

Научная статья

УДК 581.14+581.16+581.6

DOI: 10.32516/2303-9922.2023.47.6

Оценка жизнеспособности семян *Clematis integrifolia* L., собранных в Ботаническом саду Самарского университета

Наталья Олеговна Рогулева¹, Татьяна Михайловна Жавкина²,
Елена Анатольевна Мельникова³, Николай Викторович Янков⁴

¹⁻⁴ Ботанический сад Самарского университета, Самара, Россия

¹ strona@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8076-9295>

² tanya.zhavkina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2150-4489>

³ andmelnikov294@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4606-1728>

⁴ yankov-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4782-9863>

Аннотация. Необходимость отбора и предоставления качественного материала в формируемый банк семян раритетных видов Самарской области, а также определения сроков хранения семян является актуальной задачей. Объектами исследования служили семена, собранные со взрослых растений *Clematis integrifolia*, произрастающих на территории Ботанического сада Самарского университета. В статье представлены сведения за 4 года о морфологии, влажности, массе семян, их выполненности и всхожести. Средняя длина семян (без стилодия) составила 6,12 мм и изменялась в интервале 4,95—7,98 мм, средняя ширина семян — 3,65 мм при интервале 2,76—5,13 мм. Показатель массы 1000 семян при среднем значении 5,10 г варьировал от 4,61 до 5,75 г. После воздушно-сухого хранения влажность семян находилась в диапазоне 6,30—7,57%. Метод цифровой микрофокусной рентгенографии был использован для оценки качества семян. Количество дефектных семян изменялось в зависимости от года сбора от 30,3 до 80,0%. Признаков заселенности и поврежденности семян вредителями не обнаружено. На 36-е сутки от начала постановки опыта появились первые проростки у семян *C. integrifolia* 2021 года сбора. Лабораторная всхожесть семян изменялась от 15,2% в 2022 г. до 52,0% в 2021 г. Семена, хранившиеся более 3 лет при комнатной температуре, полностью теряли всхожесть. На основе полученных данных рекомендуем включить в банк семян после предварительной отбраковки недоразвитых и пустых семян образцы 2020, 2021, 2022 годов репродукции.

Ключевые слова: размер семян, масса 1000 семян, влажность семян, микрофокусная рентгенография, жизнеспособность семян, сроки хранения.

Для цитирования: Рогулева Н. О., Жавкина Т. М., Мельникова Е. А., Янков Н. В. Оценка жизнеспособности семян *Clematis integrifolia* L., собранных в Ботаническом саду Самарского университета // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2023. № 3 (47). С. 96—107. URL: http://vestospu.ru/archive/2023/articles/6_47_2023.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2023.47.6.

Original article

Viability assessment of *Clematis integrifolia* L. seeds collected in the Botanical Garden of Samara University

Natalia O. Roguleva¹, Tatiana M. Zhavkina², Elena A. Melnikova³,
Nikolay V. Yankov⁴

¹⁻⁴ Botanical garden of the Samara University, Samara, Russia

¹ strona@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8076-9295>

© Рогулева Н. О., Жавкина Т. М., Мельникова Е. А., Янков Н. В., 2023

² tanya.zhavkina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2150-4489>

³ andmelnikov294@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4606-1728>

⁴ yankov-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4782-9863>

Abstract. The necessity to select and provide high-quality material to the formed seed bank of rare species of the Samara region, as well as determining the shelf life of seeds is an urgent task. The objects of the study were seeds collected from adult *Clematis integrifolia* plants growing on the territory of the Botanical Garden of Samara University. The article presents 4-year data on the morphology, humidity, weight, fullness and germination of seeds. The average seeds length (without stylodium) was 6.12 mm and varied in the range of 4.95—7.98 mm, the average seeds width was 3.65 mm, with an interval of 2.76—5.13 mm. The average weight of 1000 seeds was 5.10 g and varied from 4.61 to 5.75 g. After air-dry storage, the moisture content of the seeds was in the range of 6.30—7.57%. An express assessment of seed quality was carried out using digital microfocus radiography. The number of defective seeds varied depending on the year of harvest from 30.3 to 80.0%. There were no signs of pests colonization and damage of seeds. The first seedlings of the seeds of *C. integrifolia* 2021 collection appeared on the 36th day from the beginning of the experiment. Laboratory germination of seeds varied from 15.2% in 2022 to 52.0% in 2021. Seeds stored for more than 3 years at room temperature completely lost their germination. Based on the data obtained, the authors recommend the samples of 2020, 2021, 2022 to be included into the seed bank after preliminary rejection of underdeveloped and empty seeds.

Keywords: seed size, weight of 1000 seeds, seed moisture, microfocus radiography, viability of seeds, storage period.

For citation: Roguleva N. O., Zhavkina T. M., Melnikova E. A., Yankov N. V. Viability assessment of *Clematis integrifolia* L. seeds collected in the Botanical Garden of Samara University. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2023, no. 3 (47), pp. 96—107. DOI: <https://doi.org/10.32516/2303-9922.2023.47.6>.

Введение

Для территории Самарской области характерна высокая степень антропогенной трансформации природных экосистем [2; 14, с. 222], что приводит к утрате многих коренных природных сообществ. Даже довольно обширная сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) области не всегда позволяет решить задачу охраны уникальных объектов фиторазнообразия *in situ*.

Одной из основных задач ботанических садов является сохранение биологического разнообразия. Коллекции раритетных видов *ex situ* гарантируют защиту от вымирания растений в дикой природе путем их исследования, реинтродукции и создания банков семян [6].

