцента *C. purpurea*, которая отсутствует в стандарте, определяли согласно ГОСТ 24933.0-81 для *C. unguiculata*. В условиях лаборатории пробы семян закладывались в чашки Петри в 4 повторностях. Семена проращивали на увлажненной, прокаленной фильтровальной бумаге (Рисунок 8).

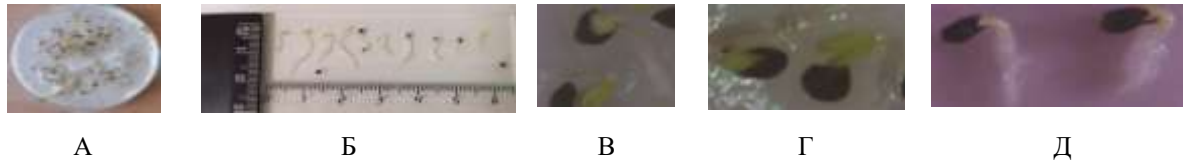


Рисунок 8 – Учет всхожих семян у кларкии: А – проба с проросшими семенами в чашке Петри; Б – учет жизнеспособных семян; В–Д – проростки: *C. atoeana*, *C. purpurea*, *C. unguiculata* (разработан автором)

Жизнеспособность семян, выраженную в процентах, учитывали по количеству живых семян, дающих нормально развитые проростки, не менее длины семени [Николаева и др., 1999].

Для создания нового исходного материала использовали искусственную гибридизацию, принудительное самоопыление (инбридинг), индивидуальный, семейственно-групповой и массовый отборы [Гончаров, Гончаров, 2018; Королева, Фотев, 2024с].

При гибридизации использовали методику Н. Rasmuson [1921]: у цветков, расположенных на главной кисти материнских форм, пыльники удаляли пинцетом до полного раскрытия цветка, в момент окрашенного и треснувшего бутона. Кастрированные цветки опыляли пылью созревших пыльников (цветков) отцовской формы в утренние часы, с 8:30 до 10:30 утра.

При статистической обработке экспериментальных данных использовали рекомендуемые методы [Лакин, 1990; Васильева, 2014]: средние арифметические значения признаков, стандартные отклонения, коэффициенты вариации, стандартную ошибку выборочной средней, минимальные и максимальные значения признаков, критерий достоверности (по Стьюденту), метод χ^2 для анализа характера расщеплений гибридологических поколений, корреляционный, дисперсионный, регрессионный анализы и кластерный анализ (метод Ward), данные исследования проводили на базе программного обеспечения «Microsoft Excel 2007», «Statistica 10», Minitab 14, R-studio.

ГЛАВА 3 ОЦЕНКА РОСТА И РАЗВИТИЯ КЛАРКИИ ПО ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА

Изучение периодов роста и развития растений, их фенологии необходимо для оценки декоративных качеств, особенностей плодоношения, для получения семян местной репродукции, что является критерием успешности интродукции [Шенников, 1964; Верецагина, 1968; Кочанова, 1985; Шулькина, 1987; Пасько, 2000; Effect ... , 2015; Variation ... , 2016]. При этом цветение и формирование семян включаются в общий цикл морфогенеза растения [Куперман, 1984; Еременко 1977; Манолый, 1989; Пасько, 2000].

В настоящей главе рассматриваются: продолжительность межфазных периодов, сроки и продолжительность цветения видов и сортов кларкии из коллекционного генофонда (рабочая коллекция) НГАУ в зависимости от лимитирующего фактора – суммы активных температур.

3.1 Оценка продолжительности межфазных периодов у видов и сортов кларкии в зависимости от суммы температур выше 10 °С

В процессе роста и развития растения североамериканского рода *Clarkia* в агроклиматических условиях юга Западной Сибири проходят следующие фенологические фазы: начало вегетации (всходы), начало бутонизации, массовая бутонизация, начало цветения, массовое цветение, а также фазы начала созревания семян и массового созревания семян, которые проходят параллельно с фазой массового цветения и до окончания вегетации (или уборки с поля) [Королева, 2022b].

По средним данным, за 2021–2023 гг. при посеве образцов рабочей коллекции рода *Clarkia* во второй декаде мая (16–17 мая) массовые всходы появлялись в третьей декаде мая, в среднем через 7–10 сут, начало бутонизации на главной кисти и параллельно образование боковых побегов на растениях проходило с третьей декады июня по вторую декаду июля, в среднем через 26–36 сут после появления всходов (Приложение Г).

Самой высокой вариабельностью (11–25 %) у видов кларкии отличался период начала вегетации (от посева до всходов): раньше всех он наступал у образца *C. purpurea* – через 7 сут после посева (23 мая) при незначительной вариации ($C_v = 11\%$); на 2 сут позже он наступал у образцов *C. unguiculata* ($C_v = 22\%$) и *C. amoena* ($C_v = 25\%$); у подвида *C. amoena* ssp. *lindleyi* – на 3 сут позже ($C_v = 10\%$) (Таблица 2).

Таблица 2 – Продолжительность межфазных периодов у видов кларкии (*Clarkia*) на юге Западной Сибири в 2021–2023 гг., сут [Королева, 2025]

Периоды	<i>C. amoena</i> (n = 5)	<i>C. amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i> (n = 9)	<i>C. purpurea</i> (n = 1)	<i>C. unguiculata</i> (n = 5)
	Mean $\pm$ SE (Min–Max; Cv, %)			
Посев – всходы (В)	9,0 $\pm$ 2,2 (7–11; 25)	10,0 $\pm$ 1,0 (8–11; 10)	7,0 $\pm$ 0,7 (6–7; 11)	9,0 $\pm$ 2,0 (7–11; 22)
Всходы – начало бутонизации (В–НБ)	34,0 $\pm$ 3,3 (34–36; 3)	36,0 $\pm$ 0,5 (36–37; 1)	26,0 $\pm$ 0,7 (25–26; 3)	29,0 $\pm$ 0,4 (28–29; 2)
Всходы – массовая бутонизация (В–МБ)	57,0 $\pm$ 3,5 (52–61; 6)	61,0 $\pm$ 3,7 (56–68; 6)	40,0 $\pm$ 0,7 (39–40; 2)	44,0 $\pm$ 2,9 (41–48; 6)
Всходы – начало цветения (В–НЦ)	60,0 $\pm$ 3,9 (54–63; 7)	63,0 $\pm$ 3,7 (58–70; 6)	42,0 $\pm$ 0,7 (41–42; 2)	46,0 $\pm$ 2,4 (43–49; 5)
Всходы – массовое цветение (В–МЦ)	70,0 $\pm$ 3,8 (64–74; 5)	73,0 $\pm$ 2,8 (68–80; 4)	52,0 $\pm$ 0,7 (51–52; 1)	60,0 $\pm$ 2,0 (58–63; 3)
Начало цветения – окончание цветения (НЦ–ОЦ)	62,0 $\pm$ 4,3 (57–66; 7)	57,0 $\pm$ 4,6 (49–63; 8)	60,0 $\pm$ 1,4 (59–61; 2)	77,0 $\pm$ 4,3 (72–82; 6)
Всходы – начало созревания семян (В–НС)	101,0 $\pm$ 4,8 (94–105; 5)	104,0 $\pm$ 3,3 (98–113; 3)	78,0 $\pm$ 0,7 (77–78; 1)	89,0 $\pm$ 2,4 (87–91; 3)
Всходы – массовое созревание семян (В–МС)	111,0 $\pm$ 3,5 (104–115; 3)	113,0 $\pm$ 3,7 (108–123; 3)	88,0 $\pm$ 0,7 (87–88; 1)	99,0 $\pm$ 1,5 (97–101; 2)
Вегетационный период (ВП)	121,0* $\pm$ 1,6 (120–123; 1)	120,0* $\pm$ 1,5 (119–123; 1)	102,0 $\pm$ 2,1 (100–103; 2)	122,0* $\pm$ 2,1 (121–125; 2)

Примечание – * Mean – среднее значение; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение; SE – стандартная ошибка среднего.

Наступление и продолжительность межфазных периодов развития растений кларкии в среднем за три года варьировали незначительно, в пределах 1–7 %, что подтверждает высокую адаптацию видов кларкии к климатическим условиям юга Западной Сибири.

Начало бутонизации (когда зачаточные зеленые бутоны становятся заметны для глаз) у видов кларкии отмечали от даты появления всходов: через 26 сут (18 июня) у *C. purpurea* (Cv = 6 %); на 3 сут позже у образцов *C. unguiculata*; на 8–10 сут позже у образцов *C. amoena*, включая *C. amoena* ssp. *lindleyi*.

Самый короткий период вегетативного роста, от появления всходов до массовой бутонизации (полностью сформированный окрашенный бутон), был отмечен у нового интродукта *C. purpurea* – 40 $\pm$ 0,7 сут (03 июля) (Cv = 2 %); в среднем на 4 $\pm$ 2,9 сут длинее он был у образцов *C. unguiculata*; самый растянутый, на 17–21 $\pm$ 3,6 сут длинее (Cv = 4–6 %), – у образцов *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi*, соответственно.

Начало цветения раньше всех, через 42 $\pm$ 0,7 сут (05.07) от начала вегетации (Cv = 2,0 %), было отмечено у образца *C. purpurea*; позже на 4 $\pm$ 2,4 сут оно наступало у образцов *C. unguiculata* (Cv = 5,0 %); самое растянутое начало цветения, на 18–21 $\pm$ 3,8 сут позже, было отмечено у вида *C. amoena*, включая подвид *C. amoena* ssp. *lindleyi* (Cv = 7 %).

Массовое цветение у видов кларкии в среднем за три года отмечали через 10–14 сут от даты начала цветения. У растений *C. purpurea* – через 52 $\pm$ 0,7 сут от начала вегетации (15.07), или через 10 $\pm$ 0,7 сут от начала цветения; позже на 8 $\pm$ 2,0 сут оно начиналось у образцов

C. unguiculata – через $14 \pm 2,0$ сут от начала цветения; и на $18\text{--}21 \pm 3,3$ сут позже, чем *C. purpurea*, цвели образцы *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi*, соответственно, то есть в среднем через $72 \pm 3,0$ сут от начала вегетации и через 10 сут от начала цветения. Варьирование по образцам коллекционного генофонда кларкии было незначительным ($C_v = 1\text{--}5\%$).

Период от начала цветения до окончания цветения, особенно важен для озеленения, так как характеризует продолжительность декоративности образцов кларкии. Самым продолжительным периодом декоративности, в среднем $77 \pm 4,3$ сут ($C_v = 6\%$), отличались образцы *C. unguiculata*, у образцов *C. purpurea* этот период был на 17 сут короче, а у образцов *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi* – на 15 и 20 сут соответственно.

Чем раньше наступает фаза начала цветения, тем большую декоративную ценность приобретает культура кларкии в связи с увеличением продолжительности цветения и тем больше шансов на созревание у неё полноценных семян в условиях юга Западной Сибири.

Начало созревания семян у видов кларкии проходит параллельно с фазой массового цветения. Завязывание плодов у представителей рода *Clarkia* начиналось через 2–3 сут после полного раскрытия цветка: когда лопасти рыльца пестика расходятся и готовы к восприятию пыльцы, происходит оплодотворение и начинает формироваться многосемянная коробочка. Раньше всех, через $78 \pm 0,7$ сут от всходов (10.08), или через 26 сут от массового цветения, отмечали начало созревания семян у новой для Западной Сибири культуры *C. purpurea*. У образцов *C. unguiculata* созревание семян начиналось позднее на $11 \pm 2,4$ сут; на $22\text{--}26 \pm 4,0$ сут от всходов (02.09–05.09), или через $31 \pm 4,0$ сут от массового цветения оно начиналось у образцов *C. amoena*, включая подвид. Период созревания семян у видов кларкии варьировал от 26 до 31 сут от даты массового цветения, в среднем составлял 29 сут ($C_v = 3\%$).

Массовое созревание семян с обильным самосевом отмечали: у *C. purpurea* – через 88 ± 2 сут; позже на $11 \pm 1,5$ сут – у *C. unguiculata*; на $22\text{--}25 \pm 4$ сут – у образцов *C. amoena*.

При этом растения *C. purpurea*, новой для юга Западной Сибири культуры, полностью успевают закончить вегетацию с вызреванием семян и обильным самосевом, растения *C. unguiculata* также дают обильный самосев, но вегетацию не заканчивают, а растения *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi* из секции *Rhodanthos* убираются с поля для получения семян с вегетирующими побегами второго и последующих порядков и дозариваются в течение 1–2 недель в условиях лаборатории при $20\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Наиболее короткий вегетационный период (от всходов до созревания семян и уборки), $102 \pm 2,1$ сут, был отмечен у нового интродуцента *C. purpurea* (секц. *Godetia*) при незначительной вариации ($C_v = 3\%$), тогда как в среднем на $18\text{--}20$ сут длиннее он был у образцов *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*) ($C_v = 1\%$), включая подвид и *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) ($C_v = 2\%$) соответственно.

Родина кларкии – Калифорния (США), поэтому основным лимитирующим фактором для культуры, является температурный режим (что указано ранее в разделе 1.2) [Королева, 2022b].

Продолжительность межфазных периодов цветения и вегетации у видов кларкии из трех различных секций рода *Clarkia* Pursh в климатических условиях юга Западной Сибири сильно зависела от суммы активных температур выше 10 °С.

Наиболее адаптированным к континентальным условиям юга Западной Сибири оказался новый для Западной Сибири интродуцент *C. purpurea* (секц. *Godetia*), которому для роста и развития вплоть до окончания периода вегетации требовалось всего 102 ± 2 сут с достаточной суммой температур выше 10 °С = 1 827 °С, что укладывается в пределы климатической нормы для Новосибирска (1 920 °С) и даже ниже ее на 93 °С, по данным сайта Климат Новосибирска и НСО [<http://meteo-nsu.ru/pages/46>].

Образцы *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*), включая подвид *C. amoena* ssp. *lindleyi*, были особенно чувствительны к теплу, им для прохождения периода вегетации (в среднем 121 ± 1 сут) требовалось на 7 °С больше климатической нормы суммы температур выше 10 °С, а также на 100 °С и 48 °С больше, чем образцам *C. purpurea* и *C. unguiculata* соответственно. В то время как образцам *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) требовалось на 41 °С меньше климатической нормы и на 52 °С больше суммы температур выше 10 °С, чем *C. purpurea* (Рисунок 9).

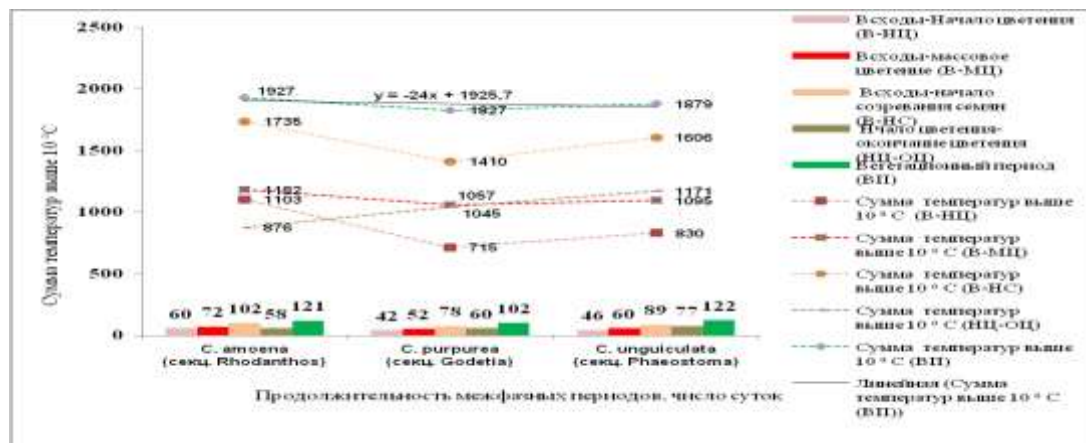


Рисунок 9 – Теплообеспеченность прохождения межфазных периодов у образцов разных видов *Clarkia* (средние значения за 2021–2023 гг.) (разработан автором)

От начала вегетации до инициации цветения образцам *C. purpurea* (секц. *Godetia*) в среднем за три года требовалось 715 °С суммы температур выше 10 °С, что на 388 °С и 273 °С ниже, чем образцам *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*) и *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) соответственно.

Период декоративности у образцов кларкии, когда происходят процессы опыления, оплодотворения, завязывания плодов и формирования семян, протекал при достаточно высоких суммах температур выше 10 °C – у видов *C. unguiculata* при 1 171 °C, у *C. purpurea* на 120 °C ниже. У представителей *C. amoena*, включая *C. amoena* ssp. *lindleyi*, этот период протекал при умеренно прохладных среднесуточных температурах от 12,4 °C–14,8 °C и чаще при избыточном увлажнении (Приложение В), им было недостаточно суммы активных температур, по сравнению с двумя предыдущими видами – на 295 °C и 181 °C соответственно, что сказывалось на снижении реальной семенной продуктивности до 50 % [Королева, 2023а].

Период от всходов до начала созревания семян сильно зависел от суммы активных температур ($r = 0,995$, $p < 0,05$), и наиболее короткий (78 сут) он был у кларкии пурпурной (*C. purpurea*) – новой перспективной культуры для Западной Сибири, при этом ей требовалось 1 410 °C суммы температур выше 10 °C для достижения полной зрелости семян. Образцам *C. unguiculata* требовалось на 11 сут и 196 °C суммы активных температур больше, чем *C. purpurea*. Наибольшее количество тепла для более растянутого периода созревания семян требовалось образцам *C. amoena* – в среднем на 325 °C и 129 °C больше, чем *C. purpurea* и *C. unguiculata* соответственно.

При определении температурных границ для каждого вида кларкии на юге Западной Сибири был рассмотрен интерквартильный размах суммы температур выше 10 °C при прохождении пяти межфазных периодов: В–НЦ, В–МЦ, В–НС, НЦ–ОЦ, ВП, при $p < 0,05$ (Рисунок 10).

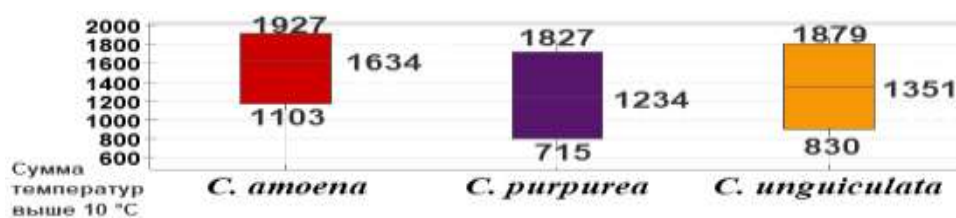


Рисунок 10 – Температурные границы прохождения межфазных периодов у видов кларкии на юге Западной Сибири (2021–2023 гг.), $p < 0,05$ [Королева, 2025]

Самые высокие границы суммы температур выше 10 °C были отмечены при межфазных периодах у *C. amoena*: $Q_1 = 1\,170$ °C – $Q_3 = 1\,920$ °C со средним значением 1 634 °C; на 400 °C меньше это значение было у *C. purpurea*: $Q_1 = 801$ °C – $Q_3 = 1\,723$ °C; и у *C. unguiculata* температурный режим: $Q_1 = 896$ °C – $Q_3 = 1811$ °C, в среднем – 1 351 °C, что ниже на 283 °C, чем у *C. amoena*, и выше на 117 °C, чем у *C. purpurea* [Королева, 2025].

Таким образом, сумма температур выше 10 °C была достаточной для созревания семян нового интродукта *C. purpurea* (секц. *Godetia*), и по шкалам О. А. Пасько и

И. В. Верещагиной этот вид в условиях юга Западной Сибири (Новосибирск: 55 с. ш.; 83 в. д.) можно отнести к первой группе, заканчивающей вегетацию с полным вызреванием семян [Королева, 2025].

Продолжительность пяти межфазных периодов – В–НЦ, В–МЦ, В–НС, НЦ–ОЦ, ВП – от начала до окончания вегетационного периода у образцов *C. Purpurea* и *C. unguiculata*, относящихся к разным секциям, сильно зависела от суммы активных температур выше 10 °С ($r = 0,833 \dots 0,999$). Между видами *C. amoena* и *C. unguiculata* наблюдалось также значительное сходство в реакции на сумму температур выше 10 °С при растянутом доверительном интервале ($r = 0,845$).

Зависимость периодов начала созревания семян и вегетационного периода от суммы температур выше 10 °С демонстрируют графики линейной регрессии (Рисунок 11).

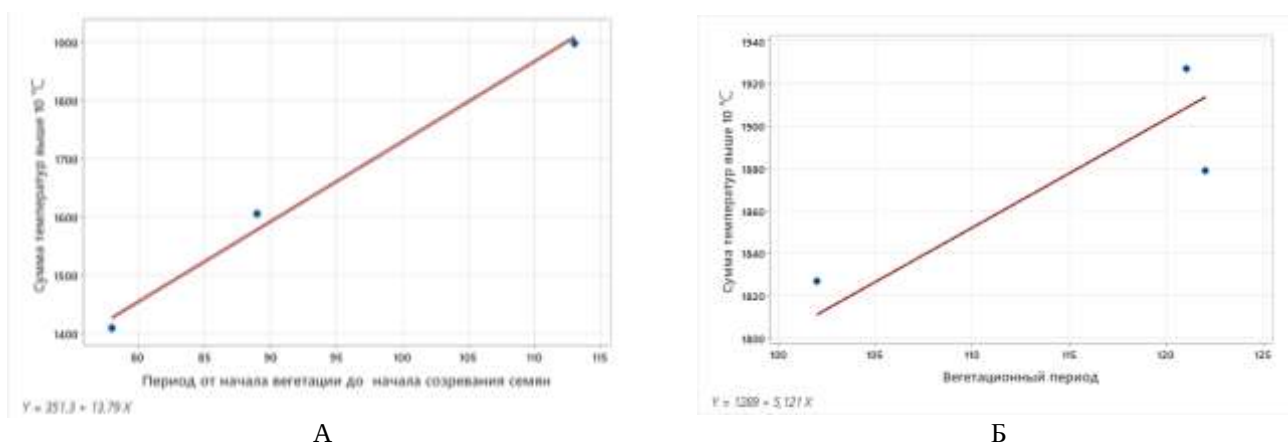


Рисунок 11 – Линии регрессии зависимости продолжительности межфазных периодов от суммы температур выше 10 °С у видов кларкии: А – от начала вегетации до начала созревания семян; Б – вегетационный период [Королева, 2025]

Это выражается следующими линейными уравнениями регрессии:

А – период от всходов до начала созревания семян: $Y = 351,3 + 13,79x$, $r = 0,99$,

где

Y – сумма температур выше 10 °С,

x – продолжительность периода от всходов до начала созревания семян (сут);

Б – вегетационный период: $Y = 1289 + 5,12x$, $r = 0,86$,

где

Y – сумма температур выше 10 °С;

x – продолжительность вегетационного периода (сут).

3.2 Оценка коллекционного генофонда кларкии по продолжительности периодов развития и срокам начала цветения на юге Западной Сибири

Для определения сходства генотипов различных образцов кларкии по скорости прохождения межфазных периодов развития растений был произведен кластерный анализ (Рисунок 12).



Рисунок 12 – Дендрограмма сходства образцов кларкии по продолжительности межфазных периодов, относящихся к разным видам (2021–2023 гг.): 1 – ‘Красавица’; 2 – ‘Малиновая Чаша’; 3 – ‘Герцогиня’; 4 – ‘Оранжевое Сияние’; 5 – ‘Сладкие Сердечки’; 6. – ‘Белёсая’; 7 – ‘Фарфоровая Чаша’; 8 – ‘Сибил Шервуд’; 9 – ‘Персиковая Чаша’; 10 – ‘Вейсер Страус’; 11 – ‘Герцог Йоркский’; 12. – ‘Каттлея’; 13. – ‘Метеор’; 14 – ‘Рембрандт’; 15 – ‘Лиловая Фея’; 16 – ‘Пурпурная’; 17 – ‘Коралловые Рифы’; 18 – ‘Сакура’; 19 – ‘Рубиновая’; 20 – ‘Альбина’. Мера измерения – евклидово расстояние (ed) [Королева, 2025]

Кластеризация образцов кларкии по продолжительности всех девяти межфазных периодов роста и развития растений путем измерения евклидовых расстояний (метод Ward) определила два основных кластера и 5 подкластеров по срокам зацветания, объединяющих 3 разных вида.

Первый кластер объединил образцы вида *C. amoena* и подвида и *C. amoena ssp. lindleyi*, и включил 3 подкластера: в первый (51–61 сут от всходов) вошли сорта со средним сроком продолжительности межфазных периодов и зацветания: ‘Красавица’ (1), ‘Малиновая Чаша’ (2) и *C. amoena ssp. lindleyi* ‘Сибил Шервуд’ (8) и ‘Персиковая Чаша’ (9); второй (62–67 сут от всходов) включил среднепоздние сорта: ‘Герцогиня’ (3), ‘Оранжевое Сияние’ (4), ‘Сладкие Сердечки’ (5) и *C. amoena ssp. lindleyi* ‘Белёсая’ (6), ‘Метеор’ (13), ‘Герцог Йоркский’ (11), ‘Каттлея’ (12) и ‘Фарфоровая Чаша’ (7); третий (более 67 сут от всходов) объединил поздние сорта *C. amoena ssp. lindleyi*: ‘Вейсер Страус’ (10) и ‘Рембрандт’ (14).

Во второй кластер вошли образцы двух видов *C. purpurea* и *C. unguiculata* с ранним цветением (42–45 сут от всходов) с разделением на 2 подкластера. В первый вошел один образец *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ (15), а второй объединил образцы *C. unguiculata* с ранними сроками цветения: ‘Пурпурная’ (16) и ‘Коралловые Рифы’ (17), и среднеранними (46–50 сут от всходов): ‘Сакура’ (18), ‘Рубиновая’ (19), ‘Альбина’ (20).

На Рисунке 12 наглядно показано различие в продолжительности межфазных периодов и времени начала цветения различных видов и образцов кларкии на юге Западной Сибири. По

срокам начала цветения коллекция поделилась на 5 групп: 1 – ранние сорта (15 %); 2 – среднеранние сорта (15 %); 3 – средние сорта (20 %); 4 – среднепоздние сорта (40 %), самая многочисленная группа; 5 – поздние сорта (10 %).

Таким образом, на основе данных кластерного анализа по продолжительности межфазных периодов сорта кларкии были распределены по группам в зависимости от сроков начала цветения (Таблица 3).

Таблица 3 – Продолжительность межфазных периодов у образцов кларкии, в зависимости от сроков цветения в 2021–2023 гг. (сут)

Группа сортов	*П–В	В–НБ	В–МБ	В–НЦ	В–МЦ	НЦ–ОЦ	ВП
	**Mean $\pm$ SE (Min–Max)						
Ранние (секц. <i>Godetia</i>)	7,0 $\pm$ 0,7 (6–7)	26,0 $\pm$ 0,7 (25–26)	40,0 $\pm$ 0,7 (39–40)	42 $\pm$ 0,7 (41–42)	52,0 $\pm$ 0,7 (51–52)	60,0 $\pm$ 1,4 (59–60)	102,0 $\pm$ 2,1 (100–103)
Ранние (секц. <i>Phaeostoma</i>)	7,0 $\pm$ 0,5 (6–7)	29,0 $\pm$ 0,5 (28–29)	42,0 $\pm$ 0,4 (42–43)	44,0 $\pm$ 0,5 (43–44)	58,0 $\pm$ 1,0 (57–59)	81,0 $\pm$ 1,7 (80–82)	125,0 $\pm$ 1,7 (124–125)
Среднеранние (секц. <i>Phaeostoma</i>)	11,0 $\pm$ 1,0 (10–14)	30,0 $\pm$ 0,9 (29–31)	46,0 $\pm$ 1,3 (44–50)	48,0 $\pm$ 1,3 (46–51)	62,0 $\pm$ 1,5 (60–65)	75,0 $\pm$ 1,0 (73–76)	121,0 $\pm$ 2,0 (120–121)
Средние (секц. <i>Rhodanthos</i>)	9,0 $\pm$ 1,3 (7–12)	35,0 $\pm$ 1,7 (32–39)	55,0 $\pm$ 1,9 (52–57)	58,0 $\pm$ 1,8 (54–60)	68,0 $\pm$ 0,8 (64–70)	65,0 $\pm$ 0,3 (63–66)	122,0 $\pm$ 0,9 (121–123)
Среднепоздние (секц. <i>Rhodanthos</i>)	11,0 $\pm$ 1,4 (7–14)	36,0 $\pm$ 1,3 (34–39)	60,0 $\pm$ 1,0 (59–63)	63,0 $\pm$ 0,9 (62–65)	73,0 $\pm$ 1,0 (71–75)	57,0 $\pm$ 0,7 (56–58)	120,0 $\pm$ 1,2 (119–125)
Поздние (секция <i>Rhodanthos</i>)	12,0 $\pm$ 1,2 (10–15)	37,0 $\pm$ 1,2 (36–40)	67,0 $\pm$ 1,3 (65–71)	69,0 $\pm$ 1,0 (68–72)	79,0 $\pm$ 1,2 (77–82)	50,0 $\pm$ 0,9 (49–52)	119,0 $\pm$ 0,3 (118–120)

Примечание – * Межфазные периоды: П–В – посев–всходы; В–НБ – всходы начало бутонизации; В–МБ – всходы–массовая бутонизация; В–НЦ – всходы–начало цветения; В–МЦ – всходы–массовое цветение; НЦ–ОЦ – начало цветения–окончание цветения; ВП – вегетационный период; **Mean – среднее значение; SE – стандартная ошибка среднего; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение.

По продолжительности межфазных периодов были выделены источники раннего типа – это образцы кларкии *C. purpurea* (секц. *Godetia*), начинающие цвести через $42 \pm 0,7$ сут от всходов и *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*), отличающиеся незначительно – на 2 сут – по срокам начала цветения, при этом значительная разница отмечена у них по продолжительности периода декоративности. У сортов *C. unguiculata* этот период длился в среднем $81 \pm 1,7$ сут, что больше на 21 сут, чем у *C. purpurea*.

Среднеранние сорта *C. unguiculata* вступали в фазу начала цветения на 10 сут раньше средних сортов *C. amoena* и на 15 и 21 сут раньше среднепоздних и поздних сортов соответственно. Поздние сорта *C. amoena* зацветали на 27 сут позже раннего сорта *C. purpurea*.

Продолжительность периода декоративности от начала цветения до окончания у среднеранних сортов *C. unguiculata* длилась $75 \pm 1,0$ сут, что на 15 сут больше, чем у *C. purpurea* (Рисунок 13).

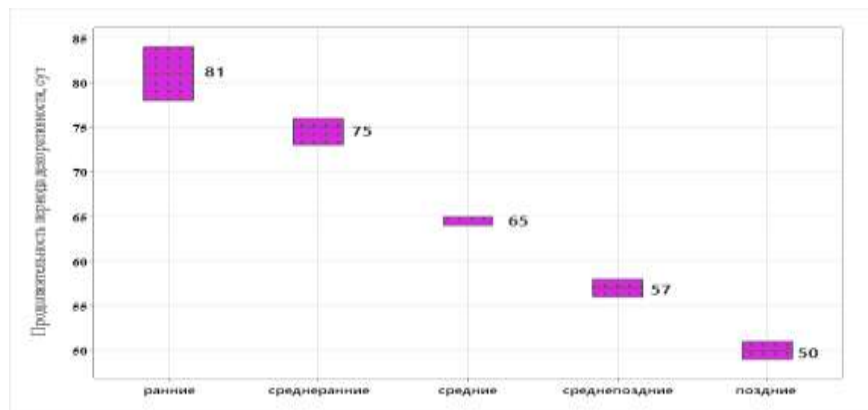


Рисунок 13 – Период декоративности сортов кларкии, в зависимости от сроков начала цветения [Королева, 2025]

У сортов *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi* со средним сроком начала цветения, продолжительность цветения до потери декоративности (период декоративности) длилась в среднем $65 \pm 0,33$ сут, что на 5 сут больше, чем у сорта *C. purpurea*, и на 16 сут меньше, чем у ранних сортов *C. unguiculata*. Самый короткий период декоративности наблюдался у поздних сортов *C. amoena* ssp. *lindleyi*, который, в среднем составил 50 сут, что короче на 10 сут, чем у *C. purpurea*, и на 31 сут – чем у ранних сортов *C. unguiculata*.

Раньше всех окончание вегетации с обильным самосевом фиксировали у раннего сорта *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’. Как было указано ранее, на 23 и 19 сут дольше длился вегетационный период соответственно у ранних и среднеранних сортов *C. unguiculata*; на 20 сут дольше он был у средних сортов сорта *C. amoena*, включая *C. amoena* ssp. *lindleyi*; и на 18 и 17 сут длинее он был соответственно у среднепоздних и поздних сортов.

На основе данных по продолжительности межфазных периодов была проведена группировка сортов по времени начала цветения (признак 34) в методике RTG/1157/1 проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность Кларкия (*Clarkia* Pursh), утвержденной в 2023 г. в ФГБУ «Госсортокомиссии» (Приложение Д).

3.3 Биологические особенности и феноритмы цветения видов кларкии на юге Западной Сибири

Для расширения ресурсов однолетних декоративных растений, используемых в озеленении юга Западной Сибири, необходимо увеличение ассортимента интродуцентов и изучение адаптационных возможностей перспективных видов и форм с учетом климатических факторов.

Так как в литературе встречаются редкие данные по биологии цветения видов *Clarkia* вне их естественных мест обитания (*ex situ*), и все они разрозненные и касаются в основном

отдельных видов или сортов, то в этом разделе мы привели данные о феноспектрах и феноритмах цветения коллекционного генофонда однолетних цветочных растений *Clarkia* (Onagraceae) из трех различных секций – *Rhodanthos*, *Godetia* и *Phaeostoma*, включающих 20 образцов на юге Западной Сибири.

Изучение сроков наступления фенологических фаз и продолжительности периода декоративности образцов кларкии из рабочей коллекции в условиях юга Западной Сибири является актуальным и важным фактором для сохранения биологического разнообразия видов и подбора родительских пар при создании сортов с устойчивыми сроками цветения для нашего региона.

Анализ биологических особенностей цветения коллекционного генофонда видов *Clarkia*, основанный на фенологических наблюдениях, позволил выделить средние даты цветения в популяциях и установить продолжительность периода декоративности (Таблица 4).

Таблица 4 – Биологические особенности цветения видов кларкии (средние значения за 2021–2023 гг.)

Фаза развития (дата начала)	<i>C. amoena</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)	<i>C. purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>)	<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>)	НСР
Массовая бутонизация	19.07 ± 2,00	03.07 ± 2,00	05.07 ± 2,00	3,20
Начало цветения	21.07 ± 2,00	05.07 ± 2,00	07.07 ± 2,00	3,23
Массовое цветение	01.08 ± 2,00	15.07 ± 2,00	21.07 ± 2,00	4,13
Окончание цветения (потеря декоративности)	17.09 ± 2,00	03.09 ± 2,00	22.09 ± 2,00	4,14
Период декоративности (кол-во сут)	58	60	77	4,13

Фаза массовой бутонизации раньше всех наступала у *C. purpurea* – 3 июля, на 2 сут позже она начиналась у ранних образцов *C. unguiculata* и на 2 недели позже (19 июля) формировались бутоны, готовые к началу цветения у представителей вида *C. amoena*, включая подвид *C. amoena* ssp. *lindleyi*.

Начало цветения – момент растрескивания бутона и появления лепестков венчика цветка у видов кларкии отмечалось в среднем через 2 сут после фазы бутонизации (полностью сформированные и окрашенные бутоны), при этом в жаркие дни у всех видов процесс цветения ускорялся [Королева, 2022b].

