

УДК: 582.572.285 : 631.53 : 581.5
DOI: 10.24412/2072-8816-2025-19-1-59-70

**СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ *ALLIUM SUWOROWII* REGEL И
A. ROSENBACHIANUM REGEL (AMARYLLIDACEAE JAUME ST.-HIL.) В УСЛОВИЯХ
ИНТРОДУКЦИИ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

© 2025 М.И. Иванова, А.Ф. Бухаров, Н.А. Еремина, А.И. Кашлева

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства –
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)
д. Верея, стр. 500, Раменский район, Московская область, 140153, Россия
e-mail: ivanova_170@mail.ru, afb@mail.ru, galanova.nadejda@yandex.ru, vniioh@yandex.ru

Аннотация. В работе проведен анализ изменчивости показателей семенной продуктивности *Allium suworowii* и *A. rosenbachianum* – луковичных геофитов, ксеромезофитов, коротковегетирующих весенне-раннелетнецветущих видов флоры Средней Азии. Данные виды характеризуются относительно стабильной реальной семенной продуктивностью в условиях интродукции в Московской области. При этом реальная семенная продуктивность ниже потенциальной в 1,5–1,7 раза (коэффициент семенификации равен 58,8–68,6%. Коэффициент семенификации является одним из показателей успешной интродукции. Низкую степень варьирования у *A. suworowii* показали завязываемость плодов (8,2%), число семян в соцветии (8,7%) и потенциальная семенная продуктивность (8,1%); у *A. rosenbachianum* – потенциальная семенная продуктивность (9,1%). Повышенная степень варьирования отмечена у обоих испытанных видов по признаку «число плодов в соцветии»: 21,0 и 27,4% соответственно. Максимальное влияние на показатели потенциальной и реальной семенной продуктивности оказал вид (56,1–59,0%). Доля влияния года составила 17,4–21,6%. Вклад эффектов взаимодействия в изменчивость показателей записан как 20,3–20,6%. Устойчивость и качественные показатели семенной продуктивности растений – одни из важнейших критериев успешности их в культуре. Количественные характеристики семян представляют интерес при разработке семеноведения интродуцентов. Высокий репродукционный потенциал в условиях опыта свидетельствует о возможности семеноводства изученных генотипов.

Ключевые слова: *Allium suworowii*, *A. rosenbachianum*, эндемик, интродукция, семенная продуктивность, масса 1000 семян, изменчивость, Московская область

Поступила в редакцию: 18.01.2025. **Принято к публикации:** 05.03.2025.

Для цитирования: Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Еремина Н.А., Кашлева А.И. 2025. Семенная продуктивность *Allium suworowii* Regel и *A. rosenbachianum* Regel (Amaryllidaceae Jaume St.-Hil.) в условиях интродукции в Московской области. — Фиторазнообразие Восточной Европы. 19(1): 59–70. DOI: 10.24412/2072-8816-2025-19-1-59-70

ВВЕДЕНИЕ

Род *Allium* L. продолжает привлекать внимание исследователей вследствие определенных приспособительных возможностей и конкурентоспособности видов, устойчивостью к вредителям и болезням, ценными лекарственными, пищевыми и декоративными свойствами, экологической пластичностью, обусловленной широким географическим распространением, что способствует проявлению высокой степени адаптации за пределами естественных ареалов (Govaerts et al. 2019; Ebert, 2020; Soldatenko et al., 2021). Центральная Азия и Средиземноморский регион известны как основной центр происхождения, западная часть Северной Америки – как небольшой центр биоразнообразия (Li et al. 2010; Wheeler et al. 2013) родов *Allium* и его естественной среды обитания в Северном полушарии (Fritsch, Frisen, 2002). На территории Средней Азии произрастает более 200 видов луков (Determinant..., 1971). Горные эфемероидные луки *Allium suworowii* и *Allium rosenbachianum* растут в самых разных

фитоценозах, преимущественно на склонах восточной, западной и северной экспозиции на высоте от 800 до 1500 м над уровнем моря. Их активные ростовые процессы начинаются при средней температуре воздуха +2...+5°C и почвы на глубине 10 см +1...+4°C. На протяжении всего короткого цикла роста и развития происходит быстрая смена фенофаз. Луковицы формируются в течение 30–40 дней. Затем, с наступлением жары и засухи, растения переходят в состояние покоя (Tukhvatullina, 2008).

Лук Суворова (*Allium suworowii* Regel, 1881; пород *Melanocrommyum*, секция *Acropetala*, подсекция *Spiralotunicata*) – многолетнее луковичное растение. В компактном клоне насчитывается не более 8 растений. Луковица шаровидная диаметром 2–3 см, покрытая сероватой, растрескавшейся, почти кожистой оболочкой, покрывающей основание стебля. Листья в числе 2–6, ремневидные, значительно короче стебля, 5–20 мм шириной, края шероховатые. Цветение – май, плодоношение – июль. Эндем Средней Азии, редкий вид Казахстана. Естественно произрастает на мягких почвах в предгорьях, преимущественно как сорное растение в оазисах, на мелкоземистых склонах от предгорий до среднего горного пояса. В Узбекистане встречается в Ташкентской, Ферганской и Самаркандской областях. Наибольшая популяция достигает 20 м² (Комаров, 1935). Относительно влаголюбивое растение, произрастает в сообществах с боярышником, барбарисом, орехоплодными породами, эремурусами, различными злаками. Иногда растет под кронами деревьев светлого горного леса (Tukhvatullina, 2022).

Лук Розенбаха (*Allium rosenbachianum* Regel, 1884; пород *Melanocrommyum*, секция *Megaloprason*, подсекция *Megaloprason*) — многолетнее луковичное растение. Луковица шаровидная, 1,5–2,5 см в диаметре. Генеративный побег несёт 2–5 листьев, от линейно-ланцетных до широколинейных, 0,5–1,5 см шириной, почти с гладкими краями, значительно короче черешка. Цветение в мае, плодоношение – июль. Естественно произрастает на мелкоземных площадках в среднем поясе гор, в тени скал и деревьев. Эндем Юго-Западного Памиро-Алая (Комаров, 1935).

