

УДК 581.6

DOI: 10.36305/0513-1634-2022-143-29-37

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА РАЗНЫХ СОРТОВ *CALENDULA OFFICINALIS* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Галина Андреевна Шмакова, Татьяна Николаевна Беляева

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Сибирский ботанический сад 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 34/1
E-mail: zanzara.13@mail.ru, tnbel17@yandex.ru

Предметом исследования является семенная продуктивность и всхожесть семян *Calendula officinalis* L. Объектом исследования послужили 13 сортов *Calendula officinalis* L., которые широко используется в качестве декоративного и лекарственного растения. Изучение особенностей семенного размножения и фенологических наблюдений проводились с использованием классических методов. Рассмотрены некоторые аспекты семенной продуктивности, влияния гетерокарпии на посевные качества семян изучаемых сортов *Calendula officinalis* L. Установлен период фаз массового цветения и созревания семян в условиях южной тайги Западной Сибири. Определено процентное соотношение образования разных фракций семян *Calendula officinalis* L. Установлена сортоспецифичность по показателю массы семян различных фракций. В результате проведенного исследования выявлены сорта *Calendula officinalis* L. с высоким потенциалом генеративного размножения по показателям семенной продуктивности и всхожести семян.

Ключевые слова: *Calendula officinalis* L.; лекарственные растения; декоративные растения; гетерокарпия семян; семенная продуктивность; лабораторная всхожесть семян

Введение

Calendula officinalis L. является универсальной комплексной культурой, которая находит широкое применение в лекарственном растениеводстве, декоративном садоводстве, косметологии, пищевой промышленности, сельском хозяйстве в качестве кормового и медоносного растения, а также фитомелиоранта. Под названием «ноготки лекарственные» календула включена в Государственную фармакопею РФ [13]. В качестве лекарственного сырья для фармацевтического и пищевого производства у *C. officinalis* L. используют соцветия (корзинки) [6, 11, 12].

Семенная продуктивность является одним из основных компонентов урожая семян и определяется плодovitостью отдельной особи. В соцветии *C. officinalis* формируются плоды, характеризующиеся 3 морфологически различающимися формами. Обычно выделяют три фракции семян – серповидная, или когтевидная, ладьевидная и крючковидная, или кольцевидная [12]. Семена разных фракций отличаются по показателям всхожести, что имеет практическое значение для разработки эффективных приемов культивирования и повышения продуктивности перспективных сортов календулы. Высокое процентное образование семян крючковидной фракции имеет большую практическую ценность, т. к. за счет своей формы их легче высевать, чем семена других фракций, которые могут сцепляться между собой. Также считается, что крючковидные семена формируются преимущественно в махровых соцветиях, и наоборот, из этих семян наблюдается наибольший выход растений с махровыми корзинками [7, 8]. Следовательно, важность изучения явления гетерокарпии *C. officinalis* актуальна до настоящего времени для успешной работы в области селекции и семеноведения данной культуры.

В настоящее время известно более 100 сортов календулы цветочно-декоративного и лекарственного направления, из которых в Госреестр РФ включено всего 6 сортов

отечественной селекции, допущенных к использованию на территории России [2]. Многие декоративные сорта календулы могут представлять интерес как потенциальные источники лекарственного растительного сырья.

В связи с вышесказанным, актуальной проблемой является разработка устойчивого и адаптированного к условиям южной тайги Западной Сибири ассортимента календулы лекарственной для применения в декоративном садоводстве и лекарственном растениеводстве.

Цель исследования состояла в изучении особенностей семенного размножения и влияния гетерокарпии на посевные качества семян 13 сортов *Calendula officinalis* L.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили 13 сортов *Calendula officinalis* L. отечественной и зарубежной селекции.

Исследования проводились в полевых условиях на коллекционных участках Сибирского ботанического сада Томского государственного университета, а также с использованием экспериментальной базы лаборатории физиологии и биотехнологии растений СибБС ТГУ в 2018-2020 гг.

Полевые опыты проводили по методике, разработанной Доспеховым [3]. Схема опыта включала 14 вариантов, повторность трехкратная.

Изучение семенного размножения было проведено в соответствии с общепринятыми методическими разработками. По мере созревания семян, проводился их сбор с центральных и боковых соцветий [5, 9, 10].

Посевные качества и массу диаспор растений определяли в соответствии с ГОСТ Р 51096-97. Для *Calendula officinalis* L. допустима всхожесть семян не менее 85%. Для каждого сорта закладывали три варианта опыта в трех повторностях.