Фаза массового цветения раньше всех (15.07) наступала у растений впервые окультуренного на юге Западной Сибири вида *C. purpurea* (секц. *Godetia*), на 6 сут позже она была отмечена у ранних образцов *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*), и позже всех наблюдали массовое цветение у растений вида и подвида *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*) – на 11 сут позже, чем у *C. unguiculata* и на 17 сут позже, чем у *C. purpurea*.

Феноспектры и феноритмы цветения видов *Clarkia* из генофонда НГАУ

Феноспектры видов и подвидов кларкии из трех различных секций показали, что самое продолжительное и растянутое по времени цветение наблюдается у растений *C. unguiculata* из секции *Phaeostoma*, самое раннее, дружное и относительно короткое цветение наблюдалось у растений *C. purpurea*, средняя продолжительность цветения наблюдалась у растений *C. amoena* и *C. amoena ssp. lindley* из секции *Rhodanthos* (Рисунок 14).

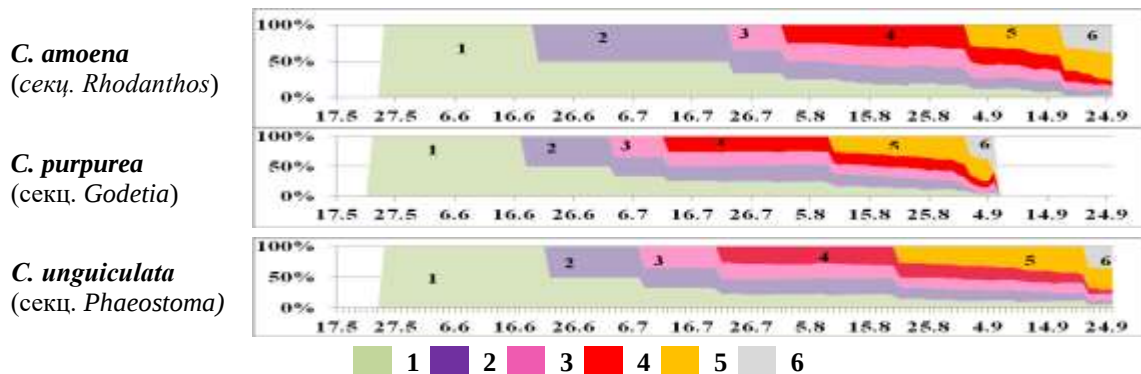


Рисунок 14 – Феноспектры разных видов кларкии (2021–2023 гг.) на юге Западной Сибири: 1– вегетация; 2 – бутонизация; 3 – начало цветения; 4 – массовое цветение; 5 – созревание семян; 6 – окончание цветения [Королева, 2022b]

Фаза начала бутонизации раньше всех наступала у *C. purpurea* – 18 июня, на 3 сут отставала от нее *C. unguiculata* и на 10 сут позже появлялись зачатки бутонов у растений *C. amoena*, у которой период до формирования зрелого окрашенного бутона очень растянут. Фазы бутонизации и начала цветения идут параллельно с фазой полного (массового) цветения, а фаза массового цветения проходит параллельно с фазой начала созревания семян. В соцветии первым раскрывается цветок, расположенный у основания кисти, а последним – самый верхний.

Самое раннее начало цветения отмечали в целом за 3 года – 05 июля у нового интродукта *C. purpurea*, на 2–5 сут позже начинали цвести образцы *C. unguiculata*, и на 16 сут позже цветение начиналось у образцов *C. amoena*, включая подвид [Королева, 2022b].

Начало созревания семян (09 августа) и потеря декоративности (03 сентября) раньше всех наступали у вида *C. purpurea*, и в период, с 20 августа (массовое созревание семян) по 5 сентября ежегодно наблюдался обильный самосев, поэтому уборка образцов данного вида на семена проходила до 3–5 сентября. У *C. unguiculata* начало созревания отмечалось в среднем на 12 сут позже (21 августа) и потеря декоративности на 19 сут позже (22 сентября), чем у *C. purpurea*. У образцов *C. amoena* начало созревания наступало на 11 сут позже (01 сентября), чем у предыдущего вида, и на 23 сут позже, чем у *C. purpurea*, а период декоративности в среднем длился 58 сут, до 17 сентября.

На репродуктивные качества семян кларкии на юге Западной Сибири сильное влияние оказывает температурный фактор, коэффициент корреляции $r = 0,96$. Семена низкого качества получаются, когда среднесуточная температура опускается ниже 10 °C [Королева, 2023a].

У видов кларкии были выявлены два срока цветения: летнецветущие растения *C. purpurea* из секции *Godetia* и *C. unguiculata* из секции *Phaeostoma* и летне-осенние – вид *C. amoena* и его подвид *C. amoena ssp. lindleyi* из секции *Rhodanthos*.

При этом продолжительность жизни цветка (при опылении) составляла: у растений *C. unguiculata* – 4–6 сут, *C. purpurea* – 3–5 сут, *C. amoena* и *C. amoena ssp. lindleyi* – 6–10 сут в зависимости от погодных условий, в жаркие и сухие дни процесс цветения ускорялся. На юге Западной Сибири цветение образцов нового интродуцента *C. purpurea* (секц. *Godetia*) опережало на 2 сут ранние сорта *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*). Что также согласуется с данными, полученными в исследованиях С. Дж. Мазера и его коллег, которые отмечали, что *C. unguiculata*, зацветала примерно на 3–5 сут позже, чем *C. cylindrica*, принадлежащая секции *Godetia* [Mazer et al., 2021; Королева, 2022b].

Феноритмы цветения секций *Clarkia* из генофонда НГАУ

Исходя из сроков и продолжительности цветения секций кларкии из генофонда Новосибирского ГАУ (при среднем сроке посева семян в открытый грунт 16–17 мая) мы выделили два основных феноритмотипа: летние (цветение в июле – августе) и летне-осенние (цветение в августе – сентябре) (Таблица 5).

Таблица 5 – Феноритмотипы цветения видов кларкии из трех секций (2021–2023 гг.)

Виды (секции)	Сроки цветения	Феноритмотип
<i>C. amoena</i> , <i>C. amoena ssp. lindleyi</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)	август – сентябрь	летне-осенний
<i>C. Purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>)	июль – август	летний
<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>)	июль – сентябрь	летне-осенний

Виды распределились на летнецветущие растения *C. purpurea* (секц. *Godetia*) с продолжительностью вегетации $102 \pm 2,1$ сут и летне-осенние виды *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*), включая подвид *C. amoena ssp. lindleyi* с продолжительностью вегетации $120 \pm 1,3$ сут, и *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) с продолжительностью цветения $122 \pm 2,2$ сут, при этом последний вид является самым долгоцветущим.

Все три вида рода *Clarkia* Pursh семейства Onagraceae Juss. из рабочей коллекции НГАУ характеризуются продолжительным цветением в условиях юга Западной Сибири, отличаются

возможностью посевом семян в открытый грунт и являются перспективными для использования в озеленении региона.

Таким образом, массовые всходы у образцов *Clarkia* из рабочей коллекции при посеве во второй декаде мая (16–17 мая) появлялись в третьей декаде мая. Самым длинным периодом вегетативного роста от всходов до массовой бутонизации отличались *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi* – в среднем $59 \pm 3,6$ сут. Самым ранним цветением, в среднем через $42 \pm 0,7$ сут от всходов, характеризовался впервые окультуренный на юге Западной Сибири вид *C. purpurea*, затем, позже в среднем на $4 \pm 2,4$ сут, зацветали образцы *C. unguiculata*, и самыми последними, в среднем через $62 \pm 3,8$ сут от всходов, начинали цвести образцы *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi*. Массовое цветение у *C. amoena* и *C. purpurea* наступало через 10 сут, а у *C. unguiculata* – через 14 сут от даты начала цветения. Для перехода к цветению *C. amoena*, включая *C. amoena* ssp. *lindleyi*, требовалась самая высокая сумма активных температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $1\ 103\text{ }^{\circ}\text{C}$; на $273\text{ }^{\circ}\text{C}$ меньше требовалось *C. unguiculata*, и наиболее низкая сумма температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $715\text{ }^{\circ}\text{C}$ – требовалось новой для Западной Сибири культуре *C. purpurea*.

Из коллекционного генофонда НГАУ по времени начала цветения (Признак 34 в методике RTG/1157/1) были выделены образцы кларкии – источники: 1) раннего цветения (42–45 сут от всходов) – *C. purpurea* и *C. unguiculata* (15 %); 2) среднераннего цветения (46–50 сут) – *C. unguiculata* (15 %); 3) среднего цветения (51–61 сут) – *C. amoena*, включая *C. amoena* ssp. *lindleyi* (20 %); 4) среднепозднего цветения (62–67 сут) – *C. amoena*, включая *C. amoena* ssp. *lindleyi* (40 %); 5) позднего цветения (более 67 сут) – *C. amoena* ssp. *lindleyi* (10 %). Среди видов кларкии выделены 2 феноритмотипа: летний (*C. purpurea*) и летнее-осенний (*C. amoena*, *C. unguiculata*).

ГЛАВА 4 ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ У ВИДОВ КЛАРКИИ

В связи с недостаточной изученностью вопросов, касающихся репродуктивной биологии разных видов кларкии, представленных в отечественных и зарубежных публикациях, в данной главе рассматриваются морфометрические признаки андроеца и гинецея в период полного раскрытия цветка, позволяющие определить стратегию опыления и гибридизации у видов кларкии. Приводится оценка жизнеспособности пыльцы в связи с ее ролью в получении семенного потомства, а также возможности семеноводства образцов кларкии, относящихся к трем секциям рода: *Rhodanthos*, *Godetia*, *Phaeostoma*. Данные исследования дают возможность выявить факторы, определяющие репродукционный успех у видов кларкии в условиях открытого грунта южной лесостепи Западной Сибири.

4.1 Особенности репродуктивной структуры цветка у видов кларкии

Цветки у видов кларкии обоеполые.

Сравнение биометрических данных репродуктивных органов цветков у образцов кларкии разных видов мы проводили на IX этапе органогенеза, в период, когда они полностью сформированы, в фазе массового цветения (в момент полного раскрытия цветка) (Таблица 6).

Таблица 6 – Изменчивость репродуктивной структуры цветков у кларкии за 2021–2023 гг.

Биометрические параметры	<i>C. amoena</i> (n = 5) Mean $\pm$ SE (Min–Max)	<i>C. amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i> (n = 9) Mean $\pm$ SE (Min–Max)	<i>C. purpurea</i> (n = 1) Mean $\pm$ SE (Min–Max)	<i>C. unguiculata</i> (n = 5) Mean $\pm$ SE (Min–Max)
1	2	3	4	5
Длина завязи, мм	18,5 $\pm$ 1,3 (14,0–23,0)	21,2 $\pm$ 0,4 (18,0–25,0)	12,0 $\pm$ 0,9 (9,0–16,0)	14,5 $\pm$ 0,3 (14,0–15,0)
Ширина завязи, мм	4,2 $\pm$ 0,3 (3,0–4,0)	3,7 $\pm$ 0,2 (3,0–5,0)	6,4 $\pm$ 2,6 (2,0–8,0)	2,5 $\pm$ 0,2 (2,0–3,0)
Длина столбика, мм	16,4 $\pm$ 0,8 (14,0–19,0)	15,8 $\pm$ 0,2 (14,0–19,0)	10,8 $\pm$ 0,4 (0,9–1,2)	17,0 $\pm$ 0,7 (15,0–20,0)
Длина рыльца, мм	5,0 $\pm$ 0,2 (4,0–6,0)	4,7 $\pm$ 0,2 (2,0–6,0)	1,0 $\pm$ 0,0 (1,0–1,0)	2,0 $\pm$ 0,0 (2,0–2,0)
Число коротких тычинок, шт	4,0 $\pm$ 0,0 (4,0–4,0)	4,20 $\pm$ 0,07 (4,0–5,0)	4,0 $\pm$ 0,0 (4,0–4,0)	4,0 $\pm$ 0,0 (4,0–4,0)
Длина тычиночной нити, мм	3,8 $\pm$ 0,2 (0,3–0,5)	2,70 $\pm$ 0,04 (2,0–3,0)	1,10 $\pm$ 0,05 (1,0–2,0)	9,7 $\pm$ 0,3 (7,0–10,0)
Длина пыльника, мм	7,6 $\pm$ 0,3 (4,0–9,0)	9,00 $\pm$ 0,09 (7,0–11,0)	3,4 $\pm$ 0,1 (3,0–4,0)	5,1 $\pm$ 0,1 (5,0–6,0)
Ширина пыльника, мм	1,4 $\pm$ 0,1 (1,0–2,0)	1,30 $\pm$ 0,03 (1,0–2,0)	1,00 $\pm$ 0,02 (1,0–1,5)	1,1 $\pm$ 0,1 (1,0–2,0)
Число длинных тычинок, шт	4,0 $\pm$ 0,0 (4,0–4,0)	4,30 $\pm$ 0,07 (4,0–5,0)	4,0 $\pm$ 0,0 (4,0–4,0)	4,0 $\pm$ 0,0 (4,0–4,0)

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
Длина тычиночной нити, мм	$6,0 \pm 0,2$ (5,0–8,0)	$5,10 \pm 0,08$ (3,0–7,0)	$3,1 \pm 0,6$ (3,0–4,0)	$10,0 \pm 0,3$ (8,0–11,0)
Длина пыльника, мм	$9,0 \pm 0,2$ (7,0–10,0)	$9,7 \pm 0,1$ (6,0–12,0)	$4,2 \pm 0,1$ (4,0–6,0)	$6,0 \pm 0,0$ (6,0–6,0)
Ширина пыльника, мм	$1,4 \pm 0,1$ (1,0–2,0)	$1,30 \pm 0,03$ (1,0–2,0)	$1,10 \pm 0,06$ (1,0–2,0)	$1,0 \pm 0,0$ (1,0–1,0)

Примечание – Mean $\pm$ SE – средние значения; SE – стандартная ошибка среднего значения; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение.

Самая короткая цилиндрическая завязь, в среднем $12,0 \pm 0,9$ мм на момент цветения, была отмечена у *C. purpurea*; на $2,5 \pm 0,3$ мм длинее завязь была у *C. unguiculata*; и самая длинная, на $9,2 \pm 0,4$ мм больше, наблюдалась у образцов *C. amoena* ssp. *lindleyi*. Образцы *C. unguiculata* характеризовались узкой цилиндрической завязью, в среднем $2,5 \pm 0,2$ мм; *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi* имели цилиндрические и веретенообразные завязи средней ширины – на 1,2–1,7 мм больше, чем у предыдущего вида; самые широкие отмечали у *C. purpurea* – в 2,6 раза больше, чем у *C. unguiculata*.

Общее количество тычинок, насчитываемое у всех исследованных видов и образцов кларкии, – восемь, из них четыре – более короткие. У всех образцов кларкии наблюдалась протандрия, пыльники обычно созревали раньше и сбрасывали пыльцу в течение 2–3 сут после полного раскрытия цветка, когда рыльце еще сомкнуто и не восприимчиво, что не противоречит данным, полученным Н. Lewis [1953].

Самые короткие тычинки, с длиной тычиночной нити $1,10 \pm 0,05$ мм и пыльника – $3,4 \pm 0,1$ мм, были отмечены у *C. purpurea* (секц. *Godetia*) на примере впервые созданного отечественного сорта ‘Лиловая Фея’, а самые длинные – у образцов *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*): тычиночная нить $10,0 \pm 0,3$ мм и пыльник $6,0 \pm 0,0$ мм (Рисунок 15).

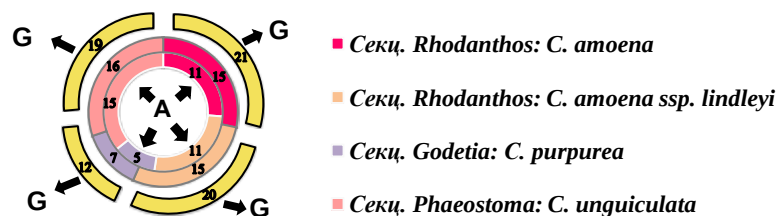


Рисунок 15 – Линейные размеры андроеца и гинецея у видов кларкии из трех различных секций (мм):
 А – андроец; G – гинецей (разработан автором)

При этом, линейные размеры гинецея (столбик и рыльце пестика) были больше, чем у андроеца (4 короткие и 4 длинные тычинки): у представителей *C. amoena* – на 95 % и 43 %; у

C. amoena ssp. *lindleyi* – на 82 % и 33 %; у *C. purpurea* – на 140 % и 71 %; у *C. unguiculata* – на 27 % и 19 % соответственно.

У видов кларкии на юге Западной Сибири наблюдалось энтомофильное опыление медоносной пчелой (*Apis mellifera* L.), шмелями (*Bombus terrestris* L., *Bombus hortorum* L., *Bombus hypnorum* L.) и различными видами бабочек.

Таким образом, схожий гомологичный ряд морфометрической изменчивости репродуктивных органов у разных видов *Clarkia* из коллекционного генофонда НГАУ в климатических условиях юга Западной Сибири благоприятствовал перекрестному опылению.

4.2 Морфометрическая характеристика пыльцы у видов кларкии и оценка ее жизнеспособности *in vitro* во взаимосвязи с хозяйственно-биологическими признаками

От продуктивных качеств мужского гаметофита зависят успешность процессов оплодотворения и развития полноценного семени, жизнеспособность потомства, что особенно актуально для однолетних видов кларкии, размножаемых только семенами.

Однако в доступных российских и зарубежных источниках не было сообщений об оценке комплекса признаков мужского гаметофита (жизнеспособности пыльцы, энергии прорастания и скорости роста пыльцевых трубок) у видов *Clarkia* на искусственной среде во взаимосвязи с ценными хозяйственно-биологическими показателями. Поэтому в целях совершенствования методов селекции в 2022–2023 гг. были проведены исследования жизнеспособности пыльцы у видов кларкии на основе метода, разработанного Ю. В. Фотевым [Фотев, 2001, 2018, 2022] на овощных интродуцентах (раздел 2.3).

Морфометрические характеристики пыльцевых зерен, энергия прорастания и жизнеспособность, а также скорость роста пыльцевых трубок изучались на примере следующих образцов, созданных в НГАУ: *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’, *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Персиковая Чаша’, *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’, *C. unguiculata* ‘Коралловые Рифы’.

Пыльцевые зерна у видов кларкии отличались различной формой и структурой.

У вида и подвида *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*) трехпоровые, похожие на треугольник с тупым углом, а у подвида Линдли встречались и трехпоровые, и четырехпоровые формы пыльцевых зерен. Вид *C. purpurea* (секц. *Godetia*), отличался звездчатой формой пыльцевых зерен, а также наличием разнопоровых – трех-, четырех- и даже пятипоровых – форм, что может быть связано с гексаплоидностью этого вида ($2n = 52$) [Lewis, 1955; Wagner et al., 2007]. У *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) отмечена звездчатая трехпоровая форма пыльцевых зерен (Рисунок 16).

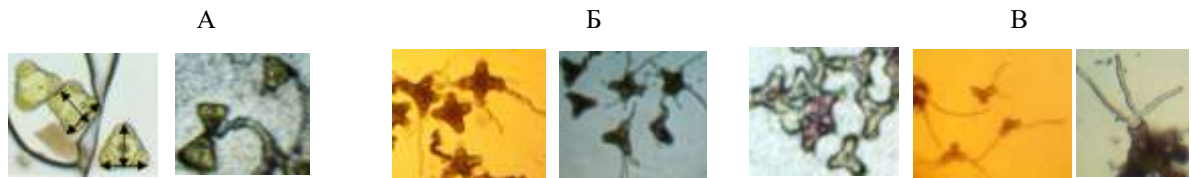


Рисунок 16 – Форма пыльцевых зерен и прорастание пыльцевых трубок у видов кларкии *in vitro*: А – *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*) – трехпоровые и четырехпоровые пыльцевые зерна; Б – *C. purpurea* (секц. *Godetia*) – трехпоровые и четырехпоровые пыльцевые зерна; В – *C. unguiculata* – звездчатые трехпоровые пыльцевые зерна. Увеличение 100 х (разработан автором)

В исследовании морфометрические характеристики пыльцы зависели от видовых и сортовых особенностей кларкии [Королева, Фотев, 2024d] (Таблица 7).

Таблица 7 – Изменчивость морфометрических характеристик пыльцевых зерен у образцов кларкии, среднее значение (2022–2023 гг.)

Название образца	Число измерений	Pl*, мкм Mean $\pm$ SE (Min–Max)	V %	EN**, мкм Mean $\pm$ SE (Min–Max)	V %	Pl/EN, мкм	V %
<i>C. amoena</i> ‘Малиновая Чаша’	100	60,90 $\pm$ 4,00 (51,80–68,80)	6,6	67,50 $\pm$ 4,20 (57,00–75,30)	6,2	0,90 $\pm$ 0,06	6,4
<i>C. amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i> ‘Персиковая Чаша’	100	54,70 $\pm$ 3,70 (44,80–61,40)	6,8	59,40 $\pm$ 3,40 (51,80–4,70)	5,8	0,92 $\pm$ 0,06	6,4
<i>C. purpurea</i> ‘Лиловая Фея’	100	79,90* $\pm$ 7,20 (68,10–102,20) 54,20** $\pm$ 3,00 (46,30–63,70)	8,3	84,80* $\pm$ 6,50 (76,20–95,70) 59,90** $\pm$ 4,30 (48,10–68,50)	7,7	0,94* $\pm$ 0,06	6,9
<i>C. unguiculata</i> ‘Коралловые Рифы’	100	69,10 $\pm$ 4,00 (51,30–79,90)	9,1	76,78 $\pm$ 4,00 (58,60–87,40)	6,0	0,90 $\pm$ 0,08	9,5

Примечание – Pl – длина пыльцевого зерна (полярная ось); EN – диаметр пыльцевого зерна в экваториальной проекции; * Размер четырехпорового пыльцевого зерна; ** Размер трехпорового пыльцевого зерна; Mean – средние значения; SE – стандартная ошибка среднего значения; Min– минимальное значение; Max – максимальное значение.

Очень крупные пыльцевые зерна наблюдались у *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’, принадлежащей секции *Godetia*: длина пыльцевого зерна в полярной проекции варьировала у четырехпоровых пыльцевых зерен от 68,1 до 102,2 мкм, в среднем $79,9 \pm 7,2$ мкм, у трёхпоровых – от 46,3 до 63,7 мкм, в среднем $54,2 \pm 3,0$ мкм; длина в экваториальной проекции (диаметр) варьировала у четырехпоровых пыльцевых зерен от 76,2 до 95,7 мкм, в среднем $84,8 \pm 6,5$ мкм, у трехпоровых зерен – от 48,1 до 63,30 мкм, в среднем $59,9 \pm 4,3$ мкм. При этом индекс полярной длины к диаметру пыльцевого зерна у четырехпоровых составлял 0,94 мкм, а у трехпоровых был на 0,03 мкм меньше.

Крупные пыльцевые зерна наблюдались у *C. unguiculata* ‘Коралловые рифы’ из секции *Phaeostoma*: длина пыльцевого зерна варьировала от 51,3 до 79,9 мкм, в среднем $69,1 \pm 4,0$ мкм; диаметр пыльцевого зерна – от 58,6 до 87,4 мкм, в среднем $76,8 \pm 4,0$ мкм; при этом индекс длины к диаметру пыльцевого зерна был меньше чем у предыдущего вида на 0,04 мкм.

Средние по крупности пыльцевые зерна были отмечены у вида и подвида *C. amoena* из секции *Rhodanthos*: у сорта ‘Малиновая Чаша’ – длина пыльцевого зерна варьировала от 51,8 до 68,8 мкм, в среднем $60,9 \pm 4,0$ мкм, диаметр пыльцевого зерна варьировал от 57,0 до 75,3 мкм, в среднем $67,5 \pm 4,2$ мкм; при этом индекс длины пыльцевого зерна к диаметру составлял $0,90 \pm 0,06$ мкм. У подвида *C. amoena ssp. lindleyi* сорта ‘Персиковая Чаша’ – длина пыльцевого зерна варьировала от 44,8 до 61,4 мкм, в среднем $54,7 \pm 3,7$ мкм, диаметр пыльцевого зерна – от 51,8 до 64,7 мкм, в среднем $59,4 \pm 3,4$ мкм; при этом индекс полярной длины к экваториальному диаметру пыльцевого зерна был больше, чем у *C. amoena* на $0,02 \pm 0,06$ мкм.

Коэффициент вариации по признаку длины пыльцевого зерна в полярной проекции варьировал незначительно – от 6,6 % в секции *Rhodanthos* до 9,1 % в секции *Phaeostoma*, самый низкий коэффициент вариации наблюдался по диаметру пыльцевого зерна и варьировал от 6,0 % у *C. unguiculata* ‘Коралловые Рифы’ из секции *Phaeostoma* до 7,7 % у *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ из секции *Godetia*. Коэффициент вариации индекса длины пыльцевого зерна к диаметру варьировал от 6,4 % у *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’ из секции *Rhodanthos* до 9,5 % у *C. unguiculata* ‘Коралловые Рифы’.

Для исследования жизнеспособности пыльцы *in vitro* у различных видов и сортов кларкии был разработан новый способ, основой которого является среда, содержащая синтетическое осмотически активное вещество – полиэтиленгликоль с молекулярной массой 6 000 (ПЭГ 6 000) [Королева, Фотев, 2024d].

Динамика энергии прорастания, жизнеспособности пыльцевых зерен и скорости роста пыльцевых трубок у различных видов кларкии, культивируемых на инновационной среде, содержащей 30%-й раствор ПЭГ 6 000 с добавлением микроэлементов в концентрациях: борная кислота H_3BO_3 – 0,1 %, нитрат кальция $Ca(NO_3)$ – 0,3 %, сульфат магния $MgSO_4$ – 0,2 %, нитрат калия KNO_3 – 0,1 % [Патент № RU 2825471 C1, 2024], – показана на Рисунке 17.

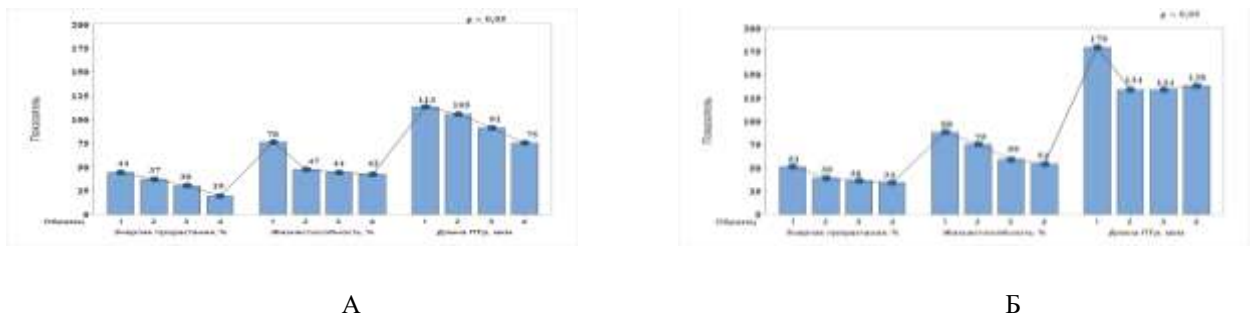


Рисунок 17 – Качество пыльцы у видов кларкии в зависимости от времени культивирования на среде, содержащей 30% -й раствор ПЭГ 6 000 с добавлением микроэлементов: А – через 4 ч; Б – через 24 ч. Средние значения за 2022–2023 гг.: 1 – *C. purpurea*; 2 – *C. unguiculata*; 3 – *C. amoena*; 4 – *C. amoena ssp. lindleyi*; ПТр – пыльцевая трубка (разработан автором)

Среди исследованных образцов кларкии впервые окультуренный вид *C. purpurea* отличался высокой жизнеспособностью пыльцевых зерен, в среднем $82 \pm 4,0$ %, что превышало в 1,6 раза показатели *C. unguiculata* и в 1,8 раза – *C. amoena*, включая подвида *C. amoena* ssp. *lindleyi*, а также наиболее высокими показателями энергетической активности (энергии прорастания) – $48 \pm 5,0$ % в среднем, более интенсивным ростом пыльцевых трубок – 146 ± 25 мкм в среднем за 4 и 24 ч культивирования. У *C. unguiculata* эти значения были немного ниже: энергия прорастания – на 10 %, жизнеспособность – на 26 % и длина пыльцевых трубок – на 18 %.

Самые низкие показатели физиологического качества пыльцы отмечали у кларкии Линдли (*C. amoena* ssp. *lindleyi*): энергия прорастания – $27 \pm 2,8$ %, жизнеспособность – $48 \pm 2,5$ %, длина пыльцевой трубки $107 \pm 10,0$ мкм, что ниже, чем у *C. purpurea* на 44 %, 41 % и 27 % соответственно.

У *C. amoena* энергия прорастания составляла в среднем $33 \pm 3,1$ %, жизнеспособность – $52 \pm 2,5$ %, длина пыльцевых трубок – $113 \pm 10,7$ мкм.

При этом энергия прорастания, жизнеспособность зерен и интенсивность роста пыльцевых трубок у исследованных видов и сортов *Clarkia* из трех различных секций были чувствительны к продолжительности времени культивирования.

Показатели жизнеспособности пыльцы через 24 ч культивирования выросли: у *C. unguiculata* – на 37 %, у *C. amoena* – на 25 %, у *C. amoena* ssp. *lindleyi* – на 22 % и у *C. purpurea* – на 14 % по сравнению с культивированием в течение 4 ч. Рост пыльцевых трубок также увеличился: у *C. amoena* – на 32 %, у *C. amoena* ssp. *lindleyi* – на 46 %, у *C. purpurea* – на 37 % и у *C. unguiculata* – на 22 %.

Средняя изменчивость показателей энергии прорастания и жизнеспособности пыльцевых зерен при обоих сроках культивирования была отмечена у всех видов кларкии: у *C. amoena*, включая подвида *C. amoena* ssp. *lindleyi*, вариация признаков колебалась в пределах 10–25 %, а у *C. purpurea* и *C. unguiculata* – в пределах 9–18 % соответственно. Интенсивность роста пыльцевых трубок сильнее варьировала у *C. amoena* ssp. *lindleyi* ($C_v = 27–33$ %) и *C. amoena* ($C_v = 21$ %), и незначительная изменчивость наблюдалась у *C. unguiculata* ($C_v = 9–10$ %) и *C. purpurea* ($C_v = 10–12$ %).

Анализ данных по критерию Краскела – Уоллиса (Kruskal-Wallis test) в R подтвердил, что на скорость роста пыльцевых трубок у видов кларкии достоверно влияли (при $p < 0,05$): генотип образца ($p\text{-value} = 3.209^{e-05}$) и продолжительность времени культивирования ($p\text{-value} = 5.057^{e-09}$ (5×10^{-9})), но практически не влияли условия года вегетации ($p\text{-value} = 0,3307$) [Королева, Фотев, 2024d].

По комплексу селекционно ценных хозяйственно-биологических признаков у 3 видов и одного подвида кларкии был проведен кластерный анализ, результаты которого показаны на Рисунке 18.

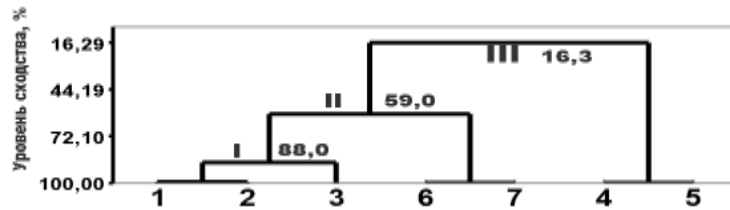


Рисунок 18 – Дендрограмма сходства хозяйственно-биологических признаков у видов кларкии в 2022–2023 гг.: 1 – число боковых цветоносов, шт.; 2 – число цветков в кисти, шт.; 3 – завязываемость плодов, %; 4 – число полноценных семян в коробочке, шт.; 5 – число неоплодотворенных семязачатков в коробочке, шт.; 6 – коэффициент семенной продуктивности (КСП); 7 – жизнеспособность пыльцы, %. Мера измерения – евклидово расстояние (ed) (разработан автором)

Кластеризация признаков обозначила 3 основных кластера с наиболее тесной зависимостью: первый кластер связал показатели обилия цветения (число боковых соцветий и число цветков в кисти) с завязываемостью плодов, второй кластер объединил жизнеспособность пыльцы и коэффициент семенной продуктивности, третий кластер включал показатели реальной семенной продуктивности.

Увеличение жизнеспособности пыльцы у всех видов кларкии из трех различных секций приводило к увеличению завязываемости плодов и коэффициента семенной продуктивности (КСП) (= коэффициент семенификации) со следующим уравнением регрессии: $Y = 59,75 + 0,306x$, где Y – КСП, а x – жизнеспособность пыльцы, %, ($r = 0,99$, $p < 0,05$) [Королева, 2025].

Таким образом, предлагаемый способ определения жизнеспособности пыльцы *in vitro* у видов и сортов кларкии, на который получен патент № RU 2825471 C1, 26.08.2024 (Приложение Е), может использоваться при создании новых сортов разных видов *Clarkia* и для прогнозирования семенной продуктивности.

4.3 Семенная продуктивность видов и сортов кларкии

Для внедрения в озеленение Западной Сибири перспективных декоративно-цветущих видов кларкии было необходимо провести оценку образцов из рабочей коллекции НГАУ по комплексу селекционно ценных хозяйственно-биологических признаков.

В данном разделе рассматривается оценка исходного материала кларкии (2021–2023 гг.) по семенной продуктивности и сопряженных с ней количественных признаков: число соцветий,

число генеративных органов в соцветии, число семян в коробочке, число семян на одно соцветие, масса 1 000 семян, масса семян с одного растения в граммах.

Для того чтобы оценить семенную продуктивность отдельных видов кларкии, принадлежащих разным секциям рода, исследовали ее основные хозяйственно-биологические параметры на один генеративный побег (главный побег), среднее значение по всем коллекционным образцам (Таблица 8).

Таблица 8 – Семенная продуктивность растений видов кларкии из коллекционного генофонда НГАУ (средние значения за 2021–2023 гг.)

Хозяйственно-биологические параметры	Виды кларкии		
	<i>C. purpurea</i>	<i>C. unguiculata</i>	<i>C. amoena</i> **
	Mean $\pm$ SE (Cv %)*		
Число боковых соцветий, шт.	25,0 $\pm$ 1,7 (11)	39,0 $\pm$ 6,0 (20,0)	14,0 $\pm$ 1,8 (17)
из них продуктивных, %	100	100	78,0
Число цветков в соцветии, шт.	14,0 $\pm$ 2,0 (22)	26,0 $\pm$ 4,0 (18)	9,0 $\pm$ 2,0 (18)
Число неоплодотворенных завязей в соцветии, шт.	1,0 $\pm$ 0,3 (30)	2,0 $\pm$ 0,5 (28)	3,0 $\pm$ 0,6 (33)
Завязываемость плодов, %	93,0	92,0	67,0
Число полноценных семян в коробочке (РСП), шт.	30,0 $\pm$ 2,0 (24)	71,0 $\pm$ 3,7 (8)	110,0 $\pm$ 18,0 (19)
Число неоплодотворенных семязачатков в коробочке, шт.	6,0 $\pm$ 1,2 (22)	25,0 $\pm$ 5,5 (31)	40,0 $\pm$ 7,0 (25)
Число семян в соцветии, шт	390 $\pm$ 50 (25)	1704 $\pm$ 260 (20)	660 $\pm$ 154 (34)
Масса 1000 семян, г	0,730 $\pm$ 0,004 (8)	0,280 $\pm$ 0,004 (15)	0,370 $\pm$ 0,004 (22)
Масса семян с растения, г	5,50 $\pm$ 0,02 (5)	3,70 $\pm$ 0,04 (18)	2,80 $\pm$ 0,03 (20)
ПСП, шт.	504	2 496	1 350
КСП, %	83,0	74,0	73,0

Примечание – * Mean – среднее значение; SE – стандартная ошибка среднего; Cv – коэффициент вариации; Min–max – минимальное и максимальное значение признака; ПСП – потенциальная семенная продуктивность; КСП – коэффициент семенной продуктивности; РСП – реальная семенная продуктивность; **включая *C. amoena* ssp. *lindleyi*.

