DOI: 10.31677/2072-6724-2023-68-3-54-65
УДК 631.53.01:582.776.6 : 581.151

ИЗМЕНЧИВОСТЬ РЕПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ СЕМЯН *CLARKIA AMOENA* (LEHM.) A. NELSON & J.F. MACBR.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА ХРАНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ *EX SITU*

Е.В. Королева, специалист ландшафтного центра
Новосибирский государственный аграрный университет,
Новосибирск, Россия
E-mail: coroleva-nsk@yandex.ru

Ключевые слова: *Clarkia amoena*, жизнеспособность, энергия прорастания, масса 1000 семян, долговечность семян, срок хранения, разнокачественность семян, *ex situ,* корреляция, регрессионный анализ.

Реферат. Представлены результаты оценки репродуктивных качеств семян Clarkia amoena Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr.) при хранении в лабораторных условиях (температура 20–22 о С). Семена хранились в лабораторном шкафу в бумажных пакетах в течение 8 лет. Образцы семян были выделены из коробочек разной степени зрелости (открытых и закрытых) и разного местоположения на материнском растении (побеги разных порядков). Было выделено три группы по местоположению на материнском растении: 1) 64 образца семян, сформированных на главном стебле (побег первого порядка); 2) 64 образца семян, сформированных на побегах второго порядка; 3) 64 образца семян, сформированных на побегах третьего порядка и две группы по степени зрелости плодов: открытые и закрытые коробочки. Всего – 192 образца семян. Определение качества семян проводили ежегодно, в апреле, согласно ГОСТ 24933.0-81 на семена цветочных культур. Исходная лабораторная всхожесть семян варьировала от 69 % у образцов семян, выделенных из закрытых коробочек с побегов третьего порядка, до 97 % у образцов семян, взятых из открытых коробочек главного стебля, и уменьшалась с увеличением периода хранения семян при линейном уравнении регрессии У = 7,673–0,064 х, где У – срок хранения, Х – всхожесть семян. Масса 1000 семян за 8 лет хранения снизилась у образцов с главного стебля на 37,2 % из открытых коробочек и на 30,3% – из закрытых; с побегов второго порядка – на 43,6 и 46,8; с побегов третьего порядка – на 46,1 и 50,9 % соответственно. В среднем для всех образцов, масса 1000 семян за 8 лет хранения уменьшилась на 0,2 г. В результате проведенного регрессионного и корреляционного анализа (коэффициент Пирсона) были определены достоверные отрицательные зависимости влияния срока хранения на энергию прорастания семян (r = – 0,849), всхожесть (r = – 0,853) и массу 1000 семян (r = – 0,790). Сильная положителльная корреляция наблюдалась между массой и жизнеспособностью семян (r = 0,886). За 8 лет хранения семена с главного стебля снизили всхожесть до 18–23 %, что на 78–74 % ниже первоначальной, с побегов второго порядка – еще вдвое, а семена с побегов третьего порядка полностью утратили жизнеспособность. Была построена многомерная модель взаимодействия факторов: срока хранения и порядка побега на жизнеспособность семян в условиях ex-situ, которая наглядно подтвердила, что жизнеспособность семян Clarkia amoena сохраняется в течение 4–5 лет.

VARIABILITY OF REPRODUCTIVE SEED QUALITY IN *CLARKIA AMOENA* (LEHM.) A. NELSON & J.F. MACBR)) DEPENDING ON STORAGE DURATION UNDER *EX SITU* CONDITIONS

E.V. Koroleva, Landscape Center Specialist
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia
E-mail: coroleva-nsk@yandex.ru

Keywords: *Clarkia amoena,* viability, germination energy, 1000-seed mass, seed longevity, storage duration, seed heterogeneity, *ex situ*, correlation, regression analysis.

Abstract. This paper presents the results of assessing the reproductive seed quality of Clarkia amoena (Lehm) A. Nelson & J.F. Macbr) seeds during storage under laboratory conditions (temperature 20–22°C). The seeds were stored in paper bags for eight years. The authors selected seed samples from pods of varying degrees of maturity (open and closed) and different positions on the mother plant (branches of other orders). The authors set up three groups based on their location on the mother plant: 1) Sixty-four seed samples were formed on the main stem (first-order branches); 2) Sixty-four seed samples were created on second-order branches; 3) Sixty-four seed samples

were created on third-order branches and two groups based on fruit maturity: open and closed pods. In total, 192 seed samples were evaluated. Seed quality assessment was conducted annually in April, following GOST 24933.0-81 standards for flower crop seeds. The initial laboratory germination of seeds ranged from 69% for samples taken from closed pods on third-order branches to 97% for samples taken from open pods on the main stem. It decreased with an increase in the seed storage period according to a linear regression equation: Y = 7.673–0.064X, where Y is the storage duration, and X is the seed germination rate. Over eight years of storage, the 1000-seed mass decreased by 37.2% for samples from the main stem's open pods and 30.3% for samples from closed pods, by 43.6% and 46.8% for second-order branches, and by 46.1% and 50.9% for third-order extensions, respectively. On average, the 1000-seed mass decreased by 0.2 g for all samples over eight years of storage. Regression and correlation analyses (Pearson's coefficient) revealed significant negative relationships between storage duration and seed germination energy (r = –0.849), germination rate (r = –0.853), and 1000-seed mass (r = –0.790). A strong positive correlation was observed between seed mass and viability (r = 0.886). Over eight years of storage, seeds from the main stem lost their germination rate to 18–23%, significantly lower than the initial rate. In contrast, second-order branch seeds decreased by half, and roots from third-order branches completely lost viability. A multidimensional model of the interaction of factors—storage duration and branch order—on seed viability under ex-situ conditions was constructed, demonstrating that the overall viability of Clarkia amoena seeds is maintained for 4–5 years.

Семена – это репродуктивная основа сохранения биологического разнообразия [1]. Адаптивная способность видов к выживанию в резко изменяющихся климатических условиях в сторону потепления климата зависит от долговременно сохраняющихся банков семян [2]. Автор полностью поддерживает мнение К. Г. Ткаченко о влиянии на качество семян «степени их сформированности, или “зрелости (полнозёрности)”, которая зависит от календарных сроков цветения растений и условий для опыления (наличия опылителей), климатических условий конкретного года, региона произрастания, агрофона и обеспеченности элементами питания в период формирования генеративных диаспор» [3].