Результаты измерений обрабатывали статистически по методике Г.Н. Зайцева [4] с использованием программы Statistica 8.0.

Результаты и обсуждение

Посев семян *C. officinalis* был проведен в третьей декаде мая, при сумме активных температур 100,9°C и ГТК=0,6. Всходы появлялись на 8-12 день после посева семян, что соответствует данным литературных источников [1, 8].

Цветение начиналось преимущественно в третьей декаде июля при сумме активных температур 941,0°C, ГТК = 1,0, с амплитудой колебания $\pm 1-4$ дня. Фазы массового цветения исследованные сорта достигли в первой – второй декаде августа.

Фаза созревания семян наступала на 95-100 день от появления всходов (в первой декаде сентября), при сумме активных температур 1712,0°C, ГТК = 1,1.

Продолжительность вегетационного периода календулы лекарственной составила 136-146 дней.

Установлено, что в соцветиях исследованных сортов календулы в большем количестве образуются семена крючковидной фракции, доля которых в среднем составляет 66%, а семян серповидной и ладьевидной фракций – 18 и 16%, соответственно.

Процентное содержание семян наиболее ценной фракции крючковидной формы значительно варьирует от 38 % у сорта 'Golden Emperor', до 76% у сорта 'Pacific Beauty Orange'. При этом высоким процентом содержания крючковидной формы в соцветии считали образование данной фракции свыше 70% от общего количества семян в соцветии, а за низкие показатели содержания крючковидной фракции принимали значения до 45% (рис. 1).

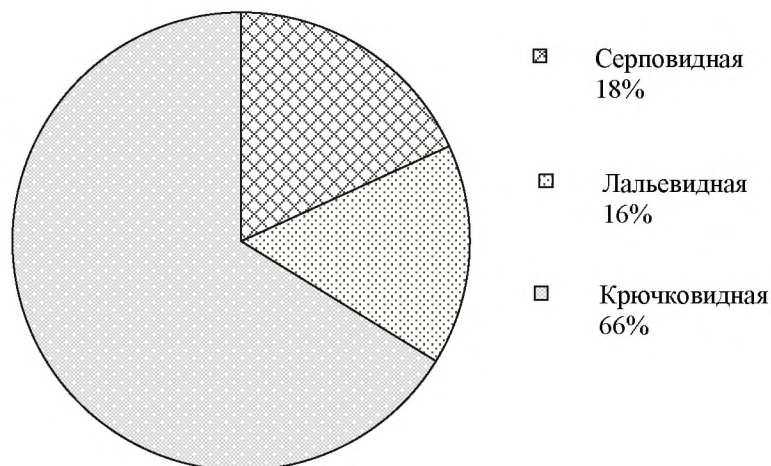


Рис. 1 Среднее процентное соотношение различных фракций в общем количестве семян изученных сортов *Calendula officinalis* L.

Среди изученных образцов максимальное содержание семян крючководной фракции наблюдалось у сортов календулы 'Новый Стил', 'Geisha', 'Снежная Королева', 'Pacific Beauty Apricot', 'Pacific Beauty Orange' – от 56 до 76%.

Минимальным процентом содержания крючководной фракции, как в центральных, так и боковых соцветиях характеризовался сорт 'Fiesta Gitana'.

Семенная продуктивность является одним из основных компонентов урожая семян и определяется плодovitостью отдельной особи, в связи с чем, важным показателем является реальная семенная продуктивность (РСП).

Наиболее высокими показателями РСП отличаются сорта 'Горная дорожка', 'Модница' и 'Желтый Хулиган'. Минимальная РСП установлена у сортов 'Geisha', 'Golden Emperor', 'Art Shades' (рис. 2).

