

Надежда Софроновна Данилова¹, Дария Николаевна Андросова²✉

^{1,2}Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр СО РАН», Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия

¹nad9.5@mail.ru

²darija_androsova@mail.ru

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ И ХАРАКТЕРА ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ВИДОВ РОДА *ALLIUM* В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Цель исследования – изучение качества и характера прорастания семян видов лука, произрастающих в Якутии. Материалом для исследований служили зрелые семена 5 видов рода *Allium* L. – *A. prostratum*, *A. ramosum*, *A. senescens*, *A. schoenoprasum* и *A. splendens*. Исследования проводились на базе коллекции природной флоры Ботанического сада в ИБПК СО РАН с 2014 по 2021 г., расположенного в окрестностях г. Якутска (Центральная Якутия), в лабораторных условиях в соответствии со стандартными методиками. Семена изученных видов лука различаются по форме, размерам и массе 1000 семян. Треугольную форму семян имеют *A. schoenoprasum* и *A. splendens*, широко-яйцевидную – *A. prostratum*, *A. ramosum* и *A. senescens*. По размерам семена изучаемых видов подразделены на 2 группы: крупные (масса 1000 семян более 2 г), – семена *A. ramosum* и *A. prostratum*, мелкие (масса 1000 семян менее 1,5 г) – *A. splendens*, *A. senescens* и *A. schoenoprasum*. Наиболее стабильны показатели массы 1000 семян степных видов *A. prostratum*, *A. ramosum* и *A. senescens*, а также лесного *A. splendens*. В отличие от них самый мелкосемянный *A. schoenoprasum* в отдельные годы проявляет заметную изменчивость, не превышающую 17 %. Достаточно стабильны морфометрические показатели семян. Коэффициент изменчивости размеров семян степных видов не превышает 7–9 %, более изменчивы размеры семян лугового вида *A. schoenoprasum*, в промежуточном положении – лесной *A. splendens*. Изучение корреляционной связи показателей семян (ширины, длины семени и массы семян) между собой показало, что число статистически значимых корреляций между ними незначительно. Корреляционные связи между показателями семян и погодными условиями отмечены только у степных растений, у лугового *A. schoenoprasum* и лесного *A. splendens* не выявлено зависимостей размеров и массы от погодных условий вегетационного сезона. Сравнительное изучение хода прорастания свежесобранных семян и после 5–6-месячного хранения в лабораторных условиях показало, что сухое хранение способствует повышению качества семян. Хранившиеся семена луков в зависимости от вида в разной степени повышают или сохраняют высокую лабораторную всхожесть и повышают свой статус (группу прорастания), обусловленный более ранним и дружным прорастанием.

Ключевые слова: *Allium*, семена, масса 1000 семян, длина и ширина семени, лабораторная всхожесть семян, ход прорастания семян, свежесобранные семена, сухое хранение семян

Для цитирования: Данилова Н.С., Андросова Д.Н. Изменчивость признаков и характера прорастания семян видов рода *Allium* в Центральной Якутии // Вестник КрасГАУ. 2023. № 1. С. 25–33. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-25-33.

Благодарности: статья выполнена в рамках госзадания ИБПК СО РАН по проекту «Растительный покров криолитозоны таежной Якутии: биоразнообразие, средообразующие функции, охрана и рациональное использование» (0297-2021-0023; рег. номер AAAA-A21-121012190038-0).

Nadezhda Sofronovna Danilova¹, Daria Nikolaevna Androsova²✉^{1,2}Institute for Biological Problems of Permafrost SB RAS – a separate subdivision of the Federal Research Center “Yakutsk Scientific Center of the SB RAS”, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia¹nad9.5@mail.ru²darija_androsova@mail.ruVARIABILITY OF SIGNS AND THE CHARACTER OF SPECIES SEEDS GERMINATION OF THE GENUS *ALLIUM* IN CENTRAL YAKUTIA