Из анализа данных следует, что у образцов кларкии, принадлежащих секциям *Godetia* и *Rhaeostoma* на юге Западной Сибири формировались на 100 % продуктивные побеги, а у образцов вида и подвида, принадлежащих секции *Rhodanthos*, продуктивных побегов было меньше на 22 %. Похожая картина наблюдалась и с завязываемостью плодов у *C. purpurea* и *C. unguiculata* – она достигала 92–93 %, а у представителей вида и подвида *C. amoena* была на 26 % ниже. Самое высокое число семян в коробочке наблюдалось у образцов *C. amoena*, включая подвид, а самой высокой потенциальной семенной продуктивностью (ПСП = 2496 шт.)

выделялись образцы *C. unguiculata*, в 1,8 раза меньше она была у образцов вида и подвида *C. amoena*, а самой низкой, в 4,9 раза ниже максимальных значений, отличался образец *C. purpurea*. Самый высокий коэффициент семенной продуктивности (КСП), 83 %, был у впервые окультуренного на юге Западной Сибири вида *C. purpurea* (секц. *Godetia*) при высокой жизнеспособности пыльцы (82 %), при этом у других видов КСП был ниже на 9–10 %, а жизнеспособность пыльцы у *C. unguiculata* и *C. amoena* ниже на 21 и 32 % соответственно.

Основную структуру урожая растений кларкии, исходя из примера созданного в климатических условиях юга Западной Сибири сорта *C. amoena* 'Малиновая Чаша', формируют семена с побегов второго и третьего порядка (2,85 г), что составляет 94 % всей продуктивности растения *C. amoena* из секции *Rhodanthos* [Королева, 2023a].

Показатели семенной продуктивности у видов кларкии показаны в зависимости от принадлежности к садовым группам – секциям *Clarkia* (Рисунок 19).

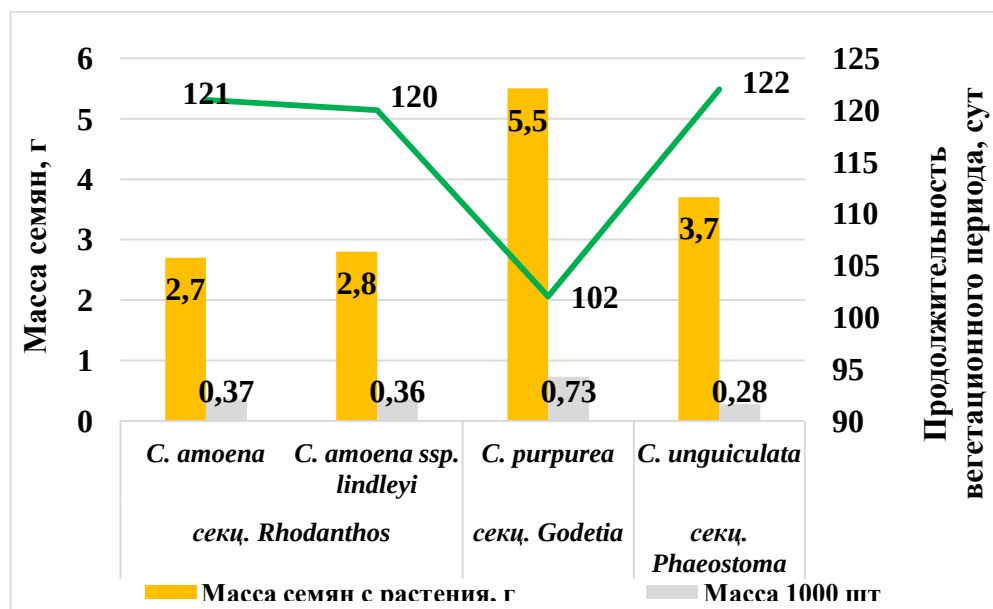


Рисунок 19 – Изменчивость показателей семенной продуктивности у видов кларкии (*Clarkia* Pursh) из разных садовых групп (секций), средние значения за 2021–2023 гг. (разработан автором)

Самые мелкие семена с массой 1 000 семян $0,280 \pm 0,004$ г ($C_v = 15$ %) наблюдались у вида *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*), что на 62 % ниже, чем у *C. purpurea* (секц. *Godetia*) и на 24 % ниже, чем у вида и подвида *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*), у которой семена были в 2 раза меньше, чем у *C. purpurea*. В среднем за 3 года по образцам секции *Rhodanthos* масса 1 000 семян составила $0,370 \pm 0,004$ г ($C_v = 22$ %). Новый для юга Западной Сибири вид *C. purpurea* (Глава 2) проявил себя как хорошо адаптированный к местным климатическим условиям: с достаточно коротким вегетационным периодом ($102 \pm 2,1$ сут) и высокими показателями семенной продуктивности в среднем за 3 года (масса 1 000 семян = $0,730 \pm 0,004$ г, $C_v = 8$ %, масса семян с одного растения = $5,50 \pm 0,02$ г, $C_v = 5$ %). При этом

масса семян с одного растения *C. unguiculata* был ниже, чем у предыдущего вида на 33 % и составила $3,70 \pm 0,04$ г ($C_v = 18$ %), а у вида и подвида *C. amoena* этот показатель в среднем был ниже на 49 %.

Для сравнения показателей семенной продуктивности исходного материала кларкии в периоды контрольных и конкурсного сортоиспытаний (2021–2023 гг.) были учтены ценные хозяйственно-биологические показатели – масса 1 000 семян и масса семян с одного растения. Результаты оценки семенной продуктивности у образцов кларкии из коллекции НГАУ при свободном опылении выявили очень низкий уровень изменчивости в пределах от 1,3–7,9 % по показателю массы 1 000 семян и в пределах от 0,3–5,1 % по массе семян с растения, следовательно эти показатели являются генетически стабильными признаками и могут учитываться в селекционном и семеноводческом процессах (Таблица 9).

Таблица 9 – Семенная продуктивность образцов кларкии при свободном опылении (среднее значение за 2021–2023 гг.)

Образец	Масса 1000 шт, г	Cv %	Масса семян с растения, г	Cv %
	*Mean $\pm$ SE		*Mean $\pm$ SE	
1	2	3	4	5
<i>C. amoena</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)				
‘Малиновая Чаша’	$0,430 \pm 0,004$	1,33	$3,03 \pm 0,01$	0,50
‘Красавица’	$0,420 \pm 0,004$	1,36	$2,96 \pm 0,01$	0,40
‘Герцогиня’	$0,410 \pm 0,004$	1,40	$2,88 \pm 0,01$	0,50
‘Сладкие Сердечки’	$0,240 \pm 0,004$	2,37	$2,53 \pm 0,04$	2,30
‘Оранжевое Сияние’	$0,340 \pm 0,004$	1,68	$2,09 \pm 0,04$	0,30
<i>C. amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)				
‘Персиковая Чаша’	$0,440 \pm 0,004$	1,30	$3,36 \pm 0,03$	1,00
‘Фарфоровая Чаша’	$0,390 \pm 0,007$	1,49	$4,05 \pm 0,01$	0,30
‘Белёная’	$0,260 \pm 0,007$	3,84	$2,01 \pm 0,03$	2,30
‘Вейсер Страус’	$0,350 \pm 0,004$	2,85	$2,53 \pm 0,02$	1,20
‘Сибил Шервуд’	$0,420 \pm 0,004$	1,36	$3,25 \pm 0,03$	1,20
‘Каттлея’	$0,320 \pm 0,004$	1,79	$2,03 \pm 0,01$	0,90
‘Герцог Йоркский’	$0,470 \pm 0,004$	1,22	$3,30 \pm 0,04$	1,40
‘Метеор’	$0,360 \pm 0,004$	1,62	$2,65 \pm 0,07$	3,30
‘Рембрандт’	$0,240 \pm 0,004$	2,37	$2,24 \pm 0,01$	0,80

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
<i>C. purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>)				
‘Лиловая Фея’	$0,730 \pm 0,004$	7,87	$5,50 \pm 0,02$	5,10
<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>)				
‘Коралловые Рифы’	$0,340 \pm 0,004$	1,68	$4,04 \pm 0,04$	1,30
‘Альбина’	$0,230 \pm 0,004$	2,47	$2,92 \pm 0,03$	1,20
‘Пурпурная’	$0,300 \pm 0,004$	1,94	$3,64 \pm 0,06$	2,10
‘Рубиновая’	$0,290 \pm 0,004$	1,97	$3,31 \pm 0,06$	2,30
‘Сакура’	$0,250 \pm 0,004$	2,28	$2,55 \pm 0,03$	1,60
$HCP_{0,05}$	0,024		0,128	
Число степеней свободы (n-1)	19			

Примечание – * Mean – среднее значение; SE – стандартная ошибка среднего; Cv – коэффициент вариации.

Масса 1 000 семян у образцов кларкии варьировала в среднем за 3 года от $0,230 \pm 0,004$ г у *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) ‘Альбина’ ($Cv = 2,5 \%$) до $0,730 \pm 0,004$ г ($Cv = 8 \%$) у *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ (секц. *Godetia*), и в среднем для образцов рода *Clarkia*, представленных в коллекции, составила 0,360 г ($Cv = 30 \%$) при $HCP_{0,5} = 0,024$ г. Масса семян с растения варьировала в пределах от $2,01 \pm 0,03$ г у образца *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Белёная’ до $5,50 \pm 0,02$ г у *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ при $HCP 5 \% = 0,13$ г. В целом все показатели семенной продуктивности у образцов кларкии были выше показателей $HCP_{0,05}$.

Самой большой продуктивностью семян с растения характеризовались сорта кларкии, созданные на юге Западной Сибири: ‘Малиновая Чаша’ (3,03 г), ‘Персиковая Чаша’ (3,36 г), ‘Фарфоровая Чаша’ (4,05 г), ‘Коралловые Рифы’ (4,04 г) и ‘Лиловая Фея’ (5,50 г).

В целом показатели семенной продуктивности у сортов кларкии можно рассмотреть в зависимости от группы основной окраски венчика цветка (Рисунок 20).

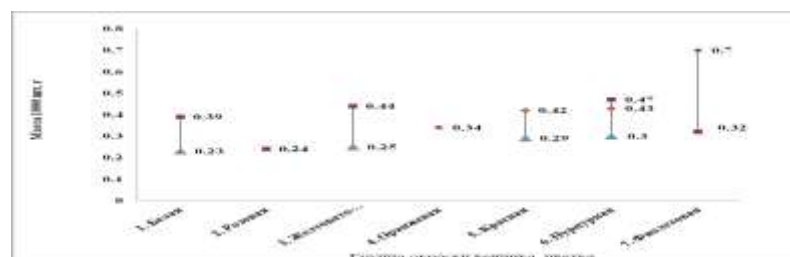


Рисунок 20 – Распределение образцов кларкии по массе 1 000 семян (г) в зависимости от группы окраски венчика цветка (разработан автором)

Образцы кларкии с белыми цветками показали вариативный разбег от самых мелких семян у *C. unguiculata* ‘Альбина’ ($0,230 \pm 0,004$ г) до более крупных размеров у *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Фарфоровая Чаша’ ($0,390 \pm 0,007$ г); образцы *C. amoena* с розовой окраской цветков ‘Сладкие Сердечки’ и ‘Рембрандт’ (оба сорта с карминовыми пятнами в центре лепестка, разной крупности) также характеризовались мелкими семенами (масса 1 000 шт = $0,240 \pm 0,004$ г); у образцов с желтовато-розовыми цветками масса 1 000 семян варьировала от $0,250 \pm 0,004$ г у *C. unguiculata* ‘Сакура’ до $0,440 \pm 0,004$ г у *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Персиковая Чаша’, при этом у образца *C. amoena* ‘Оранжевое Сияние’ с оранжевыми цветками семена были мельче на 0,1 г. Наиболее крупные семена имели образцы кларкии с красной и пурпурной окрасками цветков – почти в 2 раза выше, чем у образцов с розовой окраской цветков. В красной группе масса 1 000 семян варьировала от $0,290 \pm 0,004$ г у *C. unguiculata* ‘Рубиновая’ до $0,420 \pm 0,004$ г у *C. amoena* ‘Красавица’, а в пурпурной группе – от $0,300 \pm 0,004$ г у *C. unguiculata* ‘Пурпурная’ до $0,430 \pm 0,004$ г у *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’, созданного в НГАУ, а наиболее крупные семена, $0,470 \pm 0,004$ г, были у подвида *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Герцог Йоркский’ с темно-пурпурными цветками. Самыми крупными семенами среди видов и сортов кларкии, как было отмечено ранее, отличался образец *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ из основной группы с фиолетовыми цветками, при этом у *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Каттлея’ с фиолетовыми цветками семена были средние по крупности – $0,320 \pm 0,004$ г.

Выявлена сопряженность продуктивности семян по массе с растения со сроками цветения образцов кларкии, относящихся к разным видам (Глава 3) (Рисунок 21).

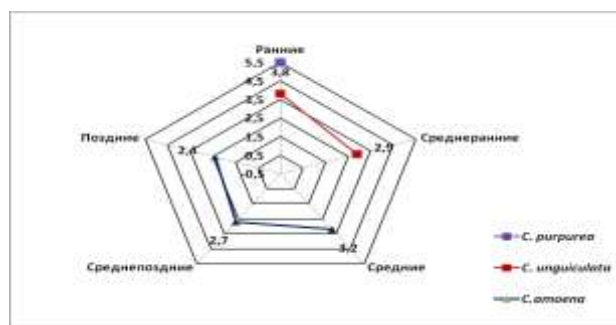


Рисунок 21 – Продуктивность семян с растения (г) у разных видов кларкии в зависимости от срока начала цветения на юге Западной Сибири [Королева, 2025]

Образцы кларкии ранних сроков цветения (42–45 сут от всходов) *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’, *C. unguiculata* ‘Пурпурная’ и ‘Коралловые Рифы’, выращенные на юге Западной Сибири, обладали наибольшей семенной продуктивностью, при этом показатели образцов *C. unguiculata* на 0,3 г (8 %) превышали аналогичные показатели у растений, выращенных в условиях Кишинева (Молдавия) (3,5 г), у которых начало цветения отмечалось 5 июня, а окончание цветения 15 июля [Савва, 1986]. У образцов *C. unguiculata* ‘Альбина’, ‘Рубиновая’ и ‘Сакура’ со

среднеранными (46–50 сут от всходов) сроками зацветания масса семян с растения была ниже на 24 %, чем у ранних образцов этого вида, и на 47 % ниже, чем у *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’.

У образцов кларкии *C. amoena* ‘Красавица’, ‘Малиновая Чаша’, включая образцы *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Сибил Шервуд’, ‘Персиковая Чаша’ со средними сроками цветения (51–61 сут) семенная продуктивность была на 10 % выше, чем у среднеранных образцов *C. unguiculata*, и на 16 % ниже, чем у ранних образцов этого вида, при этом она была на 42 % ниже, чем у раннего образца *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’. У среднепоздних образцов *C. amoena* (62–67 сут от всходов) ‘Герцогиня’, ‘Сладкие Сердечки’, ‘Оранжевое Сияние’ и *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Белёная’, ‘Метеор’, ‘Герцог Йоркский’, ‘Каттлея’ и ‘Фарфоровая Чаша’ масса семян с растения была на 51 % ниже, чем у *C. purpurea*, по сравнению с ранними образцами *C. unguiculata* – на 29 % ниже, со среднеранными – только на 7 % ниже. Самая низкая семенная продуктивность отмечена у поздних образцов *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Вейсер Страус’ и ‘Рембрандт’ – на 56 % ниже, чем у раннего образца *C. purpurea*, на 37 % ниже, чем у ранних образцов *C. unguiculata*, на 17 % ниже, чем у среднеранных образцов *C. unguiculata*, на 25 % ниже, чем у образцов *C. amoena* среднего срока цветения, и на 11 % ниже, чем у среднепоздних образцов этого вида. Также следует отметить, что семенная продуктивность образцов *C. amoena* среднего срока цветения в условиях юга Западной Сибири была выше на 19 %, чем в условиях Кишинева (2,6 г с растения) [Савва, 1986].

Таким образом, все представленные виды кларкии из коллекционного генофонда Новосибирского ГАУ в условиях юга Западной Сибири дают полноценные зрелые семена, что говорит об успешности их акклиматизации к местному континентальному климату.

Климатические условия Западной Сибири благоприятны для семеноводства видов кларкии, а выявленная взаимосвязь между скоростью зацветания и семенной продуктивностью образцов, дает возможность регулировать сроки посева видов и образцов кларкии с целью более раннего получения семян, а также вести целенаправленную селекцию на повышение продуктивных качеств.

Исследование семенной продуктивности у перспективных для озеленения видов кларкии позволило создать фонд оригинальных семян, обеспечивающий направления дальнейшей селекционной работы и размножения перспективных образцов для дальнейшего внедрения их в производство (Приложение Ж).

Одной из возможностей получения высококачественных семян кларкии для озеленения региона является использование семян местной репродукции с высокими сортовыми и посевными качествами [Королева и др., 2021b; Королева, 2023a, 2023b, 2025].

Среди трех представленных видов кларкии самые низкие показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести семян наблюдались в 2021 г. в питомнике отбора элитных растений (Р-0) у образцов *C. unguiculata* инорайонной (зарубежной) селекции – в среднем по четырем сортам 44 % и 64 % соответственно, что на 36 % и 32 % ниже, чем у авторского образца *C. unguiculata* ‘Коралловые Рифы’, на 8 % и 3 % ниже, чем у зарубежных сортов *C. toena*, и в среднем на 47 % и 35 % ниже, чем у впервые окультуренного образца *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’.

У инорайонных (зарубежных) сортов *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi* показатели посевных качеств семян незначительно различались, и в среднем энергия прорастания в

питомнике (Р-0) составляла 52 %, а лабораторная всхожесть 67 %, что в среднем на 38 % и 29 % соответственно ниже, чем у авторских сортов.

Посевные качества семян, полученные в питомнике испытания потомств семей второго года (Р-2) от инорайонных (зарубежных) сортов кларкии, репродуцируемых в условиях юга Западной Сибири, имели ярко выраженный рост. Семена второй репродукции были выше семян первой репродукции: по энергии прорастания – в среднем на 7 %, а по лабораторной всхожести – в среднем на 6 %.

Репродукция семян зарубежных сортов *C. Unguiculata*, *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi*, в течение двух лет в агроклиматических условиях 10-го Западно-Сибирского региона не только не снизила их посевные качества, но и повысила их лабораторную всхожесть в среднем на 21,5 %, в сравнении с семенами (Р-0).

Высокая – 99–100% я – всхожесть семян *C. purpurea*, впервые окультуренного на юге Западной Сибири, подтвердила его высокую устойчивость к климатическим условиям юга Западной Сибири и соответствовала показателям всхожести семян, полученным калифорнийскими исследователями [Mechanisms ... , 2018].

Самые высокие показатели энергии прорастания и всхожести семян наблюдались у авторских сортов, созданных в местных климатических условиях. У семян *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’ показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести семян колебались в пределах 91–98 %, у образцов *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Персиковая Чаша’ и ‘Фарфоровая Чаша’ – 90–97 %, у *C. unguiculata* ‘Коралловые Рифы’ – 80–98 %, у *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ эти показатели были самыми высокими – 94–100 %. При этом у инорайонных зарубежных сортов с увеличением лет репродукции наблюдалось и повышение показателей посевных качеств, в среднем на 22 %.

Кластерный анализ селекционно-ценных хозяйственно-биологических качеств и свойств

Кластеризация образцов кларкии (*Clarkia*) из коллекционного генофонда НГАУ по основным показателям посевных качеств семян (масса 1 000 шт, энергия прорастания семян, лабораторная всхожесть, %) и хозяйственно-биологических свойств (масса 1 000 семян и продуктивность семян с растения) выявила два основных кластера, включающих семена образцов авторских сортов, созданных в местных климатических условиях – на юге Западной Сибири, и семена инорайонных (зарубежных) сортов (Рисунок 23).

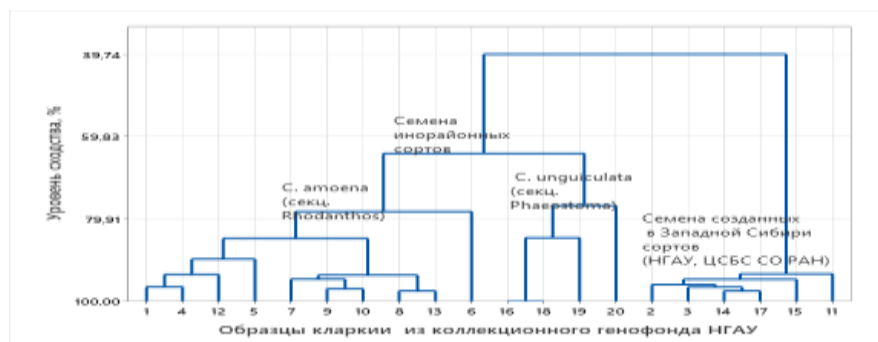


Рисунок 23 – Дендрограмма сходства образцов кларкии из коллекционного генофонда НГАУ по важным хозяйственно-биологическим качествам и свойствам (М 1 000 семян (г), энергия прорастания (%), лабораторная всхожесть (%), масса семян с растения (г)): *C. amoena*: 1 – ‘Герцогиня’; 2 – ‘Красавица’; 3 – ‘Малиновая Чаша’; 4 – ‘Оранжевое Сияние’; 5 – ‘Сладкие Сердечки’; *C. amoena ssp. lindleyi*: 6 – ‘Белёсая’; 7 – ‘Вейсер Страус’; 8 – ‘Герцог Йоркский’; 9 – ‘Каттлея’; 10 – ‘Метеор’; 11 – ‘Персиковая Чаша’; 12 – ‘Рембрандт’; 13 – ‘Сибил Шервуд’; 14 – ‘Фарфоровая Чаша’; *C. purpurea*: 15 – ‘Лиловая Фея’; *C. unguiculata*: 16 – ‘Альбина’; 17 – ‘Коралловые Рифы’; 18 – ‘Пурпурная’; 19 – ‘Рубиновая’; 20 – ‘Сакура’. Мера измерения – евклидово расстояние (ed) (разработан автором)

Первый кластер объединил 2 подкластера инорайонной (зарубежной) селекции, состоящие из образцов *C. amoena* и *C. amoena ssp. lindleyi* (секц. *Rhodanthos*) с уровнем сходства подкластеров 89,6–100 %, и образцов *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) с уровнем сходства 35,4–78,1 %. Второй кластер объединил все образцы кларкии авторской селекции (НГАУ, ЦСБС СО РАН), отличающиеся высокими показателями хозяйственно-биологических качеств и свойств, с уровнем сходства подкластеров: *C. amoena* 84,6–97,5 %; *C. purpurea* 84,5 % и *C. unguiculata* 76,7 %.

Опыт по сохранению коллекционного генофонда кларкии в контролируемых условиях *ex situ* с учетом матуральной изменчивости в зависимости от срока хранения показал, что семена *C. amoena* сохраняли жизнеспособность: с главного побега – в течение 4–5 лет (63–65 %); с побегов II-го порядка – до 4 лет (51 %); с побегов III-го порядка – в течение 2 лет (30 %) [Королева, 2023b].

Комплексный анализ показателей посевных качеств коллекционного генофонда семян кларкии позволил сделать следующие выводы:

1. Семена кларкии, полученные в континентальных условиях юга Западной Сибири соответствуют высокому качеству и укладываются в требования 1-го и 2-го класса по ГОСТ 12260–81 «Семена цветочных, ароматических и кормовых культур».

2. Семена *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’ и *C. amoena ssp. lindleyi* ‘Персиковая Чаша’ и ‘Фарфоровая Чаша’ селекции НГАУ соответствовали первому классу со средней всхожестью 97 %. Семена сортов, репродуцированных в течение двух лет в местных климатических условиях, соответствовали второму классу со средней всхожестью 88 %, тогда, как инорайонные (зарубежные) семена соответствовали только 3 классу со средней всхожестью 67 %.

3. Семена *C. purpurea* 'Лиловая Фея' селекции НГАУ соответствовали высокому первому классу с показателем всхожести 99–100 % (в ГОСТ 24933.0-81 *C. purpurea* отсутствует, поэтому был принят показатель для вида *C. unguiculata* – не менее 90 %).

4. Семена *C. unguiculata* 'Коралловые Рифы' селекции НГАУ соответствовали первому классу со всхожестью 98 %. Семена кларкии ноготковой инорайонной (зарубежной) селекции соответствовали третьему классу со средней всхожестью 64 %, а семена, репродуцированные в течение двух лет в местных климатических условиях, соответствовали второму классу со всхожестью 86 %.

Таким образом, анализ комплекса селекционно ценных показателей у разных видов кларкии подтвердил, что юг Западной Сибири вполне подходит для элитного семеноводства этой культуры.

ГЛАВА 5 СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КЛАРКИИ НА ОТЛИЧИМОСТЬ, ОДНОРОДНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ (ООС)

По мнению академика Н. И. Вавилова, селекционеру необходимо идти «путем комплексного изучения и все время имея в виду конечную цель – утверждение материалистического понимания эволюционного процесса и создание научной базы для практической селекции» [Вавилов, 1987, с. 233].

Комплексная оценка селекционно значимых и идентификационных признаков у разных образцов кларкии из коллекционного генофонда НГАУ будет способствовать формированию исходного материала с новыми декоративными и хозяйственно-биологическими качествами и свойствами для различных направлений селекции этой культуры.

В России для совершенствования методов селекционного процесса с декоративными культурами требовалась методика оценки сортов кларкии на отличимость, однородность и стабильность, которая и была разработана автором по согласованию с ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» на базе собственных исследований, так же как и схема селекционного процесса с этой культурой.

5.1 Создание коллекции сортов-эталонов кларкии

В настоящее время в системе государственного сортоиспытания России прошли апробацию только 8 сортов кларкии, включая 5 созданных в НГАУ. Развитию селекции этой культуры в отечественном производстве мешало отсутствие методики испытания сортов на отличимость, однородность и стабильность (ООС).

При классификации образцов по признакам UPOV в качестве эталонов для определения степени проявления того или иного признака использовали коллекционный генофонд НГАУ рода *Clarkia* Pursh (рабочую коллекцию), включающий 21 образец, относящийся к 3 видам и подвиду: *C. purpurea* (секц. *Godetia*), *C. unguiculata* Lindl. (секц. *Phaeostoma*), *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi* (секц. *Rhodanthos*) (Глава 2.).

На основании изучения исходного материала кларкии в 2021–2023 гг. была сформирована предварительная коллекция образцов с наиболее стабильным выражением идентификационных признаков, независимых от меняющихся метеорологических условий.

Минимальную степень варьирования в пределах каждого исследованного сорта имели признаки, рекомендуемые для группировки:

- 1) растение: габитус (признак 3);
- 2) растение: высота главного стебля (признак 4);

- 3) цветок: тип (признак 21);
- 4) цветок: группа окраски венчика (признак 23);
- 5) время начала цветения (признак 34).

В качестве эталонов в том числе были использованы и созданные автором на юге Западной Сибири сорта кларкии ‘Лиловая Фея’ и ‘Малиновая Чаша’ (Приложение Б), так как зарубежные сорта часто не адаптированы к континентальным климатическим условиям Новосибирска, что и послужило основой для создания собственной коллекции сортов-эталонов и позволило определить градацию по степени выраженности признаков согласно методике UPOV (Таблица 10).

Таблица 10 – Коллекция сортов-эталонов *Clarkia Pursh* и степень выраженности основных идентификационных признаков, рекомендуемых для группировки на ООС

Сорт-эталон	Габитус	Высота главного стебля	Цветок: тип	Цветок: Группа окраски венчика	Время начала цветения
<i>C. amoena</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)					
‘Герцогиня’	2	5	1	5	4
‘Малиновая Чаша’	1	3	1	6	3
‘Оранжевое Сияние’	2	5	1	4	4
‘Сладкие Сердечки’	4	3	2	2	4
<i>C. amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)					
‘Вейсер Страус’	3	5	1	1	5
‘Герцог Йоркский’	4	3	1	6	4
‘Каттлея’	3	3	2	7	4
‘Рембрандт’	3	5	3	2	5
‘Сибил Шервуд’	1	3	2	3	3
<i>C. purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>)					
‘Лиловая Фея’	1	5	1	7	1
<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>)					
‘Пурпурная’	2	7	3	6	1
‘Сакура’	2	9	4	3	2

Примечание – Степень выраженности признаков: Габитус: 1 – пирамидальный, 2 – обратноконусовидный, 3 – полушаровидный, 4 – полустелющийся; Высота главного стебля: 1 – очень низкий, 3 – низкий, 5 – средней высоты, 7 – высокий, 9 – очень высокий; Цветок: тип: 1 – простой; 2 – полумахровый; 3 – махровый, 4 – сильно махровый; Цветок: группа окраски венчика: 1 – белая, 2 – розовая, 3 – желтовато-розовая, 4 – оранжевая, 5 – красная, 6 – пурпурная, 7 – фиолетовая; Время начала цветения: 1 – раннее; 2 – среднераннее, 3 – среднее, 4 – среднепозднее, 5 – позднее; 6 – очень позднее.

Среди коллекции сортов-эталонов 25 % составляли образцы с пирамидальным габитусом ‘Сибил Шервуд’ и созданные автором сорта ‘Малиновая Чаша’ и ‘Лиловая Фея’, включенные в качестве эталонов в методику испытания на ООС Кларкия (*Clarkia Pursh*) RTG/1157/1 (методика RTG/1157/1); 25 % – с полушаровидным: ‘Вейсер Страус’, ‘Каттлея’, ‘Рембрандт’; 33 % – с обратноконусовидным габитусом ‘Герцогиня’, ‘Оранжевое Сияние’, ‘Пурпурная’, ‘Сакура’; 17 % – с полустелющимся: ‘Сладкие Сердечки’ и ‘Герцог Йоркский’. В основном коллекция состояла из сортов низкорослых и средней высоты – по 42 %, и 16 % составляли сорта высокие и очень высокие (‘Пурпурная’, ‘Сакура’). Половина сортов (50 %) состояла из растений с простым венчиком цветка, большая часть из них относилась к виду и подвиду *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*), а также содержала один сорт *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ (секц. *Godetia*); 25 % сортов относились к виду и подвиду *C. amoena* и имели полумахровые цветки; 17 % – растения с махровыми цветками; и один сорт-эталон – *C. unguiculata* ‘Сакура’ с сильно махровым венчиком цветка – составлял 8 %.

Для апробации сортов по основной окраске венчика (признаку 23) были выделены 7 групп: 1) с белыми цветками – эталонный образец *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Вейсер Страус’, составляющий 8 % из всей выборки; 2) с розовыми цветками – эталонные образцы *C. amoena* ‘Сладкие Сердечки’ и *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Рембрандт’, составляющие 17 %; 3) с желтовато-розовыми цветками – *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Сибил Шервуд’ и *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) ‘Сакура’, составляющие также 17 %; 4) с оранжевыми цветками *C. amoena* ‘Оранжевое Сияние’ – 8 %; 5) с красными цветками *C. amoena* ‘Герцогиня’ – 8 %; 6) с пурпурными цветками – эталонные образцы *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’, *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Герцог Йоркский’ (с темно-пурпурными цветками) и *C. unguiculata*. ‘Пурпурная’, составляющие 25 %; 7) с фиолетовыми цветками – 17 %, которые составляли образцы *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Каттлея’ и *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’.

По признаку 34 – время начала цветения (число суток от всходов до цветения) – были выделены 5 групп (раздел 3.2). Эталонные образцы для групп: раннего цветения (40–45 суток) – *C. purpurea* (секц. *Godetia*) ‘Лиловая Фея’ и *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) ‘Пурпурная’, составляли 17 % всей популяции; среднераннего цветения (46–50 суток) – *C. unguiculata* ‘Сакура’ – 8 %; среднего цветения (51–61 суток) – *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’ и *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Сибил Шервуд’ – 17 %; среднепозднего цветения (62–67 суток) – сорта вида и подвиды *C. amoena* ‘Герцог Йоркский’, ‘Герцогиня’, ‘Каттлея’, ‘Оранжевое Сияние’, ‘Сладкие Сердечки’ – 41 %; позднего цветения (68–72 суток) – сорта *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Вейсер Страус’ и ‘Рембрандт’ – 17 %.

Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность Кларкия (*Clarkia Pursh*) (методика RTG/1157/1) включает 36 параметров оценки и 12 эталонных сортов,

которые будут способствовать достоверному ранжированию новых отечественных сортов и гибридов кларкии по качественным, количественным и псевдокачественным параметрам и обеспечат их правовую защиту.

5.2 Оценка исходного материала кларкии по габитусу растения

Основными признаками, отвечающими за декоративные качества однолетних декоративно-цветущих видов кларкии являются: габитус, высота и диаметр куста (надземной вегетативной части растения), длина главного побега, длина кисти и число цветков, сформированных на кисти (Таблица 11).

Таблица 11 – Оценка сортов-эталонов кларкии по основным декоративным признакам на юге Западной Сибири (2021–2023 гг.)

Сорт	Габитус растения, см			Длина вегетативной и генеративной части побега I-го порядка (главного стебля), см		Число цветков на главной кисти, шт.
	высота	диаметр	форма	побега	кисти	всего
	*Mean ± SE					
Секция <i>Rhodanthos</i> : <i>C. amoena</i>						
‘Герцогиня’	60,0 ± 2,2	39,0 ± 3,2	обратноконусовидная	49,0 ± 4,7	11,0 ± 2,2	11,0 ± 1,0
‘Малиновая Чаша’	39,5 ± 2,3	28,0 ± 3,0	пирамидальная	30,0 ± 3,7	9,5 ± 2,2	8,0 ± 0,9
‘Оранжевое Сияние’	53 ± 2,2	27,0 ± 2,3	обратноконусовидная	45,5 ± 2,5	7,5 ± 2,6	8,0 ± 0,6
‘Сладкие Сердечки’	37,5 ± 1,3	27,0 ± 0,9	полустелющаяся	29,0 ± 3,3	8,5 ± 3,6	9,0 ± 0,5
Секция <i>Rhodanthos</i> : <i>C. amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i>						
‘Вейсер Страус’	58,0 ± 2,9	37,0 ± 5,2	полушаровидная	46,5 ± 3,7	11,5 ± 3,4	10,0 ± 0,4
‘Герцог Йоркский’	44,5 ± 3,6	40,8 ± 2,1	полустелющаяся	28,0 ± 4,5	16,5 ± 6,4	9,0 ± 0,5
‘Каттлея’	35,4 ± 1,5	44,6 ± 2,2	полушаровидная, полустелющаяся	29,7 ± 3,4	5,7 ± 3,2	8,0 ± 0,6
‘Рембрандт’	50,0 ± 2,3	45 ± 2,2	полушаровидная	40,5 ± 1,6	9,5 ± 0,9	11,0 ± 1,0
‘Сибил Шервуд’	45,0 ± 3,2	26,0 ± 4,0	пирамидальная	36,0 ± 2,1	7,0 ± 3,8	10,0 ± 0,5
Секция <i>Godetia</i> : <i>C. purpurea</i>						
‘Лиловая Фея’	65,0 ± 1,0	25,0 ± 1,5	пирамидальная	54,0 ± 0,9	11,0 ± 0,6	12,0 ± 2,0
Секция <i>Phaeostoma</i> : <i>C. unguiculata</i>						
‘Пурпурная’	87 ± 1,0	35,0 ± 2,0	обратноконусовидная	23,5 ± 1,1	63,5 ± 1,0	28,0 ± 0,9
‘Сакура’	115,0 ± 2,0	30,0 ± 2,2	обратноконусовидная	31,5 ± 1,5	83,5 ± 2,0	25,0 ± 2,0

Примечание – * Mean – среднее значение, SE – стандартная ошибка среднего.