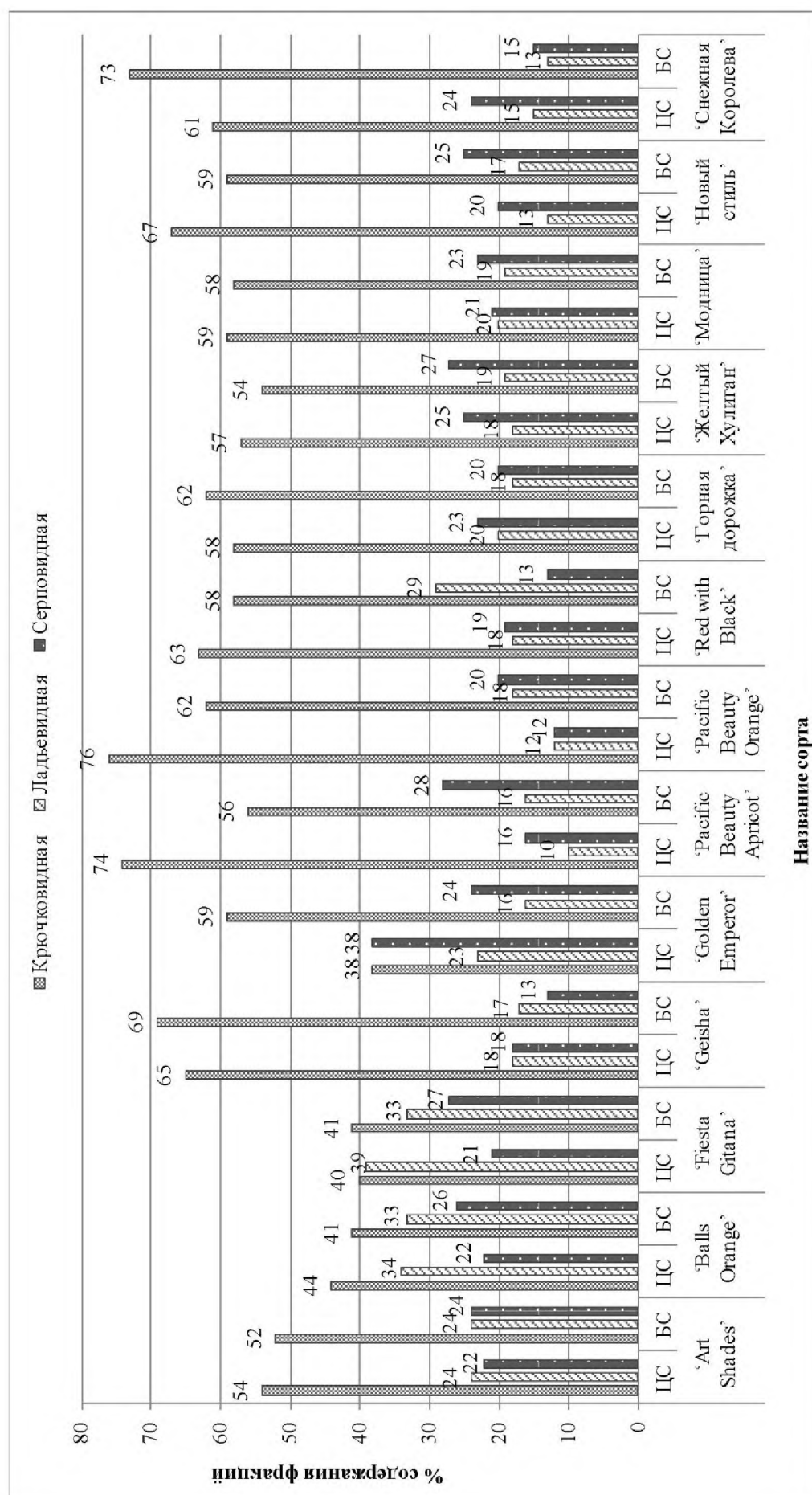


Рис. 2 Средние значения процентного распределения различных фракций семян в центральных и боковых корешках сортов *Calendula officinalis* L. за 2019-2020 гг. (ЦС – центральное соцветие; БС – боковые соцветия)

