

РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ СЕМЯН НОВОГО СОРТА *CLARKIA AMOENA* МАЛИНОВАЯ ЧАША НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.В. Королева, специалист ландшафтного центра НГАУ

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: coroleva-nsk@yandex.ru

Ключевые слова: *Clarkia amoena*, Onograceae, сорт, хозяйственно-ценные признаки, продуктивность, качества семян, топографическая и матуральная неоднородность, экологическая изменчивость.

Реферат. Кларкия прелестная (*Clarkia amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr.), являющаяся ценной декоративной культурой открытого грунта, выращивалась в климатических условиях юга Западной Сибири (координаты GPS: 55.0312880° с.ш., 82.9903190° в.д.). Целью работы являлось изучение особенностей репродуктивной биологии нового сорта кларкии Малиновая чаша селекции Новосибирского ГАУ и оценка топографической (количество и качество семян с побегов разных порядков), матуральной (разная степень созревания плодов) и экологической (зависимость продуктивных и посевных качеств от основных климатических факторов в периоды цветения и оплодотворения) изменчивости хозяйственно-ценных признаков. В исследовании использовали метод множественной регрессии, корреляционный и кластерный анализы экспериментальных данных. Плоды и семена нового сорта кларкии Малиновая чаша, завязавшиеся при свободном опылении, сформированные в разные сроки цветения и на разных по местоположению на главном стебле побегах, различались по количеству, массе, крупности и посевным качествам. Анализ показателей качества семян (масса 1000 шт., энергия прорастания, всхожесть) выявил множественную регрессионную зависимость от теплообеспеченности периодов оплодотворения и формирования семян. Полновесность семян кларкии сорта Малиновая чаша по массе 1000 шт., сформировавшихся в разные периоды, варьировала от 0,327 г в неблагоприятный для формирования семян период – с 20 августа по 10 сентября – до 0,6 г в благоприятный период – первую декаду августа. Была выявлена значительная зависимость массы 1000 шт. семян от среднесуточной температуры воздуха и суммы активных температур выше 15 °С, коэффициент корреляции (r) колебался в пределах 0,976–0,978. Проведенные исследования выявили ряд особенностей формирования структуры урожая нового сорта кларкии в зависимости от топографической, матуральной, экологической изменчивости. Реальная семенная продуктивность сорта кларкии Малиновая чаша в условиях юга Западной Сибири в среднем составляет 50 % от потенциальной. С одного сортового растения в условиях юга Западной Сибири получается 3,026 г семян (в среднем за 3 года исследований). Установленные взаимосвязи между качеством семенного материала и основными климатическими факторами позволяют контролировать и в определенной мере прогнозировать урожайность семян нового сорта *Clarkia amoena* Малиновая чаша в резко-континентальных климатических условиях юга Западной Сибири.

DIFFERENT QUALITY OF SEEDS OF THE NEW *CLARKIA AMOENA* RASPBERRY BOWL IN THE SOUTHERN OF WESTERN SIBERIA

E.V. Koroleva, Specialist of the NSAU landscape centre

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: queen-nsk@yandex.ru

Keywords: *Clarkia amoena*, Onograceae, cultivar, economically valuable traits, productivity, seed quality, topographical and matural heterogeneity, ecological variability.

Abstract. *Clarkia amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr., a valuable outdoor ornamental crop, was grown south of Western Siberia (GPS coordinates: 55.0312880° N, 82.9903190° E). The work aimed to study the features of the reproductive biology of a new variety of clarkia Malinovaya chasha selected by the Novosibirsk State Agrarian University and to assess the topographic (quantity and quality of seeds from shoots of different orders), matural (various degrees of fruit ripening) and ecological (dependence of productive and sowing attributes on the main climatic factors in periods flowering and fertilisation) variability of economically valuable traits. The study used the method of multiple regression, correlation, and cluster analyses of experimental data. Fruits and seeds of a new variety of Clarkia Raspberry Cup, which were set during free pollination, formed at different flowering

times and on shoots of various locations on the main stem, differed in quantity, weight, size and sowing qualities. Analysis of seed quality indicators (weight of 1000 seeds, germination energy, germination) revealed a multiple regression dependence on the heat supply of the periods of fertilisation and seed formation. The importance of the seeds of the clarkia variety Raspberry bowl by weight of 1000 pcs., formed in different periods, varied from 0.327 g in the period unfavourable for seed formation - from August 20 to September 10 - to 0.6 g in the favourable period - the first ten days of August. A significant dependence of the mass of 1000 pcs. Based on the average daily air temperature and the sum of active temperatures above 15 °C, the correlation coefficient (r) ranged from 0.976 to 0.978. The conducted studies have revealed several features of the formation of the crop structure of a new variety of Clarkia, depending on topographic, natural, and ecological variability. The actual seed productivity of the clarkia variety Raspberry bowl in the south of Western Siberia is, on average, 50% of the potential. From one varietal plant in the south of Western Siberia, 3.026 g of seeds are obtained (on average, over three years of research). The established relationships between the quality of seed material and the main climatic factors make it possible to control and, to a certain extent, predict the seed yield of the new variety *Clarkia amoena* Raspberry bowl in the sharply continental climatic conditions of the south of Western Siberia

Для расширения ассортимента культивируемых летников с целью использования их в озеленении Новосибирска и других городов Западной Сибири должна быть сформирована долгосрочная селекционная программа по работе с перспективными декоративными интродуцентами и налажено семеноводство новых сортов [1]. Такие сорта должны быть оригинальными, устойчивыми к местным природно-климатическим условиям и высокодекоративными [2]. Российский рынок однолетних цветочных культур представлен в основном низкосортным семенным материалом зарубежного происхождения [3]. По этой причине существует постоянный спрос на производство местного высококачественного сортового семенного материала декоративных летников.

В настоящее время возник интерес к мало-распространенным в промышленном цветоводстве декоративным однолетним растениям многофункционального использования как для озеленения городских пространств, так для контейнерного цветоводства и срезки. Среди таких культур особенного внимания заслуживает кларкия прелестная *Clarkia amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr. родом из Северной Америки (Калифорния), которая на протяжении многих лет в российских и европейских источниках именовалась как годеция прелестная (*Godetia amoena* (Lehm.) G. Don, что не соответствует таксономической номенклатуре рода *Clarkia* Pursh [4].

На юге Западной Сибири практически отсутствует селекционная и семеноводческая работа с однолетними декоративными растениями, что значительно осложняет их использование в озеленении. Разработка и совершенствование методов селекции пищевых сельскохозяйственных культур ведется в различных научно-исследовательских институтах Сибирского отделения Российской академии наук, в том числе Сибирском научно-иссле-

довательском институте сельского хозяйства и ЦСБС СО РАН (Новосибирск) [5, 6], а многолетних декоративных растений – в ГНУ НИИСС Россельхозакадемии (Барнаул) [7–9].

Однолетним декоративно-цветущим растениям вида *C. amoena* в агроклиматических условиях юга Западной Сибири свойственно ветвление до третьего-четвертого порядков, что обуславливает растянутость периодов цветения и формирования плодов, а также приводит к значительной карпологической неоднородности и разнокачественности семян как в пределах одного куста, так и в пределах популяции в целом.