По габитусу (признак 3. Растение: габитус, Методика RTG/1157/1) надземной вегетативной сферы растений среди образцов *Clarkia* были выделены 4 типа, различающиеся по направлению роста главного стебля, характеру ветвления боковых побегов и форме растения (в целом напоминающего цветущий куст) (Рисунок 24).

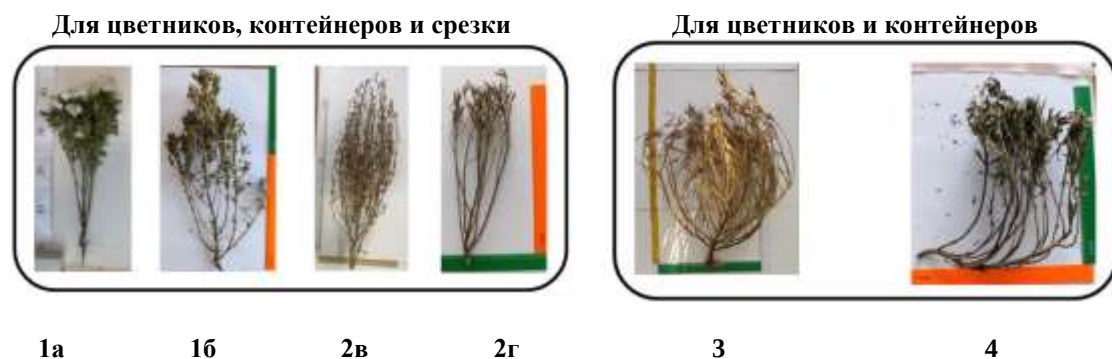


Рисунок 24 – *Clarkia*: габитус – типы: 1 – пирамидальный: а – *C. amoena*, б – *C. purpurea*; 2 – обратноконусовидный: в – *C. unguiculata*, г – *C. amoena*; 3 – полушаровидный и 4 – полустелющийся: *C. amoena* (разработан автором)

Все образцы кларкии, имеющиеся в коллекционном генофонде НГАУ, по габитусу растения распределились также на 4 типа (Таблица 12).

Таблица 12 – Распределение образцов кларкии рабочей коллекции НГАУ по признаку «растение: габитус», % (средние значения 2021–2023 гг.)

Виды кларкии (<i>Clarkia</i>)	Растение: габитус			
	Пирамидальный	Обратноконусовидный	Полушаровидный	Полустелющийся
* <i>C. amoena</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)	25,0	10,0	15,0	20,0
<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>)	-	25,0	-	-
<i>C. purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>)	5,0	-	-	-
Всего, %	30,0	35,0	15,0	20,0
Cv, %	4,0	6,0	5,0	8,0

Примечание – Cv – коэффициент вариации, * включая *C. amoena* ssp. *lindleyi*.

У вида и подвида *C. amoena* были выделены источники всех 4 типов габитуса растений кларкии, что в целом составляет 70 % всей генеральной совокупности коллекционного фонда: 1) образцы *C. amoena* с пирамидальной формой и прямостоячим главным стеблем составили 25 % (Cv = 4 %), к ним относятся: ‘Красавица’, ‘Малиновая Чаша’ и *C. amoena* subsp. *lindleyi* ‘Сибил Шервуд’, ‘Персиковая Чаша’ и ‘Фарфоровая Чаша’; 2) образцы *C. amoena* с обратноконусовидной формой растения с прямостоячим главным стеблем ‘Герцогиня’, ‘Оранжевое Сияние’ составляли 10 % всей генеральной совокупности (Cv = 6 %); 3) образцы *C. amoena* subsp. *lindleyi* полушаровидной формы с прямостоячим главным стеблем ‘Вейсер

Страус', 'Каттлея', 'Рембрандт' составляли 15 % ($C_v = 5\%$); 4) полустелющиеся формы с восходящим главным стеблем *C. amoena* и *C. amoena subsp. lindleyi* 'Белёная', 'Герцог Йоркский', 'Сладкие Сердечки', 'Метеор' составляли 20 % ($C_v = 8\%$) всей генеральной совокупности образцов кларкии. Следует отметить, что данное направление роста главного стебля на Родине в Калифорнии является наиболее типичным для растений вида и подвида *C. amoena*.

Растение первого отечественного сорта *C. purpurea* 'Лиловая Фея', созданного автором, имело пирамидальную форму с прямостоячим главным стеблем. Этот габитус был характерен для 100 % растений этого вида.

Растения с обратноконусовидным габитусом составили 35 % рабочей коллекции, из них 25 % образцы *C. unguiculata* и 10 % *C. amoena*. Образцы с пирамидальной формой составили 30 %, из них 25 % образцы *C. amoena* и 5 % образцы *C. purpurea*. Реже в коллекции встречались полушаровидный – 15 % и полустелющийся – 20 % габитусы, характерные для образцов *C. amoena*.

Первые два типа габитуса подходят для оформления цветников, контейнеров и срезки, а последние для использования в озеленении и контейнерном цветоводстве.

5.3 Оценка исходного материала кларкии по высоте и диаметру растения

По высоте главного стебля (признак 4, методика RTG/1157/1) среди образцов кларкии из коллекции сортов-эталонов путем кластеризации (метод Ward) морфометрических показателей морфологических признаков – габитуса растения (высота и диаметр), включая длину побега, длину кисти и число цветков, – были выделены 3 основных кластера и 2 подкластера (Рисунок 25).

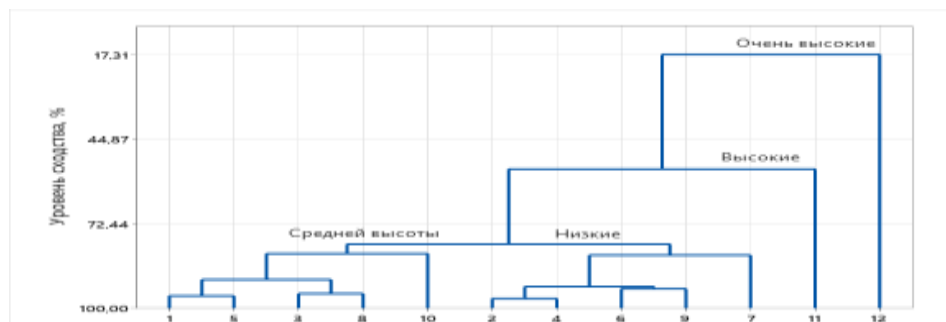


Рисунок 25 – Дендрограмма сходства образцов кларкии по морфологическим признакам габитуса растения (2021–2023 гг.): 1 – 'Герцогиня'; 2 – 'Малиновая Чаша'; 3 – 'Оранжевое Сияние'; 4 – 'Сладкие Сердечки'; 5 – 'Вейсер Страус'; 6 – 'Герцог Йоркский'; 7 – 'Каттлея'; 8 – 'Рембрандт'; 9 – 'Сибил Шервуд'; 10 – 'Лиловая Фея'; 11 – 'Пурпурная'; 12 – 'Сакура'. Мера измерения – евклидово расстояние (ed) (разработан автором)

Первый кластер объединил 2 подкластера, включающих низкие и средние образцы по высоте растений.

В подкластер «Низкие» – высотой 25–45 см – были включены пять образцов *C. amoena*, в том числе *C. amoena subsp. lindleyi*: ‘Малиновая Чаша’, ‘Сладкие Сердечки’, ‘Герцог Йоркский’, ‘Каттлея’, ‘Сибил Шервуд’.

В подкластер «Средней высоты» – 46–70 см – вошли четыре образца, относящиеся к виду и подвиду *C. amoena*: ‘Герцогиня’, ‘Оранжевое Сияние’, ‘Вейсер Страус’, ‘Рембрандт’, а также один образец *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’;

Во второй и третий кластеры – «Высокие», 71–95 см, и «Очень высокие», 96 см и более – вошли образцы *C. unguiculata* ‘Пурпурная’ (87 ± 1 см) и ‘Сакура’ (115 ± 2 см).

В методику также была включена градация «Очень низкие» – высотой до 25 см, такие образцы не встречались в нашей коллекции, но, по литературным данным, такие формы существуют (зарубежные гибриды *C. amoena* ‘Satin F₁’, Глава 1).

Образцы кларкии из коллекционного генофонда НГАУ (рабочая коллекция) также были распределены по высоте растений (Таблица 13).

Таблица 13 – Распределение образцов кларкии из коллекционного генофонда НГАУ по высоте растений (2021–2023 гг.)

Образцы	Распределение по высоте растений, в %			
	Низкие	Средней высоты	Высокие	Очень высокие
<i>C. amoena</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)	30,0	40,0	-	-
<i>C. purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>)	-	5,0	-	-
<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>)	-	-	20,0	5,0
Всего	30,0	45,0	20,0	5,0

Таким образом, рабочая коллекция кларкии НГАУ на 75 % состояла из низких и средних образцов, относящихся в основном к виду и подвиду *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*), включая один образец *C. purpurea* (секц. *Godetia*) ‘Лиловая Фея’, составляющий 5 % из всего генофонда кларкии; 25 % составляли высокие и 5 % – очень высокие образцы вида *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*).

По диаметру растений (Признак 5. Растение: диаметр куста, методика RTG/1157/1) среди образцов кларкии из коллекции сортов-эталонов были выделены 3 группы: 1) с малым диаметром (до 25 см) – 8 %, группу составлял один образец *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’; 2) со средним диаметром (26–35 см) – 42 % образцов, относящихся к *C. amoena*, включая подвид *C. amoena subsp. lindleyi*: ‘Вейсер Страус’, ‘Сибил Шервуд’, ‘Сладкие Сердечки’ и ‘Малиновая

Чаша', и ещё 17 %, куда вошли все образцы *C. unguiculata*; 3) с большим диаметром (36 см и более) – к этой группе отнесены оставшиеся 33 % образцов, представленные *C. amoena subsp. lindleyi*: 'Герцог Йоркский', 'Каттлея', 'Метеор', 'Рембрандт'.

По степени выраженности признака «Число цветков» (признак 19, методика RTG/1157/1) эталонные образцы кларкии были распределены по следующим категориям: «среднее количество» (6–9): *C. amoena*, включая *C. amoena ssp. lindleyi*: 'Малиновая Чаша', 'Оранжевое Сияние', 'Сладкие Сердечки', 'Герцог Йоркский', 'Каттлея'; «много» (10–20): 'Вейсер Страус', 'Герцогиня', 'Рембрандт', 'Сибил Шервуд' и *C. purpurea* 'Лиловая Фея'; «очень много» (21 и более): образцы *C. unguiculata* 'Пурпурная' и 'Сакура'.

5.4 Оценка исходного материала кларкии по форме и типу цветка

Оценка образцов кларкии по форме и типу цветка является необходимым этапом испытания сортов на отличимость, однородность и стабильность и представляет собой важную характеристику декоративности растений кларкии.

Все исследуемые образцы рода *Clarkia* по морфологической характеристике строения цветка были визуально разделены на три типа: воронковидный, чашевидный и открытый блюдцевидный (признак 20. Цветок: форма, методика RTG/1157/1) [Королева, Фотев, 2024b].

Воронковидные цветки характерны для образцов *C. purpurea* (секц. *Godetia*), чашевидная форма присуща всем образцам *C. amoena* и *C. amoena ssp. lindleyi* (секц. *Rhodanthos*), и открытая блюдцевидная форма характерна для образцов *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) (Рисунок 28).



Рисунок 26 – Признак 20. Цветок: форма [Королева, Фотев, 2024b]

Тип цветка

Важным отличительным признаком декоративных цветочных культур является махровость цветка [Былов 1978; Китаева, 1983; Савва, 1986; Дрягина, Кудрявец, 1986; Левко, 2009; Ханбабаева, Березкина, 2020; Рахмангулов, Тихонова, 2021; Datta, 2021].

Исследование количественного состава лепестков венчика у образцов кларкии было необходимо для установления степени махровости цветка (признак 21. Цветок: тип – Методика

на ООС кларкии RTG/1157/1) и понимания факторов, влияющих на изменчивость данного признака на юге Западной Сибири (Рисунок 27).

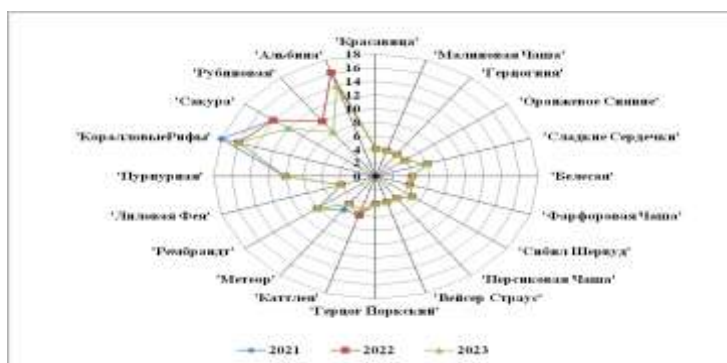


Рисунок 27 – Морфологическая изменчивость числа лепестков венчика цветка у образцов кларкии на юге Западной Сибири за 2021–2023 гг. (разработан автором)

Степень морфологической изменчивости венчика за 2021–2023 гг. исследования была незначительной ($C_v = 1,2\%$) у большинства образцов *C. amoena* и *C. amoena* ssp. *lindleyi*: с числом лепестков $n = 4$: 'Красавица', 'Малиновая Чаша', 'Герцогиня', 'Оранжевое Сияние', 'Белёная', 'Фарфоровая Чаша', 'Персиковая Чаша', 'Герцог Йоркский'; с числом лепестков $n = 5$ –6: 'Сладкие Сердечки', 'Каттлея', 'Сибил-Шервуд', 'Метеор'; с числом лепестков $n = 8$: 'Рембрандт'. Немного выше была вариация признака ($C_v = 8,3\%$) у махровых и сильно махровых образцов *C. unguiculata*. Самым стабильным по числу лепестков венчика цветка был генотип *C. purpurea* 'Лиловая Фея'. Чтобы оценить достоверность влияния среды и генотипа, между группами кларкии был рассчитан критерий Стьюдента (Таблица 14).

Таблица 14 – Степень изменчивости числа лепестков (шт.) венчика у видов кларкии из разных секций и оценка вероятности их различий

Виды кларкии	2021	2022	2023	Среднее значение по группам	Сред а t_{ϕ}^*	Генотип t_{ϕ}^* (секц. <i>Godetia</i>)	Генотип t_{ϕ}^* (секц. <i>Rhodantos</i>)	t_{τ}^* ($p < 0,05$)	Число образцов
** <i>C. amoena</i> (секц. <i>Rhodantos</i>)	4,80	4,80	4,70	4,80	0,44	1,05	-	2,15	14
<i>C. purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>)	4,00	4,00	4,00	4,00	0	-	1,05	-	1
<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>)	13,60	13,20	11,60	12,80	0,23	6,80	9,80	2,57	5

Примечание: * t_{ϕ} – фактическое значение критерия Стьюдента; t_{τ} – табличное значение критерия Стьюдента; ** включая *C. amoena* ssp. *lindleyi*.

Анализ достоверно подтвердил, что с вероятностью 95 % условия среды (климатические условия лет вегетации) не влияли на количество лепестков венчика цветка у разных видов кларкии, так как фактический критерий Стьюдента был меньше табличных значений: по секции *Rhodantos* $t_{\phi} = 0,44 < t_{\tau} 2,15$; по секции *Phaeostoma* $t_{\phi} = 0,23 < t_{\tau} 2,57$; гипотеза H_0 не отвергается.

Результаты сравнения трех разных лет вегетации по трем видам кларкии – среднее значение $t_{\phi} = 0,46 < t_{\tau} 3,18$ – также подтверждают гипотезу о том, что среда не оказывает прямое влияние на тип цветка.

В результате исследования изменчивости за разные годы (2021–2023 гг.) числа лепестков венчика с использованием критерия Стьюдента установлено, что вариабельность этого признака у образцов кларкии, относящихся к разным секциям, на 95 % обусловлена их генотипом, а не средой: различия между секц. *Rhodantos* с простым и полумахровым венчиком и секц. *Phaeostoma* с махровым и сильно махровым венчиком – ($t_{\phi} = 9,8 > t_{\tau} 3,18$); а также секц. *Godetia* с простым венчиком и секц. *Phaeostoma* – ($t_{\phi} = 6,8 > t_{\tau} 3,18$), следовательно гипотеза H_0 отвергается, но при этом между секц. *Rhodantos* и секц. *Godetia* с доминирующим простым венчиком различия не выявлены – ($t_{\phi} = 1,2 < t_{\tau} 3,18$).

Для изучения степени морфологического сходства образцов коллекционного фонда кларкии по степени махровости венчика цветка и выявления ценных генетических источников для селекции была проведена их кластеризация по методу Ward путем измерения евклидовых расстояний (Рисунок 28).

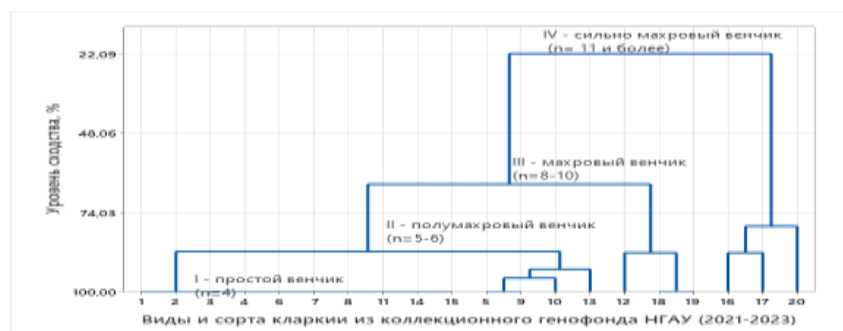


Рисунок 28 – Дендрограмма, отражающая степень сходства образцов кларкии по числу лепестков венчика цветка (n): *C. amoena*: 1 – ‘Герцогиня’; 2 – ‘Красавица’; 3 – ‘Малиновая Чаша’; 4 – ‘Оранжевое Сияние’; 5 – ‘Сладкие Сердечки’; *C. amoena ssp. lindleyi*: 6 – ‘Белёсая’; 7 – ‘Вейсер Страус’; 8 – ‘Герцог Йоркский’; 9 – ‘Каттлея’; 10 – ‘Метеор’; 11 – ‘Персиковая Чаша’; 12 – ‘Рембрандт’; 13 – ‘Сибил Шервуд’; 14 – ‘Фарфоровая Чаша’; *C. purpurea*: 15 – ‘Лиловая Фея’; *C. unguiculata*: 16 – ‘Альбина’; 17 – ‘Коралловые Рифы’; 18 – ‘Пурпурная’; 19 – ‘Рубиновая’; 20 – ‘Сакура’. Уровень сходства указан около соответствующего узла (%), мера измерения – евклидово расстояние (ed)

Проведенный кластерный анализ определил четыре кластера, выделяющихся по количеству лепестков венчика. Первый (I) кластер объединил десять образцов кларкии *C. amoena* (1–4, 6–8, 11 и 14) и один *C. purpurea* (15) с простым венчиком ($n = 4$), которые составили 50 % всей выборки кларкии. Во второй (II) кластер вошли четыре образца *C. amoena* (5, 9, 10, 13) с полумахровым венчиком ($n = 5–6$), что составило 20 % всех коллекционных образцов. Третий (III) кластер включил три образца кларкии с махровым венчиком ($n = 8–10$): *C. amoena ssp. lindleyi*: ‘Рембрандт’ (12) и *C. unguiculata* ‘Пурпурная’ (18) и ‘Рубиновая’ (19), составившие 15 % всей коллекции образцов. В четвертый (IV) кластер вошли *C. unguiculata* с

сильно махровым венчиком цветка ($n = 11$ и более): ‘Альбина’, ‘Коралловые Рифы’, ‘Сакура’ – это еще 15 % образцов. По топологии ветвей в группах видно, что образцы, их формирующие, относятся преимущественно к одним и тем же видам. Это стало основанием для распределения сортов-эталонов кларкии по степени махровости в разработанной методике RTG/1157/1.

5.5 Оценка исходного материала кларкии по признакам окраски цветка

На основе образцов кларкии, включенных в коллекционный генофонд (рабочую коллекцию) НГАУ была проведена оценка по основным декоративным признакам.

Основываясь на утверждении Е. К. Хлесткиной [2012] о том, что «признаки окраски широко используются в таксономии и для паспортизации сортов», были сформированы основные критерии отбора образцов кларкии для разработки методики на отличимость, однородность и стабильность [Хлесткина, 2012; Королева, 2022с]. Первичные критерии отбора были следующими: таксономическая принадлежность вида кларкии к определенной садовой группе (секции), общеизвестные сорта, окраска цветка по шкале UPOV (цветовая шкала английского королевского общества цветоводов (RHS Colour Chart)); ярко-выраженная флоральная пигментация и тип цветка (степень махровости) [Королева, 2022а] (Приложение И).

Вариации окраски цветка у разных видов кларкии определялись на видовом уровне с учетом садовых групп (секций рода). В сортопопуляциях кларкии было выделено семь групп по признаку основной окраски цветка: 1 – белая; 2 – розовая; 3 – желтовато-розовая; 4 – оранжевая; 5 – красная; 6 – пурпурная; 7 – фиолетовая, а также проведен анализ процентного соотношения встречаемости по всем садовым группам (секциям рода) (Таблица 15) (Приложение К).

Таблица 15 – Распределение образцов кларкии из рабочей коллекции НГАУ по группам основной окраски цветка, % (2021–2023 гг.)

Виды кларкии	Группа основной окраски цветков, %						
	1 Белая	2 Розовая	3 Желтовато- розовая	4 Оранжевая	5 Красная	6 Пурпурная	7 Фиолетовая
<i>C. amoena</i> * (секц. <i>Rhodanthos</i>)	14,0	22,0	14,0	7,0	14,0	22,0	7,0
<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>)	10,0	10,0	30,0	10,0	10,0	20,0	10,0
<i>C. purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>)	-	-	-	-	-	35,0	65,0
Среднее	8,0	10,7	14,6	5,7	8	25,7	27,3

Примечание – * включая *C. amoena ssp. lindleyi*.

Из анализа данных следует, что пурпурная основная окраска цветков присутствовала у всех представленных в рабочей коллекции НГАУ видов кларкии на уровне 20–30 % и в среднем составила около 26 %, что, вероятно, говорит о доминантности этого признака.

Фиолетовая окраска также имела у всех представленных видов кларкии, и ее доля составляла 27,3 %, притом что у *C. purpurea* ее встречаемость была выше в 1,9 раза (на 30 %), чем пурпурной, а у *C. unguiculata* и *C. amoena* ssp. *lindleyi* она встречалась реже на 55–58 %.

Розовая окраска присутствовала у *C. amoena* и *C. unguiculata* и в среднем составляла около 11 %. Встречаемость желтовато-розовой окраски у этих образцов была на 3,9 % больше, чем розовой, но у *C. unguiculata* ее доля была в 3 раза выше, чем всех остальных окрасок, кроме пурпурной.

В рабочей коллекции кларкии красная и белая окраски составляли по 8 % и присутствовали у образцов, относящихся к видам *C. unguiculata* и *C. amoena*, но у образцов *C. amoena* их встречаемость была выше на 4 %.

Самый низкий процент встречаемости у образцов кларкии составила группа оранжевой окраски – в среднем около 6 %, этот тип окраски полностью отсутствовал у образца *C. purpurea* (секц. *Godetia*). Красная и желтовато-розовая окраски также полностью отсутствовали у образца *C. purpurea*, а бледно-розовая (почти белая) присутствовала только на первых этапах отбора (раздел 5.10).

Итак, все 7 групп окраски цветка встречались только у образцов видов *C. amoena*, включая *C. amoena* ssp. *lindleyi* и *C. unguiculata*, а розовая, пурпурная и фиолетовая окраски присутствовали у всех видов коллекционного генофонда кларкии. При этом у образца *C. purpurea* (секц. *Godetia*) полностью отсутствовали желтовато-розовая, оранжевая и красная окраски цветков.

Тип флоральной пигментации

У растений рода *Clarkia* наравне с признаком окраски цветка, которая относится к наиболее устойчивым сортовым признакам, выделяется еще и тип флоральной пигментации (тип пятна) [Королева и др., 2021a; Королева, 2022a, 2022c; Holsinger, Gottlieb, 1988; Lin, Rausher, 2021a, 2021b].

Среди представленных в коллекционном генофонде НГАУ образцов кларкии было выделено 8 типов флоральной пигментации (признак 27. Лепесток: тип флоральной пигментации, методика RTG/1157/1) [Королева, Фотев, 2024b] (Приложение Л).

Анализ распределения образцов кларкии из рабочей коллекции НГАУ по типам флоральной пигментации цветков выявил, что у вида *C. amoena* и подвида *C. amoena* ssp. *lindleyi* встречается большинство из них – 68 % составляют образцы: с каймой по краям и основанию ('Красавица', 'Малиновая Чаша', 'Белёная' (смесь окрасок), 'Персиковая Чаша',

‘Сибил Шервуд’); с пятном у основания (‘Герцог Йоркский’, ‘Оранжевое Сияние’), без пятна (‘Вейсер Страус’, ‘Фарфоровая Чаша’); с крупным пятном в центре (‘Рембрандт’), мелкие сдвоенные пятна в центре базальной части (‘Сладкие Сердечки’, Каттлея’), вертикальная полоса в центре, делящая лепесток на две равные части (‘Герцогиня’ и ‘Метеор’); при этом у образца ‘Каттлея’ встречается два типа пигментации лепестков – мелкое пятно в виде полосы у основания и мелкие сдвоенные пятна (Таблица 16).

Таблица 16 – Распределение образцов кларкии из коллекционного генофонда НГАУ по типу флоральной пигментации, %

Тип флоральной пигментации	<i>C. amoena</i>	<i>C. amoena</i> <i>ssp. lindleyi</i>	<i>C. purpurea</i>	<i>C. unguiculata</i>	Итого, %
Пятно отсутствует	-	9,0	-	23,0	32,0
Пятно у основания	4,5	4,5	-	-	9,0
Кайма по краям и основанию	9,0	14	-	-	23,0
Крупное пятно в центре;		4,5	-	-	4,5
Мелкие сдвоенные пятна в центре базальной части	4,5	4,5	-	-	9,0
Мелкое пятно у дистального края	-	-	4,5	-	4,5
Мелкое пятно в виде полосы у основания	-	4,5	4,5	-	9,0
Вертикальная полоса в центре, делящая лепесток на две равные части	-	9,0	-	-	9,0
Итого, %	18,0	50,0	9,0	23,0	100,0

У образца *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ на одном лепестке цветка встречается два типа флоральной пигментации – мелкое пятно у дистального края и мелкое пятно в виде полосы у основания, что составляет 9 % от всех возможных типов флоральной пигментации.

У образцов *C. unguiculata*, присутствующих в нашей коллекции, был отмечен единственный тип без пятна на лепестке, который составлял 23 % от общего числа образцов, но на отдельных цветках присутствовал более светлый край лепестка. Поэтому в методике RTG/1157/1 рисунок лепестка *C. unguiculata* отдельно не приводился.

Тип флоральной пигментации у видов и гибридов кларкии *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*), может сильно варьировать как по форме, так и по размеру пятна от мелких штрихов до среднего и крупного размера (Приложение Л).

Практически у всех представителей рода *Clarkia* во втором и последующих поколениях наблюдалась сильная вариабельность по данному признаку ($C_v = 28\%$), поэтому в методике RTG/1157/1 основным признаком для группировки сортов был выбран критерий основной окраски лепестков венчика (Признак 23. Цветок: группа окраски венчика) (Приложение К).

Данные о генетической основе пигментации лепестков у видов кларкии из секций *Godetia* и *Rhodantos* говорят о том, что характер наследования окраски и отсутствие или присутствие пятна, его положение, форма и размер могут быть управляемы как генами, сцепленными с окраской, так и отдельными генами. А новые комбинации пигментации могут проявляться при перемещении локусов у заменяющих аллелей [Rasmuson, 1921; Hiorth, 1941; Talline et al., 2017; Lin, Rausher, 2021a; 2021b].

5.6 Оценка исходного материала кларкии по морфологическим признакам листа

При апробации сортов кларкии важными отличительными признаками являлись форма, размер, окраска и опушение листьев (признаки 9–14, методика RTG/1157/1) (Таблица 17).

Таблица 17 – Апробация образцов кларкии по степени выраженности морфологических признаков листа

Вид/сорт	Морфологические признаки листовой пластинки					
	длина (мм)	ширина (мм)	форма (балл)	окраска (балл)	антоциановые вкрапления (балл)	опушение (балл)
<i>C. amoena</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)						
‘Герцогиня’	40,0	26,0	2	2	9	9
‘Малиновая Чаша’	41,0	22,0	3	2	9	9
‘Оранжевое Сияние’	36,0	26,0	3	2	1	9
‘Сладкие Сердечки’	27,0	21,0	3	2	9	9
<i>C. amoena ssp lindleyi</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)						
‘Вейсер Страус’	35,0	21,0	3	1	1	9
‘Герцог Йоркский’	59,0	31,0	2	3	9	9
‘Каттлея’	34,0	20,5	3	2	9	9
‘Рембрандт’	37,0	21,0	2	2	9	9
‘Сибил Шервуд’	36,0	24,0	3	2	1	9
<i>C. purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>)						
‘Лиловая Фея’	75,4	19,0	1	4	9	9
<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>)						
‘Пурпурная’	67,0	31,0	4	3	9	1
‘Сакура’	78,0	32,0	4	1	1	1

Примечание – Степень выраженности признаков: форма: 1 – узколанцетная, 2 – широколанцетная, 3 – ланцетная, 4 – яйцевидная; окраска: 1 – желтовато-зеленая, 2 – умеренно-зеленая, 3 – темно-зеленая, 4 – серовато-зеленая; антоциановые вкрапления: 1 – отсутствуют, 9 – имеются; опушение: 1 – отсутствует, 9 – имеется.

Образцы кларкии со средней длиной листовой пластинки составляли 50 % и по 25 % составляли образцы с короткой и длинной листовой пластинкой. Большинство образцов кларкии – 67 % – были со средней шириной листа, 25 % – с широкой, и один (8 %) эталонный образец первого отечественного сорта *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ (секц. *Godetia*) – с узкой листовой пластинкой. Он же имел серовато-зеленую (голубо-зеленую) окраску. Большинство образцов – 58 % – имели умеренно-зеленую окраску листьев, по 17 % – желтовато-зеленую и темно-зеленую. У большинства коллекционных образцов (67 % растений), имеющих основную окраску цветков розовую, красную, пурпурную, фиолетовую и с карминово-пурпурными пятнами, антоциановые вкрапления присутствовали как в листовой пластинке, так и в окраске стебля. Опушение листовой пластинки присутствовало у 83 % образцов кларкии, и только 27 % составляли образцы без опушения, все они относились к *C. unguiculata*.

По признакам: 1. Сеянец: наличие антоциановой окраски стебля; 14. Лист: антоциановые вкрапления (Методика RTG/1157/1) – можно проводить апробацию сортов на стадии всходов и в период вегетации, так как у образцов кларкии с белыми цветками ‘Вейсер Страус’ и светлыми желтовато-розовыми цветками ‘Сакура’ и ‘Сибил Шервуд’, а также с оранжевыми цветками ‘Оранжевое Сияние’ антоциановая окраска отсутствовала, но у желтовато-розовых и оранжевых сортов *C. amoena* присутствовал желтоватый оттенок стебля.

Для выделения эталонных сортов по идентификационным признакам листа был проведен кластерный анализ образцов (метод Ward) (Рисунок 29).

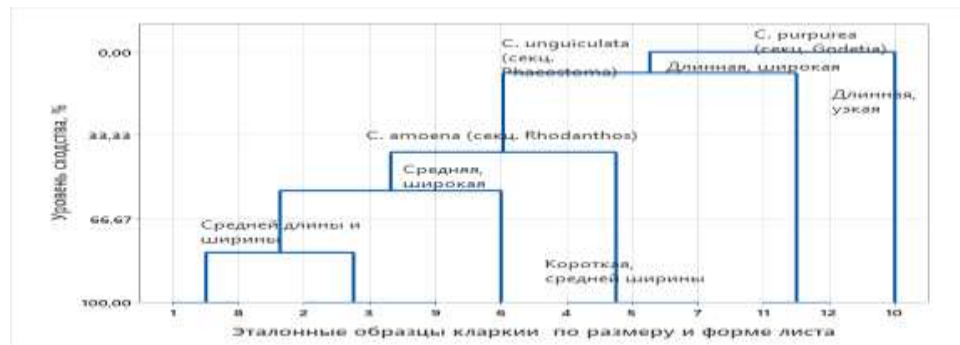


Рисунок 29 – Дендрограмма сходства эталонных образцов кларкии по идентификационным признакам листовой пластинки: 1 – ‘Герцогиня’; 2 – ‘Малиновая Чаша’; 3 – ‘Оранжевое Сияние’; 4 – ‘Сладкие Сердечки’; 5 – ‘Вейсер Страус’; 6 – ‘Герцог Йоркский’; 7 – ‘Каттлея’; 8 – ‘Рембрандт’; 9 – ‘Сибил Шервуд’; 10 – ‘Лиловая Фея’; 11 – ‘Пурпурная’; 12 – ‘Сакура’. Мера измерения – евклидово расстояние (ed) (разработан автором)

Таким образом, на рисунке четко обозначены 5 основных кластеров и 3 градации идентификационных признаков сортов: длина листовой пластинки: короткая, средняя длинная; и ширина: узкая, средняя и широкая.

Первые три кластера объединили все образцы вида и подвида *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*) со средними длиной (36–59 мм) и шириной (21–30 мм) листовой пластинки:

‘Герцогиня’, ‘Оранжевое Сияние’ ‘Рембрандт’, ‘Сибил Шервуд’, ‘Малиновая Чаша’. Во второй кластер вошел один эталонный образец *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Герцог Йоркский’ с листовой пластинкой средней длины и при этом широкой (31 мм). В третий были включены образцы с короткой (до 35 мм) и средней по ширине листовой пластинкой: ‘Сладкие Сердечки’, ‘Вейсер Страус’, Каттлея.

Четвертый и пятый кластер объединил образцы с длинной листовой пластинкой (более 60 мм): *C. purpurea* (секц. *Godetia*) ‘Лиловая Фея’ с узкой (до 20 ± 5 мм) и длинной ($75,4 \pm 1,5$ мм) и *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) с длинной ($72,6 \pm 9$ мм) и широкой ($31,0 \pm 1,5$ мм).

Короткая (до 35,0 мм) и средняя длина листовой пластинки (36–59 мм) были характерны для образцов вида *C. amoena*, включая подвид *C. amoena* ssp. *lindleyi*, а длинной листовой пластинкой отличались образцы *C. purpurea* и *C. unguiculata* (Таблица 18) (Приложение М).

Таблица 18 – Изменчивость формы и размеров листа у образцов кларкии (средние значения за 2021–2023 гг.)