Ботанический сад Самарского университета работает в данном направлении фактически с момента своего основания. В 1977 г. началась последовательная деятельность по формированию «резервных» популяций раритетных видов природной флоры в культуре — был заложен участок редких и исчезающих растений (27 видов, привезенных из природы). Проводилась работа по теме «Научные основы охраны, воспроизводства и рационального использования редких и исчезающих видов растений» [22; 23]. Новый этап в исследовании раритетных видов настал в конце 2020 г., когда была создана научно-исследовательская лаборатория «Инновационные методы изучения и сохранения биологического разнообразия» (НИЛ ИМИСБР). Для лаборатории был закуплен комплекс специализированного оборудования, позволяющий сотрудникам Ботанического сада всесторонне исследовать плоды и семена. На базе лаборатории Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королева было начато формирование банка семян раритетных видов Самарской области.

Clematis integrifolia L., или клематис цельнолистный, — третичный реликт, имеющий в России значительный ареал, в пределах которого на территории 22 субъектов Российской Федерации встречается спорадически, с небольшой численностью популяций [11; 12].

В Самарской области описание *C. integrifolia* впервые встречается в работах А. Ф. Терехова, где местом произрастания ломоноса на территории Среднего Поволжья отмечаются окрестности г. Куйбышева и деревни Подстепновки [24, с. 60; 25, с. 50]. В Красную книгу Самарской области *C. integrifolia* занесен как редкий вид со стабильной численностью, категория 3/Г [14, с. 222]. Клематис цельнолистный является индикатором ненарушенных опушек и луговых степей в лесостепной зоне [13, с. 175—176].

В дендрарии ботанического сада *C. integrifolia* представлен экологической популяцией, произрастающей локальными, малочисленными группами. Встречается под деревьями, в зарослях кустарников, лучше разрастается на солнечных участках с плодородной почвой, защищенных от ветра. Численность популяции, по данным 2022 г., составляет 157 особей.

При выращивании в культуре *C. integrifolia* специальных приемов агротехники не требует. Является хорошим медоносом [19]. В озеленении используется для одиночных и групповых посадок на газонах, по берегам водоемов, на лужайках и каменистых горках [19; 37].

Широко применяется для гибридизации и получения новых сортов, использовался в качестве родительской линии в селекции 73 сортов [12; 30]. Селекционеры А. Н. Волосенко-Валенис и М. А. Бескаравайная в Никитском ботаническом саду получили интересные гибриды: Аленушка, Анастасия Анисимова, Козетта, Память Сердца, Сизая Птица, Синий Дождь, Юность, Фантазия [19].

Семенное размножение *C. integrifolia* в культуре затруднено. При высокой потенциальной семенной продуктивности реальная семенная продуктивность растений часто низкая, так как большинство цветков не развиваются в полноценные семена. При температуре окружающей среды выше плюс 25 °С жизнеспособность пыльцевых зерен снижается, при высокой температуре среды могут погибать сформировавшиеся семязачатки [27]. В условиях умеренно континентального климата количество жарких дней, превышающих критический температурный порог, довольно высоко, поэтому морфологическое исследование плодов *C. integrifolia* является актуальной задачей.

Цель работы — дать оценку жизнеспособности семян *C. integrifolia*, формируемых в Ботаническом саду Самарского университета, для последующего помещения их в создаваемый банк семян раритетных видов Самарской области.

Объекты и методы исследований

C. integrifolia представляет собой полукустарник 0,3—0,7 м (в культуре до 1,2 м) высотой, побеги прямые или слегка извилистые. Цветки одиночные, расположены на концах стебля или ветвей, крупные, колокольчатовидные. Фиолетовые чашелистики, общим числом 4, загнуты наружу (рис. 1). В условиях Среднего Поволжья цветет в июне-августе. Плод — многоорешек [13, с. 175—176; 14, с. 222]. Плоды клематиса цельнолистного созревают в августе-сентябре, плодообразование хорошее, но интенсивность семенного возобновления низкая [11].

Объектами исследования служили семена *Clematis integrifolia* из коллекции Ботанического сада Самарского университета. Для изучения брали семена, сформированные в 2017, 2020, 2021 и 2022 гг., а также семена 2017 г. сбора природной формы с белыми цветками (*f. Alba*). Семена очищали от мусора, подсушивали, затем фасовали по бумажным пакетам и хранили при комнатной температуре в семенной лаборатории [31]. Семена для исследований были изъяты из семенной лаборатории в ноябре 2022 г.

При помощи микроскопа Микромед МС-5 ZOOM LED были сделаны фотографии семян, которые позволяют подробно рассмотреть поверхность семени, дать оценку фактуре и цвету семенной оболочки, описать форму семян.



Рис. 1. *Clematis integrifolia*: 1 — внешний вид, 2 — цветки формы Alba, 3 — цветки, 4 — плоды

В программе JMicro Vision проводили измерение длины и ширины семян. Для этого полученные на сканере Epson Perfection V370 Photo изображения семян открывали в программе и проводили калибровку путем ввода разрешения изображения (2400 dpi). При помощи инструмента 1D Measurement проводили измерения длины и ширины, точность измерения составила 6 мкм [20; 21].

Массу 1000 семян измеряли на аналитических весах Госметр ВЛ-220 [21; 31]. Влажность семян измеряли при помощи анализатора влажности Госметр АВГ-60.

Степень развитости семян определяли методом цифровой микрофокусной рентгенографии на передвижной рентгенодиагностической установке (ПРДУ). Основным преимуществом этого метода является его оперативность и сохранение целостности семян [1; 3; 10; 15; 16; 18; 26; 28; 29; 34; 35], что особенно важно при работе с малыми партиями семян раритетных видов. Данный метод давно включен в международные стандарты для оценки заражения и повреждения зерна вредителями [1; 33]. Образцы семян на маркированных пластиковых планшетах помещали в камеру ПРДУ. Режим съемки семян был следующий: напряжение на трубке — 40 кВ, время экспозиции — 2 с. В течение нескольких секунд изображение выводилось на экран монитора, производилась корректировка контрастности и четкости [21]. Рентгенограммы сохранялись в формате JPG, что позволило в дальнейшем анализировать изображения в любом доступном графическом редакторе [3; 15; 18; 26]. Хорошо выполненные жизнеспособные семена имели на рентгенограммах светлое изображение, соответствующее нормальной проекции семени, тогда как пустоты и другие повреждения давали темные участки изображения [16; 18]. Визуально выявляли выполненные и дефектные семена и производили их подсчет.