Вопросам разнокачественности семян (диаспор) *Clarkia elegans* Douglas из семейства Onagraceae Juss. были посвящены работы О.А. Пасько [10], Г.К. Паначёвой и Л.Л. Ерёмченко [11]. Т.Л. Ashman, D.J. Schoen изучали влияние перекрестного и автогамного опыления на семенную продуктивность *C. tembloriensis* Vasek [12]. А. А. Нове et al. [13] оценили вопросы влияния времени опыления и влагообеспечения в момент оплодотворения на завязываемость семян *Clarkia unguiculata* Lindl. и *C. xantiana* ssp. *xantiana* A. Gray. Растения *C. xantiana* ssp. *xantiana* встречаются на участках, где доступность воды снижается, а температура повышается, поэтому у них наблюдалось более раннее опыление и образование семян. Авторы выяснили, что завязываемость семян у раннецветущих растений была выше, чем у цветущих позднее [13]. В ранее проведенном нами исследовании была выявлена высокая зависимость периодов роста и развития трех видов кларкии: *C. amoena*, *C. unguiculata*, *C. purpurea* (Curtis) A. Nelson & J. F. Macbr. из семейства Onagraceae Juss. от суммы биологически активных температур выше 10 °C, коэффициент корреляции (r) за 3 года исследований колебался в пределах от 0,77 до 0,99 [14].

Мы полностью согласны с К. Г. Ткаченко, который считает, что изучение интродуцентов в аспектах неоднородности семян и плодов, полученных в различных экологических условиях, должно стать приоритетным направлением при работе с биоресурсными коллекциями растений [15].

Поэтому целью нашего исследования стало изучение репродуктивных процессов и посевных качеств семян нового сорта *Clarkia amoena* Малиновая чаша в связи с условиями формирования плодов на материнском растении в зависимости от основных климатических факторов, характеризующих периоды цветения и завязывания семян, а также получение высококачественного семенного материала. Задачи исследования: определить структуру элементов формирования урожая нового сорта *C. amoena* Малиновая чаша и выявить топографическую, матуральную и экологическую изменчивость семян.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования репродуктивных процессов и качества семенного материала кларкии прелестной *Clarkia amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr. проводились на кафедре растениеводства и кормопроизводства Новосибирского ГАУ в 2020-2022 гг. В 2011 г. из сортопопуляции кларкии Красавица были отобраны индивидуальные растения с пурпурно-розовыми и пурпурно-красными цветками, с которыми проводилась дальнейшая селекционная работа [4]. В результате селекции была получена устойчивая к стрессовым климатическим факторам региона сорто-популяция растений с малиновой окраской цветков от светлых до насыщенных пурпурных оттенков со светлой каймой по краю и основанию лепестка, которая была зарегистрирована в Госсортокомиссии РФ в 2021 г. под названием Малиновая чаша [16, 17] (рис. 1).



Рис. 1. *C. amoena* Малиновая чаша: а) соцветие; б) семенные коробочки (открытые, закрытые и недоразвитые). Фото автора, Новосибирск, 2022

Fig. 1. *C. amoena* Raspberry bowl: a) inflorescence; b) seed pods (open, closed and underdeveloped). Photo by the author, Novosibirsk, 2022

Качество сформированных семян у *C. amoena* сильно зависит от основных климатических факторов и суммы активных температур выше 10 и 15 °С в момент оплодотворения и формирования плодов [18]. Поэтому процессы цветения (сроки, темп, продолжительность) и формирования семян исследовались нами с учетом местоположения цветков и плодов на растении. При определении плодородности и семенной продуктивности кларкии сорта Малиновая чаша с побегов разных порядков при свободном опылении использовали методику И.В. Вайнагий [19] и методические указания по семеноведению интродуцентов

[20]. Изучение цветения проводили отдельно по каждому побегу, а наблюдения за распусканием – по каждому цветку кисти. Фазу оплодотворения и начало завязывания плода отмечали в дату полного раскрытия цветка и первые 10 дней после цветения. Поэтому все зафиксированные календарные даты полного цветения побегов разного уровня кларкии прелестной и начало формирования плодов распределились на 5 основных периодов: I – последняя декада июля; II–IV – первая, вторая и третья декады августа; V – первая декада сентября, когда температура воздуха еще не опускается ниже 10 °С (табл. 1).

Климатическая характеристика периодов оплодотворения и начала формирования плодов
Climatic characteristics of periods of fertilisation and the beginning of fruit formation

Периоды завязывания плодов	Гидротермические условия				
	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	ГТК	Сумма температур выше 10 °С	Сумма температур выше 15 °С
2020 г.					
I – 20.07-31.07	17,1	45	2,5	181	181
II – 1.08-10.08	21,5	14	0,61	228	228
III – 11.08-20.08	18,5	44	0,95	195	195
IV – 21.08-31.08	16	25	1,68	149	149
V – 1.09-10.09	12,1	16	1,65	97	56
2021 г.					
I – 20.07-31.07	20	0,3	0,02	202	202
II – 1.08-10.08	19,8	24	1,23	194	194
III – 11.08-20.08	16,8	37	2,16	171	158
IV – 21.08-1.08	17,7	6	0,34	175	162
V – 1.09-10.09	13,6	5	0,33	148	86
2022 г.					
I – 20.07-31.07	20	20	1,02	197	197
II – 1.08-10.08	18,8	12,1	0,63	193	193
III – 11.08-20.08	17,8	2,7	0,19	144	57
IV – 21.08-01.08	12,5	40,2	2,93	137	85
V – 1.09-10.09	9,5	26,5	1,71	155	105

Нами изучались топографическая неоднородность (количество и качество семян с побегов разных порядков), матуральная (разная степень созревания плодов), а также зависимость семенной продуктивности от погодных условий вегетационного периода и разногодичная изменчивость. Семенная продуктивность (потенциальная (ПСП), реальная (РСП) и коэффициент семенной продуктивности (КСП)) учитывалась по числу генеративных (продуктивных) побегов на особь, количеству плодов, семяпочек и семян на генеративный побег и на растение. Посевные качества семян изучались согласно ГОСТ 24933.0-81 на семена цветочных культур [21]. Семена из открытых и закрытых коробочек, сформированных в разные сроки, с побегов разных порядков в соответствии с периодом оплодотворения и завязывания плодов закладывали в чашки Петри в четырехкратной повторности по 100 шт. между

слоями увлажненной дистиллированной водой фильтровальной бумаги [22] и ставили на проращивание в термостат при температуре 20 °С без доступа света. Срок определения энергии прорастания у вида *C. amoena* составляет 5 суток, а всхожесть определяли на 10-е сутки, согласно ГОСТ 24933.0-81 [21].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характерным для кларкии (*C. amoena*) сорта Малиновая чаша является небольшое (на 2–3 дня) опережение начала цветения на нижних побегах второго порядка по сравнению со средними, в связи с чем на растении обозначаются 3 яруса побегов: верхний – главная кисть и верхние 4 побега; средний и нижний ярусы. Самыми первыми формируются побеги нижне-

го яруса, а именно, первые два самые развитые семядольные, и затем развиваются последующие побеги, более короткие, по направлению роста снизу вверх главного стебля. Структура продуктивности побегов разного уровня у модельного растения кларкии прелестной сорта Малиновая чаша в момент уборки растений с поля представляет собой сформированные плоды разной степени зрелости: открытые, закрытые и недоразвитые. Плод кларкии прелестной у сорта Малиновая чаша представляет собой многосемянную коробочку веретеновидной формы. Реальная семенная продуктивность и урожайность семян учитывались только с нормально развитых плодов (открытых и закрытых коробочек), расположенных на разных ярусах материнского растения (табл. 2).