Вид кларкии	Форма листовой пластинки	Длина листовой пластинки, мм	Cv, %	Ширина листовой пластинки, мм	Cv, %
		Mean $\pm$ SE (Min–Max)		Mean $\pm$ SE (Min–Max)	
<i>C. purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>) (n = 1)	узколанцетная	$75,4 \pm 1,5$ (60–86)	11,7	$19,0 \pm 5,0$ (16–20)	6,5
<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>) (n = 2)	яйцевидная	$72,6 \pm 1,6$ (45–90)	13,6	$31,0 \pm 1,5$ (23–59)	25,1
<i>C. amoena</i> * (секц. <i>Rhodanthos</i>) (n = 4)	ланцетная и широколанцетная	$41,5 \pm 3,6$ (36–59)	23,7	$25,2 \pm 1,0$ (17–32)	27,0
<i>C. amoena</i> * (секц. <i>Rhodanthos</i>) (n = 5)	ланцетная и широколанцетная	$32,0 \pm 5,7$ (15–35)	16,0	$21,5 \pm 2,3$ (16–25)	23,0

Примечание – Mean – среднее значение; SE – стандартная ошибка среднего; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение; Cv – коэффициент вариации; * включая *C. amoena* ssp. *lindleyi*.

По ширине, форме и окраске листовой пластинки был отмечен эталонный сорт *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ с узколанцетной формой листовой пластинки (ширина до 20 мм) при самой низкой вариации (Cv = 6,5 %) и с серовато-зеленой окраской. Эталонами яйцевидной формы листа служили сорта *C. unguiculata*. Ланцетной и широколанцетной формой листа отличались сорта *C. amoena* с сильной вариацией по длине листовой пластинки, от короткой (Cv = 16 %) до средней (Cv=24 %), и её ширине (Cv=23–27 %). Темно-зеленая окраска листа отмечена у сортов с пурпурной и темно-пурпурной окраской цветков: у *C. unguiculata* ‘Пурпурная’ и *C. amoena* ‘Герцог Йоркский’ (Признак 10. Листовая пластинка: окраска, методика RTG/1157/1).

По форме семядолей у сеянцев (признак 2. Сеянец: форма семядолей, методика RTG/1157/1) сорта кларкии распределились по видам: *C. unguiculata* – с грушевидными

семядолями, *C. purpurea* – с лопатовидными и *C. amoena*, включая *C. amoena* ssp *lindleyi*, – с широкояйцевидными (Рисунок 30).



Рисунок 30 – Признак 2. Сеянец: форма семядолей (Методика RTG/1157/1) (разработан автором)

По признаку 1. Сеянец: наличие антоциановой окраски стебля (Методика RTG/1157/1) можно проводить апробацию сортов на стадии всходов. У образцов ‘Вейсер Страус’ с белыми цветками и ‘Сакура’, ‘Сибил Шервуд’ со светлыми желтовато-розовыми цветками антоциановая окраска отсутствовала. У 67 % образцов кларкии, имеющих основную окраску цветков розовую, красную, пурпурную, фиолетовую или с пятнами, антоциан присутствовал в виде вкраплений на листовой пластинке, а также в окраске побегов (признак 13: Листовая пластинка: антоциановые вкрапления, Методика RTG/1157/1).

5.7 Оценка исходного материала кларкии по степени ветвления главного стебля

Для определения обилия цветения – маркерного признака декоративности видов кларкии из рабочей коллекции НГАУ, был проведен морфологический анализ структуры растений с учетом степени ветвления латеральных цветоносных побегов разного порядка (Признак 8. Главный стебель: ветвление, методика RTG/1157/1) (Таблица 19).

Таблица 19 – Изменчивость степени ветвления латеральных цветоносных побегов у образцов кларкии (средние значения за 2021–2023 гг.)

Образец	Число латеральных цветоносных побегов на растении, шт							
	II-го порядка	Св, %	III-го порядка	Св, %	IV-го порядка	Св, %	Всего	Св, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Clarkia amoena</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>) (n = 5)*								
‘Герцогиня’	14,0 ± 1,0	17,0	14,0 ± 3,2	18,0	0	-	28,0 ± 2,1	17,0
‘Красавица’	16,0 ± 2,5	6,0	10,0 ± 2,9	17,3	0	-	26,0 ± 2,7	7,0
‘Малиновая Чаша’	16,0 ± 1,7	9,0	14,0 ± 3,0	20,1	0	-	30,0 ± 2,5	10,0
‘Оранжевое Сияние’	11,0 ± 3,2	14,0	12,0 ± 2,3	17,0	0	-	23,0 ± 2,5	16,0
‘Сладкие Сердечки’	9,0 ± 1,3	5,0	9,0 ± 0,9	14,5	0	-	18,0 ± 1,1	15,0

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Clarkia amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>) (n = 9)*								
‘Белёная’	16,0 ± 2,1	10,0	10,0 ± 0,9	14,5	0	0	26,0 ± 1,5	17,7
‘Вейсер Страус’	16,0 ± 1,0	19,0	12,0 ± 1,2	19,5	2	30,0	30,0 ± 1,1	19,0
‘Герцог Йоркский’	12,0 ± 2,6	21,1	15,0 ± 0,9	25,0	0	-	27,0 ± 1,7	23,0
‘Каттлея’	12,0 ± 2,8	7,0	10,0 ± 2,2	15,0	0	-	22,0 ± 2,5	11,0
‘Метеор’	14,0 ± 2,8	21,0	10,0 ± 0,4	4,9	0	-	24,0 ± 1,6	8,5
‘Персиковая Чаша’	14,0 ± 0,7	5,0	16,0 ± 0,8	6,7	0	-	30,0 ± 0,8	6,0
‘Рембрандт’	17,0 ± 1,8	14,0	15,0 ± 1,5	18,0	0	-	32,0 ± 1,7	16,0
‘Сибил Шервуд’	14,0 ± 1,0	10,0	6,0 ± 2,5	16,5	0	-	20,0 ± 1,7	13,2
‘Фарфоровая Чаша’	16,0 ± 2,1	10,0	16,0 ± 0,5	12,5	0	-	32,0 ± 1,3	17,7
<i>Clarkia purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>) (n = 1)								
‘Лиловая Фея’	25,0 ± 2,6	9,5	15,0 ± 1,5	11,5	0	-	40,0 ± 2,5	10,5
<i>Clarkia unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>) (n = 5)								
‘Альбина’	11,0 ± 0,9	25,0	20,0 ± 1,1	30,1	0	-	31,0 ± 1,0	20,0
‘Коралловые Рифы’	8,0 ± 0,5	15,1	18,0 ± 1,5	15,7	21,0 ± 1,1	35,0	47,0 ± 1,0	21,9
‘Пурпурная’	9,0 ± 0,6	21,2	15,0 ± 2,0	16,8	17,0 ± 3,2	72,0	41,0 ± 1,3	49,4
‘Рубиновая’	7,0 ± 0,9	35,0	22,0 ± 2,8	36,0	3,0 ± 2,0	62,2	32,0 ± 1,9	47,3
‘Сакура’	12,0 ± 0,6	16,0	22,0 ± 2,0	17,5	8,0 ± 1,8	45,0	42,0 ± 1,2	26,2

Примечание – * n – количество образцов в группе; обилие цветения – число латеральных цветоносных побегов; С_v, % – коэффициент вариации.

Число латеральных цветоносов у кларкии сильно варьирует в зависимости от порядка ветвления побегов, а также зависит от видовых особенностей. Степень варьирования латеральных цветоносов второго (II-го) порядка была незначительной (5–9 %) у сортов *C. amoena*, включая подвид *C. amoena* ssp. *lindleyi*: ‘Сладкие Сердечки’, ‘Каттлея’ ‘Красавица’, ‘Малиновая Чаша’, ‘Персиковая Чаша’; средняя вариабельность (10–14 %) отмечалась у сортов: ‘Белёная’, ‘Оранжевое Сияние’, ‘Рембрандт’, ‘Сибил Шервуд’, ‘Фарфоровая Чаша’; и сильнее варьировали (17–21 %) сорта: ‘Вейсер Страус’, ‘Герцогиня’, ‘Герцог Йоркский’, ‘Метеор’. Число латеральных цветоносов третьего (III-го) порядка у этих же сортов кларкии варьировало очень сильно от 4,9 % у сорта ‘Метеор’ до 25 % у сорта ‘Герцог Йоркский’. Побеги четвертого (IV-го) порядка у растений всех сортов *C. amoena* в условиях юга Западной Сибири в основном были вегетативными и в учет не брались.

Первый отечественный сорт *C. purpurea* 'Лиловая Фея' отличался средней вариацией (10–12 %) по числу латеральных цветоносов II-го и III-го порядка, вегетативные побеги IV-го порядка не учитывались.

Наибольшим количеством боковых цветоносных побегов (II-го, III-го, IV-го) порядков и сильной вариацией отличались сорта *C. unguiculata*: число цветоносов II-го и III-го порядка колебалось в пределах от 15 % у образца 'Коралловые Рифы' до 36 % у образца 'Рубиновая', а число цветоносов IV-го порядка варьировало очень сильно в пределах 35–72 %.

Для ранжирования образцов кларкии по числу латеральных цветоносов (признак 8. Главный стебель: ветвление, методика RTG/1157/1) был проведен кластерный анализ по методу Ward (Рисунок 31).

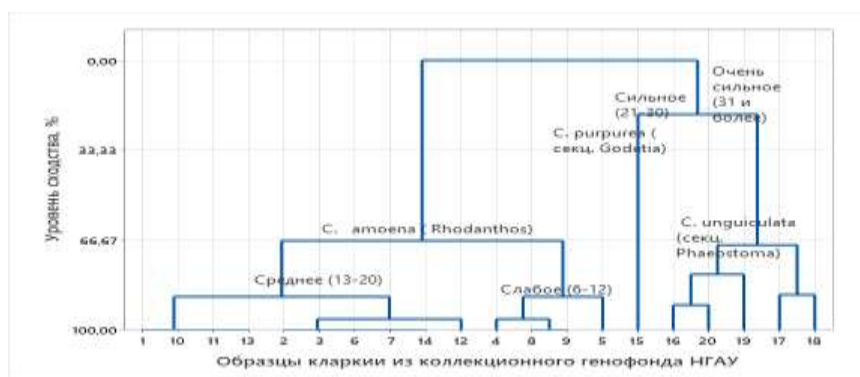


Рисунок 31 – Дендрограмма степени сходства образцов кларкии по степени ветвления латеральных цветоносов: 1 – 'Герцогиня'; 2 – 'Красавица'; 3 – 'Малиновая Чаша'; 4 – 'Оранжевое Сияние'; 5 – 'Сладкие Сердечки'; 6 – 'Белёсая'; 7 – 'Вейсер Страус'; 8 – 'Герцог Йоркский'; 9 – 'Каттля'; 10 – 'Метеор'; 11 – 'Персиковая Чаша'; 12 – 'Рембрант'; 13 – 'Сибил Шервуд'; 14 – 'Фарфоровая Чаша'; 15 – 'Лиловая Фея'; 16 – 'Альбина'; 17 – 'Коралловые Рифы'; 18 – 'Пурпурная'; 19 – 'Рубиновая'; 20 – 'Сакура'. Мера измерения – евклидово расстояние (ed) (разработан автором)

На рисунке показано распределение образцов кларкии из коллекционного генофонда НГАУ по степени ветвления латеральных цветоносных побегов на два основных кластера и 4 подкластера.

В первый кластер вошли два подкластера с образцами *C. amoena* и *C. amoena ssp. lindleyi* (секц. *Rhodanthos*) со слабой и средней степенью ветвления латеральных цветоносов.

В подкластер «Слабое» с числом боковых цветоносов 6–12 вошли 20 % образцов: 4 – 'Оранжевое Сияние', 5 – 'Сладкие Сердечки', 8 – 'Герцог Йоркский', 9 – 'Каттля'.

Подкластер «Среднее» с числом боковых цветоносов 13–20 объединил 50 % образцов: 1 – 'Герцогиня', 10 – 'Метеор', 11 – 'Персиковая Чаша', 13 – 'Сибил Шервуд' и 2 – 'Красавица', 3 – 'Малиновая Чаша', 6 – 'Белёсая', 7 – 'Вейсер Страус', 14 – 'Фарфоровая Чаша', 12 – 'Рембрант'.

Второй кластер объединил два подкластера с сильным и очень сильным ветвлением.

В подкластер «Сильное» с числом боковых цветоносов II-го порядка 21–30 вошел образец *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’, составляющий 5 % в популяции.

Подкластер «Очень сильное» с числом боковых цветоносов 31 и более 39 латеральных цветоносов II-го, III-го и IV-го порядков объединил все образцы *C. unguiculata*, составляющие 25 % популяции: ‘Альбина’, ‘Пурпурная’, ‘Рубиновая’, ‘Сакура’ и ‘Коралловые Рифы’.

При этом структура ветвления или архитектоника растений в первых трех группах строится в основном за счет побегов ветвления второго порядка, а в четвертой группе (высоких и очень высоких растений) она состоит из хорошо развитых побегов ветвления второго, третьего и четвертого порядков (Рисунок 32)

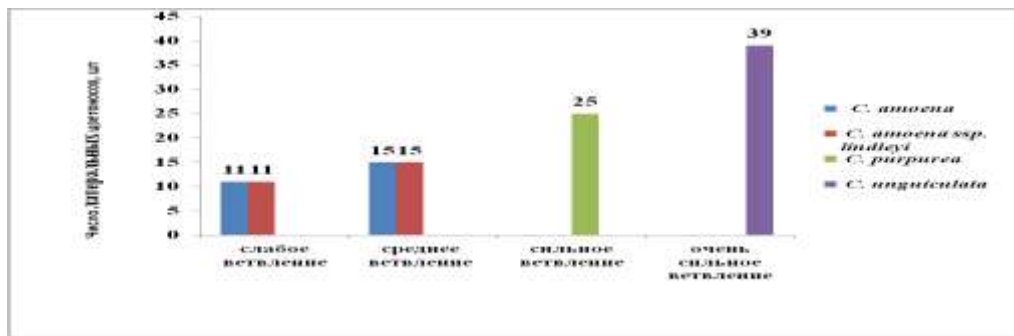


Рисунок 32 – Градация видов кларкии по степени ветвления и обильности цветения (разработан автором)

Таким образом, по степени ветвления было выделено 4 группы, относящихся к трем видам рода: 1) обильноцветущие сорта *C. amoena* и *C. amoena ssp. lindleyi* со слабой степенью ветвления (6–12), в среднем 11 латеральных цветоносов; 2) сорта *C. amoena* и *C. amoena ssp. lindleyi* со средней степенью ветвления (13–20), в среднем 15 боковых цветоносов; 3) *C. purpurea* – средне обильноцветущие с сильной степенью ветвления (21–30), в среднем 25 боковых цветоносов; 4) *C. unguiculata* – максимально обильно цветущие образцы с очень сильной степенью ветвления (31 и более), в среднем 39 боковых цветоносов на растении.

5.8 Оценка исходного материала кларкии по морфологическим признакам цветка

Различия морфологических особенностей цветков у разных видов кларкии (*Clarkia*) являются особенно важными, так как таксономическое разделение видов полностью основано на цветочных признаках. Фактически многие виды кларкии невозможно было бы дифференцировать, если бы они были лишены цветов [MacSwain et al., 1973].

Самые крупные цветки диаметром 65,0 мм и более, в среднем $67,0 \pm 4,8$ мм, были отмечены у 25 % образцов *C. amoena*: ‘Герцогиня’, ‘Красавица’, ‘Малиновая Чаша’, ‘Оранжевое Сияние’, ‘Сладкие Сердечки’, все они принадлежат секц. *Rhodanthos* (Таблица 20).

Таблица 20 – Морфологическая изменчивость цветка у образцов кларкии (2021–2023 гг.)

Образец кларкии / Биометрические признаки цветка	<i>C. amoena</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)	<i>C. amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)	<i>C. purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>)	<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>)
	*Mean $\pm$ SE (min–max)			
Высота цветка, мм	58,7 $\pm$ 2,5 (55–70)	5,63 $\pm$ 0,07 (48–63)	29,8 $\pm$ 3,5 (12–42)	32,8 $\pm$ 0,8 (32,0–35,0)
Диаметр цветка, мм	67,0 $\pm$ 4,8 (50–80)	54,0 $\pm$ 1,2 (37–64)	31,7 $\pm$ 2,1 (15,7–35,0)	25,0 $\pm$ 2,0 (13,0–30,0)
Число лепестков венчика, шт	4,0 $\pm$ 0,0 (4,0–4,0)	4,6 $\pm$ 1,1 (4,0–6,0)	4,0 $\pm$ 0,0 (4,0–4,0)	14,0 $\pm$ 1,0 (15,0–18,0)
Длина лепестка, мм	33,6 $\pm$ 0,9 (29–47)	30,2 $\pm$ 2,0 (23–35)	13,8 $\pm$ 0,4 (11,0–19,0)	11,3 $\pm$ 4,0 (5,0–16,0)
Ширина лепестка, мм	34,9 $\pm$ 1,6 (20–50)	30,0 $\pm$ 3,0 (21–41)	10,9 $\pm$ 0,3 (8,0–15,0)	7,9 $\pm$ 0,4 (2–12)

Примечание – Mean – среднее значение; SE – стандартная ошибка среднего; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение.

Цветки среднего диаметра (45–64 мм), в среднем $54,0 \pm 1,2$ мм, отмечены у 45 % образцов. Это *C. amoena* ssp. *lindleyi* (секц. *Rhodanthos*): ‘Белёная’, ‘Вейсер Страус’, ‘Герцог Йоркский’, ‘Каттлея’, ‘Метеор’, ‘Персиковая Чаша’, ‘Сибил Шервуд’, ‘Рембрандт’, ‘Фарфоровая Чаша’. Малый диаметр (до 39,0 мм) имели 30 % образцов кларкии: относящиеся к секц. *Godetia* и *Phaeostoma*, включая первый отечественный сорт *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ (в среднем с диаметром $31,7 \pm 2,1$ мм), и образцы *C. unguiculata*: ‘Альбина’, ‘Коралловые Рифы’, ‘Пурпурная’, ‘Рубиновая’, ‘Сакура’ (в среднем с диаметром $25,0 \pm 2,0$ мм) (Рисунок 33).



Рисунок 33 – Внутривидовая изменчивость цветков у видов *Clarkia* из разных секций: А –верху секц. *Phaeostoma* и *Godetia*, внизу секц. *Rhodanthos*; Б – *C. amoena*; В – *C. unguiculata* (разработан автором)

Таким образом, образцы кларкии по диаметру цветка (признак 22, методика RTG/1157/1) распределились по видовым особенностям (Таблица 21).

Таблица 21 – Признак 22. Цветок: диаметр и степень выраженности признака (методика RTG/1157/1)

Вид <i>Clarkia</i>	Степень выраженности	мм	Индекс
<i>C. purpurea</i> , <i>C. unguiculata</i>	Малый	до 39	3
<i>C. amoena</i> ssp. <i>lindley</i>	Средний	40–64	5
<i>C. amoena</i>	Большой	65 и более	7

Самое большое число лепестков венчика цветка, в среднем 16 ± 1 , было отмечено у сорта *C. unguiculata* ‘Коралловые Рифы’, созданного автором (Приложение Б), у образцов ‘Альбина’ и ‘Сакура’ в среднем отмечали $13\text{--}15 \pm 1$ лепестков, полумахровые цветки наблюдались у подвида *C. amoena* ssp. *lindleyi*.

Самый короткий лепесток цветка, $11,3 \pm 4,0$ мм, был отмечен у *C. unguiculata* на примере сорта ‘Коралловые Рифы’, на 2,5 мм больше были лепестки у *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’, и самые большие по размеру лепестки – $22,3 \pm 0,9$ мм – наблюдались у *C. amoena* на примере эталонного сорта ‘Малиновая Чаша’.

В методике на ООС Кларкия (методика RTG/1157/1) также отражены форма лепестков, степень надрезанности и аромат, который более интенсивно выделяется у образцов кларкии, принадлежащих к секции *Rhodanthos* и имеющих цветки насыщенных розовых, пурпурных, красных тонов, белые цветки имеют более слабый аромат.

5.9 Оценка исходного материала кларкии по признакам плода

Как отмечали многие исследователи рода *Clarkia* Pursh, важными отличительными признаками видов и подвидов кларкии являются морфологические признаки коробочки (форма и число борозд или ребер) [Hitchcock, 1930; Hiorth 1941; Lewis, 1959; Yepson, 1993].

Поэтому были исследованы биометрические признаки коробочек у разных видов кларкии из коллекции сортов-эталонов НГАУ (Признак 35. Плод: форма коробочки и 36. Плод: число борозд, методика RTG/1157/1), сформированных на главных побегах растений (Таблица 22).

Таблица 22 – Изменчивость биометрических характеристик коробочек, сформированных на главной кисти у разных видов кларкии из коллекционного генофонда НГАУ (2021–2023 гг.)

Биометрические характеристики коробочки	Секц. <i>Rhodanthos</i>		Секц. <i>Godetia</i>	Секц. <i>Phaeostoma</i>
	<i>C. amoena</i>	<i>C. amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i>	<i>C. purpurea</i>	<i>C. unguiculata</i>
	Mean $\pm$ SE (Min–Max)			
Длина, мм	25,0 $\pm$ 1,4 (21–35)	32,0 $\pm$ 1,0 (27–50)	22,0 $\pm$ 0,8 (17,0–29,0)	19,0 $\pm$ 0,7 (15,0–25,0)
Ширина, мм	5,8 $\pm$ 0,5 (3,0–7,0)	4,6 $\pm$ 0,2 (3,0–5,0)	4,3 $\pm$ 0,2 (3,0–5,0)	3,0 $\pm$ 0,1 (2,9–3,0)
Масса, г	0,16 $\pm$ 0,02 (0,11–0,19)	0,20 $\pm$ 0,01 (0,11–0,24)	0,13 $\pm$ 0,01 (0,07–0,22)	0,06 $\pm$ 0,02 (0,04–0,07)
Форма	веретеновидная и цилиндрическая	веретеновидная и цилиндрическая	цилиндрическая	цилиндрическая
Число борозд, шт	4 (8)	4 (8)	8	8

Примечание – Mean – средние значения; SE – стандартная ошибка среднего значения; Min– минимальное значение; Max максимальное значение.

Образцы *C. unguiculata*, относящиеся к секц. *Phaeostoma*, характеризовались наименьшим размером коробочек и их массой от 0,04 до 0,07 г, в среднем $0,06 \pm 0,02$ г ($C_v = 34\%$), а самая большая длина и масса отмечена у коробочек образцов *C. amoena* ssp. *lindleyi*, принадлежащих секц. *Rhodanthos*, где она варьировала от 0,11 г до 0,24 г, в среднем $0,20 \pm 0,01$ г ($C_v = 20\%$); на 0,03 г меньше была средняя масса коробочек у образцов *C. purpurea* из секции *Godetia* ($C_v = 30\%$) при средней длине $22,0 \pm 0,8$ мм.

Коробочки с главной кисти у всех видов кларкии, представленных в коллекции, были крупнее коробочек, сформированных на последующих порядках побегов: у образцов *C. amoena* длина плода была больше на 2,0 мм, у *C. purpurea* – на 5,0 мм, у *C. unguiculata* – на 2,4 мм.

По форме плоды распределились на цилиндрические с восьмью бороздками (4 глубокие и 4 неглубокие) и веретеновидные, характерные только для представителей *C. amoena* с 8 бороздками или гранями (4 глубокие и 4 неглубокие) (Рисунок 34).

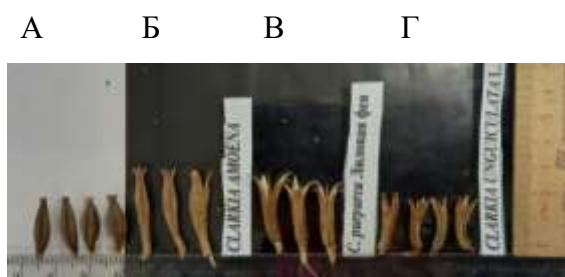


Рисунок 34 – Форма коробочек, сформированных на главной кисти у разных видов *Clarkia*: А, Б – *C. amoena*: А – веретеновидные; Б – цилиндрические; В – *C. purpurea*, цилиндрические; Г – *C. unguiculata*, цилиндрические (разработан автором)

Цилиндрическая форма коробочек характерна для образцов, относящихся к видам и подвидам: *C. amoena*: ‘Каттлея’, ‘Оранжевое Сияние’, ‘Сладкие Сердечки’; *C. purpurea*: ‘Лиловая Фея’; *C. unguiculata*: ‘Пурпурная’, ‘Сакура’.

Веретеновидная форма коробочек была характерна для образцов *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*): ‘Вейсер Страус’, ‘Герцог Йоркский’, ‘Герцогиня’, ‘Малиновая Чаша’, ‘Рембрандт’, ‘Сибил Шервуд’.

Цилиндрические коробочки с числом борозд или граней 4 были отмечены только у двух образцов *C. amoena* – ‘Каттлея’ и ‘Сладкие Сердечки’.

Таким образом, коробочки образцов, принадлежащих *C. purpurea* (секц. *Godetia*) и *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) имели 8 борозд и цилиндрическую форму, а коробочки, относящиеся к некоторым образцам вида и подвида *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*), отличались веретеновидной формой и имели 4 глубокие и 4 плоские борозды, это может свидетельствовать о гибридном происхождении образцов *C. amoena* из коллекционного генофонда НГАУ с подвидом *C. amoena* ssp. *whitneyi* (A. Gray) H. Lewis & M. Lewis.

5.10 Особенности наследования лиловой окраски цветков у *C. purpurea*

Среди видов кларкии *C. purpurea* из секц. *Godetia* является наиболее полиморфной и более подходящей для генетических экспериментов [Hiorth, 1948; Gottlieb, 1989].

В Новосибирске высеянные в 2011 г. семена дикорастущего образца *C. purpurea* (секц. *Godetia*), поступившие из румынского ботанического сада (г. Клуж-Напока) (раздел 2.2), оказались неоднородными по окраске основного фона лепестка – от пурпурно-фиолетовой до бледно-розовой (почти белой) с небольшими красно-фиолетовыми пятнами у основания лепестка в виде полосы и на дистальном крае в виде обратного треугольника [Королева, Фотев, 2024b].

Были отобраны наиболее типичные для вида *C. purpurea* растения с лиловой (фиолетовой) окраской основного фона лепестков цветка и проведено принудительное самоопыление, после чего на самоопыленные цветки были надеты изоляторы из нетканого материала. Для выявления характера наследования лиловой окраски цветка в популяции *C. purpurea* было проведено анализирующее скрещивание двух крайних генотипов с пурпурно-фиолетовой (п-ф) основной окраской лепестка и бледно-розовой (почти белой) (Таблица 23).

Таблица 23 – Распределение фенотипов гибридных поколений F₁ и F₂, полученных от скрещивания

Комбинация скрещивания	Фенотип гибридов F ₁ и F ₂	Число семей	Число растений, шт	Фенотип		
				ф	б-р	ф, %
F ₁ (п-ф х б-р)	ф	1	64	64	0	100
F ₂ (с-ф х с-ф)	(п-ф + ф+ с-ф + б-ф) б-р	5	128	118	10	92

Примечание – обозначения вариантов окраски приведены в списке сокращений и условных обозначений на с. 110–111.

Все гибридное потомство F₁ было с лиловой (светло-фиолетовой) окраской, что говорило о доминантности фиолетовой окраски по отношению к бледно-розовой (почти белой). Затем было проведено скрещивание между гибридным потомством F₁ с лиловыми (светло-фиолетовыми) цветками (с-ф).

Среди второго гибридного поколения F₂ отмечен ряд непрерывной изменчивости окраски цветка от более темного пурпурно-фиолетового цвета к более светлому – бледно-розовому (почти белому). Анализ расщепления поколения гибридов F₂ предстален в Таблице 24.

Таблица 24 – Расщепление гибридов кларкии пурпурной в поколении F₂

Расщепление	Фенотипический и генотипический класс гибридов					Всего	Оценка гипотезы 1 : 4 : 6 : 4 : 1 X ² _{фактич.}
	Лиловые (фиолетовые) цветки				бледно-розовые цветки		
							
	(п-ф)	(ф)	(с-ф)	(б-ф)	(б-р)		
	P ₁ P ₁ P ₂ P ₂	P ₁ p ₁ P ₂ P ₂ ; P ₁ P ₁ P ₂ p ₂	P ₁ p ₁ P ₂ P ₂ ; p ₁ P ₁ P ₂ P ₂ ; P ₁ P ₁ p ₂ p ₂	P ₁ p ₁ P ₂ P ₂ ; p ₁ P ₁ P ₂ p ₂	p ₁ P ₁ P ₂ P ₂		
	♀P ₁ p ₁ P ₂ p ₂ (с-ф) цветки x ♂ P ₁ p ₁ P ₂ p ₂ (с-ф) цветки						
Фактическое	8	32	48	30	10	128	0,29
Теоретически ожидаемое	8	32	48	32	8	128	
X ² _{теоретич.} = 9,5							
Фактическое	118				10	128	0,24
Теоретически ожидаемое	120				8	128	
X ² _{теоретич.} = 3,8							

Примечание – при p < 0,01, обозначения генов приведены в списке сокращений и условных обозначений на с. 110–111

В поколении гибридов F_2 наблюдалось следующее расщепление по фенотипам: 8 пурпурно-фиолетовых (п-ф) : 32 фиолетовых (ф) : 48 светло-фиолетовых (с-ф) : 30 бледно-фиолетовых (б-ф) 10 бледно розовых (б-р) (почти белых), которое можно выразить как 1 : 4 : 6 : 4 : 1 по типу кумулятивной полимерии; или: 15 фиолетовых : 1 бледно-розовый (почти белый) по типу некумулятивной полимерии.

Исходя из гипотезы дигенного контроля признака лиловой (фиолетовой) окраски цветков у *C. purpurea* по типу кумулятивной полимерии, ожидаемое расщепление было 1 : 4 : 6 : 4 : 1. Установлено, что за пурпурно-фиолетовую окраску отвечали два гена – P_1 и P_2 (дигенный контроль признака) [Королева, Фотев, 2024 b]. Поэтому было принято следующее обозначение генов: P_1p_1 – пурпурная окраска, P_2p_2 – фиолетовая окраска. Таким образом, фактическое расщепление χ^2 равно 0,29, тогда как табличное значение χ^2 равно 9,5 при $p < 0,05$, следовательно, гипотеза о дигенном наследовании по типу кумулятивной полимерии верна.

Затем в потомстве F_2 были выделены перспективные растения с вероятной дозой доминантных аллелей от двух P_1P_2 до четырех $P_1P_1P_2P_2$ с лиловой (фиолетовой) окраской цветков от пурпурно-фиолетовой до светло-фиолетовой (бледно-фиолетовая и бледно-розовая исключалась), с которых были собраны семена и высеяны в селекционном питомнике в 2014 г. (Приложение Н).

Среднее элитное растение было высотой 62,6 см (min 58,0 см – max 70,0 см), главная кисть длиной 13,8 см (min 11,0 см – max 20,0 см) со средним числом цветков 11 (min 9 – max 14), среднее число боковых цветоносов второго порядка 25 (min 23 – max 27) (Приложение Н).

В популяции *C. purpurea* ежегодно в течение 9 лет проводился направленный против рецессивных аллелей отбор фенотипов растений с лиловой окраской цветков с предполагаемой дозой доминантных аллелей больше одного ($P_1P_1P_2P_2$; $P_1p_1P_2P_2$; $P_1P_1P_2p_2$; $P_1p_1P_2p_2$; $p_1p_1P_2P_2$; $P_1P_1p_2p_2$) (Таблица 25).

Таблица 25 – Эффективность отбора генотипов растений с лиловыми (фиолетовыми) цветками в популяции *C. purpurea* на юге Западной Сибири

Поколение	Всего, шт	Бледно-розовые, шт	Фиолетовые, шт	Нетипичных особей, %
1	2	3	4	5
F_1	64	0	64	0
F_2	128	10	118	7,8
F_3	224	4	220	1,7
F_4	224	2	222	1,5

Продолжение таблицы 25

1	2	3	4	5
F ₅	256	1	255	0,3
F ₆	336	0	336	0
F ₇	256	0	256	0
F ₈	256	0	256	0
F ₉ (КС)	224	0	224	0
ГС	224	0	224	0
* $t_{\phi} = 7,56 > t_r 2,26$, гипотеза H_0 о сходстве генотипов между поколениями отбора отвергается				

Примечание – * t_{ϕ} – фактическое значение критерия Стьюдента; t_r – табличное значение критерия Стьюдента.

В потомстве F₂ от элитных растений были выделены семьи с лиловыми цветками (пурпурно-фиолетовые, фиолетовые, светло-фиолетовые) и в 2014–2016 гг. проводился ежегодный индивидуально–семейственный отбор родительских генотипов с вероятным числом доминантных аллелей от двух до четырех, устойчивых к местным природно-климатическим условиям.

Уже с пятого поколения в потомстве *C. purpurea* встречаемость растений с фенотипом бледно-розовой (почти белой) окраски снизилась до 0,3 %. В поколении F₆ (2016 г.) было высеяно объединенное потомство семей с лиловой окраской цветков и начат массовый отбор растений. С 2017 по 2021 г. популяция кларки пурпурной находится в равновесном состоянии, повторяемость растений с лиловой окраской – 100 %. За девять поколений отбора было исследовано 1 796 растений, в среднем для одного поколения – 200 растений. Оценка вариативных рядов появления фенотипов с бледно-розовой и лиловой окраской цветков между поколениями отбора в популяции кларки пурпурной показала, что фактическое значение ($t_{\phi} = 7,56$) больше табличного ($t_r = 2,26$) и, следовательно, с достоверностью на 95 % можно утверждать, что генотипы потомства F₁ и F₉ генетически различны.

Таким образом, отбор фенотипов растений с лиловой окраской цветков с вероятной дозой доминантных аллелей от двух до четырех в популяции кларки пурпурной (*C. purpurea*) привел к созданию нового сорта ‘Лиловая Фея’ (Патент № 13350, 2024, Приложение Б).

5.11 Разработка схемы селекционного процесса для впервые окультуренного вида *C. purpurea* и создание новых сортов кларкии для континентальных условий юга Западной Сибири

Организация селекционного процесса у видов рода *Clarkia* из трех различных секций была основана на схеме, традиционной для перекрестноопыляющихся культур [Гончаров, Гончаров, 2009].

За время селекционной работы с кларкией в НГАУ было создано и передано в ГСИ 5 сортов: *C. purpurea* 'Лиловая Фея', *C. unguiculata* 'Коралловые Рифы', *C. amoena* 'Малиновая Чаша', *C. amoena* ssp. *lindleyi* 'Персиковая Чаша', 'Фарфоровая Чаша'. Установлена продолжительность селекционного процесса, которая в среднем равна 9–10 гг.

Схема селекционного процесса для создания сортов разных направлений использования впервые окультуренного вида *C. purpurea*, а также и других видов кларкии

В результате проведенных нами исследований у видов и сортов кларкии из трех различных секций, включая новый окультуренный вид *C. purpurea* коллекционного генофонда НГАУ, на основе полученных данных мы использовали следующую схему создания новых сортов для этой, преимущественно аллогамной культуры (Рисунок 35).