Оценку лабораторной всхожести семян проводили путем проращивания их на фильтровальной бумаге в чашках Петри. Для посева отбирали только те семена, которые по результатам микрофокусной рентгенографии были признаны полноценными и не имели дефектов [21]. Семена *C. integrifolia* предварительно замачивали в течение 8 дней, ежедневно меняя воду. На 9-е сутки произвели высев. Проращивание осуществляли в термостате при постоянной освещенности и температуре 21—23 °С. Итоговый подсчет проросших семян проводился на 72-е сутки.

Полученные результаты были подвергнуты математической обработке [9]. С помощью пакета MS Office Excel 2010 по ее результатам были построены диаграммы. В таблицах приведены среднее арифметическое и ошибка среднего арифметического значения.

Результаты и обсуждение

Жизнеспособные семена являются важным компонентом растительного сообщества, и во многих случаях самоподдержание популяций в дикой природе обеспечивается благодаря семенному размножению.

Плод *C. integrifolia* представляет собой многоорешек. Орешек округлый, плоский, с утолщенным ободком коричневатого-желтого или бурого цвета, покрыт волосками с длинным перисто-волосистым стилодием (носиком-летучкой) (рис. 2). Длина семян без учета стилодия изменялась в интервале 4,95—7,98 мм, ширина — в интервале 2,76—5,13 мм. Достоверных различий этих показателей в зависимости от года сбора семян и окраса цветков не прослеживается.



Рис. 2. Фотографии семян *Clematis integrifolia*

Сравнение наших данных с результатами исследований, проведенных в условиях культуры в Волгоградском региональном ботаническом саду [17], ботаническом саду-институте Уфимского НЦ РАН [8], в Институте растениеводства и селекции Высшей сельскохозяйственной школы (г. Штутгарт, Германия) [5, с. 455], в большинстве случаев не показало достоверных различий. Тем не менее значения средней длины семян, полученные в Волгограде, были ниже значений, полученных в Самаре.

При сравнении средних показателей длины и ширины семян растений, выращенных на территории Российской Федерации, со значениями базы данных Flora of China [32] выявлено, что семена *C. integrifolia* из Китая характеризуются более крупными размерами.

Таблица 1

Размер семян *Clematis integrifolia*

Год сбора	Длина, мм		Ширина, мм	
	min—max	Среднее и ошибка	min—max	Среднее и ошибка
<i>Clematis integrifolia</i> , Самара				
2017	4,99—7,45	6,35±0,07	2,76—4,33	3,54±0,04
2020	5,45—7,65	6,73±0,07	3,24—4,66	3,91±0,04
2021	4,95—7,98	6,75±0,10	3,07—5,13	3,81±0,06
2022	4,98—7,06	6,28±0,06	3,04—4,58	3,73±0,04

Год сбора	Длина, мм		Ширина, мм	
	min—max	Среднее и ошибка	min—max	Среднее и ошибка
<i>Clematis integrifolia</i> f. <i>Alba</i> , Самара				
2017	4,95—7,52	6,12±0,08	3,21—4,17	3,65±0,03
<i>Clematis integrifolia</i> , Волгоград [17]				
		4,88±0,07		3,66±0,10
<i>Clematis integrifolia</i> , Уфа [8]				
		5,7±0,12		3,7±0,08
<i>Clematis integrifolia</i> , Германия [5, с. 455]				
	5,0—6,5		3,5—4,5	
<i>Clematis integrifolia</i> , Китай [32]				
	6,0—10,0		4,0—5,0	

Были получены рентгенограммы семян за каждый год исследования (рис. 3), проведены подсчет и выбраковка дефектных семян.