The purpose of research is to study the quality and nature of the germination of seeds of onion species growing in Yakutia. Mature seeds of 5 species of the genus *Allium* L., *A. prostratum*, *A. ramosum*, *A. senescens*, *A. schoenoprasum*, and *A. splendens*, served as material for research. The studies were carried out on the basis of the natural flora collection of the Botanical Garden at the IBPC SB RAS from 2014 to 2021, located in the vicinity of Yakutsk (Central Yakutia), under laboratory conditions in accordance with standard methods. The seeds of the studied onion species differ in shape, size and weight of 1000 seeds. *A. schoenoprasum* and *A. splendens* have a triangular seed shape, *A. prostratum*, *A. ramosum* and *A. senescens* have a wide-ovoid shape. By size, the seeds of the studied species are divided into 2 groups: large (weight of 1000 seeds is more than 2 g), – seeds of *A. ramosum* and *A. prostratum*, small (weight of 1000 seeds is less than 1.5 g) – *A. splendens*, *A. senescens* and *A. schoenoprasum*. The weight of 1000 seeds of the steppe species *A. prostratum*, *A. ramosum*, and *A. senescens*, as well as the forest *A. splendens*, are the most stable. In contrast to them, the smallest-seeded *A. schoenoprasum* exhibits noticeable variability in some years, not exceeding 17 %. The morphometric parameters of seeds are quite stable. The coefficient of variability in the size of seeds of the steppe species does not exceed 7–9 %; the sizes of the seeds of the meadow species *A. schoenoprasum* are more variable, and in the intermediate position, the forest species *A. splendens*. The study of the correlation between seed parameters (width, seed length and seed weight) showed that the number of statistically significant correlations between them is insignificant. Correlations between seed parameters and weather conditions were noted only in steppe plants; in the meadow *A. schoenoprasum* and forest *A. splendens*, no dependences of size and weight on the weather conditions of the growing season were found. A comparative study of the course of germination of freshly harvested seeds and after 5–6 months of storage in laboratory conditions showed that dry storage improves the quality of seeds. Stored onion seeds, depending on the species increase or retain high laboratory germination to varying degrees and increase their status (germination group) due to earlier and friendlier germination.

Keywords: *Allium*, seeds, 1000 seeds weight, seed length and width, laboratory seed germination, seed germination course, freshly harvested seeds, dry seed storage

For citation: Danilova N.S., Androsova D.N. Variability of signs and the character of species seeds germination of the genus *Allium* in Central Yakutia // Bulliten KrasSAU. 2023;(1): 25–33. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-25-33.

Acknowledgments: the paper has been carried out within the framework of the state task of the IBPC SB RAS under the project "Vegetation cover of the permafrost zone of the taiga Yakutia: biodiversity, environment-forming functions, protection and rational use" (0297-2021-0023; registration number AAAA-A21-121012190038-0).

Введение. Виды рода *Allium* – Лук, представленные луковичными растениями, являются одной из интересных групп. Изучению биологии, размножению, биохимии луков, являющихся ценными пищевыми, лекарственными, витаминными и декоративными культурами, посвящено много работ [1–4].

Род *Allium* в Якутии насчитывает 13 видов [5], но несмотря на небольшое видовое разно-

образие, луки имеют довольно большой ареал и распространены почти по всей территории Якутии, включая арктические районы. В Центральной Якутии некоторые виды являются доминантами и эдификаторами скородуково-красноовсянищевокороткоостистоячменной и скородуково-короткоостистоячменной ассоциаций короткоостистоячменной формации, ветвистоуково-холоднопопынноизменчивоковильной ас-

социации изменчивоковыльной формации, стареюще-луковостройнотонконоговой ассоциации стройнотонконоговой формации [6].

Одним из показателей устойчивости растений в конкретных условиях является их способность к воспроизводству и размножению. Изучение качества и характера прорастания семян видов лука, произрастающих в Якутии, является актуальным.

Цель исследования – изучение качества и характера прорастания семян видов лука, произрастающих в Якутии.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе коллекции природной флоры Ботанического сада в ИБПК СО РАН, расположенного в окр. г. Якутска (Центральная Якутия), с 2014 по 2021 г.

Расчет показателя годового увлажнения (ГТК Селянинова) проведен по показателям температуры воздуха и осадков ФГБУ «Якутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» за восьмилетний период с 2014 по 2021 г. (табл. 1).

Таблица 1

Метеоусловия в период формирования и созревания семян исследуемых видов рода *Allium* (июнь (III) – сентябрь (I))

Год	Сумма температур, °C	Сумма осадков, мм	ГТК
2014	1351,2	128,2	0,95
2015	1380,1	72,2	0,52
2016	1202,0	116,3	0,97
2017	1481,9	91,4	0,62
2018	1373,7	120,8	0,88
2019	1412,9	84,0	0,59
2020	1394,7	45,8	0,33
2021	1500,5	91,4	0,61

Здесь и далее: в скобках указан номер декады соответствующего месяца.

Материалом для исследований служили зрелые семена 5 видов рода *Allium* L. – Лук: *A. Prostratum* Trev. – л. стелющийся, *A. Ramosum* L. – л. ветвистый, *A. Senescens* L. – л. стареющий – входят в состав сокращающихся степных группировок Центральной Якутии; *A. Schoenoprasum* L. – л. скорода – компонент луговых ценозов; *A. Splendens* Willd. Ex Schult. Et Schult. fil. – л. блестящий – лесной вид.

Морфология (ширина и длина) семян в 30-кратной повторности изучалась с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа МБС-10 («Биолам»), снабженного микрометрическими шкалами с точностью до 0,1 мм. Массу семян определяли путем взвешивания 10 проб по 100 шт. семян в 10-кратной повторности на лабораторных весах BM-153.