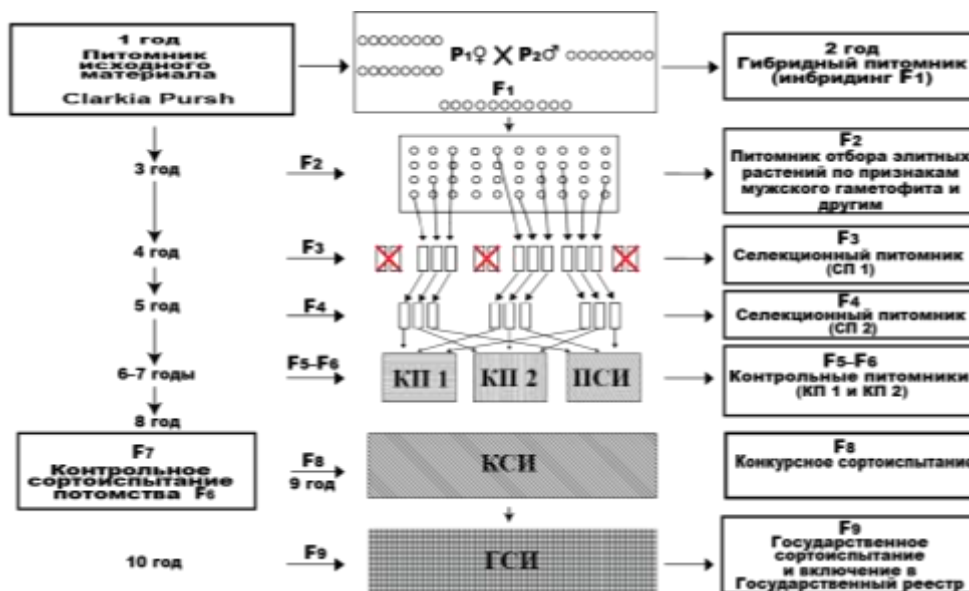


Рисунок 35 – Схема селекции для создания новых сортов, впервые окультуренного на юге Западной Сибири вида *Clarkia. purpurea*: КП – контрольный питомник; ПСИ – предварительное сортоиспытание; КСИ – конкурсное сортоиспытание; ГСИ – государственное сортоиспытание (разработан Королева, Фотев)

Первый год – питомник исходного материала (сортоизучение, пополнение коллекции, отбор родительских форм): получение гибридных семян F_1 . Второй год – гибридный питомник: инбридинг растений F_1 и получение гибридных семян F_2 . Третий год – питомник отбора

элитных растений в поколении F_2 по признакам: мужского гаметофита, габитуса растения, окраске и типу цветка, продолжительности цветения, длине вегетационного периода, КСП. Оценка мужского гаметофита позволяет оптимизировать и ускорить отбор лучших генотипов по комплексу хозяйственно-биологических признаков. В последующих поколениях оценка потомства по признакам мужского гаметофита проводится обязательно. Четвертый год – закладка селекционного питомника (СП 1) – семена элитных растений F_2 высеваются при изоляции на отдельные делянки. В этот год проводится индивидуально-семейственный отбор лучших семей с последующим их размножением. Пятый год – селекционный питомник (СП 2) – потомство от лучших номеров семей (10–25) по комплексу селекционно важных хозяйственно-биологических признаков объединяют и высевают вместе. Шестой и седьмой годы – к поколению F_5 – F_6 популяция кларкии пурпурной достигает константного состояния с выщеплением рецессивных гомозигот 0–0,3 %, идет закладка контрольных питомников (КП 1 и КП 2) для предварительного (экологического) первичного сортоиспытания (ПСИ). Восьмой год – контрольное сортоиспытание потомства, массовый отбор при свободном опылении. Девятый год – конкурсное сортоиспытание (КСИ) перспективных отборов, оценка хозяйственно-биологических качеств и свойств сорта в условиях, максимально приближенных к производственным, первичное семеноводство и передача на государственное испытание. Десятый год – государственное сортоиспытание (ГСИ) и включение в государственный реестр селекционных достижений.

При создании сорта *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’ с пурпурно-красными и пурпурно-розовыми цветками путем внутривидовой гибридизации была использована схема селекционного процесса с индивидуальным отбором элитных растений в потомстве F_4 [Королева, Фотев, 2024a] (Приложение П).

Данная схема селекционного процесса апробирована и получены патенты на созданные путем внутривидовой гибридизации и отборов на юге Западной Сибири сорта кларкии: *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’, *C. unguiculata* ‘Коралловые Рифы’, *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’ и *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Персиковая Чаша’ и ‘Фарфоровая Чаша’, устойчивые к континентальным климатическим условиям.

Характеристика новых сортов кларкии, выведенных для континентальных условий Западной Сибири

C. purpurea ‘Лиловая Фея’ (Патент № 13350, 08.02.2024, авторское свидетельство № 85769 с датой приоритета 30.11.2021). Растение средней высоты 60–70 см, диаметром $25,0 \pm 1,5$ см, пирамидальное, сильно облиственное, среднеразрастающее. Листья сизо-зеленые (серовато-зеленые), слегка опушенные, больше с нижней стороны. На растении образуется в среднем $25 \pm 2,6$ боковых цветоносов. Соцветие плотное – простая кисть со

средним числом цветков на главной кисти $12 \pm 2,0$. Цветки немахровые, диаметром $31,7 \pm 2,1$ мм, лиловой окраски с более темным обратно-треугольным пятном по дистальному краю и пятна в виде полосы у основания лепестка. Аромат слабый. Сорт ранний, период декоративности – 60 сут, вегетационный период – 102 сут.

C. unguiculata ‘Коралловые Рифы’ (Патент № 13359, 08.02.2024, авторское свидетельство № 88132 с датой приоритета 25.11.2022). Растение высокое 85–95 см, диаметром $35,0 \pm 1,5$ см, обратноконусовидное, сильнооблиственное, обильноцветущее с очень сильным ветвлением, в среднем $47,0 \pm 1,0$ латеральных цветоносов разного порядка. Листья яйцевидные с антоциановыми прожилками, желтовато-зеленые, длинные, широкие, без опушения. Соцветие очень длинное, поникающее, рыхлое, с очень большим количеством цветков, в среднем $34,0 \pm 1,0$. Цветок открытой блюдцевидной формы, сильно махровый, диаметром $25,0 \pm 2,0$ мм, кораллово-розовой окраски. Лепесток преобладающей копьевидной формы, с мелкой надрезанностью, без флоральной пигментации. Аромат очень слабый. Сорт ранний, период декоративности – 82 сут, вегетационный период – 125 сут. Рекомендуется для цветников непрерывного цветения, в качестве цветущих групп в оформлении парков и скверов и для срезки.

C. amoena ‘Малиновая Чаша’ (Патент № 13349, 08.02.2024, авторское свидетельство № 85793 с датой приоритета 30.11.2021). Растение высотой 30–40 см, диаметром $28,0 \pm 3,0$ см, пирамидальное, сильно облиственное, медленно разрастающееся. Листья зеленые с антоциановыми вкраплениями, короткоопушенные, больше с нижней стороны. Среднее число соцветий на растении – $16,0 \pm 1,7$. Соцветие – плотная кисть со средним числом цветков – $8,0 \pm 0,9$. Цветки простые, диаметром $65,0 \pm 1,0$ мм, малиновой окраски со светлой каймой по краю и основанию лепестка. Сорт среднего срока цветения, период декоративности – 66 сут, вегетационный период – 120 сут. Рекомендуется для различных цветников, контейнерного цветоводства и срезки.

C. amoena ssp. *lindleyi* ‘Персиковая Чаша’ (Патент № 13357, 08.02.2024, авторское свидетельство № 87926 с датой приоритета 25.11.2022). Растение средней высоты (40–50 см), диаметром $26,0 \pm 2,6$ см, пирамидальное, со средней облиственностью. Листья ланцетные, умеренно-зеленые. Среднее число соцветий на растении – $14 \pm 0,7$, число цветков на главной кисти в среднем – $8,0 \pm 1,0$. Цветок чашевидной формы, простой, диаметром $55,0 \pm 1,2$ мм, окраска цветков персиково-розовая (от светлой желтовато-розовой до насыщенной желтовато-розовой окраски). Лепестки цветка обратносердцевидные, со средней надрезанностью, с флоральной пигментацией в виде каймы по краям и основанию желтовато-белой окраски. Аромат сладковатый, средний. Сорт среднего срока цветения. Период декоративности – 63 сут,

вегетационный период – 123 сут. Рекомендован для цветников непрерывного цветения, контейнерного цветоводства и срезки.

C. amoena ssp. *lindleyi* ‘Фарфоровая Чаша’ (Патент № 13358, 08.02.2024, авторское свидетельство № 87928 с датой приоритета 25.11.2022). Растение низкое, со средним диаметром, пирамидальное, сильно облиственное. Главный побег прямостоячий или полустелющийся. Листья ланцетные, желтовато-зеленые, средней длины и ширины, с опушением обратной стороны. Среднее число соцветий на растении – $16 \pm 2,1$. Соцветие прямое, плотное со средним числом цветков – $9 \pm 1,5$. Цветок чашевидной формы, простой, диаметром $64,5 \pm 1,2$ мм, желтовато-белой окраски с фарфоровым отливом. Лепесток обратносердцевидной формы, с мелкой надрезанностью, без флоральной пигментации. Аромат сладковатый, очень слабый. Сорт среднепозднего срока цветения, период декоративности – 56 сут, вегетационный период – 121 сут. Рекомендован для цветников непрерывного цветения, контейнерного цветоводства и срезки (Рисунок 36).



Рисунок 36 – Сорта селекции ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ: А – ‘Лиловая Фея’; Б – ‘Коралловые Рифы’; В – ‘Малиновая Чаша’; Г – ‘Персиковая Чаша’; Д – ‘Фарфоровая Чаша’ (разработан автором)

Таким образом, комплексное изучение биологических, морфологических и декоративных признаков у видов и сортов кларкии, принадлежащих трем различным секциям рода *Clarkia*: *Godetia*, *Phaeostoma*, *Rhodanthos*, в условиях юга Западной Сибири позволило разработать национальную методику RTG/1157/1 проведения испытаний на ООС Кларкия (*Clarkia* Pursh), которая будет полезна селекционерам в процессе создания и регистрации новых сортов этой культуры, будет являться научной базой для практической селекции и может быть использована научными учреждениями, занимающимися интродукцией и селекцией цветочных культур. Методика RTG/1157/1 включает 36 параметров оценки для апробации сортов и 12 эталонных сортов, в том числе два созданных в НГАУ (*C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ и *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’).

Эталонном пирамидального габитуса в группе *Godetia* и *Rhodanthos* являлись растения образцов *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’ и *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’, созданные автором на юге

Западной Сибири.

Сорт *C. unguiculata* 'Сакура' характеризовался очень высоким главным стеблем и сильно махровыми цветками, что было использовано в качестве эталона с наибольшей выраженностью данных признаков для образцов из секц. *Phaeostoma*. Сорт *C. amoena* ssp. *lindleyi* 'Рембрандт' отличался махровыми цветками, что послужило эталоном для образцов из секц. *Rhodanthos*, также в этой секции выделены полумахровые эталонные образцы 'Каттлея', 'Сибил Шервуд' и 'Сладкие Сердечки'.

Для апробации сортов кларкии выделены следующие группы окраски цветков: 1) белая; 2) розовая; 3) желтовато-розовая; 4) оранжевая; 5) красная; 6) пурпурная; 7) фиолетовая.

Установлено, что в начале вегетации можно проводить апробацию сортов кларкии по признакам 1. «Сеянец: наличие антоциановой окраски стебля» и 14. Лист: антоциановые вкрапления.

Таким образом, впервые на юге Западной Сибири и в России окультурен образец дикорастущего вида *C. purpurea* (секц. *Godetia*), установлено наследование лиловой (фиолетовой) окраски по типу кумулятивной полимерии (теоретически-ожидаемое расщепление в потомстве F_2 1 : 4 : 6 : 4 : 1) и создан сорт 'Лиловая Фея', перспективный для озеленения и срезки.

Разработана и апробирована схема селекции для создания сортов разных направлений использования впервые окультуренного вида *C. purpurea*.

С использованием внутривидовой гибридизации и отборов созданы новые сорта кларкии: 'Коралловые Рифы', 'Лиловая Фея', 'Малиновая Чаша', 'Персиковая Чаша', 'Фарфоровая Чаша'.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате комплексной оценки образцов кларкии из коллекционного генофонда НГАУ выявлены источники декоративных, хозяйственно-биологических и идентификационных признаков. Главным лимитирующим фактором на юге Западной Сибири для внедрения в озеленение региона представителей декоративных видов и сортов североамериканского рода *Clarkia*, в основном, инорайонного (зарубежного) происхождения является сумма температур выше 10 °С. Для представителей трех видов кларкии из разных секций рода установлена сумма активных температур, необходимая для прохождения вегетационного периода: новому интродуценту *C. purpurea* (секц. *Godetia*) – 1827 °С (102 сут), образцам *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) – 1879 °С (122 сут) и образцам *C. amoena* – 1927 °С (121 сут). Среди представленных видов кларкии выявлены источники продолжительного цветения (до потери декоративности) – 72–82 сут – все образцы *C. unguiculata* и промежуточного цветения – 50–65 сут – образцы *C. amoena* и *C. purpurea*, а также двух феноритмотипов: летнецветущие образцы *C. purpurea* и летне-осенние образцы *C. amoena*, *C. amoena* ssp. *lindleyi* и *C. unguiculata*. Выявлены источники четырех основных типов габитуса растений кларкии: пирамидального (*C. purpurea* и *C. amoena*) и обратноконусовидного (*C. amoena*, *C. unguiculata*) – для использования в цветниках, контейнерах и срезки, и образцы *C. amoena* с полушаровидным и полустелющимся габитусом – для цветников и контейнеров; по высоте: низкие (26–45 см) – *C. amoena*, средней высоты (46–70 см) – *C. amoena* и *C. purpurea* и высокие (71–95 см) и очень высокие (96 см и более) образцы, относящиеся к *C. unguiculata*. По обилию цветения выделены созданные на юге Западной Сибири сорта: *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’ со средним количеством цветков на главной кисти ($8,0 \pm 0,9$) и средним ветвлением (числом латеральных цветоносных побегов $16,0 \pm 1,7$); *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ – много цветков ($12 \pm 2,0$) с сильным ветвлением ($25 \pm 2,6$); *C. unguiculata* ‘Коралловые Рифы’ – очень много цветков ($34,0 \pm 1,0$) и очень сильное ветвление ($47 \pm 1,0$). По типу цветка выделены эталонные образцы с махровыми цветками (8–10 лепестков) и с сильно махровыми цветками (более 11 лепестков). Установлено, что изменчивость числа лепестков венчика у образцов кларкии, относящихся к разным секциям, на 95 % обусловлена их генотипом, а не средой.

ВЫВОДЫ

1. Впервые на юге Западной Сибири создан исходный материал кларкии (рабочая коллекция), включающий 21 образец декоративных видов: *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*), *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*) вместе с *C. amoena* ssp. *lindleyi* и впервые окультуренный дикорастущий образец *Clarkia purpurea* (секц. *Godetia*) для разных направлений селекции.

2. Среди видов кларкии выявлены источники с разными сроками цветения: 1) ранним (42–45 сут от всходов) – 15 % образцов *C. purpurea* и *C. unguiculata*; 2) среднеранним (46–

50 сут) – 15 % образцов *C. unguiculata*; 3) средним (51–61 сут) – 20 % образцов *C. amoena*, включая *C. amoena* ssp. *lindleyi*; 4) среднепоздним (62–67 сут) – 40 % образцов *C. amoena*, включая подвид; 5) поздним (более 67 сут) – 10 % образцов *C. amoena* ssp. *lindleyi*. Установлено, что для перехода к цветению видам кларкии необходимо накопление суммы активных температур выше 10 °C ($r = 0,997$, $p < 0,01$): *C. purpurea* (секц. *Godetia*) – 715 °C; *C. unguiculata* (секц. *Phaeostoma*) – 830 °C и *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*) – 1 103 °C. Все фазы развития у образцов кларкии укладывались в вегетационный период 10-го (Западно-Сибирского) региона.

3. Установлено, что увеличение жизнеспособности пыльцы *in vitro* (Патент № RU 2825471 C1, 26.08.2024) у всех видов кларкии из трех различных секций приводило к увеличению коэффициента семенной продуктивности (КСП) ($r = 0,97$, $p < 0,05$). Самые высокие показатели по значениям КСП (83 %), массы 1 000 шт. семян (0,730 г), массы семян с растения (5,50 г) отмечены у нового интродуцента *C. purpurea*. Ранние сорта *C. purpurea* и *C. unguiculata* отличались наибольшей массой семян с одного растения – в среднем 4,2 г, а наименьшая отмечена у поздних сортов *C. amoena* – в среднем 2,4 г. Семена сортов кларкии, созданных или репродуцированных на юге Западной Сибири, по качеству соответствовали требованиям 1-го и 2-го класса по ГОСТ 12260–81, поэтому этот регион вполне подходит для ее семеноводства.

4. Разработана национальная методика проведения испытаний сортов на ООС Кларкия (*Clarkia* Pursh) RTG/1157/1 с выделением 36 идентификационных признаков для апробации сортов. Создана коллекция сортов – эталонов, включающая 12 образцов, в том числе два, созданных автором (*C. purpurea* ‘Лиловая Фея’ и *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’).

5. Анализирующими скрещиваниями установлен дигенный характер расщепления в популяции *C. purpurea* и наследование лиловой (фиолетовой) окраски цветка по типу кумулятивной полимерии (теоретически-ожидаемое расщепление в потомстве F_2 1 : 4 : 6 : 4 : 1 (1 п-ф : 4 ф : 6 с-ф : 4 б-ф : 1 б-р), $\chi^2_{\text{факт}} = 0,29 < \chi^2_{\text{табл}} = 9,5$, при $p < 0,05$).

6. Разработана и апробирована схема селекции для создания сортов *C. purpurea* разных направлений использования, которая включает отбор элитных растений в поколении F_2 по признакам мужского гаметофита, позволяющая ускорить и оптимизировать процесс создания исходного материала для селекции с заданными декоративными качествами и хозяйственно-биологическими признаками. С использованием внутривидовой гибридизации, инбридинга, индивидуального, семейственно-группового и массового отборов были созданы 5 новых сортов кларкии: первый отечественный сорт *C. purpurea* ‘Лиловая Фея’, *C. unguiculata* ‘Коралловые Рифы’, *C. amoena* ‘Малиновая Чаша’, *C. amoena* ssp. *lindleyi* ‘Фарфоровая Чаша’, ‘Персиковая Чаша’. Перечисленные сорта включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ с выдачей патентов соответственно №№ 13350, 13359, 13349, 13358, 13357.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

- 1 Для определения жизнеспособности пыльцы *in vitro* у видов и сортов цветочно-декоративных растений рода *Clarkia* предлагается среда, содержащая вместо сахарозы полиэтиленгликоль 6 000 в концентрации 30 % с добавлением макро- и микроэлементов.
- 2 Для создания новых сортов кларкии предлагаются две схемы селекции с отбором элитных растений в гибридных поколениях F₂ и F₄ по декоративным и хозяйственно-биологическим признакам, включая оценку мужского гаметофита.
- 3 При оценке новых сортов кларкии на ООС рекомендуется использовать разработанную методику RTG/1157/1 (Справка ФГБОУ «ГОСОРТОКОМИССИЯ» № 26–1 / 2335 от 23.10.2023 г.) (Приложение Д).
- 4 Для группировки сортов по существенным признакам предлагается делить их на садовые группы в соответствии с современной таксономической классификацией рода *Clarkia* по секциям: *Rhodanthos*, *Godetia*, *Phaeostoma*.
- 5 Для апробации сортов предлагается использовать 7 групп окраски цветков: 1) белая; 2) розовая; 3) желтовато-розовая; 4) оранжевая; 5) красная; 6) пурпурная; 7) фиолетовая.
- 6 Для оформления цветников непрерывного цветения и контейнерного цветоводства предлагается использовать созданные сорта раннего и среднего сроков цветения низкие и средней высоты, а для срезки – высокие, которые также можно использовать в групповых посадках для цветочного оформления парков и скверов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- 1 Расширение исследований по созданию стрессоустойчивых, более холодостойких сортов кларкии, относящихся к разным садовым группам (секциям).
- 2 Создание ассортимента иммунных сортов кларкии, устойчивых к фитопатогенам (*Puccinia Clarkiae*, *Pucciniastrum epilobii* Otth, *Botritis cinerea*, *Fusarium* spp.).
- 3 Исследования по улучшению посевных качеств и оздоровлению семенного материала видов и сортов кларкии от возбудителей семенных инфекций.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АС – авторские сорта, созданные на юге Западной Сибири

б-р – бледно розовая окраска цветка

б-ф – бледно-фиолетовая окраска цветка

В–МБ – всходы – массовая бутонизация

В–МЦ – всходы – массовое цветение

В–НЦ – всходы – начало цветение

В–ОЦ – всходы – окончание цветения

ВП – вегетационный период

ГСИ – государственное сортоиспытание

Е – ген, способствующий красной окраске (*C. amoena* (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr.)

КП – контрольный питомник

КСИ – конкурсное сортоиспытание

КСП – коэффициент семенной продуктивности

Методика RTG/1157/1 – методика RTG/1157/1 проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность Кларкия (*Clarkia Pursh*)

МЦ–НС – массовое цветение – начало созревания семян

НГАУ – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ)

НС–МС – начало созревания семян – массовое созревание семян

НЦ–ОЦ – начало цветения – окончание цветения

ООС – отличимость, однородность и стабильность признаков сортов растений

П–В – посев – всходы (начало вегетации)

ПЗ – пыльцевое зерно

П–НЦ – посев – начало цветения

ПСИ – предварительное сортоиспытание

ПСП – потенциальная семенная продуктивность

ПТр – пыльцевая трубка

п-ф – пурпурно-фиолетовая окраска цветка

ПЭГ – полиэтиленгликоль

С – ген, контролирующей розовую окраску цветка (*C. amoena*)

Секц. – секция

ск-р – светлая кораллово-розовая окраска цветка

СП – селекционный питомник

сут – сутки

с-ф – светло-фиолетовая окраска цветка

ф – фиолетовая окраска

ЦСБС СО РАН – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный Сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук

як-р – яркая кораллово-розовая окраска цветка

A – ген, контролирующий светло-красную окраску (*C. unguiculata* Lindl.)

B – ген, контролирующий лососево-красную окраску (*C. unguiculata*)

B – ген, способствующий слабо-фиолетовой окраске (*C. amoena* (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr.)

C – ген, при взаимодействии с A дающий пурпурно-красную окраску (*C. unguiculata*)

CgMYB₁ – контролирует проявление пятна в разных частях лепестка (*C. gracilis* (Piper) A. Nelson & J.F. Macbr.)

CgMYB₁₂ – контролирует пигментацию базальной области «белую чашу» (*C. gracilis*)

°C – градус Цельсия

Cv – коэффициент вариации

D – ген, при взаимодействии с A дающий фиолетовую окраску (*C. amoena*, *C. unguiculata*)

Dfr – контролирует синтез пигмента (*C. gracilis*)

EN – диаметр пыльцевого зерна в экваториальной проекции

F – F^e – ген, при взаимодействии с E дающий красный тип со светлой стороной края, самостоятельно ген F не имеет видимого проявления

G – ген, дающий красное пятно

H – ген, при взаимодействии с G создающий огромное пятно

I – ген, подавляющий образование пятен на лепестках (*C. gracilis*)

Max – максимальное значение

Mean – средние значения

Min – минимальное значение

P₁ – предполагаемый ген, который отвечает за пурпурную окраску (*C. purpurea*)

P₂ – предполагаемый ген, который контролирует фиолетовую окраску (*C. purpurea*)

P^b – ген, контролирующий слабое базальное пятно (*C. gracilis*)

Pl – длина пыльцевого зерна (полярная ось)

SE – стандартная ошибка среднего значения

t_r – табличный критерий достоверности Стьюдента

t_ф – фактический критерий достоверности Стьюдента

UPOV – Международный союз по охране новых сортов растений

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аврорин, Н. А. Переселение растений на Полярный Север: эколого–географический анализ / Н. А. Аврорин; Академия наук СССР, Кольский филиал им. С. М. Кирова, Полярно-альпийский ботанический сад; отв. ред. С. Я. Соколов. – Москва; Ленинград: Издательство Академии наук СССР, 1965. – 285 с.
2. Базилевская, Н. А. Родина декоративных растений / Н. А. Базилевская // Цветоводство. – 1960. – № 2. – С. 6–8.
3. Базилевская, Н. А. Об основах теории адаптации растений при интродукции / Н. А. Базилевская // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1981. – Вып. 120. – С. 3–9.
4. Байгозина, В. П. Влияние температуры и микроэлементов на посевные качества семян кларкии ноготковой и годеции крупноцветковой. / В. П. Байгозина, М. С. Зорина // Научные основы декоративного садоводства: тезисы докладов научно-теоретической конференции. Шевченко, 1983 / Главный ботанический сад АН Казахской ССР. – Алма-Ата: [б. и.], 1983. – С. 112–113.
5. Байкова, Е. В. Особенности безрассадной и рассадной культуры декоративных однолетников в лесостепной зоне Западной Сибири / Е. В. Байкова // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1993. – Вып. 168. – С. 130–135.
6. Байкова, Е. В. Биоморфологические подходы при интродукции растений в Западной Сибири / Е. В. Байкова // Растительный мир Азиатской России (Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН). – 2013. – № 1 (11). – С. 108–115.
7. Батыгина, Т. Б. Феномен полиэмбрионии. Генетическая гетерогенность семян / Т. Б. Батыгина, Г. Ю. Виноградова // Онтогенез. – 2007. – Т. 38, № 3. – С. 166–191.
8. Бейдеман, И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И. Н. Бейдеман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 154 с.
9. Бурганская, Т. М. Декоративные растения для создания мавританских газонов / Т. М. Бурганская, Н. Н. Гришель // Труды БГТУ. Серия № 1. Лесное хозяйство. – 2010. – № XVIII. – С. 377–380.
10. Былов, В. Н. Основы сортоизучения и сортооценки декоративных растений при интродукции / В. Н. Былов // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1971. – Вып. 81. – С. 69.
11. Былов, В. Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений / В. Н. Былов // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений: сборник статей / Отв. ред. Н. В. Цицин. – Москва: Наука, 1978. – С. 7–32.

12. Вавилов, Н. И. Мировые ресурсы хлебных злаков, зерновых, бобовых, льна и их использование в селекции. Опыт агроэкологического обозрения важнейших полевых культур / Н. И. Вавилов. – Москва; Ленинград: Издательство Академии наук СССР, 1957. – 463 с.
13. Вавилов, Н. И. Происхождение и география культурных растений / Н. И. Вавилов. – Ленинград: Наука, 1987. – 440 с.
14. Васильева, Л. А. Статистические методы в биологии / Л. А. Васильева. – Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 2014. – 127 с.
15. Васильева, О. Ю. Создание цифровой семенотеки однолетних декоративных растений / О. Ю. Васильева, М. Я. Сарлаева // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 9 (174). – С. 24–29. – DOI: 10.36718/1819-4036-2021-9-24-29.
16. Васильева, О. Ю. Использование цифровой фенотеки травянистых растений в декоративном растениеводстве / О. Ю. Васильева, С. Х. Вышегуров // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 4 (219). – С. 37–47. – DOI: 10.32417/1997-4868-2022-219-04-37-47.
17. Верещагина, И. В. Культура цветочных растений в Алтайском крае / И. В. Верещагина. – Барнаул: Алтайское книжное издательство, 1968. – 142 с.
18. Гладский, Н. П. Декоративное цветоводство / Н. П. Гладский. – Ленинград: Колос 1977. – С. 90–91.
19. Гладцынов, М. Н. Семена и плоды декоративных растений (однолетники) / М. Н. Гладцынов. – Москва: Сельхозгиз, 1952. – С. 23–24.
20. Голубинский, И. Н. Биология прорастания пыльцы / И. Н. Голубинский. – Киев: Наукова думка, 1974. – 368 с.
21. Гончаров, Н. П. Методические основы селекции растений / Н. П. Гончаров, П. Л. Гончаров; Институт цитологии и генетики СО РАН; отв. ред. А. И. Моргунов. – 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Гео, 2018. – 439 с.
22. Горбунова, С. И. Возможность выращивания однолетних цветочно-декоративных растений в условиях открытого грунта Мурманска / С. И. Горбунова // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 1. – С. 106.
23. ГОСТ 24933.0-81. Семена цветочных культур. Методы определения всхожести и энергии прорастания семян [Электронный ресурс] / Россельхознадзор. – URL: <https://fsvps.gov.ru/files/gost-24933-0-81-semena-cvetochnyh-kultur-prav/?ysclid=melfg3l6bp644739667> (дата обращения: 10.01.2025).
24. ГОСТ 12260-81. Семена однолетних и двухлетних цветочных культур. Посевные качества. Технические условия [Электронный ресурс] / Россельхознадзор. – URL: <https://fsvps.gov.ru/files/gost-12260-81-semena-odnoletnih-i-dvuhletnih/?ysclid=melfmm9suy507634417> (дата обращения: 10.01.2025).

25. Государственный реестр селекционных достижений [Электронный ресурс] / Госсорткомиссия. – URL: <https://gossortrf.ru/registry/?ysclid=melfq6kdxу309903599> (дата обращения: 10.01.2025).
26. Грант, В. Эволюционный процесс: Критический обзор эволюционной теории / В. Грант; пер. с англ. Н. О. Фоминой; под ред. Б. М. Медникова. – Москва: Мир, 1991. – 488 с.
27. Добрянская, С. Л. Экологическая оценка свойств серой лесной почвы природоохранного ландшафта «Живая Издревая» / С. Л. Добрянская, А. А. Ильиных, Е. В. Будина // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сборник трудов научно–практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ. Вып. 5. Новосибирск, 21–22 октября 2020 г. – Новосибирск: Золотой колос, 2020. – С. 182–184.
28. Дрягина, И. В. Селекция и семеноводство цветочных культур / И. В. Дрягина, Д. Б. Кудрявец. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 251 с.
29. Дрягина, И. В. Основные задачи и методы селекции цветочных культур / И. В. Дрягина. // Сборник научных трудов ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. – 1987. – Вып. 24. – С. 101–110.
30. Дуброва, О. Н. История формирования и результаты интродукции декоративных однолетних растений в ЦБС НАН Беларуси / О. Н. Дуброва // Цветоводство: история, теория, практика: материалы VII Международной научной конференции. Минск, 24–26 мая 2016 г. – Минск: Конфидо, 2016. – С. 91–94.
31. Еременко, Л. Л. Развитие исследований по семеноведению и репродукция интродуцентов в ЦСБС СО РАН СССР / Л. Л. Еременко // Интродукция растений в Сибири: сборник статей / Отв. ред. И. Ю. Коропачинский. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 212–226.
32. Жуков, А. Г. Сравнительная оценка устойчивости цветочно-декоративных растений в парке флоры и фауны «Роев ручей» к кратковременным отрицательным температурам (заморозкам) / А. Г. Жуков, В. Н. Моргун // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 2. – С. 82–85.
33. Зубкус, Л. П. Грунтовые посевы летников в разных географических пунктах / Л. П. Зубкус, Т. К. Бурова // Декоративные растения для зеленого строительства: сборник / Ред. И. В. Таран. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 51–59.
34. Зубкус, Л. П. Самосев и посев семян цветочных растений в грунт / Л. П. Зубкус, Т. Л. Щукина // Интродукция декоративных растений для цветников и газонов Сибири: сборник статей / СО АН СССР, Центральный сибирский ботанический сад; отв. ред. К. А. Соболевская. – Новосибирск: Наука, 1968. – С. 172–177.

35. Калита, О. Н. Клумбовые культуры в озеленении г. Хабаровска / О. Н. Калита // Философия современного природопользования в бассейне реки Амур: материалы IX Международной научно–практической конференции. Вып. 9. Хабаровск, 29 апреля 2020 г. – Хабаровск: ТОГУ, 2020. – С. 58–62.
36. Карпухин, М. Ю. «Аутомналий» – сад осенних цветов / М. Ю. Карпухин, С. Е. Сапарклычева, Н. М. Пояркова // Аграрное образование и наука. – 2019. – № 3. – С. 11.
37. Каталог цветочно-декоративных травянистых растений ботанических садов СНГ и стран Балтии / сост. Р. А. Карписонова; ред. М. В. Баранова, Б. Н. Головкин, И. М. Красноборов. – Минск: Э. С. Гальперин, 1997. – 475 с.
38. К вопросу о роли микрогаметофита в адаптации растений к эконише возделывания / Н. Н. Балашова, З. Т. Валеева, А. Н. Игнатова [и др] // Методические указания по гаметной селекции сельскохозяйственных растений (методология, результаты и перспективы) / Под ред. В. Ф. Пивоварова. – Москва: ВНИИССОК, 2001. – С. 239–249.
39. Киселев, Г. Е. Цветоводство / Г. Е. Киселев. – Москва: Колос, 1964. – С. 472
40. Китаева, Л. А. Семеноводство цветочных культур / Л. А. Китаева. – Москва: Россельхозиздат, 1983. – 190 с.
41. Кичунов, Н. И. Цветоводство / Н. И. Кичунов – Москва; Ленинград: Сельхозгиз, 1941. – 458 с.
42. Климат Новосибирска и НСО [Электронный ресурс] / Западно-Сибирское УГМС. – URL: <http://meteo-nso.ru/pages/46> (дата обращения: 10.01.2025).
43. Королева, Е. В. Внутривидовая изменчивость цветочно-декоративных растений семейства *Onagraceae* и механизмы их сортообразования / Е. В. Королева, А. Ф. Петров, Ю. В. Чудинова // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2021a. – № 2 (59). – С. 18–42. – DOI: 10.31677/2072–6724–2021–59–2–18–42.
44. Королева Е. В. Формирование генетической коллекции сортов однолетних цветочных культур рода *Clarkia* Pursh на базе Новосибирского ГАУ и оценка посевных качеств семян / Е. В. Королева, А. Ф. Петров, Ю. В. Чудинова // Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции. Краснодар, 26–27 августа 2021 г. – Краснодар: ЭДВИ, 2021b. – С. 104–110.
45. Королева, Е. В. Изучение декоративного потенциала популяций *Clarkia* Pursh в условиях лесостепи Западной Сибири / Е. В. Королева // Известия Горского ГАУ. – 2022a. – Т. 59, ч. 4. – С. 173–183.
46. Королева, Е. В. Биологические особенности цветения генетической коллекции растений семейства *Onagraceae* Juss. в условиях лесостепи Западной Сибири / Е. В. Королева //

Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2022b. – Т. 21, № 2. – С. 69–75. – DOI: 10.14258/pbssm.2022057.

47. Королева, Е. В. Разработка критериев оценки сортов на отличимость, однородность и стабильность на основе генетической коллекции представителей рода *Clarkia* Pursh / Е. В. Королева // V Вавиловская международная конференция к 135-летию со дня рождения Н. И. Вавилова: тезисы докладов. Санкт-Петербург, 21–25 ноября 2022 г. – Санкт-Петербург: ВИР, 2022с. – С. 231–232. – DOI: 10.30901/978-5-907145-90-0.

48. Королева, Е. В. Морфологическая структура сортопопуляций *Clarkia unguiculata* Lindl. на юге Западной Сибири / Е. В. Королева, А. А. Зибина // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2023. – Т. 22, № 2. – С. 134–139. – DOI: 10.14258/pbssm.2023114.

49. Королева, Е. В. Изменчивость репродуктивных качеств семян *Clarkia amoena* (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr. в зависимости от срока хранения в условиях ex-situ / Е. В. Королева // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023a. – № 3 (68). – С. 54–65. – DOI: 10.31677/2072-6724-2023-68-3-54-65.

50. Королева, Е. В. Разнокачественность семян нового сорта *Clarkia amoena* Малиновая Чаша на юге Западной Сибири / Е. В. Королева // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023b. – № 2 (67). – С. 60–74. – DOI: 10.31677/2072-6724-2023-67-2-60-74.

51. Королева, Е. В. Выращивание и уход за декоративными растениями (18103 – Садовник, 19524 – Цветовод): учебно-методическое пособие / Е. В. Королева. – Новосибирск: НГАУ, 2023с. – 176 с.

52. Королева, Е. В. Направления селекции и характер наследования признака «окраски цветка» у кларкии (*Clarkia amoena* (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr)) на юге Западной Сибири / Е. В. Королева, Ю. В. Фотев // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2024a. – № 151. – С. 18–29.