Возможности использования этих видов лука в пищу весьма разнообразны, его ценят за целебные свойства и декоративные качества. В пищу употребляют луковицы в печёном виде, сваренные в меде или консервированные (перед консервированием их выдерживают в растворе поваренной соли в течение месяца). В советские времена высококачественные консервы из лука – анзура (от таджикского «анзур пиез» – «горный лук») производили в Средней Азии в промышленных масштабах. Однако бессистемная, хищническая заготовка луковиц привела к резкому сокращению природных запасов этих растений. В настоящее время их заготовка в горах запрещена (Saidov, 2015). Истребление луков-анзуров в естественных местах произрастания продолжается, также собирают для пересадки на приусадебные участки (Ivanova et al., 2018; Gemedzhieva et al., 2021). Их можно рекомендовать для озеленения при оформлении раннелетних цветников (Lazko, Yakimov, 2021).

A. suworowii и *A. rosenbachianum* изучаются и сохраняются в некоторых ботанических садах (БС) России: ЦСБС РАН (г. Новосибирск) (Fomina, 2020), БС Коми НЦ РАН (г. Сыктывкар) (Volkova, 2012), Южно-Уральский БС УФИЦ РАН (г. Уфа) (Tukhvatullina, Abramova, 2019; Tukhvatullina, 2022), ГБС им. Н.В. Цицина РАН (г. Москва) (Pavlova et al., 2018) и др. На территории Памиро-Алая расширенные исследования проводили М.К. Саидов (Saidov, 2015) и А.И. Уралов (Uralov, 2018).

Данные виды относятся к насекомопыляемым растениям, и завязываемость плодов находится в прямой зависимости от экологических факторов (температуры, ливневых дождей, длительного холодного ненастья и т.д.), различающихся в разные годы. Особое внимание нужно уделить изучению семенной продуктивности как основы размножения и интродукции эндемичных видов и выявить возможности их выращивания в условиях *ex situ* (в условиях культуры). Преимущества сохранения *ex situ* заключаются в возможности изучения биологии видов, ускоренного их использования в селекции, генетического контроля материала, несложного доступа к коллекции и относительной гарантии ее сохранности. Важно сохранение агробиоразнообразия в условиях фермерских хозяйств (*on farm*) и на приусадебных участках.

Цель исследования – изучить реализацию потенциальной семенной продуктивности *A. suworowii* и *A. rosenbachianum* в условиях интродукции в Московской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований послужили соцветия *A. suworowii* (рис. 1) и *A. rosenbachianum* (рис. 2) из биоколлекции ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО (Московская область, Раменский р-н, 2020–2022 гг.). Происхождение образцов: Институт садоводства, виноградарства и овощеводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук, интродуцированы семенами. Генеративные средневозрастные растения 8–10 лет жизни.



Рис. 1. *Allium suworowii*

Fig. 1. *Allium suworowii*



Рис. 2. *Allium rosenbachianum*

Fig. 2. *Allium rosenbachianum*

Климат умеренно континентальный. Лето тёплое, зима умеренно холодная. Среднегодовая температура на территории колеблется от 2,7 до 3,8°C. Самый холодный месяц – январь (средняя температура –10°C). В 2020 г. сумма ночной температуры воздуха за январь составила 3°C, февраль –3°C, март +127°C, апрель +156°C; сумма дневной температуры воздуха за май +478°C, июнь +685°C, с 1 по 12 июля +310°C. В 2021 г. сумма ночной температуры воздуха за январь составила –178°C, февраль –285°C, март –70°C, апрель +199°C; сумма дневной температуры воздуха за май +566°C, июнь +732°C, с 1 по 5 июля +117°C. В 2022 г. сумма ночной температуры воздуха за январь составила –182°C, февраль –53°C, март –28°C, апрель +180°C; сумма дневной температуры воздуха за май +424°C, июнь +688°C. В целом, зима в 2020 г. была мягкой, в 2021 и 2022 гг. – холодной, но не суровой, что благоприятно для перезимовки растений луковых культур. В Московской области среднегодовое количество осадков 450–650 мм. В опытах нехватку осадков компенсировали поливами.

Почва – аллювиальная луговая, среднесуглинистая, окультуренная, влагоемкая. Глубина пахотного слоя 27 см, глубина залегания грунтовых вод более 2,0 м. рН солевой вытяжки 5,8–6,01, содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 2,71 до 3,34%, общего азота от 0,19 до 0,24%, нитратного азота 4,21–6,98 мг/100 г, содержание фосфора в почве – 15,27–22,15 мг/100 г, обеспеченность калием – 6,95–12,5 мг/100 г. Уход за растениями включал своевременные прополки и поливы.

Измеряли (мм): высоту стрелки, диаметр соцветия, диаметр и высоту цветоноса, длину цветоножек нижнего, среднего и верхнего ярусов. Семенную продуктивность изучали по общепринятой методике (Vukharov et al., 2013). При этом учитывали следующие показатели: число цветков в соцветии, число осемененных плодов в соцветии (шт.), завязываемость плодов (%), число семян в соцветии (шт.), средняя осемененность плодов (шт./плод), массу 1000 семян (г), реальную семенную продуктивность (РСП) (г/растение), потенциальную семенную продуктивность (ПСП) (г/растение), коэффициент семенификации (%). Завязываемость плодов рассчитывали как отношение числа осемененных плодов в соцветии к числу цветков в

соцветии, выраженное в процентах. Коэффициент семенификации определяли как отношение реальной семенной продуктивности к потенциальной семенной продуктивности, выраженное в процентах. Об изменении коэффициента семенификации судили по показателям завязываемости плодов и числа семян в плоде. Массу 1000 семян определяли по методике С.С. Лишук (Lishchuk, 1991). Семена каждого растения взвешивали на аналитических весах OHAUS Explorer Pro EP 214 С.

Метрические показатели семян, соцветий, растений определяли на модельных растениях: для плодов $n=150$ шт. (10 растений), для семян $n=150$ шт. (10 растений), для соцветий $n=10$ шт. (10 растений), для генеративных растений $n=20$ шт.

Статистически анализ выполнен с помощью программного приложения Excel.