Изучение прорастания семян проводилось в соответствии со стандартными методиками М.К. Фирсовой [8] в лабораторных условиях. Условия прорастания семян: температура 23 ± 1 °C и естественное освещение (днем на свету, ночью в темноте). Опыты проводились в чашках Петри

(диаметр 9 см), в 4 повторностях по 100 шт. на бумажном ложе, без какой-либо предварительной обработки. Увлажнитель – дистиллированная вода, семена увлажнялись по мере необходимости через 1–2 дня. Подсчеты проросших семян проводились ежедневно от начала до конца прорастания. Семя считали проросшим при наличии корешка, размер которого равен семени. Свежесобранные семена ставились на проращивание в день сбора, исключая возможность послеуборочного дозревания. Для сравнения повторно опыт ставился после 5–6 месяцев сухого хранения. Семена хранили в бумажных пакетах в лаборатории при неконтролируемых режимах влажности и температуры. При выделении типов прорастания семян использовали разработанную нами классификацию на основе следующих параметров: период до начала прорастания семян; период прорастания; процент проросших семян на 3, 5, 7, 10-й день; лабораторная всхожесть семян. В соответствии с этим выделены 3 группы и 7 подгрупп типов прорастания семян:

Группа I. Семена с высокой всхожестью 70–100 % объединяют 4 подгруппы:

– подгруппа IA – семена с взрывным характером прорастания, от 50 до 100 % проросших семян приходится на 3-е и 5-е сут опыта;

– подгруппа IB – семена с быстрым прорастанием, от 50 до 100 % проросших семян устанавливается на 7-е и 10-е сут;

– подгруппа IB – семена с медленным прорастанием, от 1 до 49 % проросших семян приходится на 7-й и 10-й день опыта;

– подгруппа IG – семена с медленным равномерным, мелкопорционным прорастанием, на 10-е сут опыта 0 % проросших семян.

Группа II. Семена со средней всхожестью 40–69 %. На 7–10-е сутки опыта – от 0 до 49 % проросших семян.

Группа III. Семена с низкой всхожестью 1–39 % или нулевой всхожестью. Объединяет 3 подгруппы, которые отличаются всхожестью и процентом проросших семян на 3-, 5-, 7- и 10-й день опыта:

– подгруппа IIIA – виды со слабым прорастанием семян, всхожестью 1–39 %, процент проросших семян составляет 1–31 %;

– подгруппа IIIB – виды со слабым прорастанием семян, всхожестью 1–39 %, проросших семян на 10-е сут опыта 0 %;

– подгруппа IIIB – семена с нулевой всхожестью.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statplus. Для каждого параметра вычислены средние значения и их стандартные отклонения ($X_{cp} \pm m_x$), коэффициент вариации (CV, %). Уровни варьирования признаков приняты по Г.Н. Зайцеву [9]. Сравнение средних значений выборок проводили методом дисперсионного анализа (ANOVA). Значимость отличий между средними значениями определяли, используя критерии Ньюмена-Кейлса для множественного сравнения при уровне $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Изученные виды луков успешно выращиваются в коллекции природной флоры Ботанического сада в течение многих лет. Все пять видов ежегодно стабильно проходят полный цикл фенологического развития (табл. 2).

Таблица 2

Фенологическое развитие видов рода *Allium* в культуре

Вид	Отрастание	Цветение (массовое)	Полное созревание семян
<i>A. prostratum</i>	Май (I)	Июль (III)	Сентябрь (I)
<i>A. ramosum</i>	Май (II)	Июль (II)	Сентябрь (I)
<i>A. schoenoprasum</i>	Май (I)	Июнь (III)	Август (I)
<i>A. senescens</i>	Май (I)	Июль (III)	Сентябрь (I)
<i>A. splendens</i>	Май(I)	Июль (I)	Август (II)

Луки отличаются разнообразием формы их семян. На основе этого признака Я.И. Прохановым составлен ключ для определения видов лука и выделено несколько групп: плоско-выпуклые, вогнуто-выпуклые, почти трехгранные и сферические [10]. З.Н. Филимоновой была изучена морфология семян среднеазиатских видов лука [11]. Ею были выделены семена: трехгранные, продолговатые с округлой стенкой; плоские семена, у которых спинная сторона слабовыпуклая, противоположная – плоская или слабовогнутая; двояковыпуклые семена при одиночном развитии и вогнуто-выпуклые при развитии двух семян в гнезде и округлые семена двояковыпуклые при одиночном развитии в гнезде и плоско-выпуклые при развитии двух семян в гнезде. Позже многие исследователи использовали форму семян в качестве диагностического признака [12, 13].

Семена изученных луков мелкие, черного цвета, имеют трехгранную (*A. schoenoprasum* и *A. splendens*) и широкояцевидную форму (*A. prostratum*, *A. ramosum* и *A. senescens*). Семена *A. schoenoprasum* у основания сужаются, поверхность семян блестящая, гладкая, семенной рубчик слегка вогнутый. Поверхность семян *A. splendens* ячеистая, семенной рубчик прямой. Семена *A. prostratum* гладкие, блестящие, ячеистые, у основания семени отчетливый вырост, семенной рубчик прямой. У семян *A. ramosum* по краю отчетливо видны выросты, которые, возможно, являются приспособлением для их распространения; поверхность семян морщинистая, семенной рубчик почти прямой. Поверхность семян *A. senescens* морщинистая, ячеистая, семенной рубчик слегка вогнутый (рис. 1).