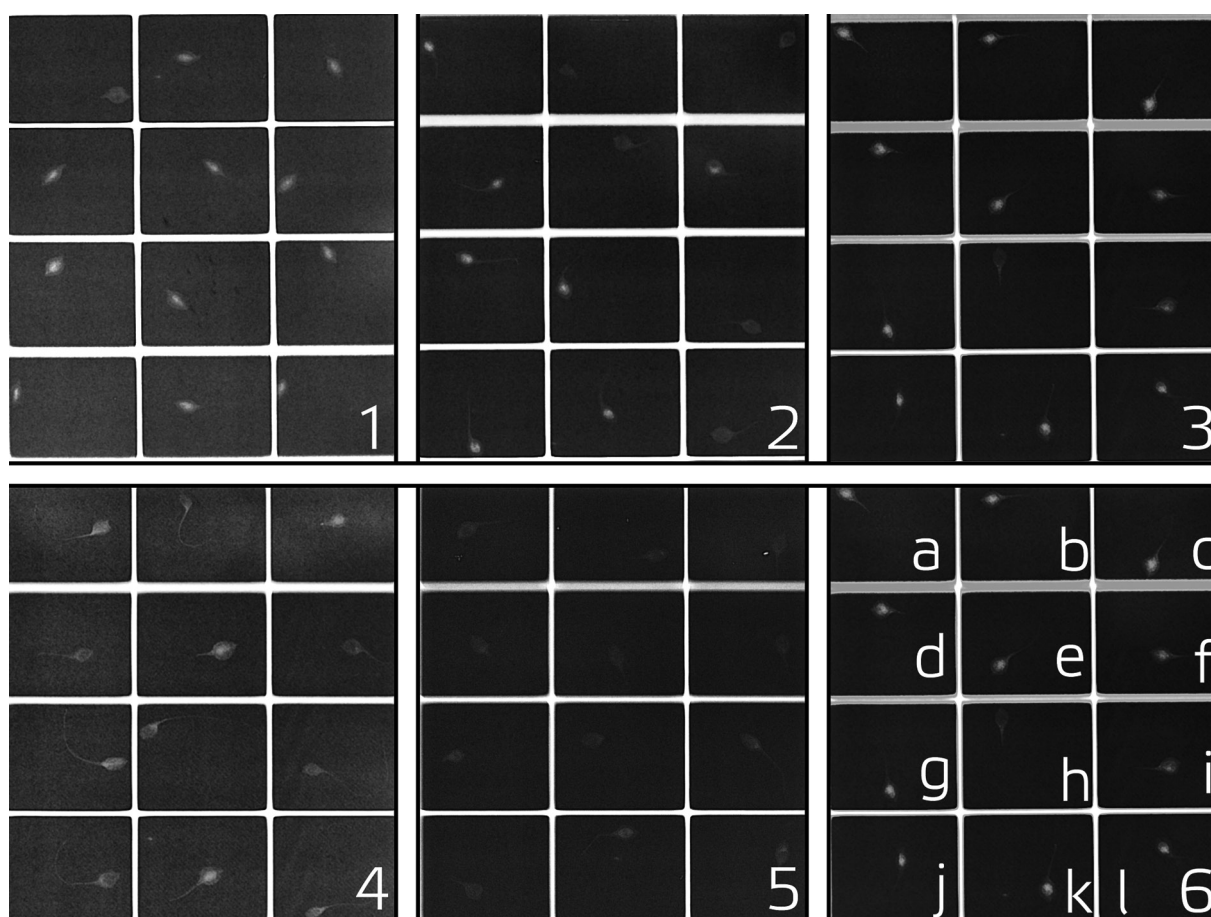


Рис. 3. Примеры рентгенограмм семян *C. integrifolia*: 1 — 2017 г., 2 — 2020 г., 3 — 2021 г., 4 — 2022 г., 5 — 2017 г. ф. Альба, 6 — примеры выполненных (a, b, c, d, e, g, j, k), недоразвитых (i, f, l) и пустых семян (h)

По итогам проведенных исследований установлено, что доля полноценных семян в выборках незначительна и сильно варьирует в зависимости от года сбора — 19,8—69,7%,

что, скорее всего, связано с различием погодных условий по годам. Полученные результаты объясняют слабое семенное возобновление клематиса в Ботаническом саду Самарского университета. Признаков заселенности и поврежденности семян вредителями выявлено не было (табл. 2).

Масса 1000 семян изменялась в диапазоне от 4,61 г в 2021 до 5,75 г в 2020 г., средняя масса 1000 семян составила 5,10 г (табл. 2). Полученные нами значения данного параметра отличались в меньшую сторону от данных в Seed International Database, Kew (SID) (5,10 г против 6,90 г) [36]. Разница в весе может быть обусловлена тем, что мы взвешивали семена без стилодия.

Таблица 2

Биометрические показатели семян *C. integrifolia*

Год сбора	Масса 1000 семян	Влажность семян, %	Количество дефектных семян, %	Всхожесть семян, %
<i>Clematis integrifolia</i>				
2017	5,10	6,30	52,6	0
2020	5,75	6,46	30,3	38,7
2021	4,61	6,52	70,2	52,0
2022	5,06	7,57	80,2	15,2
<i>Clematis integrifolia</i> f. <i>Alba</i>				
2017	4,96	7,07	52,0	0
M±m	5,10±0,19	6,78±0,24	57,06±8,58	—

Примечание: М — среднее арифметическое, m — ошибка среднего арифметического.

Влажность семян, собранных в 2022 г., и семян, собранных ранее 2022 г., отличалась незначительно. По ГОСТ Р 52325-2005 влажность семян, закладываемых на хранение сроком на 1 год и более (государственные, страховые и переходящие фонды), не должна превышать 14% [7]. После воздушно-сухого хранения влажность семян находилась в диапазоне 6,30—7,57% (табл. 2), что соответствует нормативным требованиям.

Лабораторная всхожесть семян изменялась от 15,2% у семян сбора 2022 г. до 52,0% у семян сбора 2021 г. Столь низкий порог всхожести абсолютно полноценных семян обусловлен их физиологическим покоем. Семена, собранные в 2017 г., не взошли. Единичные загнившие семена были в образцах 2017 и 2020 гг., т.е. оставшиеся невзошедшие семена являются потенциально жизнеспособными. Первые проростки появились на 36-е сутки от момента высева у семян *C. integrifolia* сбора 2021 г. Динамика прорастания семян представлена на рисунке 4.

Наши данные подтверждают результаты исследований других авторов [4], которыми установлено, что у разных видов клематисов длительность сохранения всхожести семян колеблется обычно от 1 года до 4 лет. Хранящиеся при комнатной температуре семена *C. integrifolia* остаются всхожими в течение 3 лет.

Заключение

На основании проведенных исследований установлено, что на территории Ботанического сада Самарского университета *C. integrifolia* проходит все этапы онтогенетического развития и образует жизнеспособные семена. Тем не менее доля дефектных семян в некоторые годы достигала 80%, что может быть связано с неблагоприятными жаркими погодными условиями в 2020 г. Масса 1000 семян и размеры семян сопоставимы с данными российских и зарубежных исследователей. Показатель влажности семян был в пределах нормы. Семена сохраняли всхожесть при хранении в условиях комнатной температуры в течение 3 лет.

