

Научная статья/Research Article

УДК 582.572.225:581.4

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-10-12-21

Ленвера Ахнафовна Тухватуллина¹, Альфия Науфалевна Мустафина^{2✉},Зиннур Хайдарович Шигапов³^{1,2,3}Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского ФИЦ РАН, Уфа, Россия¹lenvera1@yandex.ru²alfverta@mail.ru

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И АНАЛИЗ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА *ALLIUM GRANDE* LIPSKY В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

Цель исследования – изучение биологических особенностей и анализ биохимического состава редкого эндемичного вида *Allium grande* Lipsky в условиях Южно-Уральского ботанического сада УФИЦ РАН (г. Уфа). Исследование проводилось в интродукционных условиях лесостепной зоны в 2011–2024 гг. Изучение морфометрических параметров выявило, что все показатели в 2022 г. превышают аналогичные в 2023 г. Наиболее значимые различия наблюдались в высоте и диаметре генеративного побега и диаметре цветка. Вид характеризуется относительно стабильной семенной продуктивностью, но показатели изменчивы по годам. Фактическая семенная продуктивность значительно уступает потенциальной. Результаты однофакторного дисперсионного анализа показали достоверное высокое влияние условий года на все параметры. Для большинства параметров характерно нормальное варьирование (C_v – 6,3–28,6 %). Регрессионный анализ зависимости массы семян от их числа показал, что с увеличением числа семян наблюдается снижение их веса. Проведенный анализ биохимического состава выявил, что вид богат биологически активными веществами (аскорбиновая кислота – 165,32 мг%). Предположительно, для лучших репродуктивных характеристик вида необходима жаркая, сухая погода в начале вегетации, что благоприятно влияет на увеличение числа цветков, плодов и семян и др., однако негативно сказывается на размерности семян. Для повышения декоративных качеств оптимальными условиями в этот период являются отсутствие высоких климатических температур и достаточная увлажненность. Вид устойчив в культуре и перспективен для культивирования в условиях интродукции, что способствует его охране и сохранению.

Ключевые слова: *Allium grande* Lipsky, редкий вид, интродукция, морфометрические параметры, семенная продуктивность, плодообразование

Для цитирования: Тухватуллина Л.А., Мустафина А.Н., Шигапов З.Х. Биологические особенности и анализ биохимического состава *Allium grande* Lipsky в условиях интродукции // Вестник КрасГАУ. 2025. № 10. С. 12–21. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-10-12-21.

Финансирование: работа выполнена в рамках программы «Биологическое разнообразие растительных ресурсов России: состояние, динамика, экология видов и сообществ, сохранение генофонда, проблемы интродукции, воспроизводства и неистощительного использования» № FMRS-2025-0018.

Lenvera Akhnafovna Tukhvatullina¹, Alfiya Naufalevna Mustafina^{1✉},Zinnur Khaidarovich Shigapov³^{1,2,3}South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa FSC of RAS, Ufa, Russia¹lenvera1@yandex.ru²alfverta@mail.ru

**BIOLOGICAL FEATURES AND ANALYSIS OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF
ALLIUM GRANDE LIPSKY UNDER INTRODUCTION**

The aim of the study is to investigate the biological characteristics and analyze the biochemical composition of the rare endemic species *Allium grande* Lipsky in the conditions of the South Ural Botanical Garden of the Ufa FRC of the RAS (Ufa). The study was conducted in the introduction conditions of the forest-steppe zone from 2011 to 2024. A study of morphometric parameters revealed that all indicators in 2022 exceeded those in 2023. The most significant differences were observed in the height and diameter of the generative shoot and the diameter of the flower. The species is characterized by relatively stable seed productivity, but the indicators vary from year to year. Actual seed productivity is significantly lower than potential. The results of one-way analysis of variance revealed a significant high effect of annual conditions on all parameters. Most parameters are characterized by normal variation (C_v – 6,3–28,6 %). Regression analysis of the dependence of seed weight on their number showed that an increase in the number of seeds is accompanied by a decrease in their weight. The conducted analysis of the biochemical composition revealed that the species is rich in biologically active substances (ascorbic acid – 165.32 mg%). Presumably, the species requires hot, dry weather at the beginning of the growing season to maximize reproductive performance. This favorably influences the production of flowers, fruits, and seeds, but negatively impacts seed size. To enhance ornamental qualities, optimal conditions during this period include low temperatures and adequate moisture. The species is stable in cultivation and holds promise for cultivation in introduced conditions, which facilitates its conservation and preservation.

Keywords: *Allium grande* Lipsky, rare species, introduction, morphometric parameters, seed production, fruit formation

For citation: Tukhvatullina LA, Mustafina AN, Shigapov ZKh. Biological features and analysis of biochemical composition of *Allium grande* Lipsky under introduction. *Bulletin of KSAU*. 2025;(10):12-21. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-10-12-21.

Funding: the work was carried out within the framework of the program “Biological diversity of plant resources of Russia: state, dynamics, ecology of species and communities, conservation of the gene pool, problems of introduction, reproduction and sustainable use” № FMRS-2025-0018.