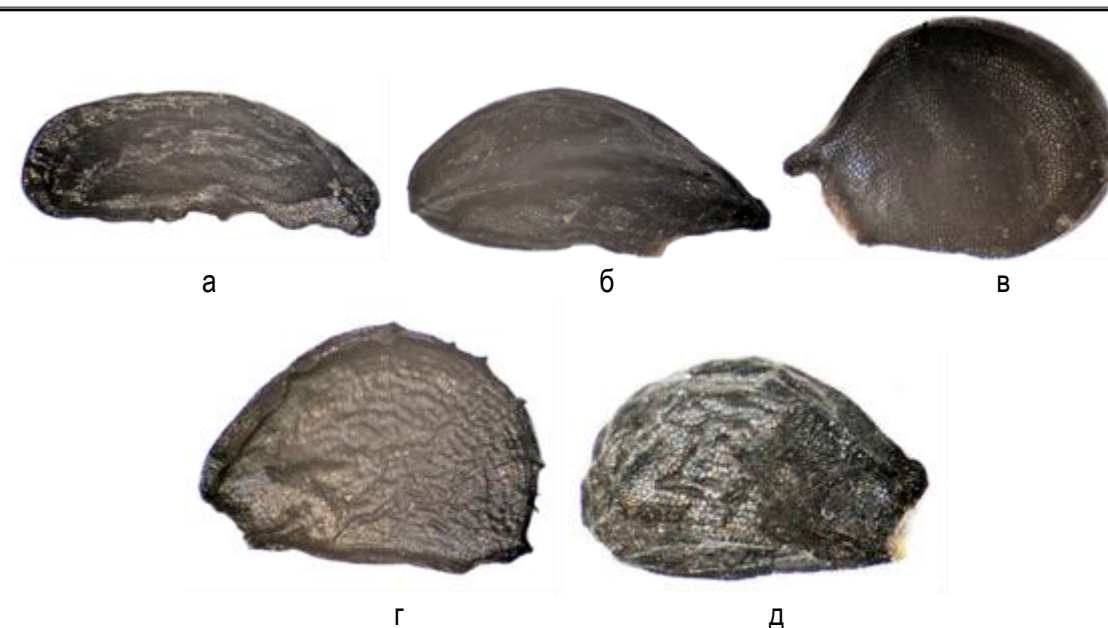


Рис. 1. Семена луков: а – *A. schoenoprasum*; б – *A. splendens*; в – *A. prostratum*; г – *A. ramosum*; д – *A. senescens*

Кроме разнообразия в форме семени проявляют различия в массе 1000 семян и размерах. К крупным (масса 1000 семян более 2 г) относятся семена степных видов *A. ramosum* и *A. prostratum*. Как отмечает В.А.Черемушкина с соавторами [13], что хотя степные ксерофиты отличаются мелкосемянностью, семена именно этих двух видов по размерам стоят обособленно в группе степных растений. К мелкосемянным растениям с массой 1000 семян менее 1,5 г относятся лесной *A. splendens*, степной *A. senescens* и луговой *A. schoenoprasum*. Показатель массы 1000 семян достаточно стабилен. Наименее изменчива масса семян степных видов *A. prostratum*, *A. ramosum* и *A. senescens*, а также лесного *A. splendens*. В отличие от них самый мелкосемянный *A. schoenoprasum* в от-

дельные годы, отличающиеся крайними значениями количества осадков (2014–2015, 2019–2021 гг.), проявляет заметную изменчивость, но не превышающую 17 % (табл. 3).

Размер семени также малоизменчивый признак, так, длина варьирует на низком уровне, коэффициент вариации в среднем не превышает 5–9 %, лишь в единичных случаях достигает самого нижнего предела среднего уровня 10,82 (*A. senescens*) и 11,20 % (*A. schoenoprasum*) (табл. 3). Ширина семени более изменчива, ее значения варьируют как на низком уровне, так и на нижнем пределе среднего уровня. Наиболее стабильны размеры семян степных видов, более изменчивы размеры семян *A. schoenoprasum*, в промежуточном положении находится *A. splendens*.

Таблица 3

Морфометрические показатели и масса семян (2014–2021 г.)