На репродуктивные качества семян кларкии прелестной (*C. amoena* (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr.) сильно влияют климатические факторы в момент оплодотворения и формирования диаспор на материнском растении, а также условия и период хранения.

Кларкия прелестная (C. amoena) – декоративно-цветущее однолетнее травянистое растение из семейства Onagraceae, родина которого - западная часть Северной Америки, введено в культуру в 1838 г. [6]. Она отличается множеством форм и окрасок, продолжительным и обильным цветением, длительным распусканием бутонов в срезке, а также устойчивостью к заморозкам до -3 ºС, что делает этот вид перспективным для использования в цветочном оформлении урбанистических территорий юга Западной Сибири, а также для промышленного цветоводства и фитодизайна.

В предыдущем исследовании мы выяснили, что для формирования зрелых семян *C. amoena* сорта Малиновая чаша, обладающих высокими репродуктивными качествами, на юге Западной Сибири самые благоприятные условия складывались в календарный период с 20 июля по 10 августа, когда среднесуточная температура воздуха не опускалась ниже 19,5 ºС, было умеренно влажно (ГТК 1,0) и сумма активных температур выше 15 ºС составляла 398 ºС [7]. Репродуктивные качества семян оценивались нами с позиции жизнеспособности, основным общепринятым параметром которой является способность к прорастанию, или всхожесть [8].

Сорт кларкии прелестной Малиновая чаша (представитель рода *Clarkia* Pursh, в настоящее время включен в реестр селекционных достижений) отличается высокими декоративными качествами, продолжительным периодом декоративности (60–75 дней), холодостойкостью и способностью длительно храниться (до 10–14 дней) и распускать бутоны в срезке. Растения имеют высоту 30–40 см, используются для оформления различных цветников, рабаток, групп, мавританских газонов, миксбордеров, также подходят для контейнеров и срезки [9].

Для развития промышленного цветоводства и садоводства необходим семенной материал однолетних цветочных растений с высокими сортовыми и посевными качествами, выращенный в своем регионе [10]. На российский рынок часто поступают низкосортные, некондиционные семена без документов, неизвестного происхождения и срока годности [11]. Имеющиеся в литературе данные по жизнеспособности семян кларкии прелестной сильно разнятся: 1–2 года [12]; 2 года [13,14]; 2–3 года [15]; 3–5 лет [16]. Семена, как регенеративные единицы видов растений демонстрируют различия по срокам жизнеспособности, характеризующим устойчивость вида в естественных условиях, но их корреляции с другими биометрическими показателями остаются малоизученными. Поэтому для сохранения генофонда *C. amoena* в условиях *ex situ* была поставлена цель – оце-

нить жизнеспособности семян в зависимости от срока хранения, порядка побега, степени зрелости коробочки и массы семян.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Репродуктивные качества семян C. amoena с учетом разнокачественности происхождения на материнском растении изучали в течение 8 лет, используя методики Л.Л. Еременко [17], Р.Е. Левиной [18], И.В. Вайнагий [19] и методические указания по семеноведению интродуцентов [20]. В исследование были включены семена 2010 г. отбора кларкии прелестной с малиновой окраской цветков от светлых до насыщенных пурпурных оттенков со светлой каймой по краю и основанию лепестка, который был зарегистрирован в Госсортокомиссии РФ в 2021 г. под названием Малиновая чаша [7]. Место репродуцирования семян – учебно-производственное хозяйство «Сад мичуринцев» Новосибирского государственного аграрного университета (55.0312880° с.ш., 82.9903190° в.д.). Определяли всхожесть семян с побегов разных порядков (топографическая разнокачественность) и с учетом разной степени созревания плодов и семян (матуральная разнокачественность) [6]. Было выделено три группы по местоположению на материнском растении: первая – 64 образца семян, сформированных на главном стебле (побег первого порядка); вторая – 64 образца семян, сформированных на побегах второго порядка; третья – 64 образца семян, сформированных на побегах третьего порядка, и две группы по степени зрелости плодов: семена выделенные из открытых (зрелых) и закрытых коробочек. Всего – 192 образца семян.

Для определения срока сохранения репродуктивной способности семян кларкии прелестной мы использовали режим хранения в условиях лаборатории (при температуре 20–22°С) в бумажных пакетах. Мониторинг за сохранением репродуктивных качеств семян выделенных нами групп с учетом их местоположения на материнском растении и степени зрелости плодов проводили ежегодно в течение 8 лет в один и тот же период – в апреле, не ранее чем через 6 месяцев хранения. Определение всех показателей репродуктивных качеств семян выполнено в четырех повторениях. Жизнеспособность семян учитывали по количеству живых семян, дающих нормально-развитые проростки, выраженному в процентах [21]. Исходные показатели жизнеспособности были равны показателям через 6 месяцев хранения и поэтому учитывались по первому году хранения. Пробы закладывали в чашки Петри по 100 шт. семян с побегов первого и второго порядков и по 50 семян с побегов третьего порядка между слоями увлажненной дистиллированной водой фильтровальной бумаги. Проращивали семена в термостате при температуре 20 ºС. Энергию прорастания определяли на 5-е, а всхожесть – на 10-е в соответствии с ГОСТ 24933.0-81 на семена цветочных культур [22]. Мы согласны с учеными Г.Н. Алексейчук и Н.А. Ламан в том, что энергия прорастания семян является характеристикой дружности прорастания семян, т.е. «количество семян, нормально проросших за более короткий срок, установленный для каждой культуры» [8]. Массу 1000 шт. семян определяли согласно международным правилам определения качества семян [23]. Были проведены регрессионный и двухфакторный дисперсионный анализы данных на базе программного обеспечения Minitab. Для определения корреляционных связей использовался коэффициент корреляции Пирсона.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для сохранения репродуктивных качеств семян важное значение имеет местоположение соцветия на материнском растении (топографическая неоднородность), а также степень зрелости плода (матуральная неоднородность). Семена с главного стебля (побега первого порядка) обладали наиболее высокими продуктивными свойствами и жизнеспособностью в течение длительного периода хранения (табл. 1).

Репродуктивные качества семян C. amoena (энергия прорастания и всхожесть) с увеличением периода хранения снижаются на всех порядках побегов. Энергия прорастания семян или дружность всходов кларкии прелестной в условиях ex situ как из открытых, так и из закрытых коробочек имеет тенденцию к снижению (рис. 1).