Введение. Сохранение растительного разнообразия, особенно редких и исчезающих видов растений, является одной из приоритетных задач в области охраны биоразнообразия. Наиболее действенным методом защиты редких растений считается их защита в естественных местообитаниях [1]. Вместе с тем важную роль в сохранении видов играет метод *ex situ* — культивирование в искусственных условиях. Этот подход дает возможность глубокого изучения биологии и экологии видов для понимания факторов их редкости, чтобы создать основу для дальнейшей реинтродукции. Выращивание редких растений в культуре способствует снижению нагрузки на популяции в естественных местообитаниях и считается одним из действенных методов сохранения растительного разнообразия [2]. Большое значение имеют работы по изучению семенной продуктивности, поскольку она является ключевым фактором размножения редких и эндемичных видов, а также определения их возможностей к выращиванию в условиях интродукции.

В коллекции травянистых многолетников Южно-Уральского ботанического сада УФИЦ РАН (г. Уфа) значительное место занимают представители рода Лук (*Allium* L.). На базе коллекции проводятся интродукционные исследования биологических особенностей луков (фенология, семяпродуктивность, размножение, устойчивость к местным условиям погоды, болезням и вредителям), а также биохимического состава [3–5]. Похожие исследования проводятся коллегами из других регионов [6–8]. Луки-эфемероиды прекрасно подходят для альпинариев, рокариев, каменистых садов. Их единственными недостатками являются постепенное пожелтение и утрата декоративности листьев после окончания цветения. Однако большинство видов обладают высокой зимостойкостью и морозостойкостью. Тщательное изучение луков-эфемероидов будет способствовать их более широкому использованию в культуре.

К одним из интересных представителей рода *Allium* относится вид *Allium grande* Lipsky (лук крупный) (секция *Megaloprason*). Редкий вид,

эндемик Восточного Кавказа [9], включен в Красную книгу РФ (2023) [10]. Культивируется в Горном ботаническом саду ДНЦ РАН (Махачкала) [9]. Вид очень декоративен, обладает комплексом хозяйственно-полезных признаков, местное население его использует как декоративное, пищевое и лекарственное растение. Сбор в природе данного лука в настоящее время строго запрещается [9].

Цель исследования – изучить биологические особенности и биохимический состав редко-го эндемичного вида *Allium grande* Lipsky в условиях культуры на территории Южно-Уральского ботанического сада УФИЦ РАН (Уфа).

Задачи: провести фенологические наблюдения в разные годы исследования и выявить их различия; изучить морфометрические параметры и их изменчивость; выявить особенности семенной продуктивности; провести статисти-

ческую обработку данных; определить биохимический состав лука крупного.

Объекты и методы. *A. grande* (лук крупный) – травянистый луковичный многолетник, достигает высоты до 70 см (рис. 1). Луковица плотная, яйцевидно-шаровидной формы и диаметром до 2,5 см. Растение имеет 2–4 шт. ремневидных листа шириной до 5 см. Стебель с едва заметными жилками. Соцветие густое, почти шаровидное, многоцветковое; цветки звездчатые, беловато-розового оттенка, с острыми лепестками длиной 6–7 мм, которые после цветения отгибаются; тычиночные нити немного короче лепестков; ножка завязи короткая и гладкая. Весенний эфемероид, который начинает вегетацию с конца марта и зацветает в мае. Размножается семенами, вегетативно, а также луковичками, формирующимися в соцветии. Это светолюбивое лесное растение, предпочитающее увлажненные участки среди кустарников [9, 11].

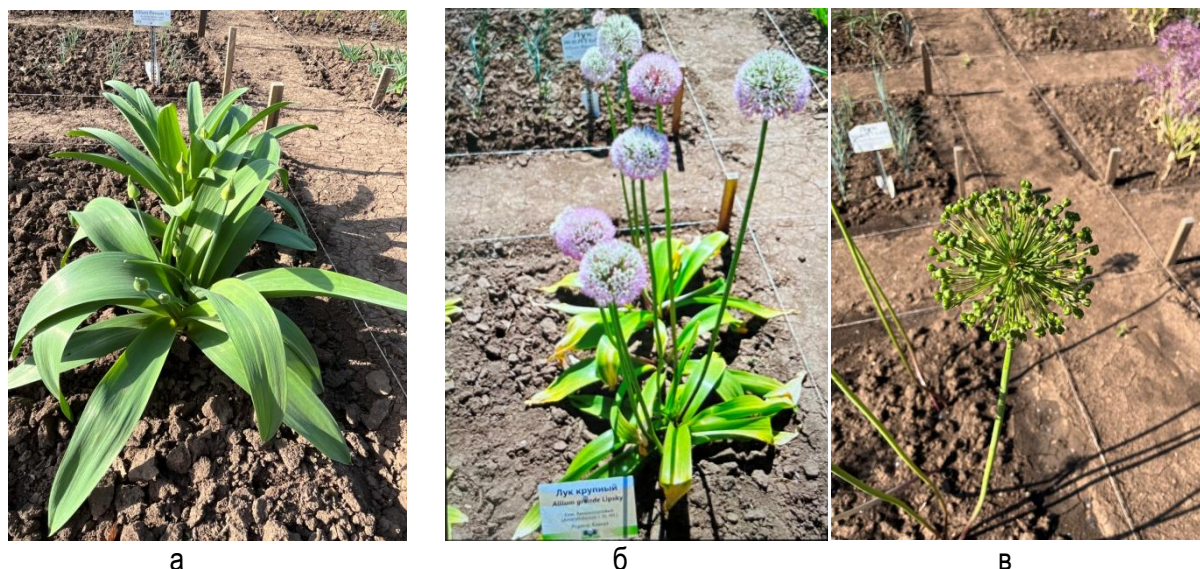


Рис. 1. *A. grande* в условиях интродукции:

а – весеннее отрастание особей; б – во время цветения; в – в период плодоношения

A. grande under conditions of introduction:

а – spring regrowth of individuals; б – during flowering; в – during fruiting

Материалом для работы послужили растения, выращенные из семян, образцы которых получены из г. Махачкала (Республика Дагестан) в 2011 г. Условия климата для интродукции видов (г. Уфа, северная лесостепь, Башкирское Предуралье) характеризуются среднегодовой температурой воздуха 3,8 °С и суммой осадков 590 мм, отрицательными средними месячными температурами в течение 5 месяцев в году, средней январской температурой –14,5 °С с абсолютным минимумом до –55 °С, средней тем-

пературой июля 19 °С с абсолютным максимумом до 40 °С, безморозным периодом в регионе в среднем 135 дней. Метеорологические данные за 2022–2023 гг. представлены в таблице 1. Характеристики были рассчитаны на основе информации из архива погоды с сайта [12].

Регион имеет умеренно континентальный климат. Вегетационный период 2022 г. начался во 2-й половине апреля. Осадков выпало больше нормы, однако дефицит наблюдался только в июле и сентябре. В то же время в июне их коли-

чество в 2 раза превысило обычную норму. Средняя температура вегетационного периода составила 14,5 °С. В июле воздух прогрелся до 32,4 °С. В 2023 г. условия были жаркими и засушливыми, а вегетация началась раньше – в начале апреля. Осадков было в 2 раза меньше, чем в 2022 г., а среднемесячная температура, равная 15,7 °С, оказалась на 2 °С выше нормы.

В работе использовали стандартные методы наблюдения и изучения интродуцентов в ботанических садах [1, 13–15]. Агротехника луков заключается в посеве семян под зиму, а посадка

луковиц производится летом и в начале осени, чтобы они успели укорениться до начала заморозков. Глубина посадки луковиц составляет 12–15 см, в зависимости от их размера, в рыхлую и влажную почву. Для нормального роста необходимо хорошее освещение. Эфемероидные луки не требуют много почвенного пространства, поэтому их можно сажать загущенно – по 40–50 луковиц среднего размера на 1 м². Уборку луковиц и семян проводят, когда листья полностью усыхают. Луковицы хранят при комнатной температуре до осени [16].

Таблица 1

Метеорологические показатели (2022–2023 гг.)
Meteorological indicators (2022–2023)

Год исследования	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Средняя температура воздуха, °С						
2022	7,8	10,9	16,4	20,4	19,7	11,9
2023	8,7	15,8	16,5	21,7	18,2	13,5
Среднегодовое значение	5,2	13,2	18,1	19,7	17,2	11,6
Сумма осадков, мм						
2022	63	69	132	9	13	21
2023	15	32	18	44	18	35
Среднегодовое значение	33	47	67	55	58	48

Анализ биохимических показателей данного вида проведен лабораторией Центра агрохимической службы [17–20]. На анализ листья лука отбирали утром в фазу отрастания. Содержание аскорбиновой кислоты определяли йодометрическим методом; сухое вещество – по ГОСТ 31640; азот и протеин – фотометрическим индофенольным методом; фосфор – фотометрическим методом по ГОСТ 26657; калий – пламенно-фотометрическим методом по ГОСТ 30504; кальций – комплексонометрическим методом по ГОСТ 26570; сырой жир – по ГОСТ 13496.15; каротин – фотометрическим методом по ГОСТ 13496.17; углеводы (сахар) – по ГОСТ 26176; марганец, цинк, медь, кобальт, железо – атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 30178-96.

Статистический анализ провели в MS Excel, при помощи пакета статистических программ Statistica 10 с использованием стандартных показателей [21]. Анализ взаимозависимости и взаимосвязи структурных частей растений осуществили с помощью множественного регрессионного анализа [1].

Результаты и их обсуждение. Исследование *A. grande* проводили в Южно-Уральском ботаническом саду (г. Уфа) в 2011–2023 гг. Семена образцов лука крупного посеяли в конце октября 2011 года. Всходы появились весной в 2012 г. в середине апреля, их вегетация продолжалась до 30–35 дней. Прегенеративное развитие у исследуемых образцов длилось 5–7 лет. У исследуемого образца первые цветочные побеги появились на 8–10-й год жизни (2019–2021 гг.), массово начали цвести на 11–12-й год жизни (2022–2023 гг.). В нашем опыте лук крупный проявил себя высокостойким растением, не наблюдалось повреждения заморозками, также не было обнаружено повреждений в период вегетации грибковыми и вирусными болезнями и вредителями. Проведенные многолетние исследования позволили выявить его устойчивость к местным климатическим условиям.