Год наблюдений	Размеры, мм				Масса 1000 семян, г	
	Длина		Ширина		$X_{cp} \pm m_x$	CV, %
	$X_{cp} \pm m_x$	CV, %	$X_{cp} \pm m_x$	CV, %		
1	2	3	4	5	6	7
<i>A. prostratum</i>						
2014	$2,59 \pm 0,12^a$	5,00	$1,46 \pm 0,10^a$	7,10	$1,83 \pm 0,02^a$	1,60
2015	$2,57 \pm 0,16^a$	6,53	$1,48 \pm 0,14^a$	9,52	$1,92 \pm 0,08^a$	4,66
2016	$2,62 \pm 0,19^a$	7,40	$1,55 \pm 0,14^a$	9,26	$2,08 \pm 0,03^b$	1,50
2017	$2,56 \pm 0,15^a$	6,22	$1,54 \pm 0,12^a$	8,10	$2,17 \pm 0,08^b$	3,78
2018	$2,30 \pm 0,17^b$	6,98	$1,40 \pm 0,10^b$	8,20	–	–

1	2	3	4	5	6	7
2019	2,65±0,20 ^a	7,90	1,46±0,12 ^a	8,51	2,02±0,07 ^б	3,77
2020	2,61±0,15 ^a	5,81	1,52±0,09 ^a	6,08	2,25±0,04 ^б	1,95
2021	2,69±0,15 ^a	5,72	1,51±0,09 ^a	6,02	2,22±0,04 ^б	1,89
<i>A. ramosum</i>						
2014	3,41±0,19 ^a	5,74	2,33±0,18 ^a	7,82	3,55±0,08 ^a	2,37
2015	3,28±0,20 ^a	6,27	2,24±0,21 ^a	9,42	3,03±0,08 ^б	2,65
2016	3,33±0,22 ^a	6,65	2,18±0,20 ^a	9,48	3,01±0,09 ^б	3,12
2017	3,17±0,22 ^a	7,13	2,16±0,22 ^a	10,64	2,92±0,06 ^б	2,33
2018	3,12±0,14 ^a	4,77	2,16±0,13 ^a	6,39	3,03±0,08 ^б	2,65
2019	3,24±0,19 ^a	6,15	2,19±0,21 ^a	9,91	2,49±0,12 ^б	4,87
2020	3,24±0,22 ^a	9,96	2,07±0,27 ^a	13,29	2,67±0,10 ^б	3,95
2021	3,29±0,19 ^a	5,80	2,15±0,19 ^a	8,88	2,45±0,09 ^б	3,69
<i>A. schoenoprasum</i>						
2014	2,71±0,22 ^a	8,29	1,22±0,12 ^a	10,19	0,91±0,12 ^a	13,24
2015	2,68±0,21 ^a	7,98	1,19±0,15 ^a	12,89	0,88±0,09 ^a	10,92
2016	2,59±0,20 ^a	7,77	1,05±0,12 ^б	11,62	0,83±0,03 ^б	4,51
2017	2,57±0,23 ^a	9,18	1,08±0,13 ^б	12,14	0,76±0,06 ^б	8,95
2018	2,57±0,19 ^a	7,33	1,08±0,13 ^б	12,35	0,72±0,07 ^б	9,95
2019	2,57±0,27 ^a	10,82	1,09±0,10 ^б	9,88	0,73±0,12 ^б	16,61
2020	2,62±0,20 ^a	7,61	1,06±0,10 ^б	9,93	0,77±0,10 ^б	13,63
2021	2,56±0,22 ^a	8,66	1,04±0,14 ^б	11,76	0,82±0,12 ^б	15,91
<i>A. senescens</i>						
2014	2,52±0,09 ^a	3,71	1,49±0,09 ^a	6,19	1,52±0,08 ^a	5,35
2015	2,53±0,11 ^a	4,56	1,52±0,14 ^a	9,23	1,53±0,11 ^a	7,65
2016	2,50±0,15 ^a	6,25	1,50±0,18 ^a	12,20	1,35±0,12 ^б	9,66
2017	2,40±0,10 ^б	4,38	1,55±0,09 ^a	6,05	1,60±0,03 ^a	2,43
2018	2,49±0,27 ^б	11,20	1,45±0,21 ^б	14,70	1,27±0,06 ^б	5,22
2019	2,51±0,11 ^a	4,72	1,56±0,11 ^a	7,64	1,58±0,09 ^a	6,03
2020	2,43±0,14 ^б	6,04	1,54±0,15 ^a	9,88	1,58±0,08 ^a	5,14
2021	2,62±0,18 ^б	6,97	1,64±0,16 ^б	9,95	1,59±0,11 ^a	6,64
<i>A. splendens</i>						
2014	3,30±0,17 ^a	5,22	1,23±0,12 ^a	10,00	1,21±0,03 ^a	3,23
2015	3,15±0,23 ^б	7,59	1,19±0,14 ^б	12,50	1,25±0,04 ^a	3,34
2016	3,29±0,18 ^a	5,61	1,28±0,14 ^a	11,20	1,42±0,03 ^б	2,63
2017	3,19±0,14 ^a	4,61	1,23±0,12 ^a	9,82	1,06±0,08 ^б	8,31
2018	3,10±0,12 ^б	4,15	1,02±0,03 ^б	3,73	1,20±0,08 ^a	6,86
2019	3,21±0,15 ^a	4,68	1,21±0,13 ^б	10,80	1,26±0,04 ^a	3,25
2020	3,25±0,19 ^a	5,93	1,17±0,10 ^a	9,21	1,09±0,07 ^б	6,68
2021	3,26±0,17 ^a	5,26	1,27±0,13 ^a	10,80	1,43±0,07 ^б	5,44

Примечание: $\bar{X}_{\text{ср}} \pm m_x$ – среднее значение $\pm$ стандартное отклонение; CV, % – коэффициент вариации, %. Средние значения с одинаковыми буквенными индексами статистически не различимы при $p \leq 0,05$; $n = 30$ (длина и ширина); $n = 10$ (масса).