Таблица 1

Влияние срока хранения семян на репродуктивные качества

(средние значения по 4 повторностям)

Influence of seed storage duration on reproductive quality (average values over four replicates)

Порядок побега, зрелость плода	Показатель	Срок хранения, семян, лет							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Главный стебель, открытые коробочки	Энергия прорастания, %	85	83	76	68	55	31	16	10
	Всхожесть, %	97	93	88	74	65	45	40	23
	Масса 1000 шт, г	0,572	0,532	0,480	0,459	0,451	0,435	0,405	0,359
Главный стебель, закрытые коробочки	Энергия прорастания, %	80	78	73	59	49	29	14	8
	Всхожесть, %	96	90	89	76	63	45	38	18
	Масса 1000 шт, г	0,518	0,487	0,481	0,453	0,447	0,415	0,386	0,361
Побеги второго порядка, открытые коробочки	Энергия прорастания, %	75	73	69	39	44	28	11	7
	Всхожесть, %	92	89	83	65	59	34	24	12
	Масса 1000 шт, г	0,493	0,458	0,464	0,450	0,444	0,411	0,355	0,278
Побеги второго порядка, закрытые коробочки	Энергия прорастания, %	73	70	55	42	29	18	10	6
	Всхожесть, %	89	85	66	62	46	28	21	11
	Масса 1000 шт, г	0,485	0,433	0,440	0,434	0,427	0,400	0,356	0,258
Побеги третьего порядка, открытые коробочки	Энергия прорастания, %	65	60	25	10	9	9	9	0
	Всхожесть, %	75	70	55	24	23	17	15	3
	Масса 1000 шт, г	0,449	0,451	0,453	0,440	0,315	0,285	0,268	0,242
Побеги третьего порядка, закрытые коробочки	Энергия прорастания, %	62	55	24	10	8	8	0	0
	Всхожесть, %	69	65	52	21	18	17	16	0
	Масса 1000 шт, г	0,446	0,445	0,442	0,397	0,291	0,261	0,259	0,219
Среднее значения за год (n=24)									
Энергия прорастания		74 ± 9,9* (67,9; 80,2)	70 ± 10,5 (63,8; 75,9)	54 ± 22,2 (47,7; 59,9)	37 ± 23,5 (31,3; 43,5)	32 ± 19,7 (25,9; 38,2)	17 ± 10,9 (10,4; 22,6)	10 ± 6,4 (3,9; 16,1)	5 ± 5,8 (-1,0; 11,1)
Всхожесть		86 ± 10,5 (79,4; 92,1)	82 ± 10,9 (75,9 ; 88,5)	72 ± 15,7 (65,8; 78,5)	53 ± 24,6 (46,8; 59,5)	44 ± 21,7 (37,6; 50,3)	25 ± 14,3 (18,2; 30,8)	26 ± 11,4 (19,2; 31,9)	11 ± 9,4 (4,6; 17,3)
Масса 1000 семян		0,494 ± 0,05 (0,47; 0,51)	0,469 ± 0,03 (0,45; 0,49)	0,459 ± 0,02 (0,44; 0,48)	0,439 ± 0,02 (0,42; 0,46)	0,396 ± 0,06 (0,37; 0,42)	0,368 ± 0,07 (0,35; 0,39)	0,338 ± 0,06 (0,32; 0,36)	0,286 ± 0,06 (0,26; 0,31)

* Среднее значение ± стандартное отклонение, в скобках– доверительный интервал (95 % CI).

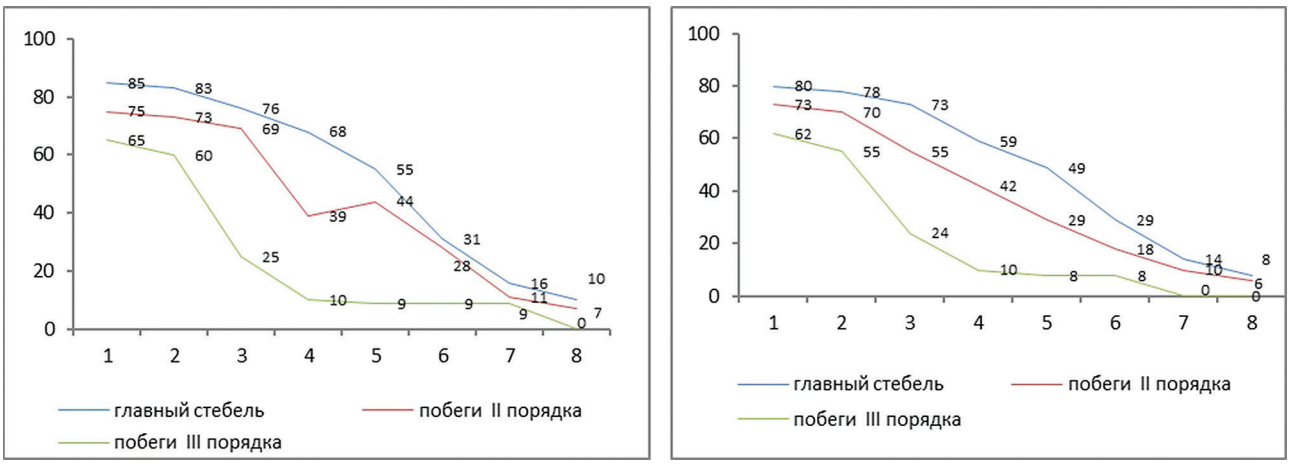


Рис. 1. Динамика энергии прорастания семян *Clarkia amoena* в зависимости от срока хранения: а) из открытых коробочек; б) из закрытых коробочек

Dynamics of germination energy of *Clarkia amoena* seeds depending on storage duration: a) from open pods; b) from closed pods

У семян из открытых коробочек на 8-й год хранения энергия прорастания снижается: на главном стебле на 75 %, на побегах второго порядка – на 68 %, а на побегах третьего порядка теряется полностью. Дружность прорастания в условиях ex situ сохраняется: на главном стебле на уровне 55 % до 5 лет хранения, на 6-й год снижается до 31 % и через 8 лет становится низкой – 10 %; на побегах второго порядка на 5-й год хранения энергия прорастания составляет 44 % , что ниже на 11 %, чем на главном стебле, и выше на 35 %, чем на побегах третьего порядка, на шестой год она снижается на 16 % и через 8 лет становится очень низкой – 7 %, что ниже на 68 % от исходной; на побегах третьего порядка дружность прорастания становится значительно ниже – 25 % уже через 3 года хранения, а с 4-го по 7-й годы хранения держится на примерно одинаковом низком уровне – 9 % и к 8-му году хранения полностью теряется.