Жизненные циклы, экологические потребности и другие характеристики функционирования растений проявляются в их сезонном ритме развития. Одной из характеристик в адаптации растений к новым условиям местообитания яв-

ляется изменение сроков и продолжительности прохождения фенофаз. *A. grande* – коротковегетирующий, весеннезеленый, весенне-раннелетнецветущий эфемероид (рис. 2). Наблюдения за фенологией вида показали, что в условиях искусственного фитоценоза Башкирии образцы лука крупного начинают отрастать в 1–2-й декаде апреля; начало раскрытия чехлика в 2023 г. происходит на 20 дней раньше по сравнению с 2022 г.; на 15–17 дней раньше – начало и конец цветения; на 18–20 дней – начало созревания семян и их полное созревание. Отмечено, что

высота растений в 2022 г. ($78,5 \pm 2,47$) см превышает на 20,4 см растения в 2023 г. В 2022 г. вегетационный период длился 102 дня, в 2023 г. – 90 дней. Таким образом, наступление всех фаз вегетации в 2023 г. происходило раньше на 15–20 дней, что связано с климатическими условиями – в этот год ранняя весна характеризовалась жаркой и сухой погодой вплоть до середины июня, тогда как в 2022 г. весна и начало лета отмечены дождливой погодой, что и отразилось на продолжительности вегетации.

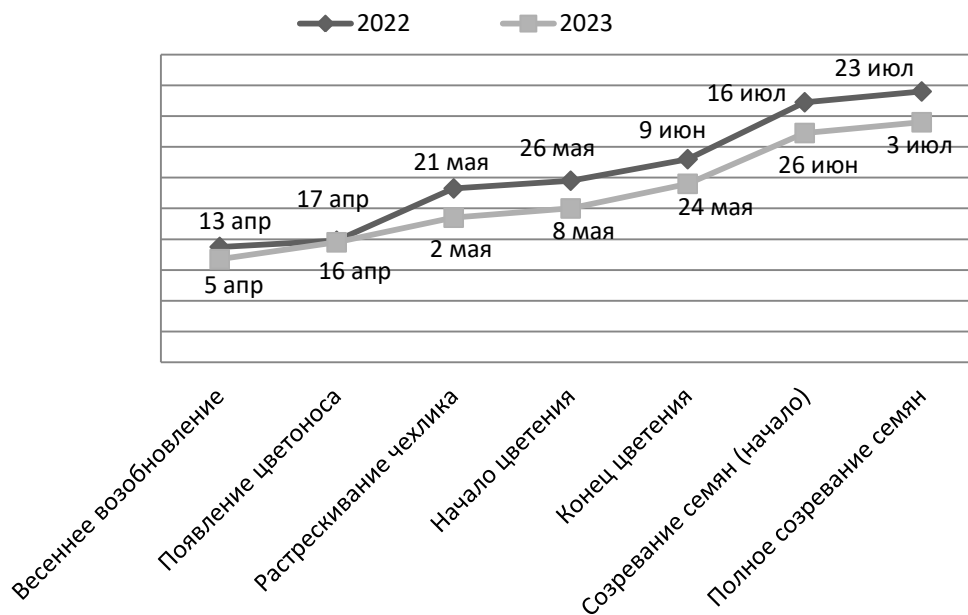


Рис. 2. Фенологические данные *A. grande* (2022–2023 гг.)
Phenological data of *A. grande* (2022–2023)

Изучение морфометрических параметров *A. grande* показало, что все показатели как генеративной, так и вегетативной сфер в 2022 г. превышают аналогичные параметры за 2023 г. в 1,2–1,4 раза (табл. 2). Наиболее значимые различия отмечены в высоте и диаметре генеративного побега и диаметре цветка. Коэффициент вариации выявил, что для всех параметров характерно нормальное варьирование (C_v – 6,3–16,1 %), кроме ширины соцветия (в 2022 г.), где отмечено небольшое варьирование (C_v – 4,3 %). Проведенный однофакторный дисперсионный анализ показал достоверное влияние условий года на морфометрические параметры. Показатель доли дисперсии для исследуемого фактора высокий, что свидетельствует о значительном влиянии климатических условий. Изучаемый фактор в большей степени оказывает влияние

на генеративные признаки: высоту и диаметр генеративного побега и ширину соцветия (30,98–47,10). По перечисленным признакам вклад относительной компоненты дисперсии в общую составляет 81,1–86,8 %.

При изучении репродуктивной биологии важным этапом является установление семяпродуктивности растений. Регулярность плодоношения и жизнеспособность семян, производимых растением, определяют выживаемость видов, их возобновление и распространение. Плодозавязываемость вида связана с влиянием таких экологических факторов, как температура воздуха, количество осадков, продолжительные периоды холодной и ненастной погоды и т. д. Характеристика признаков семяпродуктивности образцов *A. grande* в условиях культуры за 2022–2023 гг. приведена в таблице 2. Видно, что

показатели семенной продуктивности различаются по годам. В 2023 г. наблюдается увеличение параметров по большинству показателей: число цветков – на 53,7 шт., число плодов – на 46,8 шт. и число семян – на 121,3 шт. Незначительное повышение показателей в 2023 г. отмечено для параметров: осемененность плодов – на 0,2 шт., РСП – на 0,7 г, ПСП – на 1,8 г, а также для коэффициента реализации семенной продуктивности – на 3,6 %. Снижение показателей выявлено для массы семян (на 1,43 г) и плодозавязываемости (на 1,1 %) по сравнению с 2022 г.