53. Королева, Е. В. Интродукция и селекция нового вида кларкии (*C. purpurea*) и разработка методики оценки сортов *Clarkia* Pursh на отличимость, однородность и стабильность / Е. В. Королева, Ю. В. Фотев // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024b. – № 3 (72). – С. 44–64. – DOI: 10.31677/2072-6724-2024-72-3-44-64.

54. Королева, Е. В. Создание и оценка исходного материала декоративно-цветущих растений *Clarkia* Pursh на юге Западной Сибири / Е. В. Королева, Ю. В. Фотев // Генофонд и селекция растений: материалы 7-й Международной конференции, посвященной 95-летию академика РАН П. Л. Гончарова. Новосибирск, 10–12 апреля 2024 г. – Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 2024с. – С. 171–175. – DOI: 10.18699/GPB2024-44.

55. Королева, Е. В. Способ определения жизнеспособности пыльцы *in-vitro* у видов и сортов кларкии (*Clarkia Pursh*) / Е. В. Королева, Ю. В. Фотев // BIOAsia Altai 2024: материалы IV Международного биотехнологического форума. Барнаул, 23–28 сентября 2024 г. – Барнаул: АлтГУ, 2024d. – С. 312–316.
56. Королева, Е. В. Качество семенного материала коллекционного генофонда *Clarkia Pursh* при долговременном хранении / Е. В. Королева, В. А. Липатова // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник IX Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 20 декабря 2024 г. – Новосибирск: Золотой колос, 2024. – С. 97–102.
57. Королева, Е. В. Оценка исходного материала кларкии (*Clarkia Pursh*) по селекционно ценным хозяйственно-биологическим признакам в условиях юга Западной Сибири / Е. В. Королева // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 2 (75). – С. 46–60. – DOI: 10.31677/2072-6724-2025-75-2-46-60.
58. Корсунова, Т. М. К проблеме озеленения г. Улан-Удэ / Т. М. Корсунова, М. Я. Котляр // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2008. – № 3 (12). – С. 65–71.
59. Кочанова, Л. А. Особенности плодоношения и способы семеноводства однолетних цветочных растений в лесостепной зоне Алтая: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Кочанова Людмила Андреевна. – Москва, 1985. – 18 с.
60. Кротова, З. Е. Декоративные однолетние растения в условиях вечной мерзлоты / З. Е. Кротова. – Ленинград: Наука, 1970. – 152 с.
61. Кротова, З. Е. Интродукция декоративных травянистых растений в условиях крайнего Севера / З. Е. Кротова, Д. А. Ярина. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 12–46.
62. Куперман, Ф. М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений / Ф. М. Куперман. – 4-е изд, перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1984. – 240 с.
63. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – Москва: Высшая школа, 1990. – 352 с.
64. Левина, Р. Е. Репродуктивная биология семенных растений / Р. Е. Левина. – Москва: Наука, 1981. – 72 с.
65. Левко, Г. Д. Однолетние цветы / Г. Д. Левко. – Москва: АСТ, 2001. – 142 с.
66. Левко, Г. Д. Теоретическое обоснование и практическое использование методов селекции и семеноводства цветочных культур: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Левко Геннадий Дмитриевич. – Москва, 2009. – 59 с.

67. Лучицкая, И. О. Климат Новосибирска и его изменения / И. О. Лучицкая, Н. И. Белая, С. А. Арбузов; под ред. Р. А. Ягудина; Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2014. – 224 с.
68. Мазаева, Ю. В. Использование однолетних растений в ландшафтном дизайне / Ю. В. Мазаева // Исследование различных направлений современной науки: естественные и технические науки: сборник материалов XXVIII международной очно-заочной научно-практической конференции. Т. 2. Москва, 17 мая 2023 г. – Москва: Империя, 2023. – С. 106–109.
69. Манолий, С. В. Биологические особенности цветения и плодоношения интродуцированных красивоцветущих однолетников в Молдавии: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Манолий Светлана Викторовна. – Кишинев, 1989. – 28 с.
70. Методика первичного сортоизучения цветочных культур / В. И. Болгов, Т. В. Ивсюкова, В. В. Козина, М. А. Пустынников. – Москва: ВНИИЦиСК, 1998. – 40 с.
71. Методические указания по семеноведению интродуцентов / АН СССР, Главный ботанический сад; отв. ред. Н. В. Цицин. – Москва: Наука, 1980. – 64 с.
72. Методы отбора ценных генотипов на уровне пыльцы / В. А. Лях, А. И. Сорока, Л. Ю. Мищенко [и др.] // Методические указания по гаметной селекции сельскохозяйственных растений. – Москва: ВНИИССОК, 2000. – С. 149–195.
73. Миронова, Л. Н. Итоги интродукции и селекции декоративных травянистых растений в Республике Башкортостан. Ч. 1 / Л. Н. Миронова, А. А. Воронцова, Г. В. Шипаева; отв. ред. В. П. Путенихин. – Москва: Наука, 2006. – 209 с.
74. Митт, Л. Приусадебное декоративное садоводство (опыт декораторов озеленителей Эстонии) / Л. Митт. – Москва: Колос, 1973. – с. 202.
75. «Нескучная геометрия или нескучный сад» – проект цветочного оформления территории современной школы / Е. В. Королева, А. С. Ситников, Я. А. Кардаш, М. В. Тяпкина // Агроклассы: состояние, проблемы и перспективы: сборник статей Всероссийской научно-методической конференции. Уфа, 09–11 декабря 2021 г. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2021. – С. 78–83.
76. Николаева, М. Г. Биология семян / М. Г. Николаева, И. В. Лянгузова, Л. М. Поздова. – Санкт-Петербург: НИИХ СПбГУ, 1999. – 231 с.
77. Николаенко, Н. П. Справочник цветовода / Н. П. Николаенко. – Москва: Колос, 1971. – 352 с.

78. Оголевец Я. Г. О самостерильности Ирисов / Я. Г. Оголевец // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1961. – Вып. 40. – С. 77–85.
79. Острякова, Г. В. Селекция и семеноводство однолетних цветочных культур / Г. В. Острякова // Селекция и семеноводство овощных культур: труды Воронежской овощной опытной станции. – Москва: ВНИИОХ, 1979. – С. 211–251.
80. Острякова, Г. В. Селекция и первичное семеноводство летников / Г. В. Острякова, В. Е. Величко // Селекция и семеноводство овощных культур в Центральной черноземной зоне. – Москва: ВНИИОХ, 1985. – С. 76–88.
81. Паначева, Г. К. Способы повышения семенной продуктивности кларкии изящной / Г. К. Паначева, Л. Л. Еременко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 11 (191). – С. 33–36.
82. Паначева, Г. К. Зависимость формирования и созревания семян *Clarkia elegans* Dougl. От погодных условий при интродукции в г. Новосибирск / Г. К. Паначева, Л. Л. Еременко // Вестник ИрГСХА. – 2011. – Вып. 44, ч. 6. – С. 95–102.
83. Пасько, О. А. Органогенез однолетних цветочных растений в лесной зоне Западной Сибири / О. А. Пасько, Л. Л. Еременко // Сибирский Вестник сельскохозяйственной науки. – 1997. – № 1–2 (135). – С. 68–77.
84. Пасько, О. А. Экологические аспекты повышения продуктивности цветочных, овощных культур и картофеля в таежной зоне Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Пасько Ольга Анатольевна. – Новосибирск, 2000. – 32 с.
85. Пасько, О. А. Рост и развитие растений, стимулированных электрохимически активированной водой / О. А. Пасько // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2010. – № 3 (20). – С. 54–59.
86. Патент № RU 2825471 C1 Российская Федерация, МПК A01H 1/04. Способ определения жизнеспособности пыльцы *in vitro* у видов и сортов *Clarkia Pursh*: № 2024102029: заявл. 28.01.2024: опубл. 26.08.2024 / Е. В. Королева, Ю. В. Фотев; заявитель ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет». – 8 с.
87. Патент № 328885 A1 СССР, МПК A01G 7/00. Питательная среда для проращивания пыльцы растений: № 1442720/30-15: заявл. 22.05.1970: опубл. 09.02.1972 / Н. Л. Кривко. – 2 с.
88. Перелович, Н. В. Использование элементов ландшафтного дизайна в организации пришкольной территории: учебное пособие / Н. В. Перелович. – Москва: Прометей, 2013. – 122 с.

89. Пидоти, О. А. Определитель семян декоративных растений / О. А. Пидоти. – Москва; Ленинград: Издательство Академии Наук СССР, 1952. – 113 с.
90. Полетико, О. М. Декоративные травянистые растения открытого грунта. Справочник по номенклатуре родов и видов / О. М. Полетико, А. П. Мишенкова. – Ленинград: Наука, 1967. – 208 с.
91. Рахмангулов, Р. С. Селекция декоративных растений в России / Р. С. Рахмангулов, Н. Г. Тихонова // Биотехнология и селекция растений. – 2021. – Т. 4, № 4. – С. 40–54. – DOI: 10.30901/2658-6266-2021-4-04.
92. Рогова, Р. И. Годения крупноцветковая в условиях Башкирского ботанического сада / Р. И. Рогова // Интродукция и селекция растений на Урале и проблемы акклиматизации: Труды института экологии растений и животных. – 1967. – Вып. 54. – С. 159–161.
93. Рогова, Р. И. Итоги интродукции однолетних декоративных растений / Р. И. Рогова // Ресурсы и интродукция растений в Башкирии. – Уфа: БФАН СССР, 1983. – С. 110–113.
94. Савва, В. Г. Семенная продуктивность однолетних цветочных растений при интродукции. Семенная продуктивность и вегетативное размножение цветочных растений / В. Г. Савва; Ботанический сад Академии наук Молдавской ССР. – Кишинев: Штинца, 1982. – С. 3–11.
95. Савва, В. Г. Интродукция однолетних декоративных растений в Молдовии / В. Г. Савва. – Кишинев: Штиинца, 1986. – 275 с.
96. Сарлаева, И. Я. Теплообеспеченность однолетних декоративных растений в лесостепи Западной Сибири / И. Я. Сарлаева, Е. В. Байкова, О. Ю. Васильева // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т. 7, № 12. – С. 188–197.
97. Сарлаева, М. Я. Качество семян однолетних декоративных растений в условиях континентального климата / М. Я. Сарлаева, О. Ю. Васильева // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 4. – С. 3–10. – DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-3-10.
98. Селянинов, Г. Т. Состояние учета метеорологических условий в системе сельскохозяйственного производства и необходимое его изменение, основные положения / Г. Т. Селянинов // Известия Всесоюзного географического общества. – 1953. – Т. 85. – Вып. 2. – С. 185–192.
99. Соловьева, Н. С. Экономическое обоснование использования летников на объектах ландшафтной архитектуры города Саратова / Н. С. Соловьева, А. В. Терешкин // Агрофорсайт. – 2022. – № 1 (38). – С. 88–94.
100. Сорокопудова, О. А. Коллекции родовых комплексов как основа ассортимента для зеленого строительства и его совершенствования / О. А. Сорокопудова // Роль ботанических

садов в сохранении и обогащении природной и культурной флоры: материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 20-летию Ботанического сада Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. Якутск, 12–16 июля 2021 г. – Якутск: СВФУ, 2021. – С. 32–36.

101. Тавлинова, Г. К. Приусадебное цветоводство / Г. К. Тавлинова. – Ленинград: Агропромиздат, 1989. – 331 с.

102. Ткаченко, К. Г. Методические аспекты изучения латентного периода растений / К. Г. Ткаченко // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: материалы X международного форума. Ч. 1. Благовещенск – Хэйхэ, 05–06 июня 2019 г. – Благовещенск: ДальГАУ, 2019. – С. 194–197.

103. Ткаченко, К. Г. Разнокачественность плодов и семян, определяющая ритмы развития особей нового поколения / К. Г. Ткаченко // Hortus Botanicus. – 2020. – Т. 15. – С. 228–248.

104. Ткаченко, К. Г. Латентный период растений. Методы изучения / К. Г. Ткаченко // Роль ботанических садов в сохранении и обогащении природной и культурной флоры: материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 20-летию Ботанического сада Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. Якутск, 12–16 июля 2021 г. – Якутск: СВФУ, 2021. – С. 42–48.

105. Ткаченко, К. Г. Методические подходы контроля качества плодов и семян редких и нуждающихся в охране видов растений / К. Г. Ткаченко, А. Ю. Грязнов, Н. Е. Староверов // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: материалы Международной научно-практической конференции посвященной 100-летию Института и 150-летию со дня рождения основателя и первого директора Института, профессора Бориса Михайловича Житкова; Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова РАСХН. Киров, 23–26 мая 2022 г. – Киров: ВНИИОЗ, 2022. – С. 330–333.

106. Ушакова, И. Т. История и научная деятельность сектора селекции и семеноводства цветочных культур / И. Т. Ушакова, Г. Д. Левко // Известия ФНЦО. – 2020. – № 1. – С. 164–173. – DOI: 10.18619/2658-4832-2020-1-164-173.

107. Фотев, Ю. В. Исходный материал для селекции томата с устойчивостью к стрессовым температурам и болезням / Ю. В. Фотев // Методические указания по гаметной селекции сельскохозяйственных растений (методология, результаты и перспективы) / Под ред. В. Ф. Пивоварова. – Москва: ВНИИССОК, 2001. – С. 224–239.

108. Фотев, Ю. В. К методике интродукции теплолюбивых овощных растений в Сибири / Ю. В. Фотев // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2018. – № 4 (49). – С. 104–118. – DOI: 10.31677/2072-6724-2018-49-4-104-118.
109. Фотев, Ю. В. Оценка холодостойкости коллекционных образцов момордики (*Momordica charantia* L.) по прорастанию пыльцы при низкой температуре *in vitro* / Ю. В. Фотев // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. 183, № (3) – С. 39–47. – DOI: 10.30901/2227–8834–2022–3–39–47.
110. Ханбабаева, О. Е. Методика сравнительной сортооценки декоративных культур / О. Е. Ханбабаева, И. В. Березкина // Научная жизнь. – 2020. – Т. 15, № 6 (106). – С. 734–742. – DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-6-734-742.
111. Ханбабаева, О. Е. Агротехнологические особенности выращивания рассады однолетних цветочных культур / О. Е. Ханбабаева, Ю. И. Кондратенко // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 84–1. – С. 157–161. – DOI: 10.18411/trnio–04–2022–40.
112. Характеристика сортов цветочно-декоративных растений, рекомендованных для использования в центральном регионе / Т. М. Кундик, Н. С. Шпилев, Л. В. Лебедько, О. Ю. Добродей. – Брянск: Брянский ГАУ, 2011. – 174 с.
113. Хлесткина, Е. К. Гены, детерминирующие окраску различных органов пшеницы / Е. К. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16, № 1. – С. 202–216.
114. Хоуторн, Л. Семеноводство овощных и цветочных культур / Л. Хоуторн, Л. Полард. – Москва: Издательство иностранной литературы, 1957. – 463 с.
115. Шенников, А. П. Введение в геоботанику / А. П. Шенников. – Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1964. – С. 124.
116. Шипаева, Г. В. Результаты интродукции декоративных летников / Г. В. Шипаева, Л. Н. Миронова // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6. – С. 448–451.
117. Штейнберг, Е. И. Сем. СХIII. Кипрейные – *Onagraceae* / Е. И. Штейнберг // Флора СССР = Flora URSS: в 30 т. Т. 15 / Ред. тома Б. К. Шишкин, Е. Г. Бобров. – Москва; Ленинград: Издательство Академии наук СССР, 1949. – С. 565–637.
118. Шулькина, Т. В. О значении признаков жизненной формы в прогнозировании результатов интродукции травянистых растений / Т. В. Шулькина // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1987. – Вып. 145. – С. 3–8.
119. Щилиянова, Е. Някой биологични свойства на семяната на *Godetia grandiflora* Lindl / Е. Щилиянова // Научни трудове Висш Лесотехнически институт. – 1964. – Т. XII. – С. 177–187.

120. Щилиянова, Е. Трайност на цвета и узряване на плодовете на някой сортове от *Godetia Spach* / Е. Щилиянова // Научни трудове на ВЛТИ. Серия Озеленяване. – 1968. – Т. XVI. – С. 65–73.
121. Advances on the Coloring Mechanism of Double-color Flowers in Plants / X. Zhang, Z. Xu, W. Wang [et al.] // Hort Science. – 2022. – Vol. 57, No. 9. – P. 1120–1127. – DOI: 10.21273/HORTSCI16723–22.
122. Anderson, R. G. Use of growth retardants on satin flower *Godetia* for pot plant production / R. G. Anderson, G. Hartley // Acta Horticulturae. – 1990. – No. 272. – P. 285–291.
123. Anderson, R. G. Use of pot plant mechanization techniques to produce short stemmed cultflowers for supermarket bouquets / R. G. Anderson // Acta Horticulturae. – 1990. – No. 272. – P. 319–326.
124. A phylogeny of the evening primrose family (Onagraceae) using a target enrichment approach with 303 nuclear loci / R. P. Overson, M. G. Johnson, L. L. Bechen [et al.] // BMC Ecology and Evolution. – 2023. – Vol. 23, No. 66. – P. 1–16. – DOI: 10.1186/s12862–023–02151–9.
125. Bach-Schmidt «*Godetia*» Eine vergessene schnitt und Beetblume / Bach-Schmidt // Gb–Gartenwelt. – 1982. – No. 9. – P. 175–176.
126. Bowman, R. N. Experimental non–stigmatic pollinations *Clarkia unguiculata* Lindl. (Onagraceae) / R. N. Bowman // American Journal of Botany. – 1984. – Vol. 71, No. 10. – P. 1338–1346.
127. Brewbaker, J. L. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth / J. L. Brewbaker, B. H. Kwack // American Journal of Botany. – 1963. – Vol. 50, No. 9. – P. 859–865.
128. Chittenden, R. J. Notes on species crosses in *Primula*, *Godetia*, *Nemophila*, and *Phacelia* / R. J. Chittenden // Journal of Genetics. – 1928. – No. 19. – P. 285–314.
129. *Clarkia amoena* ssp. *lindleyi* «Duchess of Albany» // Vreeken's Zaden: [website]. – URL: <https://www.vreeken.nl/514050-clarkia-amoena-ssp-lindleyi-duchess-albany> (date of treatment: 10.01.2025).
130. *Clarkia purpurea* ssp. *viminea* // Calflora: [website]. – California, 1994. – URL: https://www.calflora.org/entry/occdetail.html?seq_num=po156648 (date of treatment: 10.01.2025).
131. *Clarkia purpurea* // PlantaeDB: The Comprehensive Database for the Kingdom Plantae: [website]. – URL: <https://plantaedb.com/taxa/phylum/angiosperms/order/myrtales/family/onagraceae/genus/clarkia/species/clarkia-purpurea> (date of treatment: 10.01.2025).

132. *Clarkia* Pursh // Catalogue of Life: [website] / Species 2000; Integrated Taxonomic Information System. – Amsterdam, 2001. – URL: <https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/3QHQ> (date of treatment: 10.01.2025).
133. *Clarkia unguiculata* Apple Blossom // Promesse de fleurs: [website]. – URL: <https://www.promessedefleurs.ie/annuals/flower-seeds/thompson-and-morgan-seeds/clarkia-unguiculata-apple-blossom.html> (date of treatment: 10.01.2025).
134. Datta, S. K. Breeding of ornamentals: success and technological status / S. K. Datta / Nucleus. – 2021. – Vol. 65. – P. 107. – 128. DOI: 10.1007/s13237-021-00368-x.
135. Document tgp/8 «Protocole d'essai et techniques utilisés dans l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité» [Electronic resource] / UPOV. – 2022. – Session 56. – URL: https://www.upov.int/edocs/tgpdocs/fr/tgp_8.pdf (date of treatment: 10.01.2025).
136. Effect of Planting Time on Growth, Flowering and Seed Yield in *Dianthus barbatus* L. / P. Sharma, Y. C. Gupta, S. R. Dhiman [et al.] // National Academy Science Letters. – 2015. – Vol. 8, No. 3. – P. 189–192. – DOI: 10.1007/s40009-014-0336-2.
137. Experimental warming underestimates plant responses to climate warming / E. M. Wolkovich, E. M. Cook, B. I. Allen [et al.] // Nature. – 2012. – Vol. 485. – P. 494–497.
138. Ford, V. S. Reassessment of phylogenetic relationships in *Clarkia* sect. *SymphERICA* / V. S. Ford, L. D. Gottlieb // American Journal of Botany. – 2003. – Vol. 90, No. 2. – P. 284–292. – DOI: 10.3732/ajb.90.2.284.
139. Gerard, J. Flower Seeds / J. Gerard // Wholesale Price list of High Grade. – 1915. – No. 15. – P. 11.
140. Godetia – Double Azalea // Silver Falls Seed: [website]. – URL: <https://silverfallsseed.com/product/godetia-double-azalea/> (date of treatment: 10.01.2025).
141. The Gardeners' Chronicle. Godetia / Royal Horticultural. Scientific Committee. // HORTICULTURE AND ALLIED SUBJECTS: weekly Illustrated Journal. – 1915. – Vol. 58 (2). – P. 354.
142. Godetia F₁ // Sakata: [website]. – URL: <https://sakataornamentals.com/crop/godetia/> (date of treatment: 10.01.2025).
143. Gottlieb, L. D. Enzyme differentiation and phylogeny in *Clarkia franciscana*, *C. rubicunda* and *C. amoena* / L. D. Gottlieb // Evolution. – 1973. – Vol. 27. – P. 205–214.
144. Gottlieb, L. D. Evidence for Duplication and Divergence of the Structural Gene for Phosphoglucoisomerase in Diploid Species of *Clarkia* / L. D. Gottlieb // Genetics. – 1977. – No. 86 (2). – P. 289–307.

145. Gottlieb, L. D. Electrophoretic analysis of the phylogeny of the self-pollinating populations of *Clarkia xantiana* / L. D. Gottlieb // Plant Systematics and Evolution. – 1984. – Vol. 147. – P. 91–102.
146. Gottlieb, L. D. Towards molecular genetics in *Clarkia*: Gene Duplications and molecular characterization of PGI Genes / L. D. Gottlieb // Annals of the Missouri Botanical Garden. – 1988. – Vol. 75, No. 4. – P. 1169–1179.
147. Gottlieb, L. D. Floral Pigmentation Patterns in *Clarkia* (Onagraceae) / L. D. Gottlieb // Madroño. – 1989. – Vol. 36, No. 1. – P. 1–8.
148. Gottlieb, L. D. An electrophoretic test of the genetic independence of a newly discovered population of *Clarkia franciscana* / L. D. Gottlieb // Madroño. – 1992. – Vol. 39, No. 1. – P. 1–7.
149. Gottlieb, L. D. Evidence from subunit molecular weight suggests hybridization was the source of the phosphoglucose isomerase gene duplication in *Clarkia* / L. D. Gottlieb, R. C. Higgins // Theoretical and Applied Genetics. – 1984. – Vol. 68. – P. 369–373.
150. Gottlieb, L. D. Gene duplication and phylogeny in *Clarkia* / L. D. Gottlieb, F. Weeden // Evolution. – 1979. – Vol. 33, No. 4. – P. 1024–1039.
151. Gottlieb, L. D. Genetic studies of the pattern of floral pigmentation in *Clarkia gracilis* / L. D. Gottlieb, V. S. Ford // Heredity. – 1988. – Vol. 60. – P. 237–246.
152. Grímsson, F. Diverse fossil Onagraceae pollen from a Miocene palynoflora of north-east China: early steps in resolving the phytogeographic history of the family / F. Grímsson, R. Zetter, Q. Leng // Plant Systematics and Evolution. – 2012. – Vol. 298. – P. 671–687.
153. Grosse, F. E. Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Onagraceen, einschliesslich besonderer Berücksichtigung der Entwicklung und des anatomischen Baues der Vegetationsorgane von Trapanatans / F. E. Grosse. – Dresden: C.R. Gärtner'sche Buchdruckerei, 1895. – P. 30–34.
154. Grunert, Ch. Gartenblumen von A bis Z. / Ch. Grunert. – Leipzig: Neuman Verlag, 1984. – 608 p.
155. Günther, R. B. Wiener-Illustrierte-Garten-Zeitung / R. B. Günther, F. Abel. – Wien: Wilhelm Frick, 1889. – 591 p.
156. Hakansson, A. Zur Zytologie von *Godetia* Arten und Bastarden / A. Hakansson // Hereditas. – 1925. – Vol. 27, No. 3–4. – P. 319–336.
157. Halevy, A. N. Flowering control of recently introduced F1 hybrid cultivars of *Godetia* / A. N. Halevy, D. Weiss // Scientia Horticulturae. – 1991. – Vol. 46, No. 3–4. – P. 295–299.
158. Hegi, G. 94. Fam. Oenotheraceae (Onagraceae). Nachtkerzengewächse // Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. V. T. 2. / G. Hegi. – Berlin; Hamburg: Verlag Paul Parey, 1975. – P. 797–882.

159. Hickman, J. The Jepson manual. Higher Plants of California / J. Hickman. – Berkeley; Los Angeles: University of California Press, 1993. – 1400 p.
160. Hiorth, G. Eine Serie multipler Allele für Blütenzeichnungen bei *Godetia amoena* / G. Hiorth // Hereditas. – 1940. – Vol. 26. – P. 441–453.
161. Hiorth, G. Zur Genetik und Systematik der Gattung *Godetia* / G. Hiorth // Zeitschrift für Vererbungslehre. – 1941. – Vol. 79. – P. 199–219.
162. Hiorth, G. Zur Genetik des Artbastardes *Godetia amoena* × *G. Whitneyi* / G. Hiorth // Der Züchter. – 1947 – Vol. 17, No. 4. – P. 109–121.
163. Hiorth, G. Über Hemmungssysteme bei *Godetia whitneyi* / G. Hiorth // Molecular and General Genetics. – 1948. – Vol. 82, No. 1. – P. 12–63. – DOI: 10.1007/BF00308398.
164. Hitchcock, C. L. Revision of North American Species of *Godetia* / C. L. Hitchcock // Botanical Gazette. – 1930. – Vol. 89, No. 4. – P. 321–361.
165. Holsinger, K. E. Society of Plant taxonomists isozyme Variability in the Tetraploid *Clarkia gracilis* (Onagraceae) and its Diploid Relatives / K. E. Holsinger, L. D. Gottlieb // Systematic Botany. – 1988. – Vol. 13, No. 1. – P. 1–6.
166. Hong-qi, Z. A new medium for pollen germination in vitro / Z. Hong-qi, A.F. Croes // Acta Botanica Neerlandica. – 1982. – Vol. 31, No. 1–2. – P. 113–119.
167. Hortus Camdenensis: An illustrated catalogue of plants grown by Sir William MacArthur at Camden Park, NSW, Australia [Electronic resource]. – URL: <https://hortuscamden.com/plants/print/clarkia-romanzovii-a.nelson-j.f.macbr> (date of treatment: 10.01.2025).
168. Hove, A. A. Pollen Performance in *Clarkia* Taxa with Contrasting Mating Systems: Implications for Male Gametophytic Evolution in Selfers and Outcrossers / A. A. Hove, S. J. Mazer // Plants (Basel). – 2013. – Vol. 2, No. 2 – P. 248–78. – DOI: 10.3390/plants2020248.
169. Hove A. A. Seed set variation in wild *Clarkia* populations: Teasing apart the effects of seasonal resource depletion, pollen quality, and pollen quantity / A. A. Hove, S. J. Mazer, C. T. Ivey // Ecology and Evolution. – 2016. – Vol. 6. – P. 6524–6536.
170. ISTA. International Rules for Seed Testing 2018 [Electronic resource]. – URL: <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Duyuru%20Belgeleri/ISTA%20Rules%202018.pdf?Mobile=1&Source=%2FBUGEM%2FTTSM%2F%5FLayouts%2F15%2Fmobile%2Fviewa%2Easpx%3FList%3De9e3a742%2D7c3e%2D4acd%2D9cd7%2D7292c8a6463f%26View%3D29b0dad4%2D04d1%2D4b8b%2Dbb24%2D52e7d33f9f10%26RootFolder%3D%252FBUGEM%252FTTSM%252FBelgeler%252FDuyuru%2BBelgeleri%26PageFirstRow%3D21%26wdFCCState%3D1> (date of treatment: 10.01.2025).

171. Jepson, W. L. A synopsis of North American Godetions. / W. L. Jepson. // University of California publications in botany. – 1907. – Vol. 2. – P. 319–354.
172. Jepson, W. L. Synopsis of *Godetia* / W. L. Jepson // Botanical Gazette. – 1908. – Vol. 45, No. 3. – P. 214.
173. Jepson, M. Higher plants of California. Lewis H. *Clarkia* / M. Jepson; C. Hickman (ed). – Berkeley; Los Angeles; London: University of California Press, 1993. – P. 786–793.
174. Jiang, P. Two genetic changes in cis-regulatory elements caused evolution of petal spot position in *Clarkia* / P. Jiang, M. Rausher // Nature Plants. – 2018. – Vol. 4, No. 1. – P. 14–22. – DOI: 10.1038/s41477-017-0085-6.
175. Jonas, Ch. S. Variation among populations of *Clarkia unguiculata* (Onagraceae) along altitudinal and latitudinal gradients / Ch. S. Jonas, M. A. Geber // American Journal of Botany. – 1999. – Vol. 6, No. 3. – P. 333–343.
176. Jones, T. W. A. Activity in Ems-Induced Null Mutations of Duplicated Genes Encoding Phosphoglucose Isomerases in *Clarkia* / T. W. A. Jones, E. Pichersky, L. D. Gottlieb // Genetics. – 1986. – Vol. 113, No. 1. – P. 101–114.
177. Kerwin, M. A. Pollen and pistil effects on pollen germination and tube growth in selfing and outcrossing populations of *Clarkia tembloriensis* (Onagraceae) and their hybrids / M. A. Kerwin, N. L. Smith-Huerta // International Journal of Plant Sciences. – 2000. – Vol. 161. – P. 895–902. – DOI: 10.1086/317564.
178. Lacher, I. Empirical test on the relative climatic sensitivity between individuals of narrowly and broadly distributed species / I. Lacher, M. W. Schwartz // Ecosphere. – 2016. – Vol. 7, No. 3. – P. 1–12. – DOI: 10.1002/ecs2.1227.
179. Lewis, H. The mechanism of evolution in the genus *Clarkia* / H. Lewis // Evolution. – 1953. – Vol. 7, No. 1. – P. 1–20. – DOI: 10.2307/2405568.
180. Lewis, H. The Genus *Clarkia* / H. Lewis, M. E. Lewis // Publications of the University of California in Botany. – 1955. – Vol. 20. – P. 241–392.
181. Lewis, H. The origin of *Clarkia lingulata* / H. Lewis, M. R. Roberts // Evolution. – 1956. – Vol. 10, No. 2. – C. 126–138. – DOI: 10.2307/2405888.
182. Levis, H. Rapid evolution in *Clarkia* / H. Lewis, P. H. Raven // Evolution. – 1958. – Vol. 12. – P. 319–336.
183. Lewis, H. The Nature of Plant Species / H. Lewis // Journal of the Arizona Academy of Science. – 1959. – Vol. 1, No. 1. – P. 3–7. – DOI: 10.2307/40025022.
184. Lewis, H. The Origin of Diploid Neospecies in *Clarkia* / H. Lewis // The American Naturalist. – 1973. – Vol. 107, No. 954. – P. 161–170. – JSTOR: www.jstor.org/stable/2459792.

185. Lewis, H. New combinations in the genus *Clarkia* (Onagraceae) / H. Lewis, P. H. Raven // Madroño. – 1992. – Vol. 39, No. 3. – P. 163–169.
186. Lewis, H. *Clarkia* Pursh [Electronic resource] / H. Lewis, P. C. Hoch // Flora of North America. North of Mexico. Vol. 10. Magnoliophyta: Proteaceae to Elaeagnaceae. – New York: Oxford University Press, 2021. – URL: <http://dev.floranorthamerica.org/Clarkia> (date of treatment: 10.01.2025).
187. Lin, R. C. Ancient Gene Duplications, Rather Than Polyploidization, Facilitate Diversification of Petal Pigmentation Patterns in *Clarkia gracilis* (Onagraceae) / R. C. Lin, M. D. Rausher // Molecular Biology and Evolution. – 2021a. – Vol. 38, Is. 12. – P. 5528–5538.
188. Lin, R. C. R2R3 MYB genes control petal pigmentation patterning in *Clarkia gracilis* ssp. *sonomensis* (Onagraceae) / R. C. Lin, M. D. Rausher // New Phytologist. – 2021b. – Vol. 229. – P. 1147–1162. – DOI: 10.1111/nph.16908.
189. Lippert, W. Kommentierte Artenliste der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns [Electronic resource] / W. Lippert, L. Meierott. – München: Selbstverlag der Bayerischen Botanischen Gesellschaft, 2018. – 251 p. – URL: https://www.zobodat.at/pdf/Berichte-Bayerischen-Bot-Ges-Erforschung-Flora_2018_SB_0001-0251.pdf (date of treatment: 10.01.2025).
190. MacSwein, J. Comparative behavior of bees and Onagraceae. IV *Clarkia* of bees the western United States / J. MacSwein, P. Raven, R. Thorp // University of California Publications in Entomology. – 1973. – Vol. 70. – P. 1–80.
191. Mechanisms of influence of invasive grass litter on germination and growth of coexisting species in California / B. M. Chen, C. M. D’Antonio, N. Molinari, Sh.-L. Peng // Biol Invasions. – 2018. – No. 20. – P. 1881–1897. – DOI: 10.1007/s10530-018-1668-5.
192. Moore, D. M. The evolution of self-pollination in *Clarkia xantiana* / D. M. Moore, H. Lewis // Evolution. – 1965. – Vol. 19. – P. 104–114.
193. Munz, P. A. A Study of the Genus *Clarkia*, with Special Reference to Its Relationship to *Godetia* / P. A. Munz, C. L. Hitchcock // Bulletin of the Torrey Botanical Club. – 1929. – Vol. 56. – № 4. – P. 181–97.
194. Munz, Ph. A California Flora / Ph. Munz, D. D. Keck. – University of California Press. Berkeley Los Angeles. – London. – 1973. – P. 923–961.
195. Nelson, A. Western Plant Studies / A. Nelson, J. F. Macbride // Botanical Gazette. – 1918. – Vol. 65, No. 1. – P. 58–70.
196. Neue Sorten. Topf-Godetie in vielen Farben, kompaktwuchsig // Gartenbau Magazin – 1993. – Vol. 2, No. 1/2. – P. 62.