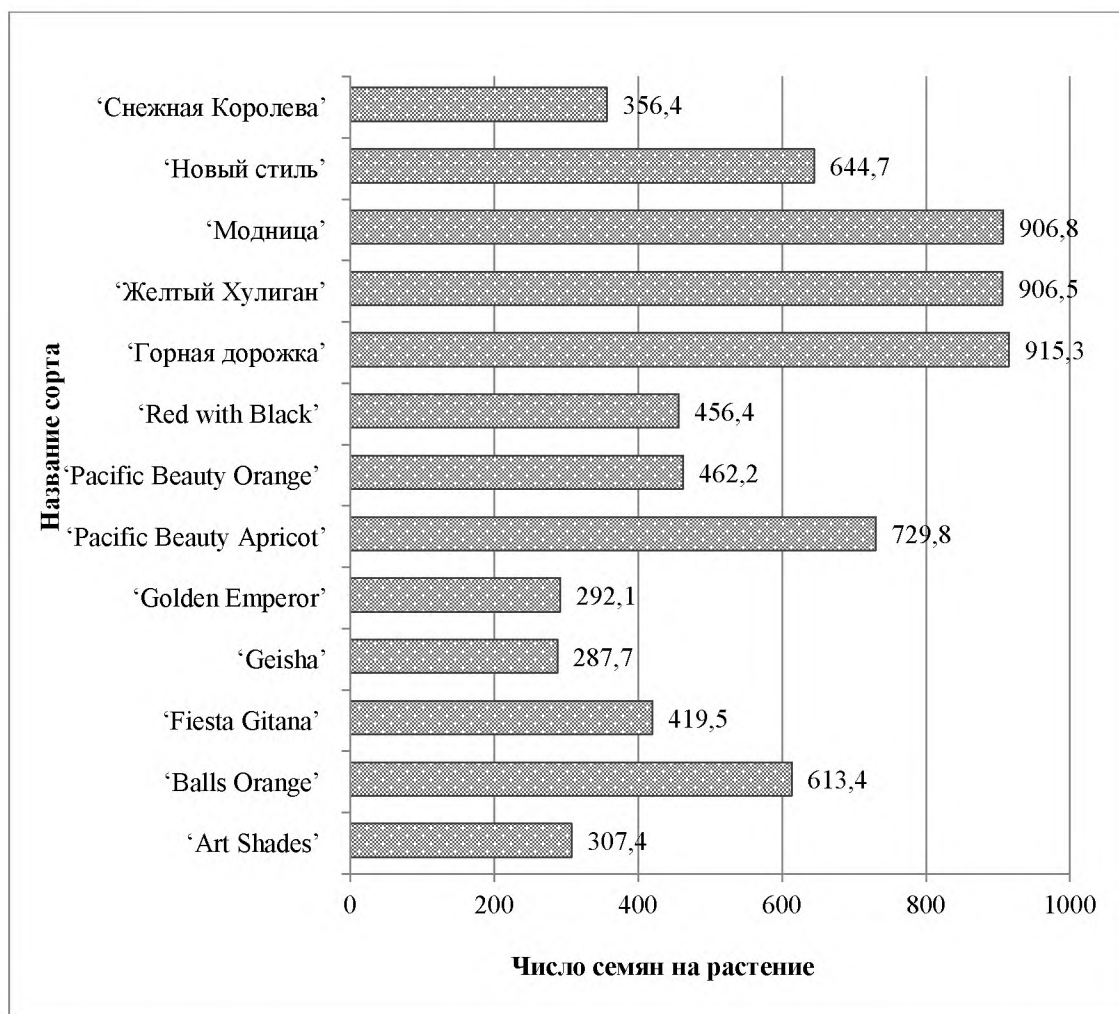


Рис. 3 Средняя реальная семенная продуктивность одной особи сортов *Calendula officinalis* L. за 2019-2020 гг.

Наиболее высокие показатели массы 1000 семян исследуемых сортов выявлены у ладьевидной и серповидной фракций – от 11,2 до 21,5 г (рис. 3, 4).

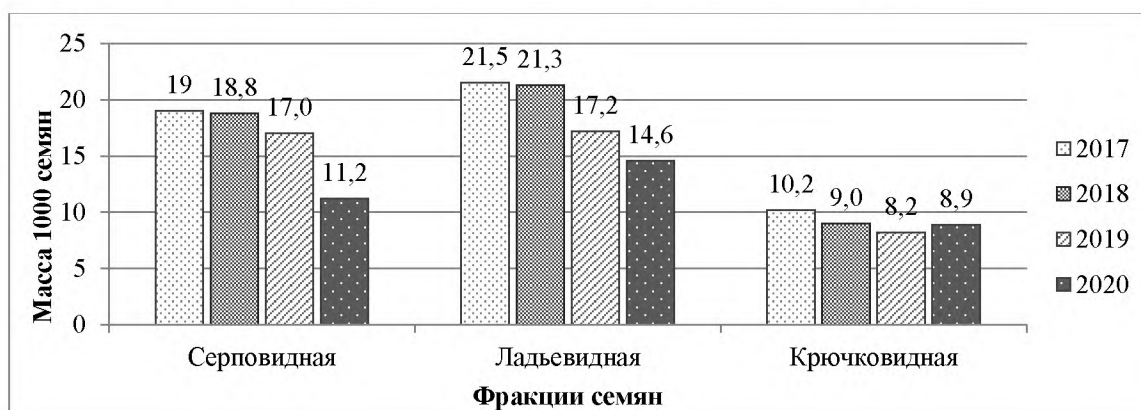


Рис. 4 Изменчивость массы 1000 семян разных фракций *Calendula officinalis* L. ‘Горная Дорожка’ за период 2017-2020 гг

Масса семян крючководной фракции значительно меньше и варьирует у разных сортов от 7,4 г (‘Новый стиль’) до 10,2 г (‘Fiesta Gitana’, ‘Желтый хулиган’).