Видимо, если в начале вегетации жаркая, сухая погода, происходит увеличение количественных признаков растений (число цветков, плодов и т. д.), что влияет на декоративность

особей, но неблагоприятно сказывается на размерности семян. Анализ изменчивости семенной продуктивности показал, что большинство показателей демонстрируют нормальное варьирование (C_v – 6,3–28,6 %). В 2022 г. отмечено небольшое варьирование для плодозавязываемости и веса семян (C_v – 2,1 и 3,4 % соответственно). Однофакторный дисперсионный анализ показал, что наиболее сильное влияние фактор климатических условий в интродукции оказывает на такие параметры, как масса 1000 семян, число плодов и цветков в соцветии (34,2–65,6). Эти признаки наиболее чувствительны к изменениям внешних факторов, таких как температура, влажность и другие. Вклад относительной компоненты дисперсии по этим признакам в общую составляет 82,6–90,2 %.

Таблица 2

Морфометрические и репродуктивные показатели образцов и результаты однофакторного анализа признаков *A. grande* (2022–2023 гг.)

Morphometric and reproductive performance of specimens and results of single-factor analysis of *A. grande* traits (2022–2023)

Признак	Год	$\bar{X} \pm S_x$	C_v , %	MS	F-критерий	h^2 , %
1	2	3	4	5	6	7
Высота генеративного побега, см	2022	78,7 $\pm$ 2,19	8,3	2134,22	47,10	86,8***
	2023	56,9 $\pm$ 2,30	12,1			
Диаметр генеративного побега, см	2022	1,2 $\pm$ 0,04	10,7	0,33	30,98	81,1***
	2023	0,9 $\pm$ 0,03	8,9			
Длина листа, см	2022	42,3 $\pm$ 1,39	9,9	128,00	5,88	41,1*
	2023	37,0 $\pm$ 1,70	13,8			
Ширина листа, см	2022	7,7 $\pm$ 0,22	8,7	6,24	9,81	55,7***
	2023	6,5 $\pm$ 0,30	14,0			
Длина соцветия, см	2022	8,1 $\pm$ 0,22	8,1	6,84	17,27	69,9***
	2023	6,9 $\pm$ 0,20	8,7			
Ширина соцветия, см	2022	8,3 $\pm$ 0,12	4,3	7,47	42,34	85,5***
	2023	7,1 $\pm$ 0,16	6,7			
Диаметр цветка, см	2022	1,7 $\pm$ 0,06	10,8	0,80	22,04	75,0***
	2023	1,2 $\pm$ 0,07	16,1			
Число цветков в соцветии, шт.	2022	92,5 $\pm$ 4,63	10,0	8112,07	34,19	82,6***
	2023	146,2 $\pm$ 8,33	13,9			
Число плодов в соцветии, шт.	2022	80,0 $\pm$ 1,80	11,9	6953,14	35,35	83,1***
	2023	126,8 $\pm$ 8,13	15,7			
Число семян в соцветии, шт.	2022	169,5 $\pm$ 17,80	21,0	63114,29	17,12	69,7**
	2023	290,8 $\pm$ 33,97	28,6			
Масса 1000 семян, г	2022	9,8 $\pm$ 0,11	3,4	11,78	65,63	90,2***
	2023	8,4 $\pm$ 0,20	6,3			
Завязываемость плодов, %	2022	87,8 $\pm$ 0,92	2,1	10,91	0,49	7,7
	2023	86,7 $\pm$ 2,37	6,7			

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Осемененность плодов, шт/плод	2022	2,1±0,15	14,6	0,33	3,01	22,3
	2023	2,3±0,14	14,8			
Реальная семенная продуктивность, г/экз.	2022	1,7±0,17	21,0	2,07	7,93	49,8*
	2023	2,4±0,28	28,6			
Потенциальная семенная продуктивность, г/экз.	2022	5,4±0,28	10,2	8,10	12,70	62,6**
	2023	7,2±0,41	13,9			
Коэффициент реализации семенной продуктивности, %	2022	29,3±2,66	15,7	103,74	2,81	20,6
	2023	32,9±2,76	20,5			

Примечание: $\bar{X}$ – средняя арифметическая; S_x – ошибка средней; C_v – коэффициент вариации, %; MS – сумма квадратов отклонений; F-критерий – критерий Фишера; h^2 – сила влияния фактора; *** – достоверно при уровне значимости $p < 0,001$; ** – достоверно при уровне значимости $p < 0,01$; * – достоверно при уровне значимости $p < 0,05$.

Изучение морфогенеза растений направлено на выявление детерминированности и взаимосвязей в формировании структурных элементов растений. Такие взаимосвязи могут либо существовать, либо отсутствовать между конкретными признаками. Для их анализа применяется регрессионный анализ в рамках морфометрии. Уровень зависимости между показателями оценивается с помощью коэффициента корреляции R , значение которого колеблется от 0 до 1. Низкие значения коэффициента указывают на слабую связь, тогда как высокие, приближающиеся к 1, свидетельствуют о сильной связи, что позволяет сделать вывод о наличии причинно-следственной зависимости.