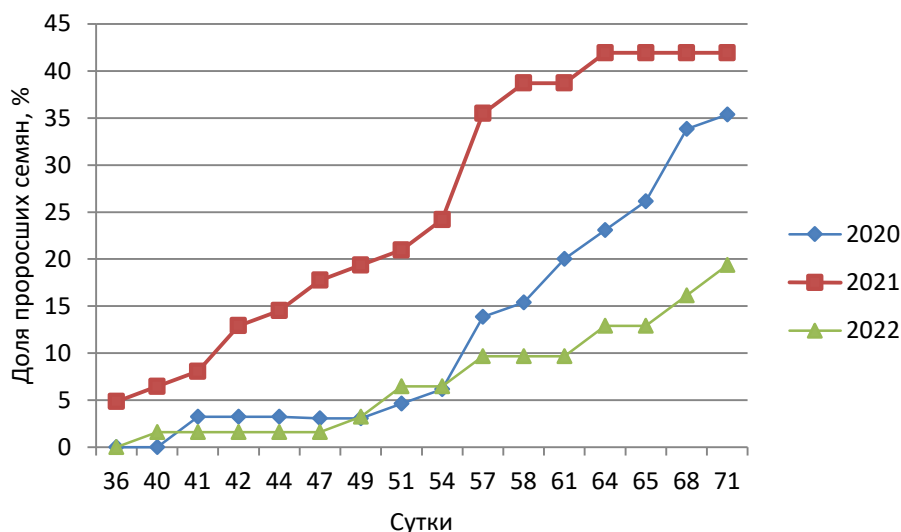


Рис. 4. Динамика прорастания семян *C. integrifolia*

После предварительной отбраковки недоразвитых и пустых семян образцы 2020, 2021, 2022 годов репродукции могут быть заложены в формирующийся банк семян раритетных видов Самарской области.

Проведение комплексного анализа с использованием современных подходов, в том числе метода цифровой микрофокусной рентгенографии, позволило дать оценку качества семян редкого вида *C. integrifolia*, а также определить оптимальное количество семян, необходимое для их сохранения в семенных банках. В дальнейшем планируем подтвердить данные других исследователей [4] о положительном влиянии низких положительных температур на увеличение долговечности и всхожести семян *C. integrifolia*.

Список источников

1. Архипов М. В., Потрахов Н. Н. Микрофокусная рентгенография растений. СПб. : Технолит, 2008. 194 с.
2. Атлас земель Самарской области. Самара, 2002. 101 с.
3. Безух Е. П., Потрахов Н. Н., Бессонов В. Б. Применение метода микрофокусной рентгенографии для контроля качества семян плодовых культур // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. Вып. 89. С. 106—112.
4. Бескаравайная М. А. Клематисы. М. : Фитон+, 2002. 37 с.
5. Броувер В., Штелин А. Справочник по семеноведению сельскохозяйственных, лесных и декоративных культур с ключом для определения важнейших семян. М. : Т-во науч. изданий КМК, 2010. 694 с.
6. Глобальная стратегия сохранения растений: 2011—2020 / Международный совет ботанических садов по охране растений (BGCI). Ричмонд, Великобритания, 2012. 40 с.
7. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. М. : Стандартинформ, 2009. 20 с.
8. Жигунов О. Ю., Насурдинова Р. А. Некоторые особенности репродуктивной биологии видов рода *Clematis* L. в условиях культуры в башкирском Предуралье // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25, № 2. С. 71—76.
9. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1973. 256 с.
10. Землянова В. Е., Кавеленова Л. М., Накрайникова Д. Д. [и др.] К перспективам использования рентгенографической экспресс-оценки качества семян в биомониторинге и сохранении биоразнообразия // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : сб. материалов XIX Всерос. науч.-практ. конф. 25 ноября 2021 г., Киров. Киров : Вятский гос. ун-т, 2021. С. 99—103.
11. Коротков О. И., Багрикова Н. А., Зубкова Н. В. Распространение и меры охраны *Clematis integrifolia* L. на территории Российской Федерации // АгроЭкоИнфо. 2018. № 3. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/3/st_346.doc.