При этом выявилась неоднородность плодов и семян, связанная с неодновременностью созревания (матуральная), обусловленная разными условиями питания и водоснабжения, и топографическая, связанная с разными возрастом цветonoса и темпами органогенеза. Самое большое количество семян в плодах образуется на побегах второго и третьего порядка в верхнем и среднем ярусе, что составляет половину всего урожая семян с одного растения. Самый низкий показатель количества семян – 63 шт. встречается на побегах третьего порядка среднего яруса. Семена с побега первого поряд-

ка (главного стебля) крупнее и полновеснее, масса 1000 семян больше в среднем на 0,08 и 0,16 г, чем у семян с побегов второго и третьего порядков. Семена с побегов второго порядка нижнего яруса более полновесны, чем с побегов верхнего и среднего яруса, что связано с более ранними сроками формирования кисти на семядольных побегах и следующих за ними нижних побегах. Реальная семенная продуктивность кларкии сорта Малиновая чаша в условиях юга Западной Сибири в среднем составляет 50 % от потенциальной продуктивности, самый высокий КСП отмечен у побегов второго порядка верхнего яруса 60 %, что в среднем на 10 % выше, чем на побегах среднего и нижнего яруса, и на 16 % выше, чем на главной кисти. На побегах третьего порядка КСП в среднем составляет 47 %. Самый высокий коэффициент семенной продуктивности наблюдался на побегах верхнего яруса, что на 6 % выше, чем на побегах нижнего яруса.

Плодопродуктивность нормально развитых коробочек (открытых и закрытых), из которых получается основной урожай семян, составляет в среднем 63 % на главном стебле и такая же продуктивность нормально развитых плодов наблюдалась на побегах второго порядка верхнего, среднего и нижнего яруса, а на побегах третьего порядка количество нормально развитых плодов ниже на 7–13 % (рис. 2)

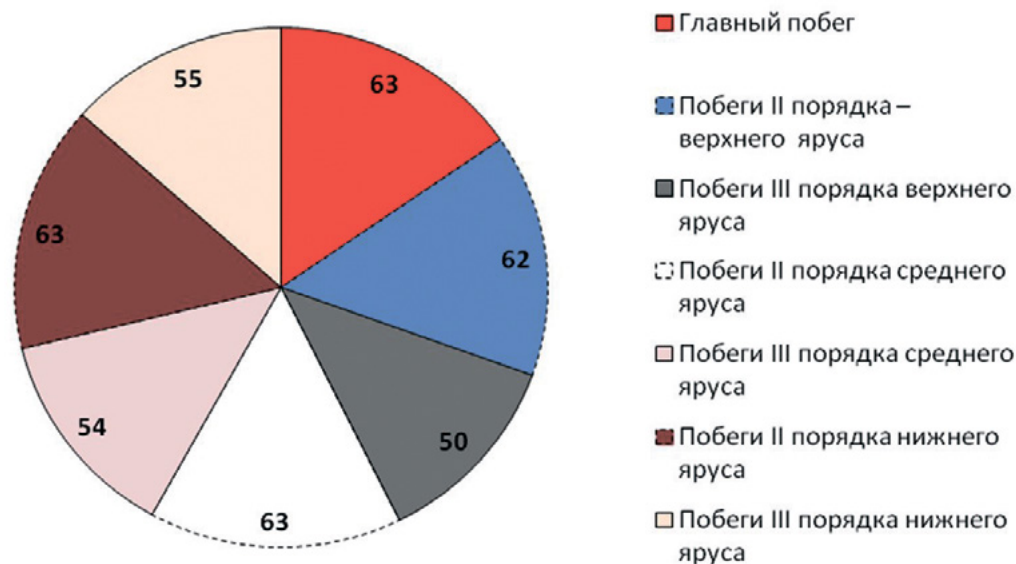


Рис. 2. Плодопродуктивность побегов модельного растения кларкии прелестной Малиновая чаша в Новосибирске

Fig. 2. Fruit productivity of the shoots of the model plant Clarkia lovely Raspberry bowl in Novosibirsk

Таблица 2

Структура формирования продуктивности модельного растения *C. atoeana* Малиновая чаша (свободное опыление)
The structure of the formation of productivity of the model plant *C. atoeana* Raspberry bowl (free pollination)

Месторасположение побегов на материнском растении	Длина, см		Количество продуктивных побегов II и III порядка	Количество плодов, шт., по степени зрелости				Среднее число семязачек в завязи	Среднее число семян	ПСП	РСП	КСП, %	Масса 1000 шт., г	Семенная продуктивность, г	Количество, г / м ²
	побега	кисти		открытые	закрытые	недо-развитые	всего								
Главный побег	30,0	14,0	32	2	3	3	8	96	68	768	340	44	0,53	0,18	2,34
Побеги II порядка верхнего яруса	12,5	5,3	4	2	11	8	21	105	101	2205	1313	60	0,43	0,56	7,28
Побеги III порядка	3,6	3,1	2	1	3	4	8	124	96	768	384	50	0,37	0,14	1,82
Побеги II порядка среднего яруса	14,4	4,4	8	3	16	11	30	122	98	3660	1862	51	0,44	0,88	11,44
Побеги III порядка	6,9	2,9	4	1	6	6	13	70	63	910	441	48	0,36	0,16	2,08
Побеги II порядка нижнего яруса	29,2	6,6	6	2	17	11	30	100	79	3000	1501	50	0,47	0,71	9,23
Побеги III порядка	8,5	3,6	8	1	14	12	27	88	70	2376	1050	44	0,38	0,40	5,20
Итого	105,1	39,9	32	12	70	53	135	705	575	13663	6891	50	0,43	3,03	39,39

Примечание. Средние значения для 20 растений.
Note. Average values for 20 plants.

. Масса 1000 семян варьировала как по периодам завязывания плодов в годы проведения исследований, так и зависела от качества сформированных плодов и местоположения на материнском растении (табл. 3).

Таблица 3

**Изменчивость показателя массы 1000 семян в зависимости от условий формирования коробочек
Variability of the mass index of 1000 seeds depending on the conditions of bolls formation**