197. Old plants, new tricks: phenological research using herbarium specimens / C. W. Willis, E. R. Ellwood, R. B. Primack [et al.] // *Trends in Ecology and Evolution*. – 2017. – Vol. 32. – P. 531–546.
198. Onagraceae // *Urania Pflanzenreich. Höhere Pflanzen. Bd. 2* / S. Danert, P. Hanelt, J. Helm [u. a.]. – Leipzig: Urania-Verlag, 1973. – P. 149–151.
199. Ottaviano, E. Pollen Competitive Ability in Maize Selection and Single Gene Analysis / E. Ottaviano, P. Sidoti, M. Villa // *Biotechnology and Ecology of Pollen* / D. L. Mulcahy, G. B. Mulcahy, E. Ottaviano (eds). – New York: Springer, 1986. – P. 21–26. – DOI: 10.1007/978-1-4613-8622-3_4.
200. Outcrossing and photosynthetic rates vary independently within two *Clarkia* species: implications for the joint evolution of drought escape physiology and mating system / C. T. Ivey, L. S. Dudley, A. A. Hove [et al.] // *Annals of Botany*. – 2016. – Vol. 118, No. 5. – P. 897–905. – DOI: 10.1093/aob/mcw134.
201. Paraphyly in Tribe Onagreae: Insights into Phylogenetic Relationships of Onagraceae Based on Nuclear and Chloroplast Sequence Data / R. A. Levin, W. L. Wagner, P. C. Hoch [et al.] // *Systematic Botany*. – 2004. – Vol. 29, No. 1. – P. 147–164.
202. Park I. W. Advancing frost dates have reduced frost risk among most North American angiosperms since / I. W. Park, T. Ramirez-Parada, S. J. Mazer // *Global Change Biology*. – 2020. – Vol. 27. – P. 165–176.
203. Pascale, S. De. Effetti del fotoperiodo e di GA 3 sulla fioritura della *Godetia* / S. De. Pascale, G. Di. Napoli // *Colture Protette*. – 1998. – Vol. 27, No. 10. – P. 75–79.
204. Peach, K. Climate Predicts UV Floral Pattern Size, Anthocyanin Concentration, and Pollen Performance in *Clarkia unguiculata* / K. Peach, J. W. Liu, S. J. Mazer // *Frontiers in Plant Science*. – 2020. – Vol. 11. – P. 847. – DOI: 10.3389/fpls.2020.00847.
205. Pedersen, S. Overlap of gametophytic and sporophytic gene expression in barley / S. Pedersen, V. Simonsen, V. Loeschcke // *Theoretical and Applied Genetics*. – 1987. – Vol. 75. – P. 200–206.
206. Phenological sensitivities to climate are similar in two *Clarkia* congeners: indirect evidence for facilitation, convergence, niche conservatism, or genetic constraints / S. J. Mazer, N. L. R. Love, I. W. Park [et al.] // *Madroño*. – 2021. – Vol. 68, № 4. – P. 388–405.
207. Pettengill, J. B. Tempo and mode of mating system evolution between incipient *Clarkia* species / J. B. Pettengill, D. A. Moeller // *Evolution*. – 2012. – Vol. 66. – P. 1210–1225.
208. Precise spatio-temporal regulation of the anthocyanin biosynthetic pathway leads to petal spot formation in *Clarkia gracilis* (Onagraceae) / T. R. Martins, J. J. Berg, S. Blinka [et al.] // *New Phytol.* – 2013. – Vol. 197, No. 3. – P. 958–969. – DOI: 10.1111/nph.12062.

209. Pyruvate decarboxylase provides growing pollen tubes with a competitive advantage in petunia / N. Gass, T. Glagotskaia, S. Mellema [et al.] // *The Plant Cell*. – 2005. – Vol. 17, No. 8. – P. 2355–2368. – DOI: 10.1105/tpc.105.033290.
210. Rasmuson, H. Die Hauptegebnisse von einigen genetischen Versuchen mit verschiedenen Formen von *Tropaeolum*, *Clarkia* und *Impatiens* / H. Rasmuson // *Hereditas*. – 1920. – Vol. I. – P. 270–276.
211. Rasmuson, H. Beitrage zu einer genetischen Analyse zweier *Godetia* – Arten und ihrer Bastarde / H. Rasmuson // *Hereditas*. – 1921. – Vol. II. – P. 248–280.
212. Raven, P. H. A survey of reproductive biology in Onagraceae. New Zealand / P. H. Raven // *New Zealand Journal of Botany*. – 1979. – Vol. 17. – P. 575–593.
213. Rounds, C. M. Pollen tube energetics: respiration, fermentation and the race to the ovule / C. M. Rounds, L. J. Winship, P. K. Hepler // *AoB Plants*. – 2011. – Vol. 2011, plr019. – P. 1–14. – DOI: 10.1093/aobpla/plr019.
214. Schneider, H. E. Geographic variation in climate as a proxy for climate change: Forecasting evolutionary trajectories from species differentiation and genetic correlations / H. E. Schneider, S. J. Mazer // *American Journal of Botany*. – 2016. – Vol. 103, No. 1. – P. 140–152.
215. Seyffert, W. Sommerblumen. Vorkommen und Verwendung Gattungen, Arten und Sorten / W. Seyffert. – Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1975. – P. 4150.
216. Smith-Huerta, N. L. Pollen longevity and stigma pre-emption in *Clarkia* / N. L. Smith-Huerta, F. C. Vasek // *American Journal of Botany*. – 1984. – Vol. 71. – P. 1183–1191.
217. Smith-Huerta, N. Y. Pollen germination and tube growth in selfing and outcrossing populations of *Clarkia tembloriensis* (Onagraceae) / N. Y. Smith-Huerta // *International Journal of Plant Sciences*. – 1996. – Vol. 157. – P. 228–233.
218. Soltis, P. S. Phosphoglucosyltransferase Gene Duplications in *Clarkia* (Onagraceae) and Their Phylogenetic Implications / P. S. Soltis, D. E. Soltis, L. D. Gottlieb // *Evolution*. – 1987. – Vol. 41, No. 3. – P. 667–671.
219. Sytsma, K. J. DNA and morphology: Comparisons in the Onagraceae / K. J. Sytsma, J. F. Smith // *Annals of the Missouri Botanical Garden*. – 1988. – Vol. 75. – P. 1217–1237. – DOI: 10.2307/2399281.
220. Sytsma, K. J. Phylogenetics in *Clarkia* (Onagraceae): restriction site mapping of chloroplast DNA / K. J. Sytsma, J. F. Smith, L. D. Gottlieb // *Systematic Botany*. – 1990. – Vol. 15. – P. 280–295.
221. Sytsma K. J. A chloroplast DNA analysis of tribal and generic relationships within Onagraceae / K. J. Sytsma, J. F. Smith, P. C. Hoch // *American Journal of Botany*. – 1991. – Vol. 78. – P. 222.

222. Sytsma, K. J. Molecular systematics of Onagraceae: examples from *Clarkia* and *Fuchsia* / K. J. Sytsma, J. F. Smith // Molecular systematics of plants / P. S. Soltis, D. E. Soltis, J. J. Doyle (eds). – New York: Chapman & Hall, 1992. – P. 295–323.
223. Talline, R. M. How petals change their spots: cis-regulatory re-wiring in *Clarkia* (Onagraceae) / R. M. Talline, J. Peng, M. D. Rausher // The New Phytologist. – 2017. – Vol. 216, No. 2. – P. 510–518.
224. Tempin-Bradley's Garden Guide vor 1935 [Electronic resource]. – URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/Templin-Bradley%27s_garden_guide_for_1935%2C_59th_year_-_the_Templin-Bradley_Co._%28IA_CAT31346204%29.pdf (date of treatment: 10.01.2025).
225. Tesi, R. Vase life of cut *Clarkia* flowers Culture / R. Tesi, C. Paoli, A. Nencini // Protette. – 1997. – Vol. 26, No. 1. – P. 63–66.
226. The joint evolution of mating system and pollen performance: Predictions regarding male gametophytic evolution in selfers versus outcrossers / S. J. Mazer, A. A. Hove, B. S. Miller, M. Barbet-Massin // Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. – 2010. – Vol. 12. – P. 31–41.
227. Thomson, D. M. Between invaders and a risky place: Exotic grasses alter demographic tradeoffs of native forb germination timing / D. M. Thomson, R. A. King, E. L. Schultz // Ecosphere. – 2017. – Vol. 8, No. 10. – P. 1–17. – DOI: 10.1002/ecs2.1987.
228. van Tuyl, J. M. Ornamental plant breeding activities worldwide / J. M. van Tuyl // Acta Horticulturae. – 2012. – Vol. 953. – P. 13–17. – DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.953.1.
229. Variation in growth, flowering and seed yield of satin flower (*Godetia grandiflora*) planted on different date / P. Sharma, Y. C. Gupta, S. R. Dhiman [et al.] // Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2016. – Vol. 86, No. 2. – P. 277–280.
230. Vasek, F. C. The relationship of *Clarkia exilis* to *Clarkia unguiculata* / F. C. Vasek // American Journal of Botany. – 1958. – Vol. 45. – P. 150–162. – DOI: 10.2307/2439364.
231. Vasek, F. C. Outcrossing in natural populations. I. Breckinridge Mountain population of *Clarkia exilis* / F. C. Vasek // Evolution. – 1964. – Vol. 21. – P. 213–218. – DOI: 10.2307/2406393.
232. Vasek, F. C. Outcrossing in Natural Populations. II. *Clarkia unguiculata* / F. C. Vasek // Evolution. – 1965. – Vol. 19, No. 2. – P. 152–56. – DOI: 10.2307/2406369.
233. Vasek, F. C. Breeding Systems of *Clarkia* Sect. *Phaeostoma* (Onagraceae): I. Pollen–Ovule Ratios / F. C. Vasek, V. Weng // Systematic Botany. – 1988. – Vol. 13, No. 3. – P. 336–50.
234. Wagner, W. L. Revised classification of the Onagraceae / W. L. Wagner, P. C. Hoch, P. H. Raven // Systematic Botany Monographs. – 2007. – Vol. 83. – P. 1–240.

235. Went, F. W. A long term test of seed longevity / F. W. Went, P. A. Munz // *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*. – 1949. – Vol. 2, Iss. 1. – P. 63–75.
236. Went, F. W. A Long Term Test of Seed Longevity. II [Electronic resource] / F. W. Went // *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*. – 1969. – Vol. 7, Iss. 1. – P. 1–12. – URL: <http://scholarship.claremont.edu/aliso/vol7/iss1/2> (date of treatment: 10.01.2025).
237. Why are native annual abundances low in invaded grasslands? Testing the effects of competition and seed limitation / D. M. Thomson, R. Cruz-de Hoyos, K. Cummings [et al.] // *Plant Ecology*. – 2016. – Vol. 217. – P. 431–442. – DOI: 10.1007/s11258-016-0584-y.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А – Обзор генов, контролирующих окраску цветков и листьев у кларкии

Таблица А1 – Обзор генов, контролирующих окраску цветков и листьев у кларкии

<i>Godetia amoena</i> Lilja. = <i>C. amoena</i> (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr.	Ген	Генотип	По Н. Rasmuson (1921)	<i>G. whitneyi</i> = <i>C. amoena</i> ssp. <i>whitneyi</i> (синоним <i>G. whitneyi</i> A. Gray; <i>G. hybrida</i> Hort.)	Ген	Генотип	По G. Hiorth (1941,1948)	<i>C. gracilis</i> (Piper) A. Nelson & J.F. Macbr.	Ген	Генотип	По L.Gottlieb, V. Ford (1988)	R.M. Talline et all (2017); R.C. Lin, M. D. Rausher (2021b)
	-a	A, Aa, aa	a - Желтые или более-менее желтые, A – подавляет желтую окраску		Ag-ag	Ag ag	Красные пыльники пыльники желтые					
	-b,*	B, Bb, bb	слабо-фиолетовая окраска, B с E - фиолетово-красная		Csp	Csp Csp	Пурпурная крапчатость листьев		I-i*	I, Ii		Подавляет образование пятна
	-c	CC	Розовые, вместе с E и bb – дает темно-красную окраску		bsw	bsw	слабое прикорневое пятно			i	проявлению пятна	Способствует проявлению пятна
		Cc, cc	Слабо-розовые, почти белые, вместе с E и bb светло-красные		F ^k ag	^k ag	Маленькое центральное пятно, пыльники желтые		P ^b -p ^b	p ^b	Слабое базальное пятно	
	-d	D, Dd, dd	Самостоятельно не имеет видимого проявления. D вместе с B или с C, а также с i дают фиолетовую окраску		F ^m	^m ag	Среднее центральное пятно, пыльники желтые			p ^b ii	вместе с ii - отчетливое базальное пятно	
	-e*	E, Ee, ee	Красная окраска - доминирует над пятнистой и фиолетовой		Fe-fe	F ^e , F ^e F ^e , f ^e f ^e	Большое терминальное пятно					
	-f	FF, Ff, ff	F доминирует над E самостоятельно не имеет видимого проявления		bst-f ^{bst}	Bst F ^{bst} f ^{bst}	Сильное базальное пятно и красные тычинки		PC	CPC	Центральное пятно	
	-g*	G, GG Gg g, gg	Антоциановая окраска – большое и среднее пятно Маленькое пятно, слабое пятно		Fb-fb		Базальное пятно Светло-фиолетовая (розовая) основная окраска		PCP	PCP ⁱⁱ		Вместе с i управляет экспрессией базального пятна
	-i	ii	Экспрессирует фоновый пигмент		x-f ^{x*}	xF ^x , F ^x F ^x xf ^x	Центральное пятно (различных размеров) Без пятна		F3'h, F3'5'h			Образование пятен Экспрессирует фоновый пигмент
	-h	HHGG	H регулирует размер пятна, вместе с G создает огромное пятно, как G один		-f	F, Ff f	Все аллели содержат ген розово- белого цвета. Без пятна		CgMY B1			Образование пятен в разных частях лепестка
		Hgg, hgg	Не имеет видимого проявления		g	g	Большое центральное пятно		CgsMY B12			формирует белую чашу
	-u	U, Uu, uu	Венчик махровый, слабо махровый простой									
	-z	ZZ, Zz, zz	розовато-фиолетовый цвет, бледный		- w	W, Ww, ww	Белый цвет лепестков		fr			Контролирует синтез пигмента

Приложение Б – Патенты и авторские свидетельства на селекционные достижения

Авторские свидетельства

Приложение В – Метеорологическая характеристика межфазных периодов у видов *Clarkia*

Таблица В1 – Метеорологическая характеристика межфазных периодов у видов *Clarkia* (2021–2023 гг.)

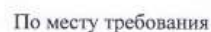
Периоды	Вид <i>Clarkia</i>	Календарные сроки	Метеорологические показатели									Общая характеристика периода		
			Среднесуточная температура, °C / осадки, мм			Сумма температур выше 10 °C			ГТК			2021	2022	2023
			2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023			
Посев– всходы	<i>*C. amoena</i>	16.5–26.5	15,7 / 17,4	18,4/ 0,0	12,9/ 4,0	130	154	117	1,33	0,00	0,34	Умеренно теплый, обеспеченный влагой	Теплый, сильно сухой	Умеренно прохладный, сильно сухой
	<i>C. purpurea</i>	16.5–23.5	15,5/ 21,0	18,3/ 0,0	11,9/ 4,0	108	123	94	1,94	0,00	0,43	Умеренно прохладный, избыточно влажный	Теплый, сильно сухой	Умеренно прохладный, сухой
	<i>C. unguiculata</i>	16.5–25.5	15,7/ 21,0	18,5/ 1,0	12,7/ 4,0	128	139	105	1,3	0,07	0,38	Умеренно теплый, обеспеченный влагой	Теплый, сильно сухой	Умеренно теплый, сухой
Вегетативного роста	<i>*C. amoena</i>	26.5–19.7	17,3/ 85,6	17,7/ 78,2	19,2/ 71,4	952	996	960	0,89	0,79	0,74	Умеренно теплый, засушливый	Умеренно теплый, засушливый	Теплый, засушливый
	<i>C. purpurea</i>	23.5–03.7	17,3/ 75,6	17,1/ 59,8	17,9/ 31,4	717	701	728	1,05	0,85	0,43	Умеренно теплый, обеспеченный влагой	Умеренно-теплый, засушливый	Умеренно теплый, сухой
	<i>C. unguiculata</i>	25.5–09.7	17,6/ 91,6	18,1/ 68,1	18,5/ 41,4	726	736	747	1,26	0,93	0,55	Умеренно прохладный, обеспеченный влагой	Умеренно-теплый, засушливый	Теплый, сухой
Бутонизации– цветения	<i>*C. amoena</i>	20.7–01.8	20,4/ 1,3	19,5/ 21,0	21,7/ 31,0	235	225	240	0,06	0,93	1,29	Умеренно-теплый, сильно сухой	Теплый, засушливый	Теплый, обеспеченный влагой
	<i>C. purpurea</i>	04.7–14.7	19,8/ 19,3	18,4/ 7,4	21,8/ 12	197	189	216	0,98	0,39	0,55	Теплый, засушливый	Умеренно теплый, очень сухой	Очень теплый, сухой
	<i>C. unguiculata</i>	10.7–24.7	19,1/ 19,6	18,8/ 28,5	22,4/ 59	276	230	282	0,71	1,24	1,95	Теплый, засушливый	Теплый, обеспеченный влагой	Очень теплый, избыточно влажный
Цветения– созревания семян	<i>*C. amoena</i>	02.8–24.9	13,8/ 115	12,4/ 39	14,8/ 131	751	702	720	1,53	0,56	1,82	Умеренно прохладный, избыточно влажный	Умеренно прохладный, сухой	Умеренно прохладный, избыточно влажный
	<i>C. purpurea</i>	15.7–02.9	17,6/ 63,6	17,3/ 44,2	18,4/ 159,8	896	885	952	0,73	0,52	1,71	Умеренно теплый, засушливый	Умеренно теплый, сухой	Умеренно теплый, избыточно влажный
	<i>C. unguiculata</i>	25.7–24.9	14,9/ 96,2	14,6/ 45,8	15,7/ 185,8	855	883	902	1,04	0,51	1,91	Умеренно прохладный, обеспеченный влагой	Умеренно прохладный, сухой	Умеренно прохладный, избыточно влажный
Вегетационный период	<i>*C. amoena</i>	26.5–24.9	17,0/ 198,3	16,8/ 115,0	16,9/ 244,2	1938	1923	1920	1,02	0,60	1,27	Умеренно теплый, обеспеченный влагой	Умеренно теплый, сухой	Умеренно теплый, обеспеченный влагой
	<i>C. purpurea</i>	23.5–02.9	18,3/ 157,5	18,0/ 110,8	19,0/ 201,2	1810	1775	1896	0,87	0,62	1,06	Умеренно теплый, засушливый	Умеренно теплый, сухой	Теплый, обеспеченный влагой
	<i>C. unguiculata</i>	25.5–24.9	17,1/ 206,3	16,8/ 115,0	17,3/ 244,2	1857	1849	1931	1,11	0,62	1,27	Умеренно-теплый, обеспеченный влагой	Умеренно теплый, сухой	Умеренно теплый, обеспеченный влагой

Примечание – * включая *C. amoena* ssp. *lindleyi*.

Приложение Г – Продолжительность межфазных периодов у образцов *Clarkia*

Таблица Г1 – Продолжительность межфазных периодов у образцов *Clarkia* (средние значения 2021–2023 гг.)

Сорт кларкии	П-В	В-НБ	В-МБ	В-НЦ	П-НЦ	В-МЦ	В-НС	НЦ-ОЦ	ВП
<i>C. amoena</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)									
‘Красавица’	7	34	56	57	65	68	97	66	123
‘Малиновая Чаша’	7	33	52	54	61	64	94	66	120
‘Герцогиня’	7	34	59	62	66	72	104	61	123
‘Оранжевое Сияние’	11	36	61	63	74	73	105	57	120
‘Сладкие Сердечки’	11	35	59	62	73	72	103	58	120
<i>Среднее</i>	8,6	34,4	57,4	59,6	67,8	69,8	100,6	61,6	121,2
<i>V %</i>	25,5	3,3	6,1	6,6	8,1	5,4	4,8	6,9	1,4
<i>C. amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)									
‘Белёная’	11	36	62	64	75	74	104	56	119
‘Фарфоровая Чаша’	10	36	62	65	75	75	106	56	121
‘Сибил Шервуд’	10	36	56	58	68	68	99	63	121
‘Персиковая Чаша’	8	36	58	60	68	70	100	63	123
‘Вейсер Страус’	11	37	66	68	79	78	109	51	119
‘Герцог Йоркский’	10	37	60	62	72	72	102	57	119
‘Каттля’	11	36	60	62	73	72	102	57	119
‘Метеор’	11	37	61	63	74	73	104	56	119
‘Рембрандт’	11	37	68	70	81	80	110	49	119
<i>Среднее</i>	10,3	36,4	61,4	63,5	73,8	73,5	104	56,5	119,9
<i>V %</i>	9,7	1,4	6,0	5,9	5,9	5,1	3,6	8,2	1,2
<i>C. purpurea</i> (секц. <i>Godetia</i>)									
<i>C. purpurea</i>	6	25	39	41	47	51	77	59	100
‘Лиловая Фея’	7	26	40	42	49	52	78	61	103
<i>Среднее</i>	6,5	25,5	39,5	41,5	48,0	51,5	77,5	60	102,0
<i>V %</i>	10,9	2,8	1,8	1,7	2,9	1,4	0,9	2,4	2,1
<i>C. unguiculata</i> (секц. <i>Phaeostoma</i>)									
‘Коралловые Рифы’	7	28	41	43	51	58	87	82	125
‘Пурпурная’	7	29	42	44	51	58	88	80	124
‘Сакура’	11	29	46	47	58	60	90	73	120
‘Рубиновая’	11	29	44	46	57	60	88	76	121
‘Альбина’	10	29	48	49	59	63	93	72	121
<i>Среднее</i>	9	29	44,2	46	55,2	59,8	89,2	76,6	122
<i>V %</i>	22,3	1,6	6,5	4,6	7,1	3,4	2,7	5,7	1,8



Дана в подтверждение того, что Королева Елена Викторовна, специалист ландшафтного центра ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, является автором методики проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность Кларкии (*Clarkia Pursh.*), разработанной в 2023 году. Данная методика рекомендована для использования в процессе государственного сортоиспытания декоративных культур.

Заместитель председателя

Shw

А. И. Гайтер

Приложение Е – Патент на изобретение



Приложение Ж – Акт внедрения в производство



Проректор по научной работе

К.В. Жучаев



Директор ЗАО СхП «Мичуринец»

Н.А. Потапов

Акт

**о производственном внедрении научных результатов
диссертационной работы Е.В. Королевой
«Создание исходного материала для селекции кларкии (*Clarkia Pursh*)
с высоким декоративным потенциалом на юге Западной Сибири»**

«10» октября 2024 г.

Настоящим актом подтверждаем, что созданные в результате выполнения диссертационной работы Е.В. Королевой новые сорта кларкии (*Clarkia Pursh*) внедрены в ЗАО СхП «Мичуринец»:

1. **Разработчик:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ).
2. **Наименование разработки:** новые сорта кларкии (*Clarkia Pursh*): 'Малиновая Чаша', 'Персиковая Чаша', 'Фарфоровая Чаша', 'Лиловая Фея', 'Коралловые Рифы'.
3. **Наименование хозяйства:** ЗАО СхП «Мичуринец», Новосибирский район, д Издревая, Новосибирская область.
4. **Срок освоения разработки:** май–сентябрь 2024 г.
5. **Объемы и результаты внедрения:** В 2024 г. проведен посев новых декоративных сортов кларкии, перспективных для озеленения и семеноводства на юге Западной Сибири на делянках площадью по 10 м², схема посева 70 см x 25 см. Урожайность семян с делянок составила: у сорта 'Малиновая Чаша' – 182 г, у сорта 'Персиковая Чаша' – 202 г, у сорта 'Фарфоровая Чаша' – 243 г, у сорта 'Коралловые Рифы' – 241 г и у сорта 'Лиловая Фея' – 330 г.
6. **Условия проведения проверки:** южная лесостепь Западной Сибири.
7. **Ответственные исполнители (ФИО, должность):**

от научного учреждения
специалист ландшафтного центра
ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Е.В. Королева

от хозяйства (предприятия)
научный консультант, канд. с.-х. наук
ЗАО СхП «Мичуринец»

Е.В. Рогова

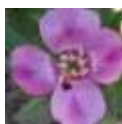
Приложение II – Первичные критерии оценки образцов рода *Clarkia*

Таблица И1 – Первичные критерии оценки образцов рода *Clarkia*

п/п	Сорт (происхождение)	Цвет UPOV, номер UCL										Типы флоральной пигментации (тип пятна)							Степень махровости цветка				
		Белый, 92	Бледно-желтовато-розовый. Светлый, 31	Светлый голубо-розовый 252	Светлый красно-розовый, 7	Оранжево-розовый, 37	Оранжево-красный, 26	Красный, 11	Пурпурно-красный, 248,255	Темный пурпурно-красный, 256	Фиолетовый, 221	Очень бледно-фиолетовый, 226	Светлая кайма (лента) по краям лепестка	Светлое пятно у основания лепестка	Темно-пурпурное крупное пятно в центре лепестка	Пурпурно-красные мелкие сведенные штрихи в центре лепестка /	Пурпурное мелкое пятно у дистального края лепестка	Темно- пурпурное мелкое пятно у основания лепестка	Без пятен	Слабая (+)	Средняя (++)	Сильная (+++)	Немахровый (-)
1) <i>C. amoena</i> (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr., <i>C. amoena</i> ssp. <i>lindleyi</i> (секц. <i>Rhodanthos</i>)																							
1	‘Красавица’ (ЦСБС СО РАН)							+					+	+	+								
2	‘Малиновая Чаша’ (НГАУ)								+				+	+						+			-
3	‘Герцогиня’ (СеДек)								+				+	+									-
4	‘Оранжевое Сияние’ (Аэлита)								+														-
5	‘Сладкие Сердечки’ (Аэлита)			+												+					++		-
6	‘Белёная’ (Аэлита)	+			+								+		+	+			+				-
7	‘Фарфоровая Чаша’ (НГАУ)	+																					
8	‘Сибил Шервуд’ (Семена Алтая)					+							+	+									-
9	‘Персиковая Чаша’ (НГАУ)		+																				
10	‘Вейсер Страус’ (Поиск)	+																	+				-
11	‘Герцог Йоркский’ (Евросемена)									+				+									-
12	‘Каттлея’ (Гавриш)										+					+							-
13	‘Метеор’ (Аэлита)							+													+		
14	‘Рембрандт’ (Поиск)				+										+						++	+++	
2) <i>C. purpurea</i> (Curtis) A. Nelson & J. F. Macbr. (секц. <i>Godetia</i>)																							
15	<i>C. purpurea</i>			+					+		+	+					+	+					
16	‘Лиловая Фея’ (Н ГАУ)								+		+						+	+					-
3) <i>C. unguiculata</i> Lindl. (секц. <i>Phaeostoma</i>)																							
17	‘Пурпурная’ (Гавриш)			+					+										+		++		-
18	‘Коралловые Рифы’ (Н ГАУ)					+													+		++	+++	
19	‘Сакура’ (Семена Алтая)		+																+		++	+++	-
20	‘Рубиновая’ (Поиск)							+	+														
21	‘Альбина’ (Гавриш)	+																	+	+	++	+++	

Приложение К – Группировка образцов *Clarkia* по признаку основной окраски цветков

Таблица К1 – Группировка сортов *Clarkia* по признаку основной окраски цветков

1. Белая	 			5 Красная			
	а – ‘Вейсер Страус’, б – ‘Фарфоровая Чаша’	‘Белёся’	‘Альбина’		‘Герцогиня’	‘Метеор’	‘Рубиновая’
2. Розовая				6 Пурпурная			
	‘Сладкие Сердечки’	‘Рембрандт’	‘Сакура’		‘Малиновая Чаша’	‘Герцог Йоркский’	‘Пурпурная’
3. Желтовато-розовая				7. Фиолетовая			
	‘Сибил Шервуд’	‘Персиковая Чаша’	‘Сакура’		‘Каттлея’	‘Лиловая Фея’	
4. Оранжевая и оранжево-розовая							
	‘Оранжевое Сияние’	‘Коралловые Рифы’					

Приложение Л – Лепесток: тип флоральной пигментации

Таблица Л1 – Лепесток: тип флоральной пигментации

Степень выраженности	Рисунок	Индекс
отсутствует		1
пятно у основания		2
кайма по краям и основанию		3
крупное пятно в центре		4
мелкие сдвоенные пятна в центре базальной части		5
мелкое пятно у дистального края / мелкое пятно в виде полоски у основания		6/7
вертикальная полоса в центре		8

Примечание – Признак 27. Методика проведения испытаний на ООС Кларкия (*Clarkia Pursh*) RTG/1157/1).



Рисунок Л 1 – Лепесток: тип флоральной пигментации образцов кларкии *C. amoena* (секц. *Rhodanthos*): а – цветки; б – лепестки

Приложение М – Листовая пластинка: форма

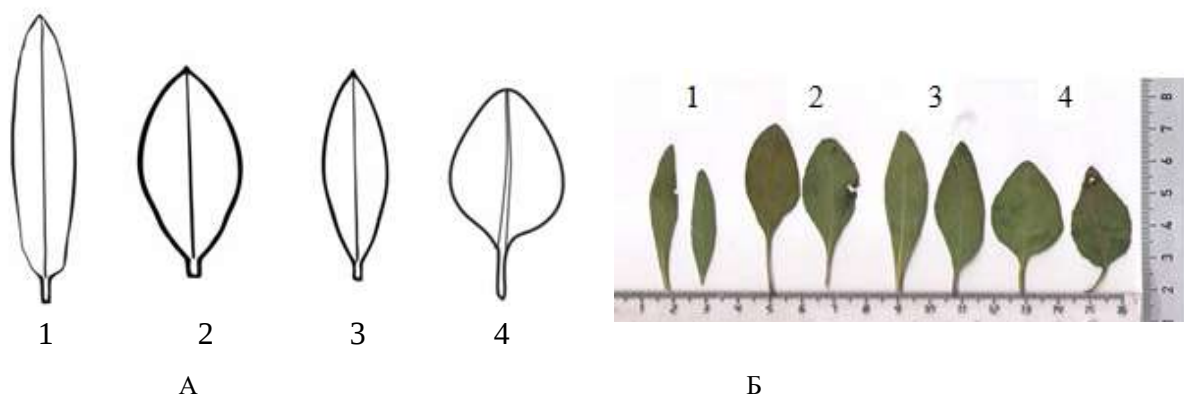


Рисунок М1 – Листовая пластинка: форма (Признак 9, методика RTG/1157/1): А – форма листовой пластинки (методика RTG/1157/1), Б – форма листовой пластинки (гербарий, 2021–2022 гг.), 1 – узколанцетная, 2 – широколанцетная, 3 – ланцетная, 4 – яйцевидная

Приложение Н – Результаты отбора элитных растений *C. purpurea* в поколении F₂

Таблица Н1 – Результаты отбора элитных растений *C. purpurea* в поколении F₂

№ п/п	Высота растения, см	Габитус	Длина, см		Число цветков на главной кисти	Число боковых побегов II-го порядка
			главного побега	главной кисти		
	*Mean ± SE					
1	60,5 ± 2,1	Узко пирамидальный.	49,5 ± 0,7	11,0 ± 2,8	9,0 ± 2	25,0 ± 0,2
2	70.0 ± 7,4		50,5 ± 1,7	19,5 ± 5,7	11,0 ± 0	27,0 ± 1,8
3	58,0 ± 4,6		44,0 ± 4,8	14,0 ± 0,2	10,0 ± 1	24,0 ± 1,2
4	62,0 ± 0,6		48,0 ± 0,8	14,0 ± 0,2	10,0 ± 1	26,0 ± 0,8
5	61,0 ± 1,6		50,0 ± 1,2	11,0 ± 2,8	9,0 ± 2	25,0 ± 0,2
6	67,0 ± 4,4		53,0 ± 4,2	14,0 ± 0,2	10,0 ± 1	26,0 ± 0,8
7	64,0± 1,4		54,5 ± 6,7	9,5 ± 4,3	10,0 ± 1	25,0 ± 0,2
8	62,0 ± 0,6		42,0 ± 6,8	20,0 ± 6,2	14,0 ± 3	26,0 ± 0,8
9	68.0 ± 5,4		53,0 ± 4,2	15,0 ± 1,2	11,0 ± 0	26,0 ± 0,8
10	64.2 ± 1,6		48,2 ± 0,4	16,0 ± 2,2	13,0 ± 2	25,0 ± 0,2
11	58.0 ± 4,6		46 ± 2,8	12,0 ± 1,8	9,0 ± 2	23,0 ± 1,5
12	58,8 ± 3,8		46,8 ± 1,0	12,0 ± 1,8	12,0 ± 1	24,0 ± 1,2
13	58,6 ± 1,8		46,1 ± 2,7	12,5 ± 1,3	11,0 ± 0	24,0 ± 1,2
14	62,8 ± 0,9		48,8 ±1,0	14,0 ± 0,2	11,0 ± 0	26,0 ± 0,8
15	61,8 ± 0,8		48,6 ± 0,2	13,2 ± 0,6	12,0 ± 1	25,0 ± 0,2
16	55,0 ± 7,6		42,0 ± 6,8	13,0 ± 0,8	12,0 ± 1	24,0 ± 1,2
17	70,0 ± 7,4		51,5 ± 2,7	18,5 ± 4,7	14,0 ± 3	27,0 ± 1,8
18	63,0 ± 0,4		51,5 ± 2,7	11,5 ± 2,3	10,0 ± 1	25,0 ± 0,2
19	60,3± 2,3		48,4 ± 0,4	11,9 ± 1,9	10,0 ± 1	24,0 ± 1,2
20	66,0± 3,4		53,0 ± 4,2	13,0 ± 0,8	11,0 ± 0	26,0 ± 0,8
Среднее растение	62,6 ± 3,2		48,8 ± 2,8	13,8 ± 2,1	11,0 ± 1,3	25,2 ± 0,9

Примечание – * Mean – среднее значение, SE – стандартная ошибка среднего.



а



б

Рисунок Н1 – Выделение элитных растений с лиловой окраской цветка в потомстве F₂ у *C. purpurea*: а – коллекционный питомник растений; б – высота элитного растения

Приложение II – Схема селекционного процесса *C. атюена* ‘Малиновая Чаша’

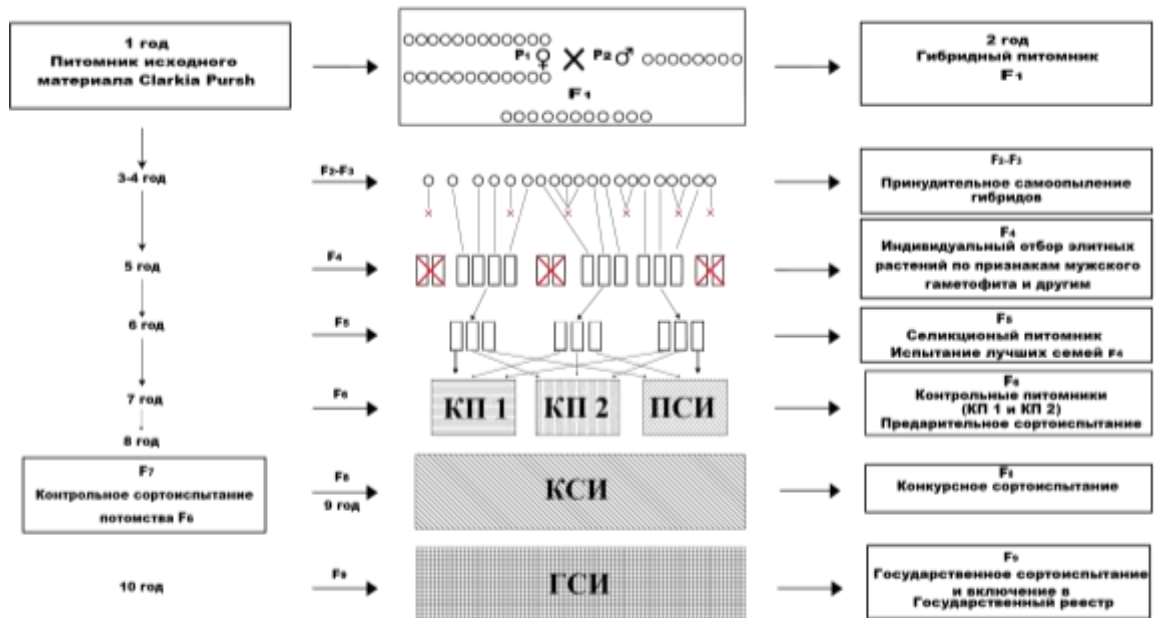


Рисунок П 1 – Схема селекционного процесса *C. атюена* ‘Малиновая Чаша’