Степень варьирования изучаемых признаков определяли по шкале уровней изменчивости С.А. Мамаева (Мамаев, 1973): очень низкий ($CV<7\%$), низкий ($CV=8-12\%$), средний ($CV=13-20\%$), повышенный ($CV=21-30\%$), высокий ($CV=31-40\%$), очень высокий ($CV>40\%$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

A. suworowii и *A. rosenbachianum* по фенологическому ритму развития являются коротковегетирующими весенне-раннелетнецветущими эфемероидами, то есть для них характерны быстрое завершение сезонного развития в наиболее благоприятное весенне-раннелетнее время и отмирание надземного побега до наступления летней засухи (Tukhvatullina, Abramova, 2019; Tukhvatullina, 2022). По нашим данным, по фенологическим наблюдениям в условиях Московской области растения ежегодно проходят полный цикл развития побега и формируют полноценные семена. Фенологический ритм развития устойчивый. Отрастание в основном происходит в 1–2-й декаде апреля (табл. 1). В конце апреля – начале мая наблюдается появление цветоноса. Цветение происходит во 2–3-й декаде мая. Самое раннее цветение наблюдалось в 2022 г. (18 мая *A. suworowii* и 15 мая *A. rosenbachianum*), позднее – в 2020 г. (23 мая *A. suworowii* и 19 мая *A. rosenbachianum*). Фаза цветения особи по годам составляет у *A. suworowii* 12–17 дней, *A. rosenbachianum* – 13–17 дней. В фазу массового цветения листья начинают желтеть, в фазу плодоношения — отмирают. Семена созревают в начале июля. Раннее созревание происходило в 2022 г. (*A. suworowii* – 25 июня, *A. rosenbachianum* – 30 июня) вследствие высокой средней температуры воздуха ($27,3^{\circ}\text{C}$) с 23 по 30 июня. Созревание семян происходит в сжатые сроки. Растения прекращают вегетацию в фазе плодоношения, семена дозревают на сухих цветоносах.

Таблица 1. Фенологические даты *Allium suworowii* и *A. rosenbachianum* в условиях Московской области по годам наблюдения

Table 1. Phenological dates of *Allium suworowii* and *A. rosenbachianum* in the conditions of the Moscow region by years of observation

Год	Сезонное отрастание		Период цветения			Период плодоношения		Длительность цветения, дней
	листьев	стрелок	раскрытие чехлика	начало	конец	начало	конец	
<i>A. suworowii</i>								
2020	07.04	01.05	19.05	23.05	08.06	29.09	06.07	17
2021	10.04	29.04	01.05	19.05	03.06	26.06	01.07	16
2022	09.04	03.05	16.05	18.05	29.05	19.06	25.06	12
<i>A. rosenbachianum</i>								
2020	07.04	28.04	15.05	19.05	05.06	03.07	12.07	17
2021	10.04	29.04	05.05	17.05	01.06	25.06	05.07	16
2022	09.04	29.04	09.05	15.05	28.05	20.06	30.06	13

Морфометрические параметры генеративных особей по годам исследования представлены в таблице 2. По нашим данным, в условиях интродукции в Московской области высота стрелки у *A. suworowii* составила 1185–1262 мм ($1227,7\pm 64,7$ мм), *A. rosenbachianum* 740–791 мм

(769,7±39,3 мм). Этот показатель согласуется с данными других исследователей, также полученных при интродукции. Так, в условиях Южно-Уральского БС УФИЦ РАН этот показатель был в пределах 1250–1500 и 600–700 мм (Tukhvatullina, 2022), БС Коми НЦ РАН 1120–1470 и 700–750 мм (Volkova et al., 2014) соответственно.

Соцветие у изученных видов, как и у других видов рода *Allium* – зонтик (Friesen, 1988). У *A. suworowii* соцветие густое, многоцветковое, полушаровидное или шаровидное, в условиях Московской области диаметром 70–82 мм (74,7±11,5 мм) и высотой 71–82 мм (75,3±13,6 мм). По данным Л.А. Тухватуллиной (Tukhvatullina, 2022) диаметр соцветия составила 110–130 мм (Volkova et al. (2014) – 95 мм.

У *A. rosenbachianum* соцветие шаровидное, рыхло многоцветковое, в условиях Московской области диаметром 95–115 мм (102,7±14,0 мм) и высотой 84–91 мм (88,6±14,0 мм). В условиях Республики Башкортостан диаметр соцветия составила 110–130 мм (Tukhvatullina, 2013), Республики Коми 117–135 мм (Volkova et al., 2014).

У *A. suworowii* цветоножки одинаковой длины, в среднем 31,4±1,4 мм, в 2–5 раз длиннее околоцветника, без прицветников; листочки околоцветника линейные, на вершине закругленные, розово-фиолетовые с более темной жилкой. У *A. rosenbachianum* цветоножки неравные, центральные в два раза длиннее, в среднем 42,7±1,8 мм, в 3–9 раз длиннее околоцветника, двояковыпуклые; листочки околоцветника узколинейные, постепенно отходящие от основания, острые, в длину отогнутые и скрученные, темно-фиолетовые, с более темной жилкой. Диаметр и высота цветоложе у *A. suworowii* 12,1±0,7 и 7,6±0,5 мм, *A. rosenbachianum* 10,7±0,6 и 6,0±0,4 мм соответственно.

Таблица 2. Биометрические показатели генеративной сферы *Allium suworowii* и *A. rosenbachianum* по годам наблюдения, мм

Table 2. Biometric indicators of the generative sphere of *Allium suworowii* and *A. rosenbachianum* by years of observation, mm

Год	Высота стрелки	Соцветие		Цветоложе		Длина цветоножки
		диаметр	высота	диаметр	высота	
<i>A. suworowii</i>						
2020	1262±64,5	70±10,9	71±14,3	12,3±0,8	7,6±0,4	29,5±1,5
2021	1185±58,5	72±12,4	73±12,7	11,9±0,7	7,5±0,6	29,9±1,4
2022	1236±71,2	82±11,3	82±13,9	12,0±0,7	7,7±0,4	34,8±1,4
Среднее	1227,7±64,7	74,7±11,5	75,3±13,6	12,1±0,7	7,6±0,5	31,4±1,4
<i>A. rosenbachianum</i>						
2020	778±38,7	95±15,6	84±14,8	10,2±0,6	5,8±0,3	39,4±1,6
2021	740±37,9	98±12,8	85±14,7	10,7±0,6	6,1±0,4	41,2±1,9
2022	791±41,3	115±13,7	91±12,4	11,1±0,7	6,2±0,4	47,5±1,9
Среднее	769,7±39,3	102,7±14,0	86,7±14,0	10,7±0,6	6,0±0,4	42,7±1,8

В наших исследованиях у *A. suworowii* число цветков в соцветии изменялось от 285,2±27,5 до 317,0±24,5 шт., число плодов в соцветии от 235,2±22,9 до 245,0±21,8 шт., завязываемость плодов от 77,3±2,7 до 82,5±3,2%, осемененность плодов от 4,82±0,3 до 5,03±0,2 шт./плод, число семян в соцветии от 1138,4±29,3 до 1232,1±76,3 шт., коэффициент семенификации от 64,0±1,6 до 68,6±2,5% (табл. 3). Наши данные по структуре семенной продуктивности согласуются с данными других исследователей. Так, у *A. suworowii* в природных условиях Памиро-Алая (Узбекистан) число цветков на растении составляло 58,8–223,3 шт., число семян 91,6–844,5 шт., завязываемость плодов 45,4–77,8%, число семян в плоде 3,5–5,78 шт. (Uralov, 2018). В условиях Республики Башкортостан число цветков в соцветии 284,22±20,69 шт., число плодов 185,4±19,11 шт., семяпродуктивность отдельного зонтика 390,25±54,40 шт., число семян в плоде 2,0±0,16 шт., коэффициент продуктивности 23,4% (Tukhvatullina, 2022).