12. Коротков О. И., Зубкова Н. В., Багрикова Н. А. Представители рода *Clematis* L., занесенные в Красные книги субъектов Федерации юга России // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыан», 2017. Вып. 8. С. 79—92.
13. Красная книга Воронежской области / науч. ред. В. А. Агафонов. Т. 1. Растения. Лишайники. Грибы. Воронеж : МОДЭК, 2011. 472 с.
14. Красная книга Самарской области / под ред. С. А. Сенатора и С. В. Саксонова. Т. 1 : Редкие виды растений и грибов. Самара : Самарская гос. обл. академия (Наяновой), 2017. 380 с.
15. Мусаев Ф. Б. Научно-практические аспекты совершенствования контроля качества семян овощных культур : дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 2018. 479 с.
16. Мусаев Ф. Б., Потрахов Н. Н., Белецкий С. Л. Краткий атлас рентгенографических признаков семян овощных культур. М. : Изд-во ФГБНУ ФНЦО, 2018. 40 с.
17. Нирода А. В., Сорокопудова О. А., Коротков О. И., Жолобова О. О. Строение плодиков некоторых видов *Clematis* L., интродуцированных в Волгограде // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Естественные науки. 2013. Т. 25, № 24 (167). С. 32—36.
18. Рентгенографический анализ качества семян овощных культур : метод. указания / отв. сост. канд. с.-х. наук Ф. Б. Мусаев. СПб. : СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. 42 с.
19. Риекстиня В. Э., Риекстиньш И. Р. Клематисы. Л. : Агропромиздат, 1990. 287 с.
20. Рогулева Н. О., Янков Н. В. Биоморфологические особенности семян некоторых видов растений из оранжереи Самарского ботанического сада // Экология и география растений и растительных сообществ : материалы IV Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 16—19 апреля 2018 года. Екатеринбург, 2018. С. 798—803.
21. Рогулева Н. О., Янков Н. В. Контроль жизнеспособности семян *Murraya paniculata* (L.) Jack. // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2021. № 3 (39). С. 49—58. http://vestospu.ru/archive/2021/articles/4_39_2021.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2021.39.4.
22. Розно С. А., Кавеленова Л. М., Рузаева И. В. О формировании целевых экспозиций для эколого-образовательной и просветительной деятельности ботанических садов (экспозиция «Живая Красная книга Самарской области») // Ботанические сады в современном мире: наука, образование, менеджмент : материалы первой междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 22—26 июня 2016 г. СПб. : Полиграфический комплекс, 2016. С. 59—62.
23. Розно С. А., Рузаева И. В., Жавкина Т. М., Помогайбин А. В., Кавеленова Л. М., Кузовенко О. А. Проблемы и перспективы сохранения видов природной флоры в культуре: из опыта работы Ботанического сада Самарского университета // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2020. № 19-1. С. 275—279. DOI: 10.14258/pbssm.2020054.
24. Терехов А. Ф. Определитель весенних и осенних растений Среднего Поволжья и Заволжья. 2-е изд. Куйбышев : Куйбышев. обл. изд-во, 1939. 336 с.
25. Терехов А. Ф. Определитель весенних и осенних растений Среднего Поволжья и Заволжья. 3-е изд. Куйбышев : Кн. изд-во, 1969. 464 с.
26. Ткаченко К. Г. Рентгенографический метод определения качества репродуктивных диаспор и выявления в них вредителей // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике : сб. материалов Всерос. конф. Красноярск, 2016. С. 226—227.
27. Яндовка Л. Ф., Ярыгина М. С. *Clematis integrifolia* и *C. recta* (Ranunculaceae) — редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды лекарственных растений Тамбовской области // Вестник Тамбовского государственного университета. 2013. Т. 18, № 1. С. 426—428.
28. Arkhipov M. V. X-Ray computer methods for studying the structural integrity of seeds and their importance in modern seed science // Technical Physics. 2019. Vol. 64, N 4. P. 582—592.
29. Arkhipov M. V., Priatkin N. S., Gusakova L. P., Karamysheva A. V., Trofimuk L. P., Potrakhov N. N., Bessonov V. B., Shchukina P. A. Microfocus X-Ray method for detecting hidden defects in seeds of woody forest species and other types of vascular plants // Technical Physics. 2020. Vol. 65, N 2. P. 324—332. DOI: 10.1134/S1063784220020024.
30. Clematis on the Web. URL: <http://www.clematis.hull.ac.uk>.
31. FAO. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, 2013. URL: <http://www.fao.org/docrep/019/i3704e/i3704e.pdf>.
32. Flora of China. Vol. 6. Page 84. URL: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200007654.
33. Hernández-Sánchez N., Moreda G., Herrero-Langreo A., Melado-Herreros Á. Assessment of Internal and External Quality of Fruits and Vegetables // Sozer N. (eds) Imaging Technologies and Data Processing for Food Engineers. Springer, 2016. P. 269—309. (Food Engineering Series).

34. Kavelenova L., Roguleva N., Yankov N., Ruzaeva I., Pavlova E., Nakrainikova D., Potrachov N. Assessment of the quality of seeds formed in situ and ex situ as a mandatory element of maintaining seed banks of rare plants // E3S Web of Conference. 2021. Vol. 65. Art. 05012. DOI: 10.1051/e3sconf/202126505012.
35. Nagaraju A., Ramesh Babu T., Sarath Babu B. Detection of Hidden Insect Infestation in Small and Bold Seeded Varieties of Groundnut by Standardizing X-ray Radiography // Environment & Ecology. 2017. Vol. 35, N 4E. P. 3650—3655.
36. Seed Information Database — SID, 2023. URL: <https://data.kew.org/sid/> <http://data.kew.org/sid/SidServlet?ID=52090&Num=hrk>.
37. Xie L., Wen J., Li L. Q. Phylogenetic analyses of Clematis (Ranunculaceae) based on sequences of nuclear ribosomal ITS and three plastid regions // Systematic Botany. 2011. Vol. 36, N 4. P. 907—921. DOI: 10.1600/036364411X604921.