Качество плодов	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Среднее значение за 2020–2022 гг.	
	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>I период: 20.07-31.07</i>								
Открытые	0,590± 0,020	0,470± 0,025	0,503 ± 0,030	0,483 ±0,030	0,580± 0,040	0,493 ± 0,040	0,558 ± 0,040	0,482± 0,040
Закрытые	0,514± 0,020	0,504 ± 0,020	0,514 ± 0,020	0,503 ±0,020	0,521± 0,020	0,459 ± 0,020	0,516 ± 0,020	0,489 ± 0,020
<i>II период: 01.08-10.08</i>								
Открытые	0,600± 0,020	0,600 ± 0,020	0,560 ± 0,020	0,510 ±0,020	0,54± 0,020	0,53± 0,020	0,567 ± 0,021	0,550 ± 0,021
Закрытые	0,544± 0,020	0,541 ± 0,020	0,540 ± 0,020	0,543± 0,020	0,520± 0,020	0,460 ± 0,020	0,535 ± 0,020	0,515 ± 0,020
<i>III период: 11.08-20.08</i>								
Открытые	0,526± 0,020	0,451 ± 0,025	0,488 ± 0,023	0,453± 0,023	0,483± 0,023	0,430 ± 0,023	0,499 ± 0,023	0,445 ± 0,023
Закрытые	0,551± 0,012	0,483 ± 0,012	0,514 ± 0,012	0,510± 0,012	0,484± 0,012	0,486 ± 0,012	0,516 ± 0,012	0,493± 0,012
<i>IV период: 21.08-31.08</i>								
Открытые	0,400± 0,020	0,420 ± 0,021	0,410 ± 0,021	0,430 ± 0,021	0,400± 0,021	0,330 ± 0,021	0,403 ± 0,021	0,393 ± 0,021
Закрытые	0,440± 0,020	0,470± 0,025	0,450 ± 0,020	0,480 ± 0,020	0,430± 0,020	0,390 ± 0,020	0,440 ± 0,020	0,446 ± 0,020
<i>V период: 01.09-10.09</i>								
Открытые	0,390± 0,020	0,330 ± 0,023	0,380 ± 0,023	0,350 ± 0,023	0,360± 0,023	0,303 ± 0,023	0,380 ± 0,023	0,327 ± 0,023
Закрытые	0,410± 0,015	0,380 ± 0,015	0,390 ± 0,015	0,370 ± 0,015	0,390± 0,015	0,340 ± 0,015	0,396 ± 0,015	0,363 ± 0,015
Средние значения	0,497	0,465	0,475	0,463	0,471	0,422	0,481	0,450
Открытые	0,501	0,454	0,468	0,445	0,473	0,417	0,481	0,439
Закрытые	0,492	0,476	0,482	0,481	0,469	0,427	0,481	0,461

Примечание. Здесь и далее: I – побеги первого порядка (главная кисть); II – побеги второго порядка (боковые цветоносы).

Note. Here and below: I - shoots of the first order (main brush); II - shoots of the second order (lateral peduncles).

В первый период, характеризующийся в 2020 г. как избыточно влажный, а в 2022 г. как умеренно теплый и влажный, на главной кисти из открытых коробочек сформировались примерно равнозначные по качеству семена с массой, равной 0,58–0,59 г, а из закрытых коробочек семена были мельче на 0,06–0,07 г. В 2021 г. третья декада июля характеризовалась как теплая и сухая, и масса 1000 семян из открытых коробочек была меньше на 0,087 г, чем в 2020 г., на 0,077 г, чем в 2022 г., а в среднем за 3 года составляла 0,558 г. Масса 1000 семян из закрытых коробочек была одинаковой в 2020–2021 гг., в 2022 г. была выше только на 0,007 г, а в среднем за 3 года составляла 0,516 г. Масса 1000 семян из открытых коробочек с побегов второго порядка была ниже на 0,007 г, чем из закрытых плодов.

Наиболее благоприятные метеорологические условия за все исследуемые годы для завязывания плодов и семян кларкии сорта Малиновая чаша складывались во второй период цветения, с 1 по 10 августа, за счет большего количества тепла и достаточного количества влаги для формирования семян (ГТК от 0,6 до 1,23). Самый благоприятный по сумме активных температур больше 10 °С и больше 15 °С, равной 228 °С, был 2020 г., что сказалось и на массе 1000 семян, которая была самой высокой за все периоды и годы исследований и составила 0,60 г из открытых коробочек главной кисти, и такие же показатели полновесности семян наблюдались с плодов, сформированных на побегах второго порядка. Похожими как по сумме активных температур (193–194 °С), так и по показателям массы 1000 семян, которая колебалась в пределах 0,51–0,56 из открытых коробочек и была незначительно выше на главной кисти, были 2021 и 2022 гг. В закрытых коробочках сформировались менее полновесные семена с массой 1000 семян в среднем 0,535 г на главной кисти и 0,515 г на побегах второго порядка, что на 0,02 г ниже.

Третий период, с 11 по 20 августа, наиболее обеспеченным по количеству тепла был в 2020 г. Сумма активных температур выше 10 и 15 °С составила 195 °С, что выше на 37 °С, чем в 2022 г., и на 138 °С, чем в 2022 г.

В целом за все 3 года в этот период при достаточном увлажнении количество тепла было значительно меньше, чем в предыдущих периодах, и при этих условиях на главной кисти из открытых коробочек в среднем сформировались менее полновесные семена, чем из закрытых плодов. Наименьшей массой обладали семена, сформированные в 2022 г. на побегах второго порядка из открытых коробочек (0,043 г), что было ниже показателя 2020 г. на 0,096 и 2021 г. – на 0,058 г.

Четвертый период характеризовался довольно значительной суммой температур выше 15 °С – в среднем за 3 года 132 °С, что всего на 4 °С ниже суммы предыдущего периода. Наиболее высокая сумма активных температур выше 15 °С (162 °С) наблюдалась в 2021 г., что сказалось и на качестве сформированных семян на главной кисти: масса 1000 семян была выше на 0,01 г, чем в 2020 и 2021 гг., а на побегах второго порядка масса 1000 шт. также была выше в 2021 г. на 0,01 г, чем в 2020 г., и на 0,1 г, чем в 2022 г. В среднем по периоду за 3 года масса 1000 семян из закрытых плодов на главной кисти была выше на 0,037 г, и на 0,05 г – на побегах второго порядка.

Наименьшие значения параметров семенной продуктивности были отмечены в пятый период цветения – с 1 по 10 сентября, когда масса 1000 семян в среднем за 3 года на главной кисти была ниже на 0,19 г, а на побегах второго порядка – на 0,22 г по сравнению с массой 1000 семян, сформированных в благоприятный второй период. Наиболее благоприятные метеорологические условия были отмечены в 2021 г., когда среднесуточная температура воздуха была 13,6 °С, а сумма активных температур выше 10 °С составляла 148 °С.

Для определения степени сходства показателей разнокачественности семян кларкии сорта Малиновая чаша из открытых и закрытых коробочек по массе 1000 шт., сформированных в различные по метеоусловиям периоды и на разных порядках побегов, был произведен их кластерный анализ путем измерения евклидова расстояния на базе программы статистических расчетов MINITAB (рис. 3).

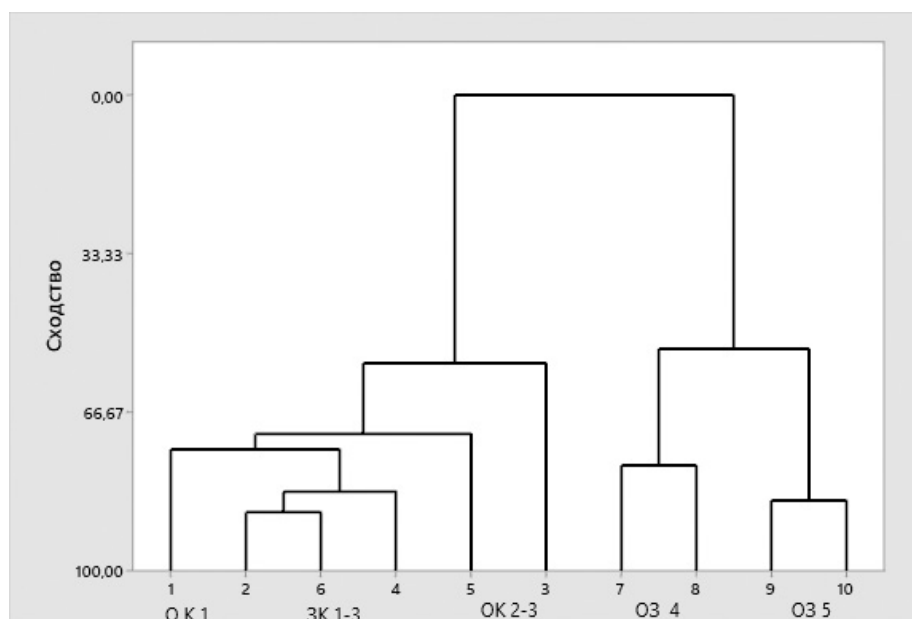


Рис. 3. Дендрограмма, отражающая степень сходства по матуральной и топографической неоднородности плодов *C. atoeana* Малиновая чаша по массе 1000 семян (метод полной связи, евклидово расстояние):