По нашим данным, у *A. rosenbachianum* число цветков в соцветии составило от 194,6±15,2 до 234,1±22,8 шт., число плодов в соцветии от 143,2±18,5 до 157,1±22,7 шт., завязываемость плодов от 67,1±3,0 до 76,2±3,4%, осемененность плодов от 5,05±0,3 до 5,21±0,4 шт./плод, число семян в соцветии от 745,9±64,3 до 793,4±52,7 шт., коэффициент семенификации от

58,8±2,0 до 64,4±2,4%. Определенные нами показатели семенной продуктивности соответствуют большинству проведенных ранее исследований. Так, у *A. rosenbachianum* в условиях Коми Республики цветки в числе 171 шт. в одном соцветии, завязываемость плодов 64,3%, семенная продуктивность одного растения — 1,0 г (Volkova et al., 2014). В условиях Республики Башкортостан число цветков в соцветии записано как 90–208 шт., завязываемость плодов 62–68%, реальная семенная продуктивность одного зонтика 155–255 шт. (Tukhvatullina, 2013).

Нами установлено, что потери потенциальных возможностей формирования плодов у *A. suworowii* были в 1,2–1,3 раза, у *A. rosenbachianum* 1,5–2,1 раза по сравнению с числом цветков в соцветии.

Таблица 3. Структура семенной продуктивности *Allium suworowii* и *A. rosenbachianum* по годам наблюдения

Table 3. The structure of seed productivity of *Allium suworowii* and *A. rosenbachianum* by years of observation

Признак	<i>A. suworowii</i>			<i>A. rosenbachianum</i>		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Число цветков в соцветии, шт.	285,2±27,5	296,7±27,8	317,0±24,5	194,6±15,2	211,6±19,3	234,1±22,8
Число плодов в соцветии, шт.	235,2±22,9	236,3±22,6	245,0±21,8	148,2±13,9	143,2±18,5	157,1±22,7
Завязываемость плодов, %	82,5±3,2	79,7±2,9	77,3±2,7	76,2±3,4	67,7±3,2	67,1±3,0
Осемененность плодов, шт./плод	4,92±0,5	4,82±0,3	5,03±0,2	5,07±0,3	5,21±0,4	5,05±0,3
Число семян в соцветии, шт.	1173,7±33,8	1138,4±29,3	1232,1±76,3	751,4±62,9	745,9±64,3	793,4±52,7
Коэффициент семенификации, %	68,6±2,5	64,0±1,6	64,7±2,1	64,4±2,4	58,8±2,0	59,6±2,1
Масса 1000 семян, г	5,34±0,4	5,75±0,4	5,87±0,3	5,12±0,3	5,35±0,3	5,42±0,3
РСП, г/растение	6,27±0,4	6,55±0,3	7,23±0,3	3,85±0,3	3,99±0,3	4,30±0,3
ПСП, г/растение	9,14±0,4	10,24±0,3	11,17±0,4	5,98±0,3	6,79±0,3	7,21±0,3

Семена цветковых растений являются основными элементами системы адаптивных или репродуктивных стратегий. Среди признаков семян, тесно связанных с репродуктивной стратегией, важным является их масса. В наших исследованиях масса 1000 семян у *A. suworowii* составила от 5,34±0,4 до 5,87±0,3 г. Показатель массы 1000 семян достаточно стабилен. В ранних публикациях в природных условиях Памиро-Алая этот показатель зафиксирован на уровне 2,2–2,7 г (Uralov, 2018), в условиях Уфы — 8,2 г (Tukhvatullina, 2022). У *A. rosenbachianum* в условиях Московской области масса 1000 семян была в пределах от 5,12±0,3 до 5,42±0,3 г. В исследованиях БС Коми НЦ этот показатель составил 6,0 г (Volkova et al., 2014), а Южно-Уральского БС УФИЦ – 7,9 г (Tukhvatullina, 2013).

Плод у *Allium* — трехгнездная ценокарпная коробочка, 5 мм в диаметре. Число семяпочек в завязи величина постоянная, равная 6. В каждом гнезде формируется по две семяпочки, однако, в условиях интродукции в одном плоде чаще всего формируется менее 6 семян, в связи с чем РСП изученных видов резко отличается от ПСП меньшими значениями и большей вариабельностью показателей. РСП у *A. suworowii* составила от 6,27±0,4 до 7,23±0,3 г/растение, ПСП от 9,14±0,4 до 11,17±0,4 г/растение. У *A. rosenbachianum* эти показатели изменились от 3,85±0,3 до 4,30±0,3 г/растение и от 5,98±0,3 до 7,21±0,3 г/растение соответственно. Таким

образом, в зависимости от года исследования у *A. suworowii* РСП ниже в 1,5–1,6 раза, у *A. rosenbachianum* в 1,6–1,7 раза по сравнению с ПСП. При этом установлены низкая завязываемость (1,2–1,3 раза ниже у *A. suworowii* и 1,3–1,5 раза ниже у *A. rosenbachianum*) и осемененность (в 1,2 раза ниже) плодов от потенциально возможных показателей. Снижение числа завязавшихся семян по сравнению с числом семяпочек может быть вызвано несколькими вероятными причинами, среди которых нарушения эмбриогенеза, неблагоприятные условия внешней среды в период закладки репродуктивных органов и плодообразования, недостаточное число опылителей, повреждение завязавшихся семян насекомыми. Известно, что максимальные значения семенной продуктивности связаны не столько с числом цветков, сколько с метеорологическими условиями вегетационного периода, благоприятствующие перекрестному опылению.

При оценке изменчивости показателей соцветий установлено, что в среднем за 3 года исследований степень варьирования соответствует следующим уровням изменчивости: низкая – у *A. suworowii* показали завязываемость плодов (8,2%), число семян в соцветии (8,7%) и потенциальная семенная продуктивность (8,1%); у *A. rosenbachianum* – потенциальная семенная продуктивность (9,1%). Повышенная степень варьирования отмечена у обоих испытанных видов по признаку «число плодов в соцветии»: 21,0 и 27,4% соответственно. Степень варьирования остальных показателей записана как средняя (рис. 3).