References

1. Arkhipov M. V., Potrachov N. N. *Mikrofokusnaya rentgenografiya rastenii* [Microfocus radiography of plants]. St. Petersburg, Tekhnolit Publ., 2008. 194 p. (In Russian)
2. *Atlas zemel' Samarskoi oblasti* [Land Atlas of the Samara Region]. Samara, 2002. 101 p. (In Russian)
3. Bezukh E. P., Potrachov N. N., Bessonov V. B. Primenenie metoda mikrofokusnoi rentgenografii dlya kontrolya kachestva semyan plodovykh kul'tur [Application of the method of microfocus radiography for quality control of seeds of fruit crops]. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva* [Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products]. 2016, is. 89, pp. 106—112. (In Russian)
4. Beskaravainaya M. A. *Klematisy* [Clematis]. Moscow, Fiton+ Publ., 2002. 37 p. (In Russian)
5. Brouver V., Shtelin A. *Spravochnik po semenovedeniyu sel'skokhozyaistvennykh, lesnykh i dekorativnykh kul'tur s klyuchom dlya opredeleniya vazhneishikh semyan* [A guide to the seed science of agricultural, forestry and ornamental crops with a key to identify the most important seeds]. Moscow, T-vo nauch. izdaniy KMK Publ., 2010. 694 p. (In Russian)
6. *Global'naya strategiya sokhraneniya rastenii: 2011—2020* [Global Strategy for Plant Conservation: 2011—2020]. Richmond, Velikobritaniya, 2012. 40 p. (In Russian)
7. *GOST R 52325-2005. Semena sel'skokhozyaistvennykh rastenii. Sortovye i posevnye kachestva. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [GOST R 52325-2005. Seeds of agricultural plants. Varietal and sowing qualities. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 20 p. (In Russian)
8. Zhigunov O. Yu., Nasurdinova R. A. Nekotorye osobennosti reproduktivnoi biologii vidov roda Clematis L. v usloviyakh kul'tury v bashkirskom Predural'e [Some features of reproductive biology of species of genus Clematis L. in the conditions of culture in the Bashkir Cis-Urals]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Ser. Biologiya. Nauki o Zemle — Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences*, 2015, vol. 25, no. 2, pp. 71—76. (In Russian)
9. Zaitsev G. N. *Metodika biometricheskikh raschetov. Matematicheskaya statistika v eksperimental'noi botanike* [Method of biometric calculations. Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow, Nauka Publ., 1973. 256 p. (In Russian)
10. Zemlyanova V. E., Kavelenova L. M., Nakrainikova D. D. [et al.] K perspektivam ispol'zovaniya rentgenograficheskoi ekspress-otsenki kachestva semyan v biomonitoringe i sokhraneni bioraznoobraziya [On the prospects of using X-ray express-assessment of seed quality in biomonitoring and biodiversity conservation]. *Biodiagnostika sostoyaniya prirodnnykh i prirodno-tekhnogennykh sistem: sb. materialov XIX Vseros. nauch.-prakt. konf. 25 noyabrya 2021 g., Kirov* [Biodiagnostics of the state of natural and natural-technogenic systems. Proceed. of the XIX All-Russia sci.-pract. conf. Nov. 25, 2021, Kirov]. Kirov, Vyatskii gos. un-t Publ., 2021, pp. 99—103. (In Russian)
11. Korotkov O. I., Bagrikova N. A., Zubkova N. V. Rasprostranenie i mery okhrany Clematis integrifolia L. na territorii Rossiiskoi Federatsii [Distribution and protection measures of Clematis integrifolia L. on the territory of the Russian Federation]. *AgroEkoInfo*, 2018, no. 3. Available at: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/3/st_346.doc. (In Russian)
12. Korotkov O. I., Zubkova N. V., Bagrikova N. A. Predstaviteli roda Clematis L., zanesennye v Krasnye knigi sub'ektov Federatsii yuga Rossii [Representatives of genus Clematis L., listed in the Red Books of the subjects of the Federation of Southern Russia]. *Nauchnye zapiski prirodnogo zapovednika "Mys Mart'yan"*, 2017, is. 8, pp. 79—92. (In Russian)
13. *Krasnaya kniga Voronezhskoi oblasti. T. 1. Rasteniya. Lishainiki. Griby* [Red Book of the Voronezh Region. Vol. 1. Plants. Lichens. Fungi]. Voronezh, MODEK Publ., 2011. 472 p. (In Russian)

14. *Krasnaya kniga Samarskoi oblasti. T. 1: Redkie vidy rastenii i gribov* [Red Book of the Samara Region. Vol. 1. Rare species of plants and fungi]. Samara, Samarskaya gos. obl. akademiya (Nayanovoi) Publ., 2017. 380 p. (In Russian)
15. Musaev F. B. *Nauchno-prakticheskie aspekty sovershenstvovaniya kontrolya kachestva semyan ovoshchnykh kul'tur: dis. ... d-ra s.-kh. nauk* [Scientific and practical aspects of improving the quality control of seeds of vegetable crops. Dr. Dis.]. Moscow, 2018. 479 p. (In Russian)
16. Musaev F. B., Potrakhov N. N., Beletskii S. L. *Kratkii atlas rentgenograficheskikh priznakov semyan ovoshchnykh kul'tur* [Brief atlas of radiographic features of vegetable seeds]. Moscow, FGBNU FNTsO Publ., 2018. 40 p. (In Russian)
17. Niroda A. V., Sorokopudova O. A., Korotkov O. I., Zholobova O. O. Stroenie plodikov nekotorykh vidov Clematis L., introdutsirovannykh v Volgograde [Structure of fruitlets of some species of Clematis L. introduced in Volgograd]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Estestvennye nauki*, 2013, vol. 25, no. 24 (167), pp. 32—36. (In Russian)
18. *Rentgenograficheskii analiz kachestva semyan ovoshchnykh kul'tur: metod. ukazaniya* [X-ray analysis of the quality of seeds of vegetable crops. A method. instructions]. St. Petersburg, SPbGETU “LETI” Publ., 2015. 42 p. (In Russian)
19. Riekstinya V. E., Riekstin'sh I. R. *Klematisy* [Clematis]. Leningrad, Agropromizdat Publ., 1990. 287 p. (In Russian)
20. Roguleva N. O., Yankov N. V. Biomorfologicheskie osobennosti semyan nekotorykh vidov rastenii iz oranzherei Samarskogo botanicheskogo sada [Biomorphological features of seeds of some plant species from the greenhouse of the Samara Botanical Garden]. *Ekologiya i geografiya rastenii i rastitel'nykh soobshchestv: materialy IV Mezhdunar. nauch. konf., Ekaterinburg, 16—19 aprelya 2018 goda* [Ecology and geography of plants and plant communities. Proceed. of the IV Internat. sci. conf., Yekaterinburg, Apr. 16—19, 2018]. Yekaterinburg, 2018, pp. 798—803. (In Russian)
21. Roguleva N. O., Yankov N. V. Kontrol' zhiznesposobnosti semyan Murraya paniculata (L.) Jack. [Control of the viability of seeds of Murraya paniculata (L.) Jack]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal*, 2021, no. 3 (39), pp. 49—58. http://vestospu.ru/archive/2021/articles/4_39_2021.pdf. DOI: 10.32516/2303-9922.2021.39.4. (In Russian)
22. Rozno S. A., Kavelenova L. M., Ruzaeva I. V. O formirovanii tselevykh ekspozitsii dlya ekologo-obrazovatel'noi i prosvetitel'noi deyatel'nosti botanicheskikh sadov (ekspozitsiya “Zhivaya Krasnaya kniga Samarskoi oblasti”) [On the formation of target expositions for environmental education and educational activities of botanical gardens (exposition “The Living Red Book of the Samara Region”). *Botanicheskie sady v sovremennom mire: nauka, obrazovanie, menedzhment: materialy pervoi mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Sankt-Peterburg, 22—26 iyunya 2016 g.* [Botanical gardens in the modern world: science, education, management. Proceed. of the first Internat. sci.-pract. conf., St. Petersburg, June 22—26, 2016]. St. Petersburg, Poligraficheskii kompleks Publ., 2016, pp. 59—62. (In Russian)
23. Rozno S. A., Ruzaeva I. V., Zhavkina T. M., Pomogaibin A. V., Kavelenova L. M., Kuzovenko O. A. Problemy i perspektivy sokhraneniya vidov prirodnoi flory v kul'ture: iz opyta raboty Botanicheskogo sada Samarskogo universiteta [On the problems and prospects of native flora conservation in culture: from the experience of Samara University Botanical Garden]. *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii — Problems of Botany of South Siberia and Mongolia*, 2020, no. 19-1, pp. 275—279. DOI: 10.14258/pbssm.2020054. (In Russian)
24. Terekhov A. F. *Opredelitel' vesennikh i osennikh rastenii Srednego Povolzh'ya i Zavolzh'ya. 2-e izd.* [Key to spring and autumn plants of the Middle Volga and Trans-Volga regions. 2nd ed.]. Kuibyshev, Kuibyshev. obl. izd-vo Publ., 1939. 336 p. (In Russian)
25. Terekhov A. F. *Opredelitel' vesennikh i osennikh rastenii Srednego Povolzh'ya i Zavolzh'ya. 3-e izd.* [Key to spring and autumn plants of the Middle Volga and Trans-Volga regions. 3rd ed.]. Kuibyshev, Kn. izd-vo Publ., 1969. 464 p. (In Russian)
26. Tkachenko K. G. Rentgenograficheskii metod opredeleniya kachestva reproduktivnykh diaspor i vyyavleniya v nikh vreditelei [X-ray method for determining the quality of reproductive diasporas and identifying pests in them]. *Monitoring i biologicheskie metody kontrolya vreditelei i patogenov drevesnykh rastenii: ot teorii k praktike: sb. materialov Vseros. konf.* [Monitoring and biological methods for controlling pests and pathogens of woody plants: from theory to practice. Proceed. of the All-Russia conf.]. Krasnoyarsk, 2016, pp. 226—227. (In Russian)
27. Yandovka L. F., Yarygina M. S. Clematis integrifolia i C. recta (Ranunculaceae) — redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoveniya vidy lekarstvennykh rastenii Tambovskoi oblasti [Clematis integrifolia and C. recta (Ranunculaceae) are rare and endangered species of medicinal plants in the Tambov region]. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, vol. 18, no. 1, pp. 426—428. (In Russian)