1 – открытые коробочки, 2 – закрытые коробочки (I период – 20.07–31.07); 3 – открытые коробочки, 4 – закрытые коробочки (II период 01.08–10.08); 5 – открытые коробочки, 6 – закрытые коробочки (III период – 10.08–20.08); 7 – открытые коробочки, 8 – закрытые коробочки (IV период – 21.08–31.08); 9 – открытые коробочки, 10 – закрытые коробочки (V период – 01.09–10.09).

OK1 – открытые коробочки, сформированные в первом периоде, ЗК1-3 – закрытые коробочки, сформированные в первые три периода, OK2-3 – открытые коробочки, сформированные во втором и третьем периодах, OЗ4 – открытые и закрытые коробочки, сформированные в четвертом периоде, OЗ5 – открытые и закрытые коробочки, сформированные в пятом периоде.

Примечание. Данные учитывались с побегов разных порядков (главной кисти (первый порядок) и боковых цветоносов второго порядка).

Fig. 3. Dendrogram reflecting the degree of similarity in terms of maturational and topographic heterogeneity of fruits of *C. atoeana* Raspberry bowl by weight of 1000 seeds (complete connection method, Euclidean distance):

1 – open boxes, 2 – closed boxes (I period – 20.07–31.07); 3 – open boxes, 4 – closed boxes (II periods from 01.08–10.08); 5 – open boxes, 6 – closed boxes (III period – 10.08–20.08); 7 – open boxes, 8 – closed boxes (IV period – 21.08–31.08); 9 – open boxes, 10 – closed boxes (V period – 01.09–10.09).

OK1 – open boxes formed in the first period, ZK1-3 – closed boxes created in the first three periods, OK2-3 – empty boxes included in the second and third periods, OZ4 – open and closed containers formed in the fourth period, OZ5 – open and closed boxes created in the fifth period.

Note. The data were taken into account from shoots of different orders (the main raceme (first order) and lateral peduncles of the second order).

Данная дендрограмма выявила матуральную неоднородность семян по признаку массы 1000 семян и четко определила два основных кластера.

Первый кластер включает 6 субкластеров из плодов, сформированных с 20.07 по 20.08: OK1 включает субкластер 1, где для определения количественного показателя массы 1000 семян они взяты из открытых коробочек, завязавшихся в первом периоде; в OK2-3 вошли субкластер 3 – семена из открытых коробочек второго периода и субкластер 5 – семена, сфор-

мированные в открытых коробочках третьего периода; ЗК1-3 с субкластерами 2, 4, 6 – это семена из закрытых коробочек, сформированных в первом, втором и третьем периодах.

Второй кластер объединил 4 субкластера из плодов, сформированных с 21.08 по 10.09: OЗ4 включает субкластеры 7– семена из открытых и 8 – из закрытых коробочек, сформированных в четвертом периоде с 21 по 31 августа, OЗ5 – субкластеры 9, 10 – семена из открытых и закрытых коробочек, сформированных в пятом (осеннем) периоде.

Повышение среднесуточной температуры воздуха приводило к увеличению массы 1000 семян как из открытых коробочек ($r = 0,94$), так и из закрытых коробочек ($r=0,96$) независимо от местоположения на побеге (рис. 4).

Посевные качества семян в среднем за 3 года исследований сильно зависели также от метеорологических условий в периоды завязывания и формирования семян (табл. 4).

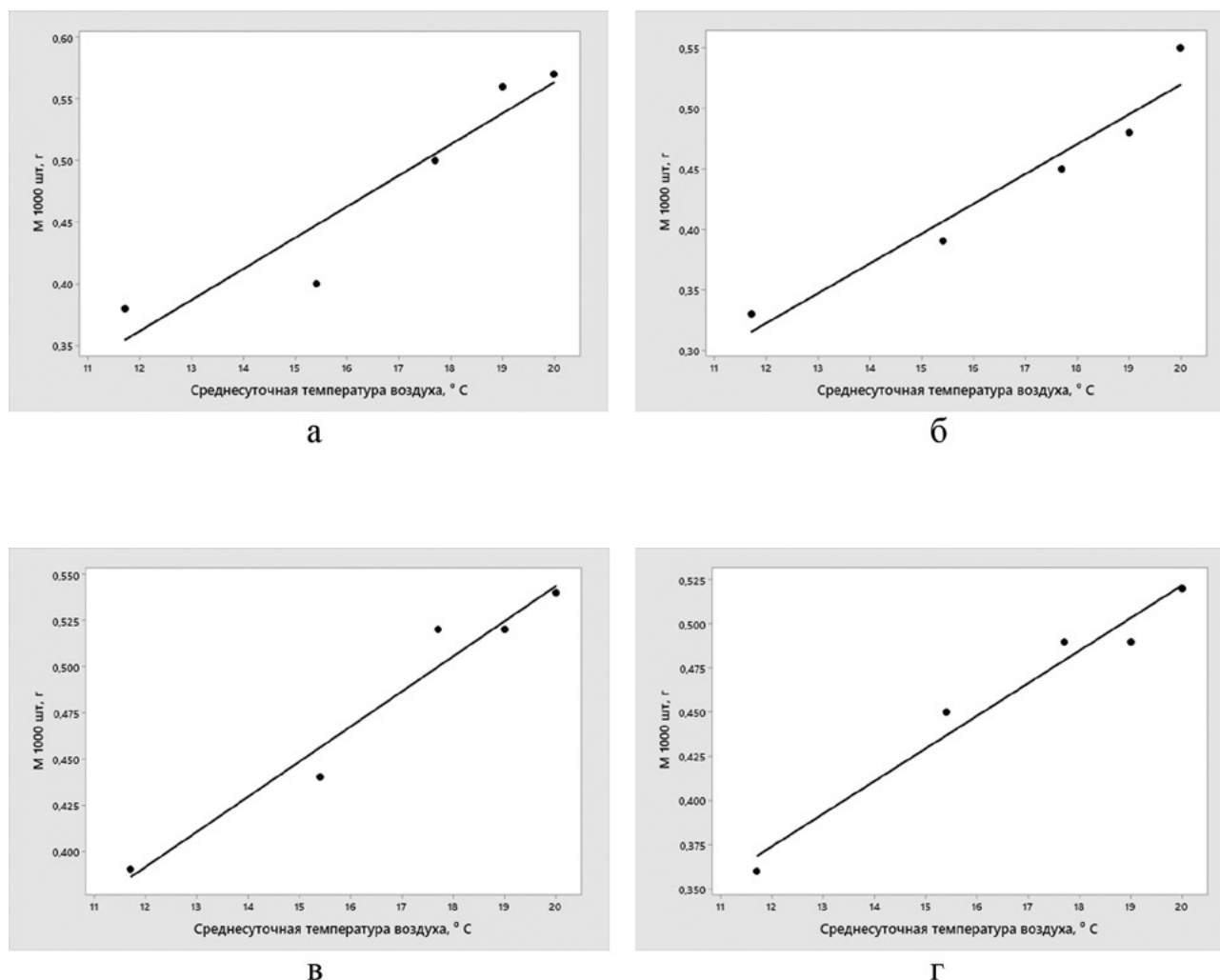


Рис. 4. Линии регрессии зависимости массы 1000 семян *C. amoena* Малиновая чаша от среднесуточной температуры воздуха, сформированных: из открытых коробочек: а – на главной кисти; б – на побегах второго порядка; из закрытых коробочек: в – на главной кисти; г – на побегах второго порядка.