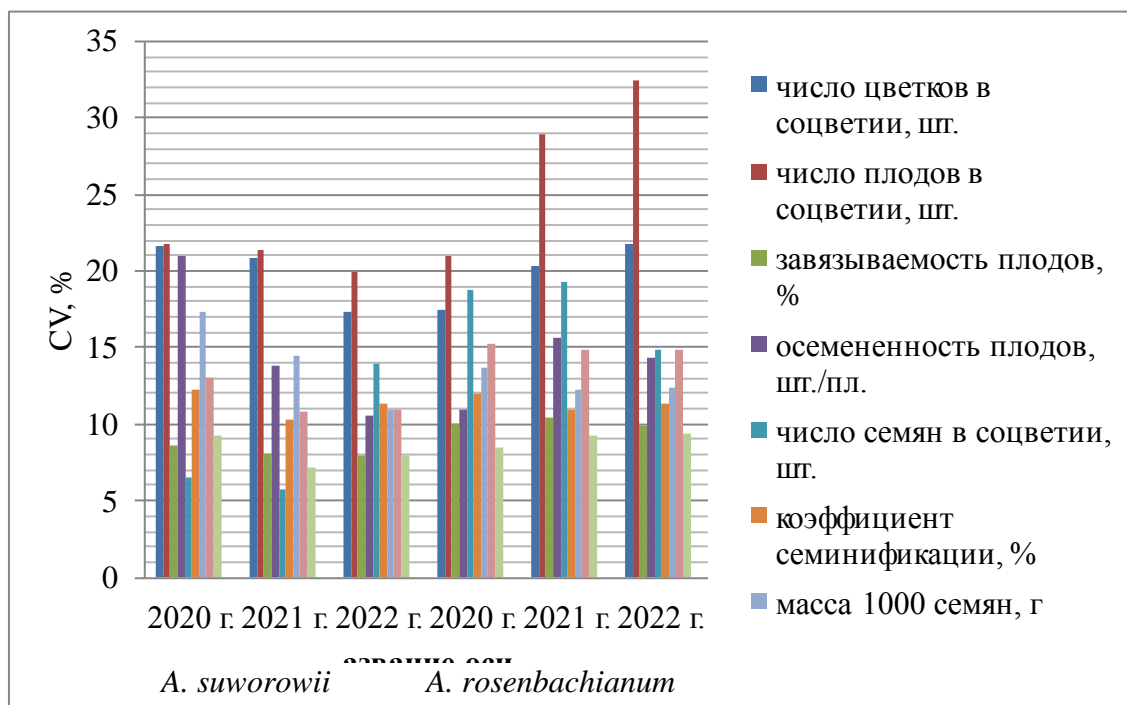


Рис. 3. Степень варьирования (CV) показателей семенной продуктивности *Allium suworowii* и *A. rosenbachianum* по годам наблюдения, %

Fig. 3. Degree of variation (CV) of seed productivity indicators of *Allium suworowii* and *A. rosenbachianum* by years of observation, %

Завязываемость, осемененность плодов и масса 1000 семян у испытанных видов возрастали от нижнего яруса к верхнему (рис. 4). Завязываемость плодов во всех ярусах зонтика у обоих видов в 2020 г. была выше, чем в 2022 и 2021 гг., что согласуется с аналогичным показателем в табл. 3.

Масса 1000 семян во всех ярусах зонтика больше в 2022 г., что связано с высокой средней температурой воздуха (27,3°C) в период формирования семян и своевременными поливами, т.к. изучаемые виды являются относительно влаголюбивыми растениями (ксеромезофиты). Известно, что цветение у всех видов *Allium*, образующих полноценные цветки, начинается с вершины соцветия, постепенно перемещаясь к экваториальной части; 2-я половина соцветия начинает цветение позже. Последними открываются цветки в нижней его части, в зоне прикрепления к цветочному стеблю – стрелке.

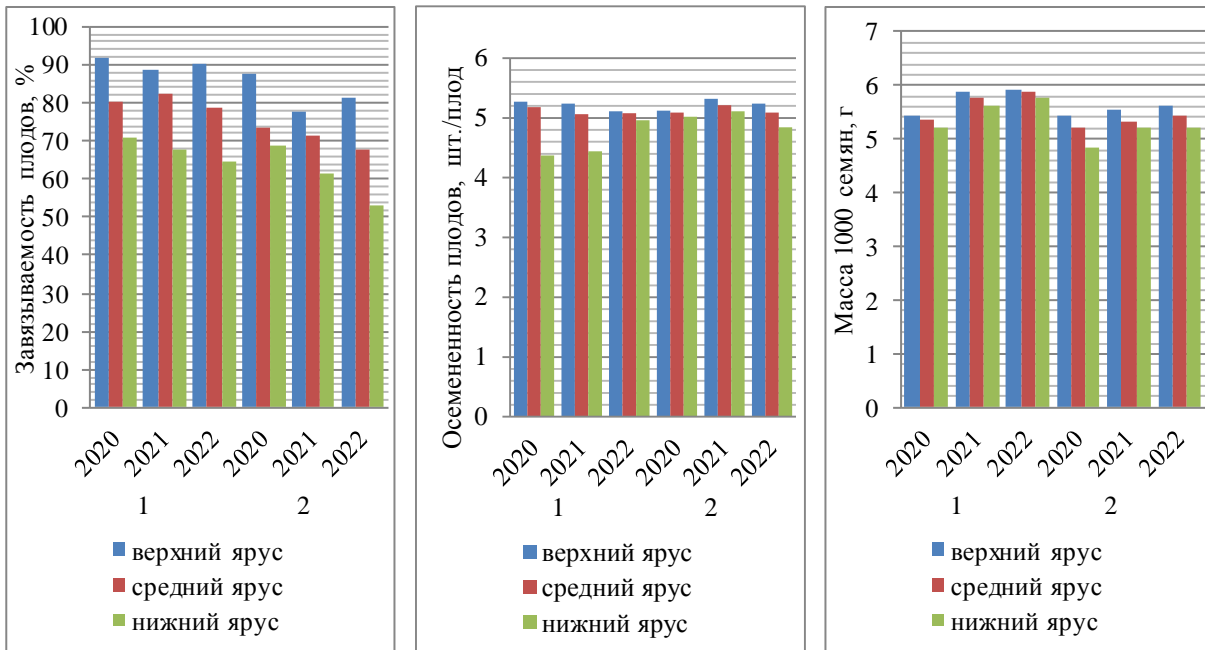


Рис. 4. Ярусная изменчивость показателей семенной продуктивности *Allium suworowii* (1) и *A. rosenbachianum* (2) по годам наблюдения

Fig. 4. Longline variability of seed productivity indicators of *Allium suworowii* (1) and *A. rosenbachianum* (2) by years of observation

К основным показателям семенной продуктивности применяли двухфакторный дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ потенциальной и реальной семенной продуктивности за три года исследований позволил выявить высокую достоверность различий между эффектами генотипа (А), года (В) и их взаимодействия (табл. 4, рис. 5).