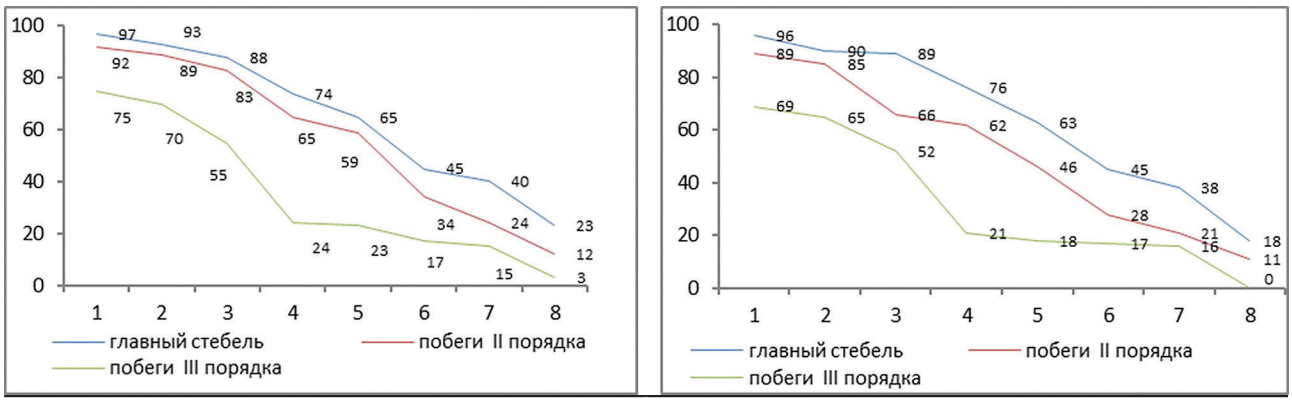
Семена из закрытых коробочек имеют схожий график снижения энергии прорастания семян на побегах: на главном стебле через 8 лет хранения она снижается на 72 %, на побегах второго порядка – на 67 %, а на побегах третьего порядка энергия прорастания теряется уже на 7-й год хранения. Дружность прорастания на пятый год хранения семян сохраняется на уровне 49 % на главном стебле, что ниже исходного значения на 31 %, на побегах второго порядка уменьшается на 44 % и составляет 29 %, а самые низкие значения – 8 % наблюдались на побегах третьего порядка, где скорость прорастания снижается на 54 %.

Общий показатель дружности прорастания семян всех образцов *C. amoena* за 5 лет хранения снизился на 42 % и составил 32 %, а за 8 лет хранения – на 69 % и составил 5 %.

Всхожесть семян *C. amoena* в условиях ex situ с течением времени хранения семян также снижается на всех порядках побегов (рис. 2).

Удельный вес жизнеспособных семян кларкии, собранных из открытых коробочек с главных соцветий, через 5 лет хранения снизился на 32 %, а через 8 лет – на 74 %. Похожая тенденция наблюдалась у семян, собранных из открытых коробочек с побегов второго и третьего порядка, – всхожесть через 5 лет хранения снизилась на 33 и 55 %, а через 8 лет хранения – на 80 и 72 % соответственно.

Исходная всхожесть семян, собранных из закрытых коробочек, была незначительно ниже, чем из открытых. Так, на главном стебле доля жизнеспособных семян через 5 лет хранения снизилась на 33 %, через 8 лет хранения – на 78 %; на побегах второго порядка всхожесть через 5 лет уменьшилась на 43 %, через 8 лет – на 78 %; на побегах третьего порядка через 5 лет была ниже на 52 %, а через 8 лет жизнеспособность семян была полностью утеряна.



а б

Рис. 2. Динамика всхожести семян *Clarkia amoena* на побегах разных порядков в зависимости от срока хранения: а) из открытых коробочек; б) из закрытых коробочек.

Germination rate dynamics of *Clarkia amoena* seeds on branches of different orders depending on storage duration: a) from open pods; b) from closed pods

Обобщенный показатель жизнеспособности семян за 5 лет хранения снизился на 42 %, а через 8 лет хранения – на 75 % и составил 11 % (рис. 3).

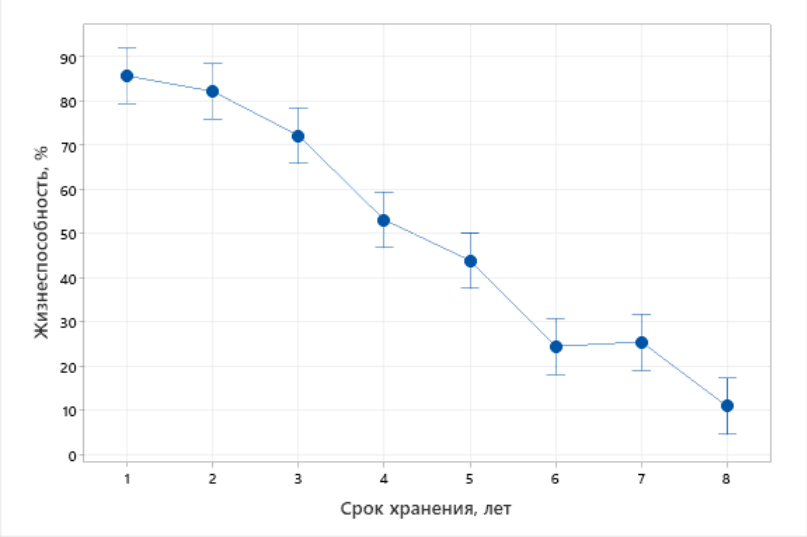


Рис. 3. Динамика общей жизнеспособности семян *Clarkia amoena* в зависимости от срока хранения (для расчета интервалов использовалось стандартное отклонение – доверительный интервал 95 %)

Total viability dynamics of *Clarkia amoena* seeds depending on storage duration (95% confidence intervals used for calculations)

Биометрические показатели исходной массы семян были выше на 0,08 и 0,12 г у образцов, выделенных из открытых коробочек главного стебля, по сравнению с образцами, собранными с побегов второго и третьего порядков.

В период хранения масса 1000 семян, собранных из открытых коробочек на главном стебле, снизилась на 0,213 г (37,2 %) и варьировала в пределах срока хранения: в 1-й год – от 0,572 г, через 5 лет – 0,451 и до 0,359 г за весь период хранения; на побегах второго порядка масса снизилась на 0,215 г (43,6 %) и колебалась в пределах от 0,493 г в первый год, 0,444 – через 5 лет и до 0,278 г через 8 лет; на побегах третьего порядка масса семян снизилась на 0,210 г (46,1 %) и колебалась в пределах от 0,449 г в первый год хранения, 0,315 – через 5 лет и до 0,242 г через 8 лет.