Изучение корреляционной связи показателей семян (ширины, длины семени и массы 1000 семян) между собой показало, что число статистически значимых корреляций между ними незначительно. Связи прослеживаются у *A. schoenoprasum* между длиной и шириной семян (коэффициент корреляции $r = 0,9002$, уровень значимости $p < 0,002$) и между длиной и массой

($r = 0,8090$, $p < 0,02$), у семян лесного *A. splendens* отмечена связь только между длиной и шириной семени ($r = 0,7828$, $p < 0,02$). У двух степных видов выявлены значимые связи между длиной семени и массой у *A. senescens* ($r = 0,7498$, $p < 0,03$), у *A. ramosum* ($r = 0,7284$, $p < 0,04$). У семян *A. prostratum* связей между морфометрическими показателями не выявлено.

Что касается корреляции между показателями семян и погодными условиями, то эти связи отмечены только у семян степных растений, у лугового *A. schoenoprasum* и лесного *A. splendens* не выявлена зависимость размеров и массы от погодных условий вегетационного сезона. Отмечена значимая отрицательная корреляция между шириной семян *A. Prostratum* и количеством осадков в первой декаде сентября ($r = -0,8437$, $p < 0,009$), между шириной семян и ГТК первой декады сентября ($r = -0,8297$, $p < 0,01$), а также между массой семян и количеством осадков в первой декаде сентября ($r = -0,7726$, $p < 0,02$) и массой семян с ГТК первой декады сентября ($r = -0,7782$, $p < 0,02$). Первая декада сентября – это период, когда завершается созревание семян. Подобные отрицательные связи между морфометрическими показателями семян и погодными условиями первой декады сентября выявлены у *A. ramosum* и *A. senescens*, созревание которых также отмечается в это же время.

Возможно, указанные корреляции связаны с экологической природой изучаемых видов. Температурно-влажностные условия Центральной Якутии в период формирования и созревания семян колеблются в узких пределах и не достигают соответствующих требований мезофитов (*A. schoenoprasum* и *A. splendens*), и поэтому игнорируются ими (табл. 1), но имеют влияние на развитие ксерофитов (*A. prostratum*, *A. ramosum*, *A. senescens*).

Семена луков обладают высокой и средней лабораторной всхожестью – от 45,9 (*A. senescens*) до 98,8 % (*A. prostratum*) (табл. 3). Период до прорастания свежесобранных семян короток, составляет от 2 до 10 дней после высева. После хранения длительность периода до прорастания семян мало меняется, разница составляет от 1 до 3 дней у разных видов. В контрольный 3-й день отмечено прорастание свежесобранных семян только у *A. prostratum*, хранившиеся семена на 3-й день от высева также малоактивны, единично они прорастают у *A. splendens* и *A. senescens*.

На 5-й день после высева все так же в покое находятся свежесобранные семена *A. ramosum* и *A. splendens*, слабо прорастают семена *A. senescens*, начинают проявлять активность семена *A. prostratum* и *A. schoenoprasum*. В отличие от свежесобранных процесс прорастания хранившихся семян становится намного интен-

сивней. За 2 дня энергия прорастания семян *A. splendens* (на 5-й день) повышается до 80 %.

На 7-й день основная часть свежесобранных семян всех видов, кроме *A. schoenoprasum*, сохраняет покой, у последнего прорастание отмечено у 42 %, в то время как у хранившихся семян этот показатель более чем в 3 раза ниже. У семян *A. senescens* энергия прорастания свежесобранных и хранившихся семян близка по значению, у остальных 3 видов прорастание хранившихся семян идет более интенсивно, так, семена *A. splendens* прорастают на 90 %.

На 10-й день отчетливо видна разница между прорастанием свежесобранных и хранившихся семян *A. prostratum*, *A. ramosum* и *A. splendens*, в одинаковой степени прорастают семена *A. schoenoprasum*, чуть лучше проявляют себя свежесобранные семена *A. senescens*.

Лабораторная всхожесть свежесобранных и хранившихся семян не различается у *A. prostratum* и *A. schoenoprasum*, но некоторая разница между ними отмечена у семян *A. ramosum* и *A. splendens* и ощутима у семян *A. senescens*.