а) $Y = 0,060 + 0,025 x$; б) $Y = 0,027 + 0,025 x$;

в) $Y = 0,164 + 0,019 x$; г) $Y = 0,153 + 0,018 x$,

где Y – масса 1000 шт., г; x – среднесуточная температура воздуха, °C

Fig. 4. Regression lines of the dependence of the mass of 1000 seeds of *C. amoena* Raspberry bowl on the average daily air temperature, formed: from open boxes: a – on the main raceme; b – on shoots of the second order; from closed boxes: c – on the main brush; d – on shoots of the second order.

а) $Y=0.060 + 0.025 x$; б) $Y=0.027 + 0.025 x$;

с) $Y=0.164 + 0.019 x$; д) $Y=0.153 + 0.018 x$,

Where: Y - the weight of 1000 pieces, g; x is the average daily air temperature, °C

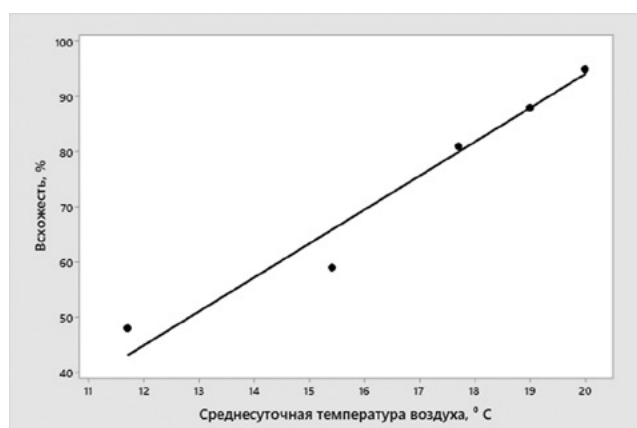
Таблица 4

Посевные качества семян *C. amoena* Малиновая чаша в зависимости от метеорологических условий периода формирования плодов
Sowing qualities of seeds of *C. amoena* Raspberry bowl depending on meteorological conditions of the period of fruit formation

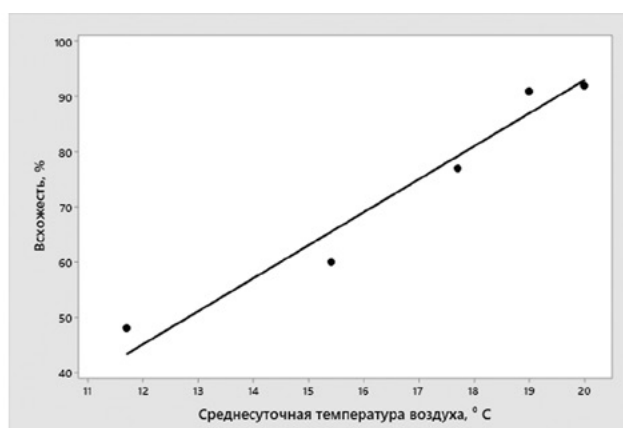
Качество плодов	I период 20.07–31.07		II период 01.08–10.08		III период 11.08–20.08		IV период 21.08–31.08		V период 01.09–10.09	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Энергия прорастания, %</i>										
Открытые	84	85	69	85	72	65	50	55	46	30
Закрытые	86	85	98	95	75	66	45	42	45	42
Среднее	85	85	93,5	90	73,5	65,5	47,5	48,5	45,5	36
<i>Всхожесть, %</i>										
Открытые	89	88	88	88	80	76	54	58	46	41
Закрытые	87	94	98	95	81	78	64	62	50	54
Среднее	88	91	94,5	91,5	80,5	77	59	60	48	47,5

Повышение среднесуточной температуры воздуха в период формирования семян привело к повышению посевных качеств семян:

на главной кисти $r = 0,978$ и на побегах второго порядка $r = 0,976$ (рис. 5).



а



б

Рис. 5. Линии регрессии зависимости всхожести семян *C. amoena* Малиновая чаша (средние значения) от среднесуточной температуры воздуха в период формирования плодов: а – на главной кисти и б – на побегах второго порядка.

а) $Y = - 28,78 + 6,145 x$; б) $Y = - 26,44 + 5,969 x$,
где Y – всхожесть семян, %; x – среднесуточная температура воздуха, °C

Fig. 5. Regression lines of dependence of seed germination of *C. amoena* Raspberry bowl (average values) on the average daily air temperature during fruit formation: a – on the main raceme and b – on second-order shoots.

а) $Y = - 28.78 + 6.145 x$; б) $Y = - 26.44 + 5.969 x$,
where: Y - Seed germination, %; x - average daily air temperature, °C

Для определения степени сходства периодов формирования плодов и семян по показателям посевных качеств *C. amoena* сорта Малиновая чаша с побегов разных порядков

был произведен их кластерный анализ путем измерения евклидова расстояния на базе программы статистических расчетов MINITAB (рис. 6).