Наблюдения за изменением показателя крупности и выполненности семян образцов, выделенных из закрытых коробочек разных порядков побегов, показали незначительную разницу в сравнении с открытыми коробочка-

ми. На главном стебле за 8 лет хранения масса 1000 семян снизилась почти на 0,16 г (30,3 %), на побегах второго и третьего порядков –на 0,23 г (48,5 %).

Обобщенный показатель крупности семян за 5 лет хранения снизился примерно на 0,1 г, а за 8 лет хранения – на 0,2 г.

Вероятность прорастания семян коррелирует с массой 1000 семян: чем больше масса семени, тем выше энергия прорастания (r = 0,836) и всхожесть (r = 0,886) кларкии (табл. 2, рис. 4).

Таблица 2

Корреляционная зависимость показателей жизнеспособности семян от срока хранения
Correlation relationship of seed viability indicators with storage duration

Показатель	Срок хранения	Всхожесть, %	Энергия прорастания ,%
Энергия прорастания семян, %	- 0,849* (- 0, 884, - 0,804)	0,975 (0,967, 0,981)	-
Всхожесть семян, %	- 0,853 (- 0,887; -0,809)	-	0,975 (0,967; 0,981)
Масса 1000 семян, г	-0,790 (-0,838; -0,730)	0,886 (0,851; 0, 913)	0,836 (0,787; 0,874)

* коэффициент корреляции Пирсона, в скобках - доверительный интервал (95 % CI)

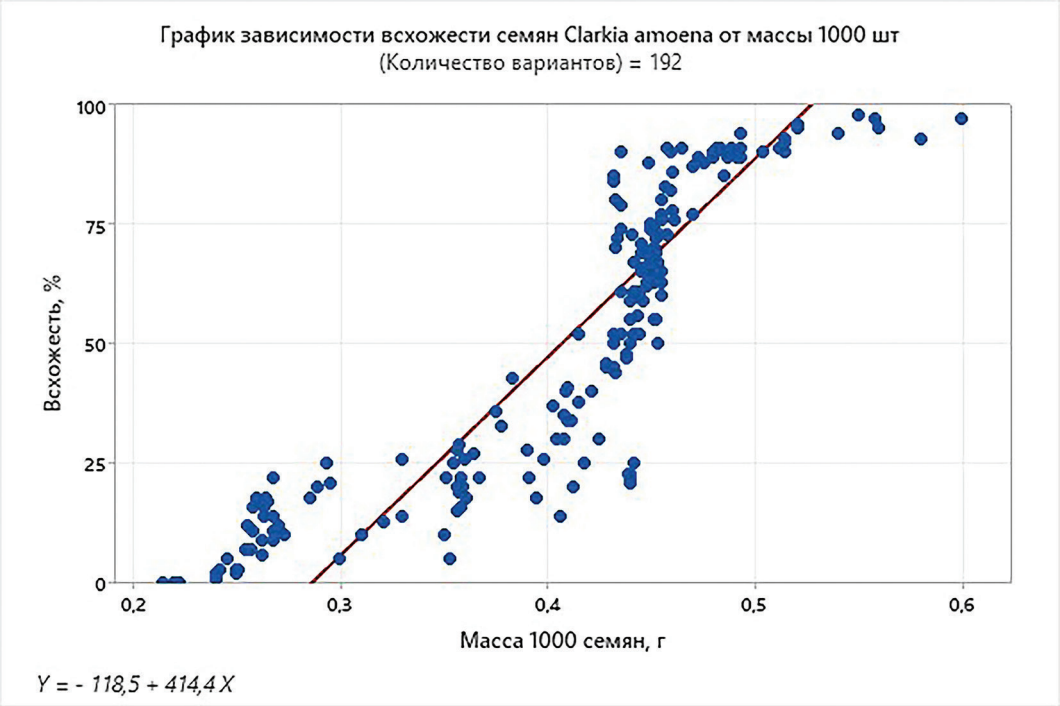


Рис. 4. Линия регрессии зависимости лабораторной всхожести семян от массы 1000 семян: У – всхожесть семян; Х – масса 1000 семян

Regression line of seed germination rate depending on 1000 – Seed Mass: Y – seed germination rate; X – 1000 – seed mass

Но при этом с увеличением срока хранения снижается масса семян (r = - 0,790) (рис. 5) и посевные качества, выявлены достоверные отрицательные корреляции с энергией прорастания семян (r = - 0,849) и лабораторной всхожестью (r = - 0,853) (рис. 6).