В результате проведенного множественного регрессионного анализа для *A. grande* (рис. 3)

выявлено, что $R = 0,735$ и статистически значим при уровне $p < 0,000$, что подтверждает сильную зависимость между результативными и факторными показателями. При помощи коэффициента детерминации R^2 , равного 0,540, можно установить долю влияния факторов, включенных в многофакторную корреляционную модель. Это означает, что масса семян на 54,0 % зависит от их числа и на 46,0 % — от других факторов, не учтенных в анализе. Регрессионный анализ зависимости массы от числа семян показывает, что с увеличением числа семян их масса снижается, что подтверждает тесную взаимосвязь этих параметров. Полученные данные имеют важное значение для изучения декоративных характеристик вида и оценки успешности его интродукции.

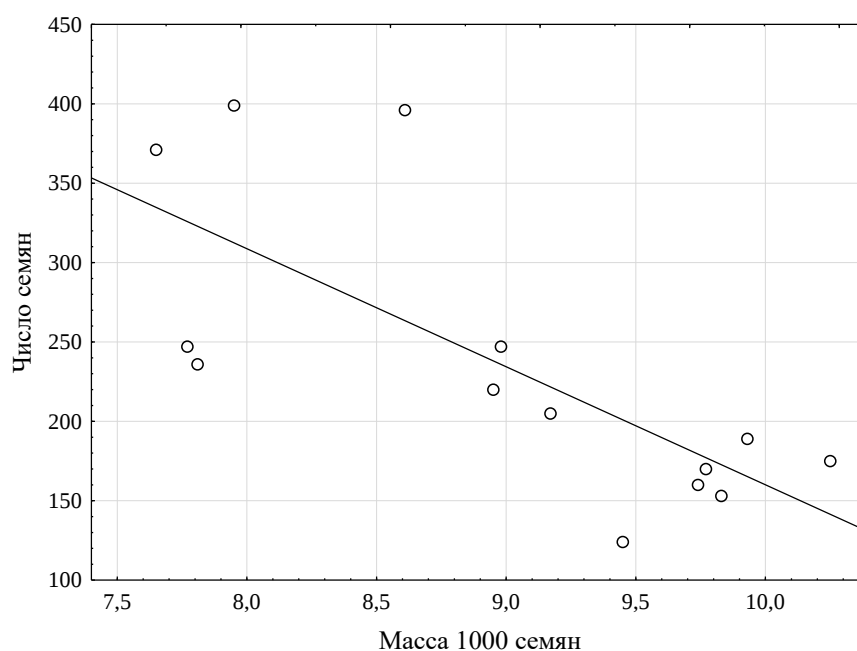


Рис. 3. Зависимость массы семян от числа семян
Dependence of seed weight on the number of seeds

Проведенный биохимический анализ выявил, что в весенних листьях *A. grande* содержится: сухое вещество – 11,37 %, аскорбиновая кислота (витамин С) – 165,32 мг%, каротин – 7,38 мг/кг, сахар – 2,42 %, протеин – 1,88 %, сырой жир – 0,29 %, азот – 0,17 %. Из минеральных веществ выявлены следующие: кальций (Ca) – 0,06 %, фосфор (P) – 0,02 %, калий (K) – 0,35 %, кобальт (Co) – 0,0009 мг/кг, медь (Cu) – 0,17 мг/кг, марганец (Mn) – 0,36 мг/кг, цинк (Zn) – 0,61 мг/кг, железо (Fe) – 1,94 мг/кг.

Заключение. Проведенные исследования редкого вида *A. grande* в условиях культуры на территории Южно-Уральского ботанического сада УФИЦ РАН (г. Уфа) показали, что вид характеризуется относительно стабильной семенной продуктивностью, но показатели изменчивы по годам. Морфометрические параметры варьируют по годам, показатели в 2022 г. превышают аналогичные в 2023 г. Это связано с обильными осадками в момент отрастания растений. Исследование показателей репродуктивной биологии показало, что реальная семенная продуктивность существенно уступает потенциальной, что связано с низкой завязываемостью семян и неполной реализацией потенциала семяобразования в культуре. Обнаружены значительные расхождения (как в пределах одного года исследования, так и между разными годами) в показателях семенной продуктивности (вес 1000 семян, число плодов и цветков в соцветии). В результате проведенного однофакторного

дисперсионного анализа морфометрических признаков и семенной продуктивности выявлено достоверно высокое влияние климатических условий года на все параметры. Такие признаки, как высота и диаметр генеративного побега, ширина соцветия, масса семян, число плодов и цветков в соцветии (30,98–65,63), оказались наиболее чувствительными к внешним изменениям условий. Коэффициент вариации выявил, что для всех параметров характерно нормальное варьирование (C_v – 6,3–28,6 %), кроме ширины соцветия, массы семян и завязываемости плодов, где отмечено небольшое варьирование (C_v – 2,1–4,3 %). Регрессионный анализ зависимости массы семян от их числа показывает, что с увеличением числа семян наблюдается снижение их веса. Проведенный анализ биохимического состава показал, что вид богат биологически активными веществами (аскорбиновая кислота – 165,32 мг%). Предположительно, для лучших репродуктивных характеристик вида необходима жаркая, сухая погода в начале вегетации, что благоприятно влияет на увеличение числа цветков, плодов и семян и др., правда, негативно сказывается на размерности семян. А для повышения декоративных качеств оптимальными условиями в этот период являются отсутствие высоких климатических температур и достаточная увлажненность. В целом *A. grande* устойчив в культуре и перспективен для успешного культивирования в интродукции, что способствует его охране и сохранению.