Более заметны различия между свежесобранными и хранившимися семенами по длительности прорастания, и меняется она неоднозначно. У семян *A. senescens* после сухого хранения не отмечается изменений по этому показателю, у семян *A. prostratum* после хранения этот период значительно сокращается, практически за неделю все семена бурно прорастают. У хранившихся семян *A. ramosum*, *A. schoenoprasum* и *A. splendens* продолжительность прорастания, наоборот, удлиняется, вероятно, за счет того, что у свежесобранных семян разноразнокачественность представлена двумя группами – семенами, вышедшими из покоя, и семенами, находящимися в глубоком покое, а среди хранившихся разноразнокачественность семян более дифференцирована, степень глубины их покоя более разнообразна, и поэтому прорастание идет более растянуто (табл. 4).

Полученные результаты показали, что после 5–6-месячного хранения семена 4 видов лука в зависимости от вида в разной степени повышают или сохраняют высокую лабораторную всхожесть и повышают свой статус (группу прорастания) благодаря более интенсивному прорастанию. Свежесобранные и хранившиеся семена *A. schoenoprasum* не обнаруживают заметной разницы по лабораторной всхожести и сохраняют свой статус – принадлежность к группе прорастания II.

Характеристика прорастания свежесобранных и после 5–6 месяцев хранения семян

Год урожая / Опыт	СХ	Период, дни		Процент проросших семян				ЛВ	ГП
		НП	П	3-й день	5-й день	7-й день	10-й день		
A. prostratum									
2018 / 27.08.18	0	3,0±0,0 ^а	20,3±1,5 ^а	2,0±0,0 ^а	13,0±1,2 ^а	17,0±1,2 ^а	35,0±1,2 ^а	96,5±2,5 ^а	ІВ
2018 / 07.02.19	5	4,0±0,0 ^б	7,3±0,5 ^б	0,0±0,0 ^б	53,8±2,6 ^б	68,0±3,4 ^б	96,8±1,7 ^б	98,8±0,9 ^а	ІА
A. ramosum									
2018 / 03.09.18	0	5,8±0,9 ^в	17,8±5,6 ^а	0,0±0,0 ^а	0,5±1,0 ^б	3,0±1,2 ^а	5,0±1,2 ^а	79,3±1,7 ^а	ІВ
2018 / 07.02.19	5	5,0±0,0 ^в	25,0±1,4 ^в	0,0±0,0 ^а	12,0±1,4 ^в	52,3±1,7 ^в	61,3±0,9 ^в	95,5±2,6 ^б	ІБ
A. schoenoprasum									
2018 / 18.07.18	0	4,0±0,0 ^а	10,5±1,3 ^а	0,0±0,0 ^а	26,5±1,0 ^а	42,5±1,0 ^а	45,0±2,6 ^а	47,5±1,0 ^а	ІІ
2018 / 07.02.19	6	6,0±0,0 ^б	14,3±0,5 ^б	0,0±0,0 ^а	13,3±2,4 ^б	13,3±2,4 ^б	37,0±10,6 ^а	49,0±10,0 ^а	ІІ
A. senescens									
2018 / 04.09.18	0	5,0±0,0 ^а	11,5±3,3 ^а	0,0±0,0 ^а	3,5±1,0 ^а	19,0±1,2 ^а	43,0±2,0 ^а	45,0±2,0 ^а	ІІ
2018 / 07.02.19	5	4,0±0,0 ^б	11,3±0,5 ^а	4,8±1,3 ^б	12,8±1,9 ^б	12,8±1,9 ^б	35,0±7,6 ^б	89,8±5,4 ^б	ІВ
A. splendens									
2018 / 14.08.18	0	9,5±2,1 ^а	13,5±2,1 ^а	0,0±0,0 ^а	0,0±0,0 ^а	0,5±1,0 ^а	1,5±1,0 ^а	88,0±1,6 ^а	ІВ
2018 / 07.02.19	5	4,8±0,9 ^б	17,5±1,9 ^б	0,8±0,5 ^б	80,5±5,4 ^б	91,5±6,2 ^б	93,3±4,2 ^б	98,5±1,3 ^б	ІА

Примечание: СХ – срок хранения семян, месяц; НП – начало прорастания семян, дни от начала опыта до прорастания первого семени; П – период прорастания семян, дни; ЛВ – лабораторная всхожесть семян, %; ГП – группа прорастания семян.

Закключение. Семена изученных видов лука разнообразны по форме, размерам и массе 1000 семян. Выделены семена трехгранной формы (*A. schoenoprasum* и *A. splendens*) и широко-яйцевидной (*A. prostratum*, *A. ramosum* и *A. senescens*). К крупным (масса 1000 семян более 2 г) относятся семена степных видов *A. ramosum* и *A. prostratum*, к мелкосемянным растениям с массой 1000 семян менее 1,5 г относятся лесной *A. splendens*, степной *A. senescens* и луговой *A. schoenoprasum*.