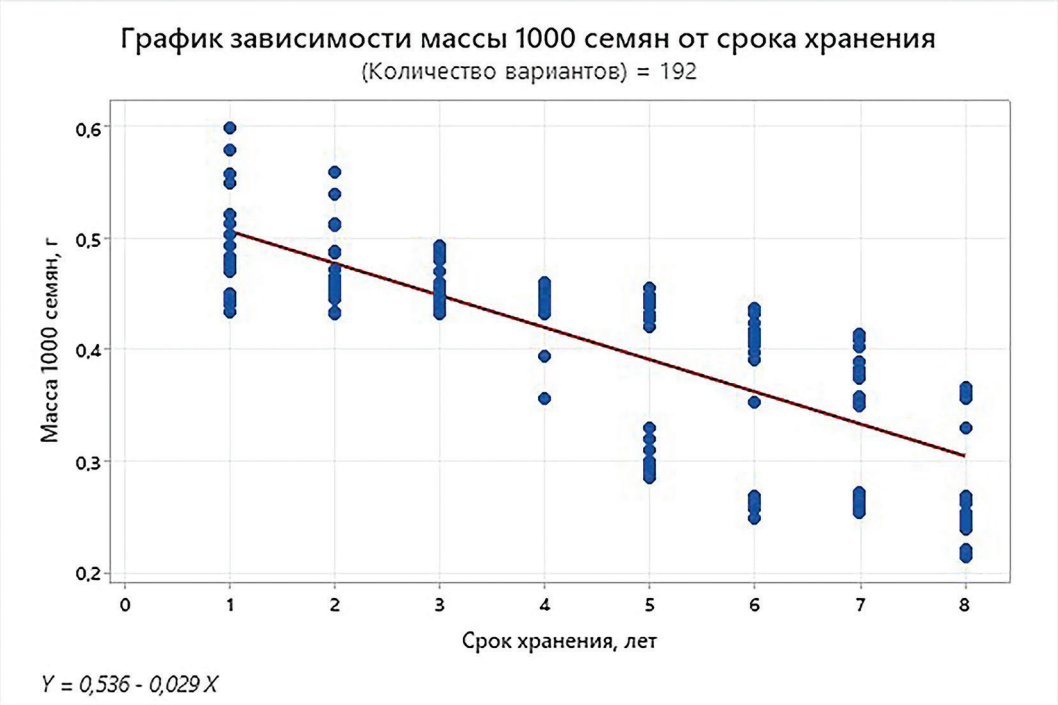
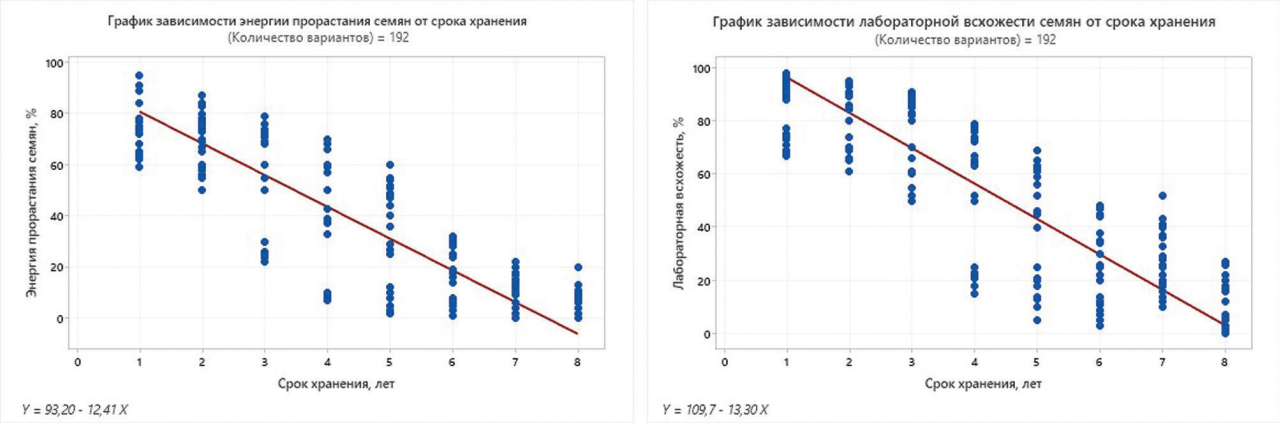


Рис. 5. Линия регрессии зависимости массы 1000 семян от срока хранения: У – масса 1000 семян; Х – срок хранения

Regression line of 1000 - seed mass depending on storage duration: Y – 1000-seed group; X – storage duration



а б

Рис. 6. Линии регрессии зависимости: а) энергии прорастания семян от срока хранения семян, где Y – энергия прорастания семян, %; X – срок хранения, лет; б) всхожести семян от срока хранения, где Y – лабораторная всхожесть семян, %; X – срок хранения, лет

Regression Lines of Dependency: a) Germination Energy of Seeds on Storage Duration, where Y – Germination Energy of Seeds, %; X – Storage Duration, Years; b) Seed Germination Rate on Storage Duration, where Y – Laboratory Germination Rate of Seeds, %; X – Storage Duration, Years

Нами был проведен двухфакторный анализ влияния срока хранения и порядка побега на жизнеспособность семян *C. amoena* и построена модель взаимодействия факторов (рис. 7).

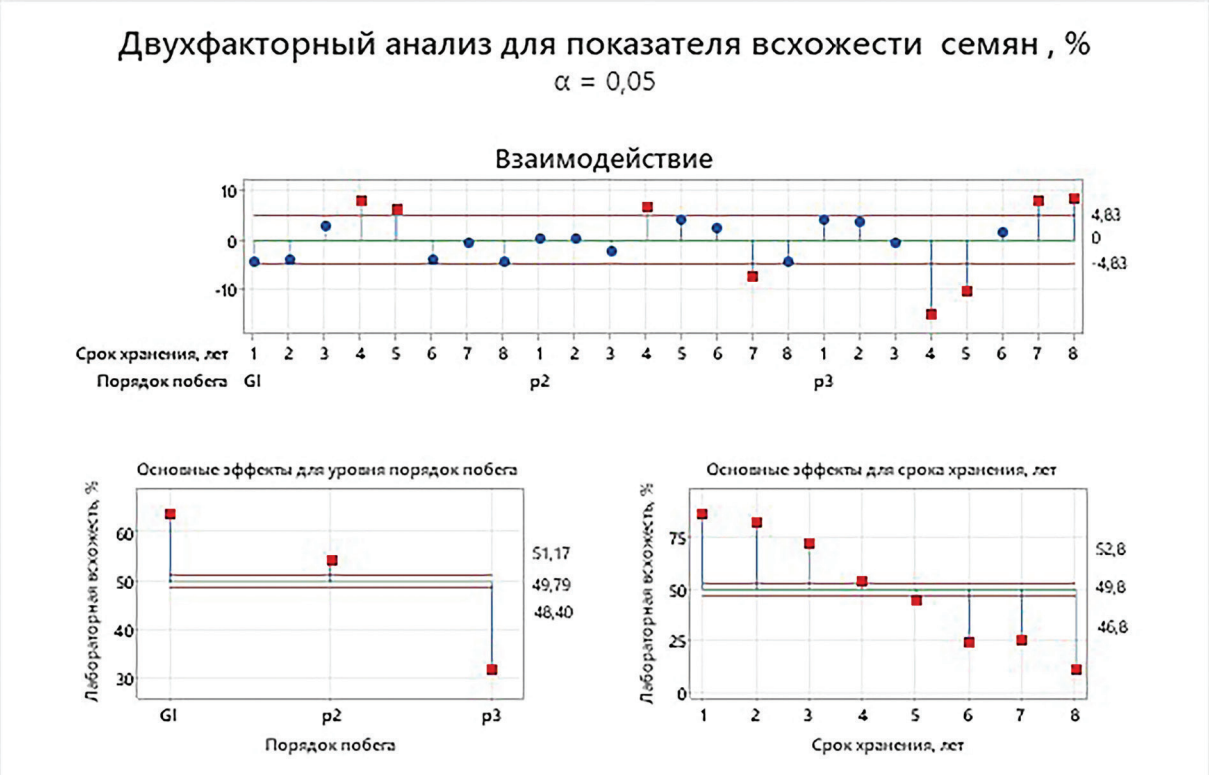


Рис. 7. Двухфакторная модель влияния срока хранения и порядка побега на жизнеспособность семян *Clarkia amoena*: Gl – главный стебель; p2 – побеги второго порядка, p3 – побеги третьего порядка

A two-factor model of storage duration and branch order influence *on Clarkia amoena* seed viability: Gl – Main Stem; p2 – Second-Order Branches; p3 – Third-Order Branches.