Список источников

1. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы, 2013. 439 с.
2. Гемеджиева Н.Г., Токенова А.М., Фризен Н.В. Обзор современного состояния и перспективы изучения казахстанских видов рода *Allium* L. // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2021. Т. 20, № 1. С. 97–101. DOI: 10.14258/pbssm.2021020.
3. Тухватуллина Л.А., Абрамова Л.М., Мустафина А.Н. К экологии и биологии *Allium flavescens* (*Alliaceae*) в природе и в условиях культуры // Экосистемы. 2019. Т. 19, № 49. С. 71–77.
4. Тухватуллина Л.А., Абрамова Л.М. Коллекция рода *Allium* L. Южно-Уральского ботанического сада-института // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. Т. 183, № 4. С. 192–207. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-192-207.
5. Тухватуллина Л.А. Особенности развития из семян и семенная продуктивность редкого эндеми Средней Азии *Allium backhousianum* Regel // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 27–35. DOI: 10.26897/0021-342X-2023-1-27-35.
6. Кукушкина Т.А., Фомина Т.И. Содержание биологически активных веществ в зеленой массе многолетних луков (*Allium* L.) // Аграрный вестник Урала. 2021. Т. 4, № 207. С. 85–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-85-92.
7. Манапова С.Р., Алиев М.Г. Сравнительные морфологические особенности лука крупного в предгорьях Центрального Дагестана // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1. Естественные науки. 2022. Т. 37, вып. 2. С. 88–95. DOI: 10.21779/2542-0321-2022-37-2-88-95.

8. Середин Т.М., Иванова М.И., Шумилина В.В., и др. Многолетние луки, используемые в пищевых, декоративных и лекарственных целях // Современное садоводство. 2020. № 1. С. 40–48. DOI: 10.52415/2312670120220304.
9. Литвинская С.А., Муртазалиев Р.А. Флора Северного Кавказа. М.: Фитон+, 2013. 668 с.
10. Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации: приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 23 мая 2023 г. № 320. Доступно по: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307210008?ysclid=ls1f04rxiu574353076>. Ссылка активна на: 02.10.2024.
11. Исаенко Т.Н. Хозяйственно-биологические показатели рода *Allium* L. // Вестник АПК Ставрополья. 2019. № 1 (33). С. 83–87.
12. Погода и климат. Погода в Уфе. Доступно по: <http://pogodaiklimat.ru/forecast/28722.htm>. Ссылка активна на: 07.10.2024.
13. Иванова М.И., Бухаров А.Ф., Кашлева А.И., и др. Особенности реализации семенной продуктивности лука стебельчатого *Allium stipitatum* Regel при интродукции в Московской области // Экосистемы. 2022. № 30. С. 95–105.
14. Фомина Т.И. Биология прорастания семян некоторых видов лука (*Allium* L.) // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 3 (27). С. 180–190. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-180-190.
15. Черемушкина В.А., Барсукова И.Н. Ритм сезонного развития и малый жизненный цикл *Prunella vulgaris* L. (*Lamiaceae*) в Хакасии // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2020. Т. 13, № 1. С. 94–108. DOI: 10.17516/1997-1389-0295.
16. Тухватуллина Л.А., Абрамова Л.М. Опыт культивирования лука темно-пурпурного в Южно-Уральском ботаническом саду-институте // Аграрный научный журнал. 2024. № 8. С. 56–60. DOI: 10.28983/asj.y2024i8pp56-60.
17. Середин Т.М., Голубкина Н.А., Агафонов А.Ф., и др. Изменение основных биохимических показателей в многолетних луках в зависимости от возраста растений // Современное садоводство. 2022. № 3. С. 40–48. DOI: 10.52415/2312670120220304.
18. Adeyeye A. Physico-chemical characteristics and fatty acid profile of *Allium fistulosum* vegetable plant // International Journal of Advanced Chemistry. 2020. Vol. 8, is. 2. P. 239–243.
19. Matanzas N., Aff E., Díaz T.E., et al. Phytoremediation potential of native herbaceous plant species growing on a paradigmatic brownfield site // Water, Air, and Soil Pollution. 2021. Vol. 232. P. 289–303. DOI: 10.1007/s11270-021-05234-9.
20. Tian M., Bai Y., Tian H., et al. The chemical composition and health – promoting benefits of vegetable oils. A review // Molecules. 2023. Vol. 28. P. 6393.
21. Любимов В.Б., Мельников И.В., Силенок А.В. Математические методы в экологии. Брянск, 2017. 201 с.