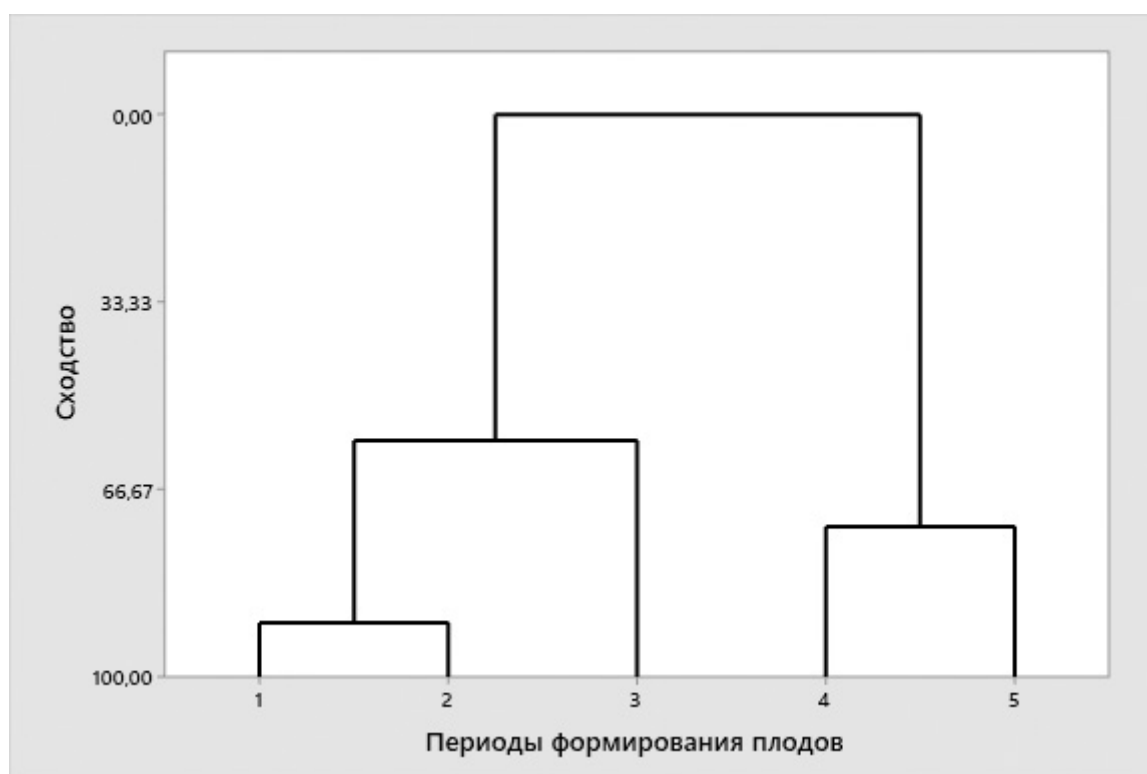


Рис. 6. Дендрограмма, отражающая степень сходства по показателям качества семян между различными периодами формирования плодов и семян *C. amoena* Малиновая чаша:

1 – период с 20 по 31 июля; 2 – период с 1 по 10 августа; 3 – период с 11 по 20 августа; 4 – период с 21 по 31 августа; 5 – период с 1 по 10 сентября

Fig. 6. Dendrogram reflecting the degree of similarity in terms of seed quality between different periods of fruit and seed formation of *C. amoena* Raspberry bowl:

1 – the period from 20 to 31 July; 2 – the period from 1 to 10 August; 3 – the period from 11 to 20 August; 4 – the period from 21 to 31 August; 5 – the period from 1 to 10 September

Дендрограмма по показателям посевных качеств, как и предыдущая, четко выделила лишь два кластера, включающих периоды, сильно различающиеся по метеорологическим характеристикам: с 20 июля по 20 августа и с 21 августа по 10 сентября.

Первый кластер подразделяется на три субкластера и объединяет показатели посевных качеств первых двух периодов (энергия прорастания от 84 до 95 %, всхожесть от 81 до 95 %), которые также похожи и по метеорологическим характеристикам, и третий субкластер, отличающийся меньшим количеством тепла и включающий третий период формирования плодов и семян со следующими показателями посевных качеств: энергия прорастания от 66 до 74 %, всхожесть от 77 до 81%.

Второй кластер объединил два субкластера четвертого и пятого периодов с самыми низ-

кими показателями посевных качеств семян (энергия прорастания от 36 до 49 %, всхожесть от 48 до 60 %).

ВЫВОДЫ

1. Основную структуру урожая растения кларкии (*C. amoena*) сорта Малиновая чаша, выращенного посевом семян в открытый грунт в климатических условиях юга Западной Сибири, составляют семена, полученные с побегов второго и третьего порядка (2,85 г, а вместе с главным стеблем 3,03 г). Средний урожай семян, получаемый с 1 м² за 3 года исследования составляет 39,39 г.

2. Реальная семенная продуктивность растений сорта Малиновая чаша в местных агроклиматических условиях составляет 50 % от

потенциальной. Самый высокий коэффициент семенной продуктивности (60%) был отмечен у коробочек, сформированных на побегах второго порядка верхнего яруса.

3. На величину урожая существенное влияние оказывают топографическая и матуральная изменчивость. На побегах первого и второго порядка формируется 63 % нормально развитых плодов, а на побегах третьего порядка – на 8–13 % меньше.

4. Каждый из этих типов неоднородности проявляется на разных уровнях в аспекте семеноведения и семеноводства с учетом экологических факторов: погодных условий вегетационного периода и неодинаковых условий питания растущих цветоносных и плодоносящих побегов разных порядков на разветвленных растениях кларкии прелестной сорта Малиновая чаша.

5. Масса 1000 семян – основной количественный показатель, отвечающий за продуктивность сорта, на который оказывают сильное влияние климатические факторы, определяющие периоды завязывания и формирования плодов и семян кларкии, а именно среднесуточная температура воздуха выше 15 °С и ГТК. Самыми крупными по массе 1000 шт. были семена, полученные в 2020 г. – самом удачном по соотношению тепла и влаги. Средняя масса 1000 шт. из открытых и закрытых коробочек, сформированных на главной кисти, составила 0,50 г, а из коробочек, сформированных на побегах второго порядка, – 0,47 г.

6. Незначительный перевес семян из закрытых коробочек, сформированных на побегах второго порядка материнского растения, по сравнению с открытыми может быть связан с дозариванием этих семян при бла-

гоприятной и стабильной температуре воздуха – 20 °С.

7. Кластерный анализ данных позволил четко разграничить 3 периода формирования плодов и семян у *C. amoena* Малиновая чаша по показателям качества семенного материала: первый – наиболее благоприятный период, с 20 июля по 10 августа, характеризующийся средними за 3 года значениями: среднесуточной температурой воздуха 19,5 °С, ГТК 1,0 и суммой активных температур выше 15 °С, составляющей 199 °С; второй период, с 11 по 20 августа, с более низкими гидротермическими показателями: среднесуточной температурой воздуха 17,7 °С, ГТК 1,1 и суммой активных температур выше 15 °С, равной 137 °С; третий период, с 21 августа по 10 сентября, с самыми низкими показателями качества семян и неблагоприятными погодными условиями по сравнению с предыдущими периодами: среднесуточной температурой воздуха 13,5 °С, ГТК 1,44 и суммой активных температур выше 15 °С, составляющей 107 °С.

8. Положительные и достоверно значимые корреляции ($r = 0,96-0,98$) наблюдались у растений *C. amoena* между посевными качествами семян (массой 1000 шт., энергией прорастания и всхожестью) и среднесуточной температурой воздуха выше 15 °С.

9. Установление тесных взаимосвязей между структурой элементов урожая и экологическими факторами является основой для разработки эффективной программы селекции и семеноводства кларкии на юге Западной Сибири, а также позволяет контролировать и в определенной мере прогнозировать урожайность и посевные качества нового сорта *Clarkia amoena* Малиновая чаша.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Королева Е.В. Изучение декоративного потенциала популяций *Clarkia Pursh* в условиях лесостепи Западной Сибири // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 59-4. – С. 173–183.
2. Современные направления в селекции некоторых цветочных культур / М.А. Соколова, О.Б. Кузичев, С.В. Гончарова, Г.М. Пугачева // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 2. – С. 34–38.
3. 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.
4. Королева Е.В., Петров А.Ф., Чудинова Ю.В. Внутривидовая изменчивость цветочно-декоративных растений семейства *Onagraceae* и механизмы их сортообразования // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2021. – № 2(59). – С. 18–42.