Максимальное влияние на показатели потенциальной и семенной продуктивности оказал генотип (56,1–59,0%). Доля влияния года составила 17,4–21,6%. Вклад эффектов взаимодействия в изменчивость показателей записан как 20,3–20,6%. Доля случайного фактора составила 2–3%.

Таблица 4. Дисперсионный анализ изменчивости показателей реальной и потенциальной семенной продуктивности в системе двухфакторного опыта 2x3 (n=5)

Table 4. Analysis of variance of the variability of indicators of real and potential seed productivity in the system of a two-factor experiment 2x3 (n=5)

Фактор	Df	Сумма квадратов	Mean Sq	F - value	F ₀₅ (F ₀₁)
Потенциальная семенная продуктивность, г/растение					
Общая	29	424,11	-	-	-
Повторений	4	34,61	-	-	-
Генотип (А)	1	118,21	118,21	19,84	4,35 (8,10)
Год (В)	2	69,82	34,91	5,86	3,49 (5,85)
Взаимодействие А:В	2	82,32	41,16	6,74	3,49 (5,85)
Остаток	20	119,15	5,96	-	-
Реальная семенная продуктивность, г/растение					
Общая	29	110,38	-	-	-
Повторений	4	43,71	-	-	-
Генотип (А)	1	92,65	92,65	29,18	4,35 (8,10)
Год (В)	2	71,38	35,69	11,24	3,49 (5,85)
Взаимодействие А:В	2	67,15	33,58	10,57	3,49 (5,85)
Остаток	20	63,49	3,175	-	-

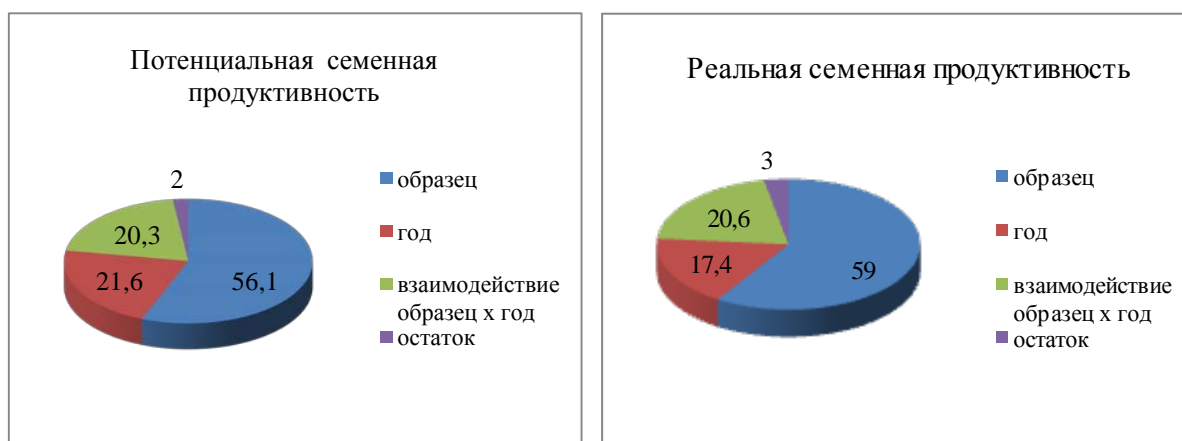


Рис. 5. Вклад факторов в развитие показателей семенной продуктивности, %

Fig. 5. Contribution of Factors to the Development of Seed Productivity Indicators, %

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение и сохранение биоразнообразия является одним из главных задач в биологических исследованиях. Анализ направленности изменений показателей семенной продуктивности в условиях интродукции в Московской области показал, что у *A. suworowii* и *A. rosenbachianum* завязываемость плодов в среднем составила 79,8 и 70,3%, осемененность плодов 4,9 и 5,1 шт./плод, коэффициент семенификации 58,8–68,6%, РСП 6,7 и 4,1 г/растение, масса 1000 семян 5,7 и 5,3 г соответственно. Потери потенциальных возможностей формирования плодов у *A. suworowii* были в 1,2–1,3 раза, у *A. rosenbachianum* 1,5–2,1 раза по сравнению с числом цветков в соцветии. У *A. suworowii* РСП ниже в 1,5–1,6 раза, у *A. rosenbachianum* в 1,6–1,7 раза по сравнению с ПСП. Низкую степень варьирования у *A. suworowii* показали завязываемость плодов (8,2%), число семян в соцветии (8,7%) и ПСП (8,1%); у *A. rosenbachianum* – ПСП (9,1%). Повышенная степень варьирования отмечена у обоих испытанных видов по признаку «число плодов в соцветии»: 21,0 и 27,4% соответственно. Завязываемость плодов, осемененность плодов и масса 1000 семян возрастали от нижнего яруса к верхнему. Максимальное влияние на РСП и ПСП оказал генотип: 59,0 и 56,1% соответственно.

Знание особенностей стратегий жизни *A. suworowii* и *A. rosenbachianum* может служить важным инструментом в организации мониторинга состояния их ценопопуляций, разработке комплекса научно-обоснованных мероприятий по рациональному использованию, охране, восстановлению, интродукции, в проведении биомониторинга состояния экосистем, а также в объяснении закономерностей формирования растительного покрова в пределах конкретной территории. Особенно это важно для видов *Allium*, имеющих ценные хозяйственные признаки и использующиеся как в селекционно-генетических работах, так и в других отраслях народного хозяйства (медицине, фармакологии, садово-парковом дизайне и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Bukharov et al.] Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. 2013. Анализ, прогноз и моделирование семенной продуктивности овощных культур: учебно-методическое пособие. М. 54 с.
- [Determinant...] Определитель растений Средней Азии. Критический конспект флоры. 1971. Научный руководитель А.И. Введенский. Редактор II тома С.С. Ковалевская. Ташкент. Т. 2. 38–89.
- Ebert A.W. 2020/ The Role of Vegetable Genetic Resources in Nutrition Security and Vegetable Breeding. — *Plants* (Basel). 9(6): 736.
- [Fomina] Фомина Т.И. 2020. Перспективные пищевые и декоративные дикорастущие виды *Allium* L. в коллекции Центрального Сибирского ботанического сада СО РАН. — Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал, 33(1): 48–55.