References

1. Zlobin YuA, Sklyar VG, Klimenko AA. *Populjacii redkih vidov rastenij: teoreticheskie osnovy i metodika izuchenija*. Sumy: Universitetskaja kniga, 2013. 439 p. (In Russ.).
2. Gemedzhieva NG, Tokenova AM, Frizen NV. Review of the current state and prospects of studying Kazakh species of the genus *Allium* L. *Problems of botany of South Siberia and Mongolia*. 2021;20(1):97-101. (In Russ.). DOI: 10.14258/pbssm.2021020.
3. Tuhvatullina LA, Abramova LM, Mustafina AN. K ekologii i biologii *Allium flavescens* (Alliaceae) v prirode i v uslovijah kultury. *Ekosistemy*. 2019;19(49):71-77. (In Russ.).
4. Tuhvatullina LA, Abramova LM. Kollekcija roda *Allium* L. The collection of *Allium* L. at the South-Ural Botanical Garden-Institute. *Bulletin of applied botany, of genetics and plant-breeding*. 2022;183(4):192-207. (In Russ.). DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-192-207.
5. Tuhvatullina LA. Development features from seeds and seed productivity of the rare Central Asian endemic species *Allium backhousianum* Regel. *Izvestija Timirjazevskoj sel'skohozjajstvennoj akademii*. 2023;1:27-35. (In Russ.). DOI: 10.26897/0021-342X-2023-1-27-35.
6. Kukushkina TA, Fomina TI. The content of biologically active substances in the green biomass of perennial onions (*Allium* L.) *Agrarian bulletin of the Urals*. 2021;4(207):85-92. (In Russ.). DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-85-92.

7. Manapova SR, Aliev MG. Comparative morphophysiological features of *Allium grande* in the foothills of Central Dagestan. *Herald of Dagestan state university. Series 1. Natural sciences*. 2022;37(2):88-95. (In Russ.). DOI: 10.21779/2542-0321-2022-37-2-88–95.
8. Seredin TM, Ivanova MI, Shumilina VV, et al. Perennial onions for food, decorative and medicinal purposes. *Contemporary horticulture*. 2020;1:40-48. (In Russ.). DOI: 10.52415/231 2670120220304.
9. Litvinskaya SA, Murtazaliev RA. *Flora of the North Caucasus*. Moscow: Phytos XXI; 2013. 668 p. (In Russ.).
10. *Ob utverzhdenii Perechnya ob`ektov rastitel'nogo mira, zanesennyh v Krasnuyu knigu Rossijskoj Federacii: prikaz Ministerstva prirodnyh resursov i `ekologii Rossijskoj Federacii ot 23 maya 2023 g. № 320*. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307210008?ysclid=ls1f04rxiu574353076>. Accessed: 02.10.2024. (In Russ.).
11. Isaenko TN. Hozjajstvenno-biologicheskie pokazateli roda *Allium* L. *Vestnik APK Stavropolja*. 2019;1(33):83-87. (In Russ.).
12. *Pogoda i klimat. Pogoda v Ufe*. Available at: <http://pogodaiklimat.ru/forecast/28722.htm>. Accessed: 07.10.2024. (In Russ.).
13. Ivanova MI, Bukharov AF, Kashleva AI, et al. Peculiarities of realization of seed productivity of *Allium stipitatum* Regel during introduction in Moscow Region. *Ekosistemy*. 2022;(30):95-105. (In Russ.).
14. Fomina TI. Biology of seed germination in some onion species (*Allium* L.). *Taurida herald of the agrarian sciences*. 2021;(3):180-190. (In Russ.). DOI: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-180-190.
15. Cheremushkina VA, Barsukova IN. Rhythm of Seasonal Development and Minor Life Cycle of *Prunella vulgaris* L. (*Lamiaceae*) in Khakasia. *Journal of Siberian Federal University. Biology*. . 2020;13(1):94-108. (In Russ.). DOI: 10.17516/1997-1389-0295.
16. Tuhvatullina LA, Abramova LM. Experience of cultivator dark purple onion at the South Ural Botanical Garden-Institute. *Agrarian Scientific Journal*. 2024;8:56-60. (In Russ.). DOI: 10.28983/asj.y2024i8pp56-60.
17. Seredin TM, Golubkina NA, Agafonov AF, et al. Changes in the main biochemical indicators in perennial onions, depending on the age of plants. *Contemporary horticulture*. 2022;3:40-48. (In Russ.). DOI: 10.52415/2312670120220304.
18. Adeyeye A. Physico-chemical characteristics and fatty acid profile of *Allium fistulosum* vegetable plant. *International Journal of Advanced Chemistry*. 2020;8(2):239-243.
19. Matanzas N, Aff E, Díaz TE, et al. Phytoremediation potential of native herbaceous plant species growing on a paradigmatic brownfield site. *Water, Air, and Soil Pollution*. 2021;232:289–303. DOI: 10.1007/s11270-021-05234-9.
20. Tian M, Bai Y, Tian H, et al. The chemical composition and health – promoting benefits of vegetable oils. A review. *Molecules*. 2023;28:63-93.
21. Ljubimov VB, Melnikov IV, Silenok AV. *Matematicheskie metody v ekologii*. Brjansk; 2017. 201 p. (In Russ.).

Статья принята к публикации 25.08.2025 / The article accepted for publication 25.08.2025.

Информация об авторах:

Ленвера Ахнафовна Тухватуллина, старший научный сотрудник лаборатории флоры и растительности, кандидат биологических наук

Альфия Науфалевна Мустафина, старший научный сотрудник лаборатории флоры и растительности, кандидат биологических наук

Зиннур Хайдарович Шигапов, директор, доктор биологических наук

Information about the authors:

Lenvera Akhnafovna Tukhvatullina, Senior Researcher at the Laboratory of Flora and Vegetation, Candidate of Biological Sciences

Alfiya Naufalevna Mustafina, Senior Researcher at the Laboratory of Flora and Vegetation, Candidate of Biological Sciences

Zinnur Khaidarovich Shigapov, Director, Doctor of Biological Sciences