Данная модель наглядно демонстрирует, что самый высокий уровень жизнеспособности наблюдался на главном стебле – в течение 4-5 лет; на побегах второго порядка – до 4 лет хранения, а на побегах третьего порядка – до 2 лет. Лучшей жизнеспособностью отличаются семена кларкии прелестной, отобранные с главных соцветий, семена с побегов второго порядка обладают жизнеспособностью чуть выше среднего уровня жизнеспособности (51,17 %), а семена с побегов третьего порядка характеризуются самым низким уровнем жизнеспособности (30 %).

ВЫВОДЫ

1. Репродуктивные качества семян кларкии прелестной через 8 лет хранения в условиях лаборатории во всех образцах семян были сильно снижены по сравнению с исходными, при этом на семенах с главного стебля всхожесть была в пределах 18–23 %, с побегов второго порядка – в 2 раза ниже, а семена с побегов третьего порядка были практически невсхожими.

2. На жизнеспособность семян сильно влияет местоположение коробочек на материнском растении, или топографическая изменчивость. Семена с главного стебля (побега первого порядка) обладали наиболее высокими репродуктивными свойствами и жизнеспособностью в течение длительного периода хранения, а с побегов второго и третьего порядка наименьшими. Семена, образованные на побегах третьего порядка, обладали наименьшей первоначальной всхожестью, а через 8 лет хранения их репродуктивные свойства полностью были утеряны.

3. Матуральная изменчивость на протяжении всего периода хранения семян влияла на репродуктивные качества: энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян. Образцы семян из открытых коробочек обладали более высокими показателями жизнеспособности по сравнению с семенами из закрытых коробочек.

4. Проведенные корелляционный и регрессионный анализы выявили наиболее значимые отрицательные связи ($p < 0,0001$) между энергией прорастания семян *C. amoena* и сроком хранения ($r = - 0,849$), лабораторной всхожестью и сроком хранения ($r = - 0,853$), массой 1000 семян и сроком хранения ($r = - 0,790$).

5. Жизнеспособность и дружность прорастания семян *C. amoena* сильно зависят от массы 1000 семян. Чем больше масса 1000 семян, тем

выше всхожесть (r = 0,886) и энергия прорастания семян (r = 0,836).

6. Семена C. amoena сохраняют высокий потенциал жизнеспособности с учетом месторасположения на материнском растении: собранные на главном стебле – в течение 5 лет (всхожесть 63–65 %); на побегах второго порядка – в течение 4 лет (всхожесть 62–65 %); на побегах третьего порядка – в течение 2 лет (всхожесть 65–70%).

7. Общий срок жизнеспособности семян C. amoena в условиях ex-situ – 4–5 лет на уровне 44–53%, затем она резко снижается и через 8 лет хранения составляет не более 11%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Терехин Э.С.* Семя и семенное размножение. – СПб.: Мир и семья-95, 1996. – 377 с.
2. *Baskin C.C.,* Baskin J.M. Plant regeneration from seeds: a global warming perspective. [Электронный ресурс]. – San Diego, CA: Academic Press, 2022. – URL: http://www.ibot.cas.cz/personal/pysek/pdf/Gioria,%20Osborne,%20Pysek-Soil%20seed%20banks%20under%20warming%20climate.%20In%20Baskin%20&%20Baskin,%20Academic%20Press%202022.pdf (дата обращения: 16.01.2023).
3. *Ткаченко К.Г.* Разнокачественность плодов и семян, определяющая ритмы развития особей нового поколения // Hortus Botanicus. – 2020. – Т. 15. – С. 228–248.
4. *Correlated* evolution of seed mass and genome size varies among life forms in flowering plants / A. Carta, E. Mattana, J. Dickie, F. Vandelook // Seed Science Research, 2022. – № 32, pp. 46–52. – https://doi.org/10.1017/ S0960258522000071.
5. *Baskin C.C.,* Baskin J.M. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. [Электронный ресурс]. – San Diego CA: Academic Press, 1998. – 666 p. – URL: https://toc.library.ethz.ch/objects/pdf03/e05_978-0-12-416677-6_01.pdf. (дата обращения:10.06.2028).
6. *Plant* Atlas 2020: Mapping Changes in the Distribution of the British and Irish Flora / P.A. Stroh, K.J. Walker, T.A. Humphrey [et al.] [Электронный ресурс]. – Princeton University Press, 2023. – P. 474. – URL: https://doi.org/10.2307/j.ctv2x6f08m.. (дата обращения: 10.08.2023).
7. *Королева Е.В.* Разнокачественность семян нового сорта Clarkia amoena Малиновая чаша на юге Западной Сибири // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023. – № 2 (67). – С. 60–74.
8. *Алексейчук Г.Н., Ламан Н.А.* Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки. – Минск: Право и экономика. – 2005. – 48 с.
9. *Реестр* селекционных достижений. [Электронный ресурс]. – URL: https://reestr.gossortrf.ru/sorts/7853728/ (дата обращения: 10.06.2023).
10. *Савва В.Г.* Интродукция однолетних декоративных растений в Молдовии. – Кишинев: Штиинца, 1986. – 275 с.
11. *Королева Е.В., Петров А.Ф., Чудинова Ю.В.* Формирование генетической коллекции сортов однолетних цветочных культур рода Clarkia Pursh на базе Новосибирского ГАУ и оценка посевных качеств семян // Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур: материалы междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 26–27 авг. 2021 г. – Краснодар: ЭДВИ, 2021. – С. 104–110.
12. *Сроки* хранения семян цветов. [Электронный ресурс]. – URL: https://sysertnews.ru/news/3-1952.html (дата обращения: 10.06.2023).
13. *The Germination* Explanation: How Long Do Seeds Last? [Электронный ресурс]. – URL: https://www.superseeds.com/blogs/know-your-roots/the-germination-explanation-how-long-do-seeds-last (дата обращения: 10.06.2023).
14. *Seed* Saving for Beginners [Электронный ресурс]. – URL: https://www.fedcoseeds.com/seeds/seed_saving.htm (дата обращения: 10.06.2023 г.).
15. *Seed* Viability & How To Store Your Garden Seeds [Электронный ресурс]. – URL: https://frostygarden.com/topics/seed-viability-store-garden-seed/ (дата обращения: 10.06.2023 г.).
16. *Годен* до… Сколько могут храниться семена цветов? [Электронный ресурс]. – URL: https://aif.ru/dacha/flowers/goden_do_skolko_mogut_hranitsya_semena_cvetov (дата обращения: 10.06.2023).