На примере сорта *C. officinalis* 'Горная дорожка' установлена тенденция изменения массы 1000 семян в зависимости от гидротермических условий вегетационного периода (см. рис. 4).

Установлена сортоспецифичность по показателю массы семян различных фракций (табл. 1).

Таблица 1

Суммы активных температур и гидротермического коэффициента за период исследований

Показатели	Год			
	2017	2018	2019	2020
$\sum t > 10^{\circ}\text{C}$	2007,2	1978,0	2101,0	2340,2
ГТК	1,37	1,04	0,74	1,21
$t_{\text{ср}}^{\circ}\text{C}$ июнь	18,7	19,1	15,7	15,6
$t_{\text{ср}}^{\circ}\text{C}$ июль	18,1	17,6	18,9	18,8
$t_{\text{ср}}^{\circ}\text{C}$ август	16,2	15,6	17,6	18,2
$t_{\text{ср}}^{\circ}\text{C}$ сентябрь	7,7	10,3	10,2	10,2

Семена крючковидной фракции, среди других, оказались самыми легкими и их максимальные значения массы 1000 шт. составили 10,2 г у сортов 'Fiesta Gitana' и 'Желтый Хулиган', а минимальные - 7,4 г и 7,8 г у сортов 'Новый стиль' и 'Art Shades' соответственно (рис. 5).

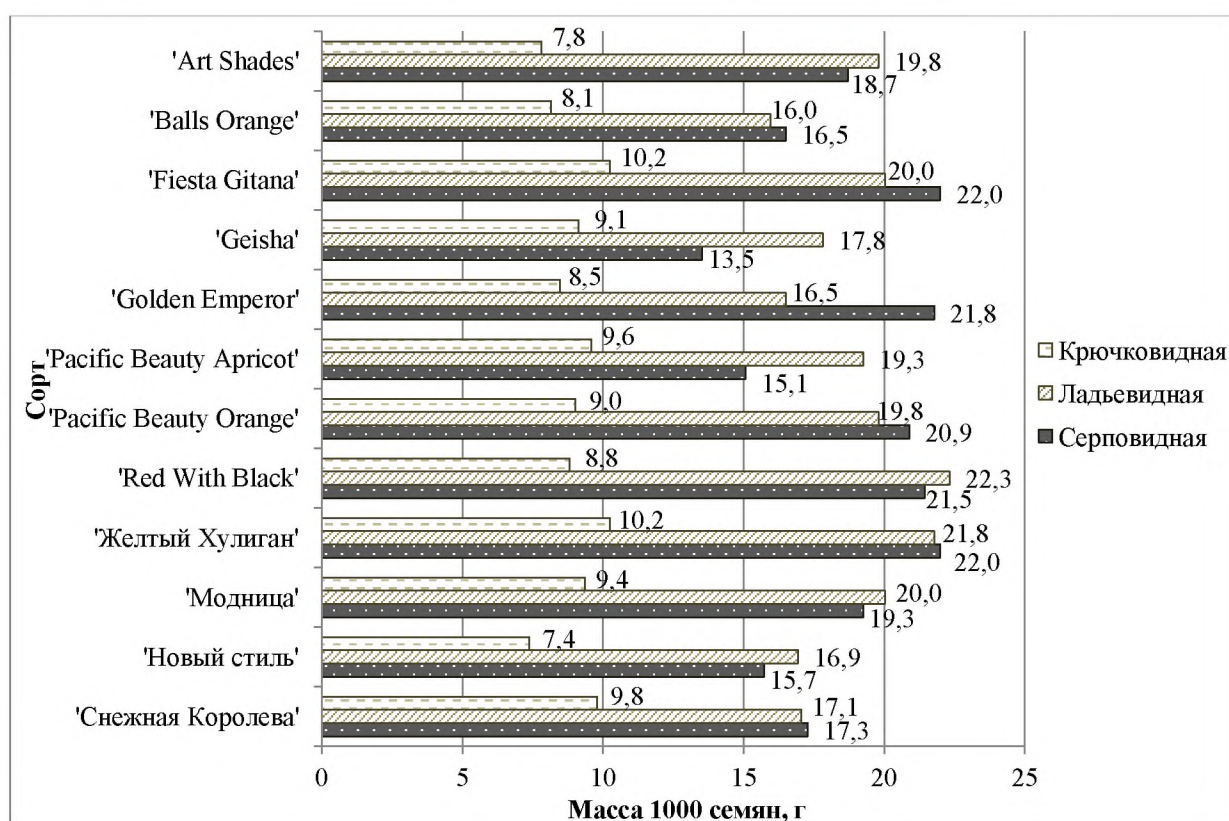


Рис. 5 Масса 1000 семян разных фракций сортов *Calendula officinalis* L. (2019-2020 гг.)