5. Храпцов И. Ф. 180-летие СибНИИСХ // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 12. – С. 3–4.
6. Интродукция и селекция пищевых растений в ЦСБС СО РАН, или насколько мы всеядны / А. Б. Горбунов, Н. В. Моисеева, В. С. Симагин [и др.] // Вестник ВОГиС. – 2005. – Т. 9, № 3. – С. 394–406.
7. Пошелюжина О.В. Урожай и качество семян декоративных многолетников в условиях лесостепной зоны Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 4. – С. 42–43.
8. Долганова З.В. Люди – создатели декоративного садоводства в Алтайском крае // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 7. – С. 10–12.
9. Достижения в интродукции и селекции декоративных растений на юге Западной Сибири / З. В. Долганова, Л. А. Клементьева, О. А. Мухина [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 7. – С. 24–28.
10. Пасько О.А. Неоднородность семян однолетних цветочных растений // Агро XXI – 2011. – №1-3. – С. 40–42.
11. Паначева Г.К., Еременко Л.Л. Зависимость формирования и созревания семян *Clarkia elegans* Dougl. от погодных условий при интродукции в г. Новосибирск // Вестник ИрГСХА. – 2011. – № 44-6. – С. 95–102.
12. Ashman T.L., Schoen D.J. The cost of floral longevity in *Clarkia tembloriensis*: An experimental investigation // *Evolutionary Ecology*. – 1997. – Vol.11. – P. 289–300. – <https://doi.org/10.1023/A:1018416403530>.
13. Hove A.A., Mazer S.J., Ivey C.T. Seed set variation in wild *Clarkia* populations: teasing apart the effects of seasonal resource depletion, pollen quality, and pollen quantity // *Ecol Evol.* – 2016. – Aug 18; Vol. 6(18). – P. 6524–6536. – DOI: 10.1002/ece3.2372.
14. Королева Е.В. Биологические особенности цветения генетической коллекции растений семейства *Onagraceae* Juss. в условиях лесостепи Западной Сибири // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2022. – № 21-2. – С. 69–75.
15. Ткаченко К.Г. Методические аспекты изучения латентного периода растений // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: материалы X междунар. форума, Благовещенск - Хэйхэ, 5–6 июня 2019 г. – Благовещенск; Хэйхэ: Дальневост. гос. аграр. ун-т, 2019. – С. 194–197.
16. Официальный бюллетень ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» [Электронный ресурс]. – 2022. – № 1(271). – URL: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2022/03/bull_271_1.html (дата обращения: 05.04.2023).
17. Выписка из реестра ФГБУ «Госсорткомиссия» на 21:51 05.04.2023 [Электронный ресурс]. – URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/7853728/> (дата обращения: 05.04.2023).
18. Королева Е.В., Ерёменко Л.Л. Зависимость семенной продуктивности *Godetia amoena* (Lehm) G. Don от гидротермических условий в момент оплодотворения // Продуктивность культурных растений в зависимости от погодных условий: сб. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, июль 2012 г.). – Новосибирск, 2012. – С. 288–295.
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. 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).
22. Влияние природных регуляторов роста на посевные качества однолетних цветочных культур / Е.В. Королева, А.А. Зибина, А.Ф. Петров [и др.] // Актуальные тенденции в развитии агрономической науки: сб. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения д-ра биол. наук, проф., акад. РАН, засл. деятеля науки России Г.П. Гамзикова. Новосибирск, 30 янв. 2023 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. – С. 142–146.

REFERENCES

1. Koroleva E.V., *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022, T. 59–4, pp. 173–183. (In Russ.).
2. Sokolova M.A., Kuzichev O.B., Goncharova S.V., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2019, T. 33, No. 2, pp. 34–38. (In Russ.).
3. Koroleva E.V., Petrov A.F., Chudinova YU.V., *Selekciya, semenovodstvo, tekhnologiya vozdel'yvaniya i pererabotka sel'skohozyajstvennyh kul'tur* (Breeding, seed production, cultivation technology and processing of agricultural crops), Proceedings of the 3rd Intern. conf., Krasnodar, 26–27 avg. 2021 g., Krasnodar: EDVI, 2021, pp. 104–110. (In Russ.).
4. Koroleva E.V., Petrov A.F., Chudinova YU.V., *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet)*, 2021, No. 2 (59), pp. 18–42. (In Russ.).
5. Hramcov I.F., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2008, No. 12, pp. 3–4. (In Russ.).
6. Gorbunov A.B., Moiseeva N.V., Simagin B.C., Snakina T.I., Boyarskih I.G., Fotev YU.V., Kudryavceva G.A., Belousova V.P., *Vestnik VOGiS*, 2005, T. 9, No. 3, pp. 394–406. (In Russ.).
7. Poshelyuzhina O.V., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2009, No. 4, pp. 42–43. (In Russ.).
8. Dolganova Z.V., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2008, No. 7, pp. 10–12. (In Russ.).
9. Dolganova Z.V., Klement'eva L.A., Muhina O.A., Bzhickih N.V., Vanyushina E.N., Pugach V.A., Sinogejkina G.E., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2013, No. 7, pp. 24–28. (In Russ.).
10. Pasko O.A., *Agro XXI*, 2011, No. 1–3, pp. 40–42. (In Russ.).
11. Panacheva G.K., Eremenko L.L., *Vestnik IrGSKHA*, 2011, No. 44–6, pp. 95–102. (In Russ.).
12. Ashman T.L., Schoen D.J., The cost of floral longevity in *Clarkia tembloriensis*: An experimental investigation, *Evolutionary Ecology*, 1997, No. 11, pp. 289–300, <https://doi.org/10.1023/A:1018416403530>.
13. Hove A.A., Mazer S.J., Ivey C.T., Seed set variation in wild *Clarkia* populations: teasing apart the effects of seasonal resource depletion, pollen quality, and pollen quantity, *Ecol Evol.*, 2016, Aug 18, Vol. 6 (18), pp. 6524–6536.
14. Koroleva E.V., *Problemy botaniki YUzhnoj Sibiri i Mongolii*, 2022, No. 21–2, pp. 69–75. (In Russ.).
15. Tkachenko K.G., *Ohrana i racional'noe ispol'zovanie lesnyh resursov* (Protection and rational use of forest resources), Proceedings of the 3rd Intern. forum, Blagoveshchensk - Hejhe, 5–6 iyunya 2019 g. – Blagoveshchensk; Hejhe: Dal'nevost. gos. agrar. un., 2019, pp. 194–197. (In Russ.).
16. *Oficial'nyj byulleten' FGBU «Gosudarstvennaya komissiya Rossijskoj Federacii po ispytaniyu i ohrane selekcionnyh dostizhenij»* (Official Bulletin), 2022, No. 1 (271): https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2022/03/bull_271_1.html (April 05, 2023).
17. *Vypiska iz reestra FGBU "Gossortkomissiya" na 21:51 05.04.2023*, Available at: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/7853728/> (April 05, 2023).
18. Koroleva E.V., Eryomenko L.L., *Produktivnost' kul'turnykh rastenij v zavisimosti ot pogodnyh uslovij* (Productivity of cultivated plants depending on weather conditions), Proceedings of the Conference Title. (Novosibirsk, iyul' 2012 g.), Novosibirsk, 2012, pp. 288–295. (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.
21. *Semena cvetochnykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti i energii prorastaniya semyan*: <https://files.stroyinf.ru/Data/138/13865.pdf> (data obrashcheniya 16.01.2023). (In Russ.).
22. Koroleva E.V., Zibina A.A., Petrov A.F., Lomako I.S., Boboeva SH. U., *Aktual'nye tendencii v razvitii agronomicheskoy nauki* (Current trends in the development of agronomic science), Proceedings of the Conference, Novosibirsk: IC NSAU Zolotoj kolos, 2023, pp. 142–146. (In Russ.).