28. Arkhipov M. V. X-Ray computer methods for studying the structural integrity of seeds and their importance in modern seed science. *Technical Physics*, 2019, vol. 64, no. 4, pp. 582—592.
29. Arkhipov M. V., Priatkin N. S., Guskova L. P., Karamysheva A. V., Trofimuk L. P., Potrakhov N. N., Bessonov V. B., Shchukina P. A. Microfocus X-Ray method for detecting hidden defects in seeds of woody forest species and other types of vascular plants. *Technical Physics*, 2020, vol. 65, no. 2, pp. 324—332. DOI: 10.1134/S1063784220020024.
30. *Clematis on the Web*. Available at: <http://www.clematis.hull.ac.uk>.
31. *FAO. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome, 2013. Available at: <http://www.fao.org/docrep/019/i3704e/i3704e.pdf>.
32. *Flora of China*, vol. 6. Page 84. Available at: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200007654.
33. Hernández-Sánchez N., Moreda G., Herrero-Langreo A., Melado-Herrerros Á. Assessment of Internal and External Quality of Fruits and Vegetables. Sozer N. (eds) *Imaging Technologies and Data Processing for Food Engineers*. Springer, 2016, pp. 269—309. (Food Engineering Series).
34. Kavelenova L., Roguleva N., Yankov N., Ruzaeva I., Pavlova E., Nakrainikova D., Potrakhov N. Assessment of the quality of seeds formed in situ and ex situ as a mandatory element of maintaining seed banks of rare plants. *E3S Web of Conference*, 2021, vol. 65, art. 05012. DOI: 10.1051/e3sconf/202126505012.
35. Nagaraju A., Ramesh Babu T., Sarath Babu B. Detection of Hidden Insect Infestation in Small and Bold Seeded Varieties of Groundnut by Standardizing X-ray Radiography. *Environment & Ecology*, 2017, vol. 35, no. 4E, pp. 3650—3655.
36. *Seed Information Database — SID*, 2023. Available at: <https://data.kew.org/sid/> <http://data.kew.org/sid/SidServlet?ID=52090&Num=hrk>.
37. Xie L., Wen J., Li L. Q. Phylogenetic analyses of *Clematis* (Ranunculaceae) based on sequences of nuclear ribosomal ITS and three plastid regions. *Systematic Botany*, 2011, vol. 36, no. 4, pp. 907—921. DOI: 10.1600/036364411X604921.

Информация об авторах

Н. О. Рогулева — кандидат биологических наук, начальник отдела тропических и субтропических культур

Т. М. Жавкина — начальник отдела дендрологии

Е. А. Мельникова — агроном отдела дендрологии

Н. В. Янков — агроном отдела тропических и субтропических культур

Information about the authors

N. O. Roguleva — Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Tropical and Subtropical Cultures

T. M. Zhavkina — Head of the Dendrology Department

E. A. Melnikova — Agronomist, Department of Dendrology

N. V. Yankov — Agronomist, Department of Tropical and Subtropical Crops

Статья поступила в редакцию 20.02.2023; одобрена после рецензирования 17.04.2023; принята к публикации 20.08.2023

The article was submitted 20.02.2023; approved after reviewing 17.04.2023; accepted for publication 20.08.2023