Наиболее высокие значения массы 1000 семян серповидной фракции отмечаются у сортов 'Желтый Хулиган', 'Fiesta Gitana', 'Golden Emperor', 'Red with Black' и 'Pacific

'Beauty Orange', варьируя от 20,9 до 22,0 г, а наиболее легкие семена у сортов 'Geisha', 'Pacific Beauty Apricot', 'Новый Стил' – от 13,5 до 15,7 г.

Максимальные показатели массы 1000 семян ладьевидной фракции выявлены у сортов 'Желтый Хулиган' и 'Red with Black' (21,8 и 22,3 г, соответственно), минимальные – у сорта 'Balls Orange' (16,0 г).

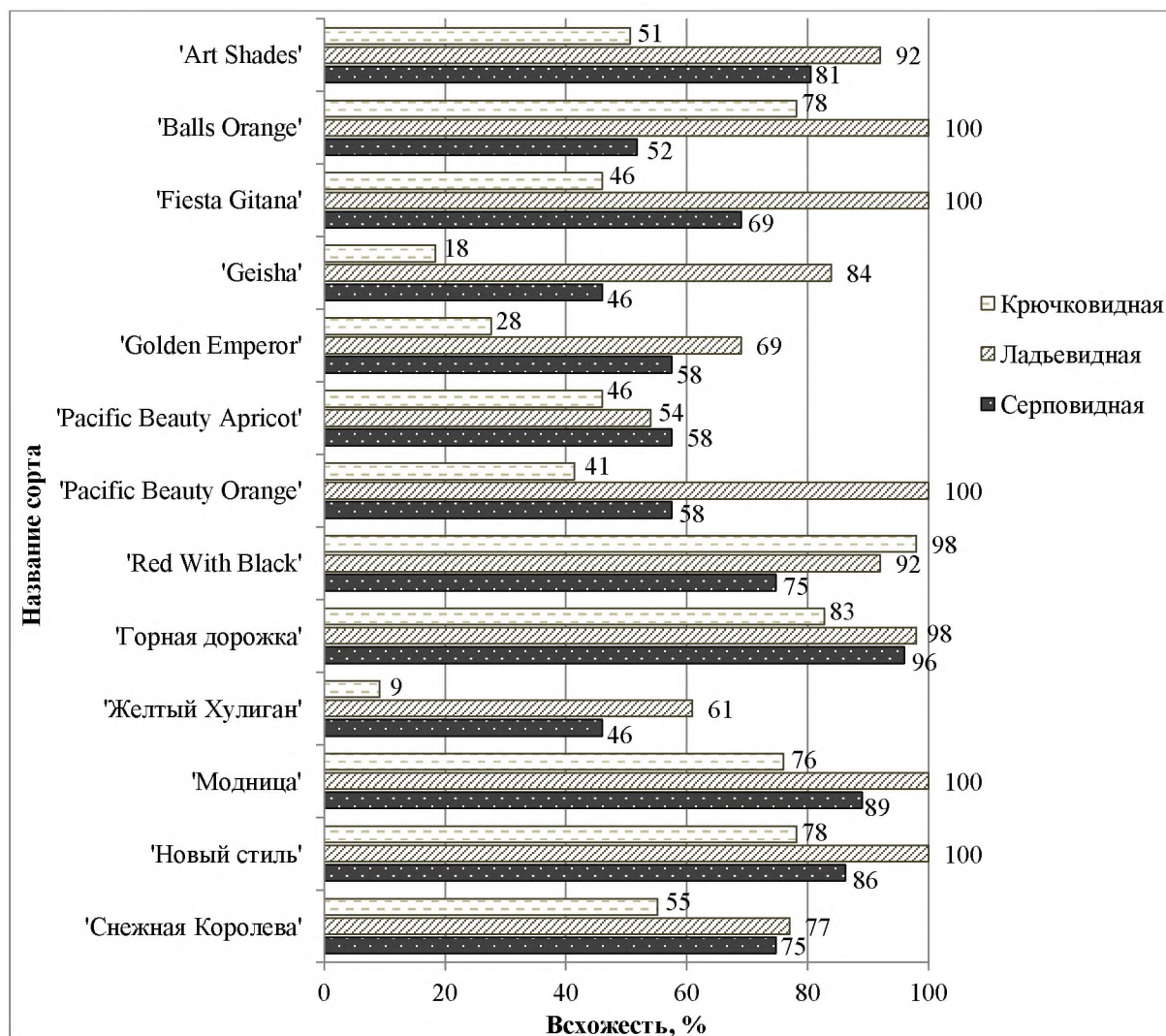


Рис. 6 Средние значения лабораторной всхожести различных фракций семян сортов *Calendula officinalis* L. за 2019-2020 гг.

Сортовая специфичность свойственна и показателям лабораторной всхожести семян, при этом самыми высокими показателями всхожести большинства исследованных сортов характеризуются семена ладьевидной фракции (от 54 до 100%). Наиболее низкие значения установлены, в основном, для семян крючковидной фракции, всхожесть которых значительно варьирует от 9 до 98% у различных сортов.

Наиболее высокие показатели лабораторной всхожести семян ладьевидной фракции *C. officinalis* (98-100%) были выявлены у сортов 'Balls Orange', 'Fiesta Gitana', 'Pacific Beauty Orange', 'Модница', 'Новый стил', 'Горная дорожка', 'Red with Black'. Минимальным значением характеризуется сорт 'Pacific Beauty Apricot' – 54%.

Наиболее высокие значения лабораторной всхожести семян серповидной фракции *C. officinalis* установлены у сортов: 'Art Shades', 'Модница', 'Новый стил',

'Горная дорожка' (81-96%), минимальные – у культиваров 'Geisha' и 'Желтый Хулиган' (от 46%).