- [Friesen] Фризен Н.В. 1988. Луковые Сибири. Новосибирск. 185 с.
- Fritsch R.M., Friesen N. 2002. Evolution, domestication and taxonomy. — In: Rabinowitch HD, Currah L (eds) *Allium* crop science: recent advances. CABI Publishing, UK. P. 5–30.
- [Gemedzhieva et al.] Гемеджиева Н.Г., Токенова А.М., Фризен Н.В. 2021. Обзор современного состояния и перспективы изучения казахстанских видов рода *Allium* L. — Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 20(1): 97–101.
- Govaerts R., Kington S., Friesen N., Fritsch R., Snijman D.A., Marcucci R., Silverstone-Sopkin P.A., Brullo S. 2005–2019. World checklist of Amaryllidaceae Available from: <https://apps.kew.org/wcsp/> accessed on 25th April 2019.
- [Ivanova et al.] Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р., Кашлева А.И., Середин Т.М., Разин О.А. 2019. Биохимический состав листьев видов *Allium* L. в условиях Московской области. — Достижения науки и техники АПК, 33(5): 47–50.
- [Komarov] Комаров В. 1935. Флора СССР. Том 4. Лилейные, орхидные и др. Л. 586 с.
- [Lazko, Yakimov] Лазько В.Э., Якимов О.В. 2021. Использование дикорастущих луков для озеленения в условиях Центральной зоны Кубани. — Рисоводство. 3(52): 67–78.
- Li Q.Q., Zhou S.D., He X.J., Yu Y., Zhang Y.C., Wei X.Q. 2010. Phylogeny and biogeography of *Allium* (Amaryllidaceae: Alliaceae) based on nuclear ribosomal internal transcribed spacer and chloroplast rps16 sequences, focusing on the inclusion of species endemic to China. — *Ann Bot.* 106(5): 709–733.
- [Lishchuk] Лищук С.С. 1991. Методика определения массы семян. — Ботанический журнал. 76(11): 1623–1624.
- [Mamaev] Мамаев С.А. (1973) Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М. 284 с.
- [Pavlova et al.] Павлова И.В., Джанаева В.В., Кабанов А.В. 2018. Луки (род *Allium* L.) Средней Азии в коллекции Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН в Москве. Роль среднеазиатских луков в современном ассортименте декоративных растений. — Известия НАН Кыргызской Республики. 6: 70–92.
- [Saidov] Саидов М.К. 2015. Фитоценоотические особенности дикорастущих луков (*Allium* L.) Гиссарского хребта. — Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 1(1): 155–158.
- [Soldatenko, Ivanova, Bukharov, Kashleva, Seredin] Солдатенко А.В., Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И., Середин Т.М. 2021. Перспективы введения в культуру дикорастущих видов рода *Allium* L. пищевого направления. — Овощи России. 1: 20–32.
- [Tukhvatullina, Abramova] Тухватуллина Л.А., Абрамова Л.М. 2019. Биологические особенности редкого вида Средней Азии *Allium rosenbachianum* Regel при интродукции в Южно-Уральском ботаническом саду. — Известия Уфимского научного центра РАН. 1: 47–51.
- [Tukhvatullina] Тухватуллина Л.А. 2008. Перспективные для культуры на Южном Урале среднеазиатские луки-анзуры. — Вестник ОГУ. 12: 29–31.
- [Tukhvatullina] Тухватуллина Л.А. 2013. Декоративные показатели и агротехника видов рода *Allium* L. при интродукции. — Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 7(160): 28–35.
- [Tukhvatullina] Тухватуллина Л.А. 2022. Биологические особенности *Allium suworowii* в культуре в Башкирском Предуралье. — Вестник КрасГАУ. 6: 30–35.
- [Uralov] Уралов А.И. 2018. Некоторые виды *Allium* подрода *Melanogrammum* в условиях искусственного фитоценоза. — Субтропическое и декоративное садоводство. 66: 86–90.
- [Volkova et al.] Волкова Г.А., Моторина Н.А., Рябина М.Л. 2012. Итоги интродукции среднеазиатских видов лука (род *Allium* L.) на Европейском северо-востоке. — Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 1(9): 2195–2197.
- [Volkova et al.] Волкова Г.А., Моторина Н.А., Рябина М.Л. 2014. Интродукция луковичных растений в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УРО РАН. — Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. 12: 76–90.
- Wheeler E.J., Mashayekhi S., McNeal D.W., Columbus J.T., Pires J.C. 2013. Molecular systematics of *Allium* subgenus *Amerallium* (Amaryllidaceae) in North America. — *Am. J. Bot.* 100: 701–711.

SEED PRODUCTIVITY OF *ALLIUM SUWOROWII* REGEL AND *A. ROSENBACHIANUM* REGEL (AMARYLLIDACEAE JAUME ST.-HIL.) UNDER CONDITIONS INTRODUCTIONS IN THE MOSCOW REGION

M.I. Ivanova, A.F. Bukharov, N.A. Eremina, A.I. Kashleva

All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Vegetable Growing" (VNIIO - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution FNTSO) Vereya village, building 500, Ramenskiy district, Moscow region, 140153, Russia e-mail: ivanova_170@mail.ru, afb@mail.ru, galanova.nadejda@yandex.ru, vniioh@yandex.ru

Abstract. The paper analyzes the variability of the seed productivity of *Allium suworowii* and *A. rosenbachianum* – bulbous geophytes, xeromesophytes, short-vegetating spring-early summer flowering species of Central Asian flora. These species are characterized by relatively stable real seed productivity under the conditions of introduction in the Moscow region. At the same time, the real seed productivity is 1.5–1.7 times lower than the potential one (the seeding coefficient is 58.8–68.6%. The coefficient of seedification is one of the indicators of successful introduction. A low degree of variation in *A. suworowii* was shown by fruit set (8.2%), the number of seeds per inflorescence (8.7%) and potential seed productivity (8.1%); *A. rosenbachianum* has a potential seed productivity (9.1%). An increased degree of variation was noted in both tested species on the basis of the number of fruits in the inflorescence: 21.0 and 27.4%, respectively. The maximum impact on the indicators of potential and real seed productivity was exerted by the species (56.1–59.0%). The share of influence of the year was 17.4–21.6%. The contribution of interaction effects to the variability of indicators is recorded as 20.3–20.6%. The stability and quality indicators of seed productivity of plants is one of the most important criteria for their success in cultivation. Quantitative characteristics of seeds are of interest in the development of seed science of introducers. The high reproductive potential under experimental conditions indicates the possibility of seed production of the studied genotypes.