17. *Ерёменко Л.Л.* О методе изучения формирования семян овощных культур // Научные вопросы семеноводства, семеноведения и контрольно семенного дела. – Киев, 1962. – С. 168.
18. *Левина Р.Е.* Репродуктивная биология семенных растений (обзор проблемы). – М.: Наука, 1981. – 96 с.
19. *Вайнагий И.В.* О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826–831.
20. *Методические* указания по семеноведению интродуцентов. – М.: Наука, 1980. – 64 с.
21. Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. – С-Пб.: НИИ химии СПбГУ, 1999. – 231 с.
22. *Семена* цветочных культур. Методы определения всхожести и энергии прорастания семян [Электронный ресурс]. – URL: https://files.stroyinf.ru/Data/138/13865.pdf (дата обращения: 16.01.2023).
23. *Международные* правила определения качества семян / пер. с англ. Н.А. Емельяновой; под ред. И.Г. Леруды. – М.: Колос, 1969. – С. 158–159.

REFERENCES

1. Terekhin E.S., Semya i semennoe razmnozhenie (Seed and seed propagation), Sankt-Peterburg: Mir i sem'ya-95, 1996, 377 p.
2. Baskin C.C., Baskin J.M., Plant regeneration from seeds: a global warming perspective: http://www.ibot.cas.cz/personal/pysek/pdf/Gioria,%20Osborne,%20PysekSoil%20seed%20banks%20under%20warming%20climate.%20In%20Baskin%20&%20Baskin,%20Academic%20Press%202022.pdf (data obrashcheniya: 16.01.2023).
3. Tkachenko K.G., Hortus Botanicus, 2020, T. 15, pp. 228–248. (In Russ.).
4. Carta A., Mattana E., Dickie J., Vandelook F., Correlated evolution of seed mass and genome size varies among life forms in flowering plants, Seed Science Research, 2022, No. 32, pp. 46–52.
5. Baskin C.C., Baskin J.M., Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination, San Diego, 1998, 666 pp.: https://toc.library.ethz.ch/objects/pdf03/e05_978-0-12-416677-6_01.pdf
6. Stroh P.A., Walker K.J., Humphrey T.A., Pescott O.L., Burkmar R.J., Plant Atlas 2020: Mapping Changes in the Distribution of the British and Irish Flora. Princeton University Press, 2023, pp. 474: https://doi.org/10.2307/j.ctv2x6f08m.. (Accessed: 1 Aug. 2023).
7. Koroleva E.V., Vestnik NGAU, 2023, No. 2 (67), pp. 60–74. (In Russ.).
8. Aleksejchuk G.N., Laman N.A., Fiziologicheskoe kachestvo semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i metody ego otsenki (Physiological quality of crop seeds and methods for its evaluation), Minsk: Pravo i ekonomika, 2005, 48 p..
9. Reestr selekcionnyh dostizhenij: https://reestr.gossortrf.ru/sorts/7853728/ (data obrashcheniya: 10.06.2023). (In Russ.).
10. Savva V.G., Introdukciya odnoletnih dekorativnyh rastenij v Moldovii (Introduction of annual ornamental plants in Moldova), Kishinev: SHtinica, 1986, 275 p.
11. Koroleva E.V., Petrov A.F., CHudinova YU.V., Selekciya, semenovodstvo, tekhnologiya vozdelyvaniya i pererabotka sel'skohozyajstvennyh kul'tur (Breeding, seed production, cultivation technology and processing of agricultural crops), Proceedings of the Conference Title, Krasnodar: EDVI, 2021, pp. 104–110. (In Russ.).
12. Sroki hraneniya semyan cvetov: https://sysertnews.ru/news/3-1952.html (data obrashcheniya: 10.06.2023 g.). (In Russ.).
13. The Germination Explanation: How Long Do Seeds Last?: https://www.superseeds.com/blogs/know-your-roots/the-germination-explanation-how-long-do-seeds-last (data obrashcheniya: 10.06.2023 g.).
14. Seed Saving for Beginners [Elektronnyj resurs]. URL: https://www.fedcoseeds.com/seeds/seed_saving.htm (data obrashcheniya: 10.06.2023 g.).

15. Seed Viability & How To Store Your Garden Seeds: https://frostygarden.com/topics/seed-viability-store-garden-seed/ (data obrashcheniya: 10.06.2023 g.).
16. Goden do… Skol'ko mogut hranit'sya semena cvetov?: https://aif.ru/dacha/flowers/goden_do_skolko_mogut_hranitsya_semena_cvetov (data obrashcheniya: 10.06.2023 g.). (In Russ.).
17. Eryomenko L.L., Nauchnye voprosy semenovodstva, semenovedeniya i kontrol'no semennogo dela, Kiev, 1962, pp. 168. (In Russ.)
18. Levina R.E. Reproduktivnaya biologiya semennyh rastenij (Reproductive biology of seed plants (a review of the problem)), Moscow: Nauka, 1981. 96 p. (In Russ.).
19. Vajnagij I.V., Botanicheskij zhurnal, 1974, T. 59, No. 6, pp. 826–831. (In Russ.).
20. Metodicheskie ukazaniya po semenovedeniyu introducentov (Guidelines for seed breeding of introducers), Moscow: Nauka, 1980, 64 p. (In Russ.).
21. Nikolaeva M.G., Lyanguzova I.V., Pozdova L.M., Biologiya semyan (Seed biology), Sankt-Peterburg: NII himii SPbGU, 1999, 231 p.
22. Semena cvetochnyh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti i energii prorastaniya semyan: https://files.stroyinf.ru/Data/138/13865.pdf (data obrashcheniya 16.01.2023). (In Russ.).
23. Mezhdunarodnye pravila opredeleniya kachestva semyan (International rules for determining the quality of seeds), Moscow: Kolos, 1969, pp. 158–159.