Наиболее высокими показателями лабораторной всхожести семян крючковидной фракции характеризовались сорта 'Red with Black', 'Горная дорожка', 'Balls Orange', 'Новый стиль', 'Модница' (76-98%), наиболее низкими – 'Желтый Хулиган', 'Geisha', 'Golden Emperor' (9-28%).

Всхожесть семян зависит от метеорологических условий вегетационного периода. При более благоприятных условиях семена крючковидной фракции ряда сортов успевают сформироваться и по своим показателям не уступают остальным фракциям.

Для определения сроков хранения семян изучали их всхожесть на примере наиболее перспективного сорта 'Горная Дорожка' в течение 2017-2020 гг.

Семена различных сортов *C. officinalis* при хранении в комнатных условиях (при $t^{\circ}=22^{\circ}\text{C}$) на 4 год существенно снижают посевные качества, что может быть связано с накоплением в диаспорах растений грибной инфекции. Так, всхожесть семян сорта 'Горная Дорожка' на 3-й год уже не соответствовала требованиям ГОСТа, а на 4-й год составляла всего 6-10% (рис. 7).

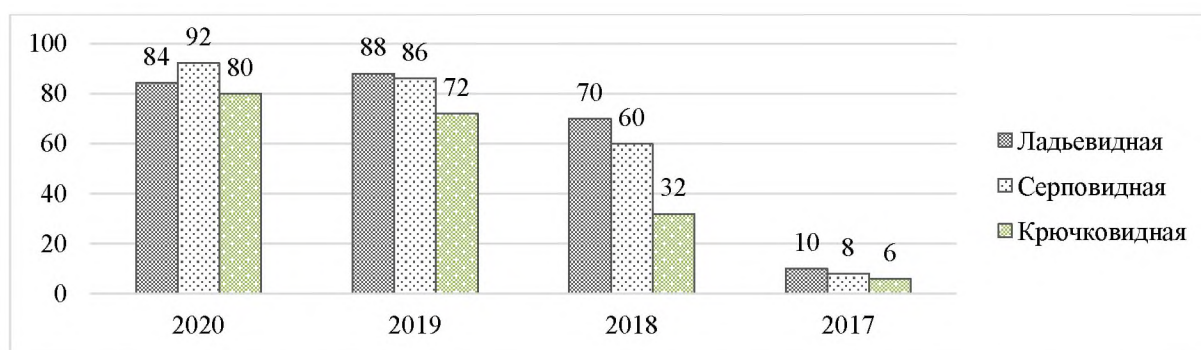


Рис. 7 Динамика изменчивости всхожести разных фракций семян *Calendula officinalis* 'Горная Дорожка' за 2017-2020 гг., при хранении в комнатных условиях (при $t^{\circ}=22^{\circ}\text{C}$)

Выводы

Высоким потенциалом генеративного размножения по показателям семенной продуктивности и всхожести семян обладают сорта календулы лекарственной 'Горная дорожка', 'Модница', 'Новый стиль' со средними показателями всхожести семян 78-82%. В меньшей степени сорта 'Red with Black' и 'Bolls Orange'. Сорт 'Желтый Хулиган' характеризовался высокой реальной семенной продуктивностью (788,3 семян на особь), однако всхожесть семян оказалась крайне низкой – в среднем 34%.