Keywords: *Allium suworowii*, *A. rosenbachianum*, endemic, introduction, seed productivity, weight of 1000 seeds, variability, Moscow region

Submitted: 18.01.2025. **Accepted for publication:** 05.03.2025.

For citation: Ivanova M.I., Bukharov A.F., Eremina N.A., Kashleva A.I. 2025. Seed productivity of *Allium suworowii* Regel and *A. rosenbachianum* Regel (Amaryllidaceae Jaume St.-Hil.) under conditions introductions in the Moscow region. — Phytodiversity of Eastern Europe. 19(1): 59–70. DOI: 10.24412/2072-8816-2025-19-1-59-70

REFERENCES

- Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. 2013. Analysis, forecast and modeling of seed productivity of vegetable crops: teaching aid. Moscow. 54 p. (In Russ.)
- Ebert A.W. 2020. The Role of Vegetable Genetic Resources in Nutrition Security and Vegetable Breeding. — Plants (Basel). 9(6): 736.
- Fomina T.I. 2020. Promising food and decorative wild species of *Allium* L. in the collection of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS. — Vestnik of Orenburg State Pedagogical University. Electronic Scientific Journal. 33(1): 48–55. (In Russ.)
- Friesen N.V. 1988. Onion Siberian. Novosibirsk. 185 p. (In Russ.)
- Fritsch R.M., Friesen N. 2002. Evolution, domestication and taxonomy. In: Rabinowitch HD, Currah L (eds) *Allium* crop science: recent advances. CABI Publishing, UK. P. 5–30.
- Gemedzhieva N.G., Tokenova A.M., Frizen N.V. 2021. Review of the current state and prospects for the study of Kazakh species of the genus *Allium* L. — Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia. 20(1): 97–101. (In Russ.)
- Govaerts R., Kington S., Friesen N., Fritsch R., Snijman D.A., Marcucci R., Silverstone-Sopkin P.A., Brullo S. 2005–2019. World checklist of Amaryllidaceae Available from: <https://apps.kew.org/wcsp/> accessed on 25th April 2019.

Ivanova M.I., Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R., Kashleva A.I., Seredin T.M., Razin O.A. 2019. Biochemical composition of leaves of *Allium* L. species in the conditions of the Moscow region. — Achievements of Science and Technology APK. 33(5): 47–50. (In Russ.)

Key to plants of Central Asia. Critical abstract of flora. 1971. Supervisor A.I. Vvedensky. Editor of Volume II S.S. Kovalevskaya. Tashkent. Vol. 2. P. 38–89. (In Russ.)

Komarov V. 1935. Flora of the USSR, volume 4. Liliaceae, orchids, etc. L., Academy of Sciences, 586 p. (In Russ.)

Lazko V.E., Yakimov O.V. 2021. The use of wild-growing onions for landscaping in the conditions of the Central zone of the Kuban. — Rice Farming. 3(52): 67–78. (In Russ.)

Li Q.Q., Zhou S.D., He X.J., Yu Y., Zhang Y.C., Wei X.Q. 2010. Phylogeny and biogeography of *Allium* (Amaryllidaceae: Allieae) based on nuclear ribosomal internal transcribed spacer and chloroplast rps16 sequences, focusing on the inclusion of species endemic to China. — Ann Bot. 106(5): 709–733.

Lishchuk S.S. 1991. Method for determining the mass of seeds. — Botanical Journal. 76(11): 1623–1624. (In Russ.)

Mamaev S.A. 1973. Forms of intraspecific variability of woody plants (on the example of the Pinaceae family in the Urals). Moscow: Nauka. 284 p. (In Russ.)

Pavlova I.V., Dzhanayeva V.V., Kabanov A.V. 2018. Bows (genus *Allium* L.) of Central Asia in the collection of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS in Moscow. The role of Central Asian onions in the modern range of ornamental plants. — News of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. 6: 70–92. (In Russ.)

Saidov M.K. 2015. Phytocoenotic features of wild-growing onions (*Allium* L.) of the Gissar Range. — Bulletin of the Tajik National University. Natural Sciences Series. 1(1): 155–158. (In Russ.)

Soldatenko A.V., Ivanova M.I., Bukharov A.F., Kashleva A.I., Seredin T.M. 2021. Prospects for the introduction of wild species of the genus *Allium* L. into the culture for food purposes. — Vegetables of Russia. 1: 20–32. (In Russ.)

Tukhvatullina L.A. 2008. Central Asian onions-anzurs promising for culture in the Southern Urals. — Vestnik OSU. 12: 29–31. (In Russ.)

Tukhvatullina L.A. 2013. Decorative indicators and agrotechnics of species of the genus *Allium* L. during introduction. — Scientific statements of the Belgorod State University. Series: Natural Sciences. 7(160): 28–35. (In Russ.)

Tukhvatullina L.A. 2022. Biological features of *Allium suworowii* in cultivation in the Bashkir Cis-Urals. — Vestnik KrasGAU. 6: 30–35. (In Russ.)

Tukhvatullina L.A., Abramova L.M. 2019. Biological features of the rare Central Asian species *Allium rosenbachianum* Regel when introduced in the South Ural Botanical Garden. — Izvestiya of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 1: 47–51. (In Russ.)

Uralov A.I. 2018. Some species of *Allium* subgenus *Melanocrommyum* in artificial phytocenosis. — Subtropical and ornamental horticulture. 66: 86–90. (In Russ.)

Volkova G.A., Motorina N.A., Ryabinina M.L. 2012. Results of the introduction of Central Asian onion species (genus *Allium* L.) in the European northeast. — Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 1(9): 2195–2197. (In Russ.)

Volkova G.A., Motorina N.A., Ryabinina M.L. 2014. Introduction of bulbous plants in the Botanical Garden of the Institute of Biology, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. — Bulletin of the Botanical Garden of Saratov State University. 12: 76–90. (In Russ.)

Wheeler E.J., Mashayekhi S., McNeal D.W., Columbus J.T., Pires J.C. 2013. Molecular systematics of *Allium* subgenus *Amerallium* (Amaryllidaceae) in North America. — Am. J. Bot. 100: 701–711.