Наиболее высокими показателями лабораторной всхожести отличаются семена ладьевидной фракции – в среднем 81%, максимальные значения – 100%, минимальные показатели установлены у семян крючковидной фракции (в среднем 48%). Средняя лабораторная всхожесть семян серповидной фракции составила 59%. Наиболее высокими показателями лабораторной всхожести не зависимо от фракций обладают сорта 'Модница' и 'Новый стиль'.

Таким образом, наиболее низкой всхожестью отличаются семена крючковидной фракции, однако при благоприятных условиях данные показатели различных фракций семян, варьируют незначительно.

Хранение семян *C. officinalis* в комнатных условиях приводит к ежегодной потере всхожести семян, достигая критического показателя на 4-й (6-19%)

Список литературы

1. Баландина И.А., Ермакова В.А. Лекарственные растения / под общ. ред. Н.И. Гринкевич. – М.: Высш. шк., 1991. – 398 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 516 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.
4. Зайцев Г.Н. Методики биометрических расчетов. – М.: Высшая школа, 1973. – 270 с.
5. Злобин Ю.А. Потенциальная семенная продуктивность // Эмбриология цветковых растений. – СПб: Мир и семья, 2000. – Т. 3. – С. 258-260.
6. Календула в народной медицине и в ландшафте сада. Агространа – Электрон. дан. – [Б. м.], 2013. – [Электронный ресурс] – URL: <https://agrostrana.ru/wiki/268>
7. Костылев Д.А. Формирование урожая календулы в зависимости от площади питания в условиях южной лесостепи республики Башкортостан: автореф. дисс... кандидата с.-х. наук. – Уфа, 2000. – 18 с.
8. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармац. вузов. – Изд. 2-ое, перераб. и доп. – Самара: Офорт, 2007. – 1239 с.
9. Методические указания по семеноведению интродуцентов / под ред. Н.В. Цицина. – М.: Наука, 1980. – 64 с.
10. Николаева М.Г., Поздова Л.М., Лязгунова И.В. Биология семян. – СПб.: НИИ химии СПб ГУ. – 1999. – 232 с.
11. Полуденный Л.В., Хлатцев Е.Е., Сотник В.Ф. Возделывание лекарственных и эфирномасличных культур: учебник. – М.: Колос, 1979. – С. 143-14.
12. Флора европейской части СССР, том VII. / отв. ред. и ред. тома Н.Н. Цвелев. – СПб.: Наука, 1994. – 317 с.
13. ФС.2.5.0030.15 Ноготков лекарственных цветки // Фармакопее.рф. – Электрон. Дан. – [Б. м.], 2015. – [Электронный ресурс] – URL: <https://pharmacopoeia.ru/fs-2-5-0030-15-nogotkov-lekarstvennyh-tsvetki>

Статья поступила в редакцию 14.02.2022 г.

Shmakova G.A., Belyaeva T.N. Comparative assessment of the seed propagation of different cultivars of *Calendula officinalis* L. in the southern taiga of Western Siberia // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. - 2022. - № 143. - P. 29-37

The subject of the study is the seed productivity and germination of achenes of the ornamental and medicinal plant *Calendula officinalis* L. The object of the study was 14 cultivars of *C. officinalis* L. The study used traditional methods for researching the characteristics of seed propagation, phenological studies. Some aspects of seed productivity and the influence of heterocarpy on the sowing qualities of achenes of the studied cultivars of *C. officinalis* L. are considered. The period of phases of mass flowering and seed ripening in the conditions of the southern taiga of Western Siberia is established. The percentage ratio of the formation of different fractions of *C. officinalis* L. seeds was determined. Variety specificity was established in terms of the mass of achenes of various fractions. As a result of the study, cultivars of *C. officinalis* L. with a high potential for generative reproduction in terms of seed productivity and viability of achenes were identified.

Key words: *Calendula officinalis* L.; medicinal plants; ornamental plants; heterocarpy seed; seed production; laboratory germination of seeds