Изучение изменчивости показателей семян показало, что наиболее стабильна масса 1000 семян степных видов *A. prostratum*, *A. ramosum* и *A. senescens*, а также лесного *A. splendens*. В отличие от них самый мелкосемянный *A. schoenoprasum* в отдельные годы проявляет заметную изменчивость, но не превышающую 17 %. Также достаточно стабильны морфометрические показатели семян. Коэффициент изменчивости размеров семян степных видов не превышает 7–9 %, более изменчивы размеры семян лугового вида *A. schoenoprasum*, в промежуточном положении находится лесной *A. splendens*.

Изучение корреляционной связи показателей семян (ширины, длины семени и массы семян) между собой показало, что число статистически значимых корреляций между ними незначительно.

Корреляционные связи между показателями семян и погодными условиями отмечены только у степных растений, у лугового *A. schoenoprasum* и лесного *A. splendens* не выявлено зависимостей размеров и массы от погодных условий вегетационного сезона.

Сравнительное изучение хода прорастания свежесобранных семян и после 5–6-месячного хранения в лабораторных условиях показало, что сухое хранение способствует повышению качества семян. Хранившиеся семена луков в зависимости от вида в разной степени повышают или сохраняют высокую лабораторную всхожесть и повышают свой статус (группу прорастания), обусловленный более дружным прорастанием.

Список источников

1. Днепровский Ю.М., Черемушкина В.А., Судобина В.П. Особенности прорастания семян корневищных луков Северной Азии // Бюллетень Главного ботанического сада. 1991. Вып. 159. С. 89–95.
2. Черемушкина В.А. Биология луков Евразии. Новосибирск: Наука, 2004. 277 с.
3. Тухватуллина Л.А., Абрамова Л.М. К биологии и биохимии *Allium obliquum* L. в Башкирском Предуралье // Вестник КрасГАСУ. 2021. № 8. С. 19–26.

4. Фомина Т.И. Биология прорастания семян некоторых видов лука (*Allium* L.) // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 3 (27). С. 180–190.
5. Определитель высших растений Якутии / Е.А. Афанасьева [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. М.: КМК; Новосибирск: Наука, 2020. 896 с.
6. Растительность р. Лены в среднем течении / В.И. Перфильева [и др.] // Почвенные и ботанические исследования. Якутск. 1972. С. 87–100.
7. Лосев А.П. Практикум по агрометеорологическому обеспечению растениеводства. СПб.: Гидрометеиздат, 1994. 246 с.
8. Фирсова М.К. Семенной контроль. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1969. 295 с.
9. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1973. 256 с.
10. Проханов Я.И. К познанию культурных луков и чесноков Китая и Японии // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1929–1930. Т. 24. С. 123–188.
11. Филимонова З.Н. Морфология семян среднеазиатских видов рода *Allium* L. // Интродукция и акклиматизация растений. Ташкент: Фан, 1971. Вып. 8. С. 111–115.
12. Фризен Н.В. Луковые Сибири. Новосибирск: Наука, 1988. 185 с.
13. Черемушкина В.А., Днепровский Ю.М., Судобина В.П. Морфология семян корневищных луков Северной Азии // Бюллетень Главного ботанического сада. 1990. Вып. 156. С. 84–91.
- Glavnogo botanicheskogo sada. 1991. Vyp. 159. S. 89–95.
2. Cheremushkina V.A. Biologiya lukov Evrazii. Novosibirsk: Nauka, 2004. 277 s.
3. Tuhvatullina L.A., Abramova L.M. K biologii i biohimii *Allium obliquum* L. v Bashkirskom Predural'e // Vestnik KrasGAU. 2021. № 8. S. 19–26.
4. Fomina T.I. Biologiya prorstaniya semyan nekotoryh vidov luka (*Allium* L.) // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2021. № 3 (27). S. 180–190.
5. Opredelitel' vysshih rastenij Yakutii / E.A. Afa-nas'eva [i dr.]. 2-e izd., pererab. i dop. M.: KMK; Novosibirsk: Nauka, 2020. 896 s.
6. Rastitel'nost' r. Leny v srednem techenii / V.I. Perfil'eva [i dr.] // Pochvennye i botanicheskie issledovaniya. Yakutsk. 1972. S. 87-100.
7. Losev A.P. Praktikum po agrometeorologicheskomu obespecheniyu rastenievodstva. SPb.: Gidrometeoizdat, 1994. 246 s.
8. Firsova M.K. Semennoj kontrol'. 3-e izd., pererab. i dop. M.: Kolos, 1969. 295 s.
9. Zajcev G.N. Metodika biometricheskikh raschetov. Matematicheskaya statistika v `eksperimental'noj botanike. M.: Nauka, 1973. 256 s.
10. Prohanov Ya.I. K poznaniyu kul'turnyh lukov i chesnokov Kitaya i Yaponii // Tr. po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 1929-1930. T. 24. S. 123–188.
11. Filimonova Z.N. Morfologiya semyan sredneaziatskih vidov roda *Allium* L. // Introdukciya i akklimatizaciya rastenij. Tashkent: Fan, 1971. Vyp. 8. S. 111-115.
12. Frizen N.V. Lukovye Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 1988. 185 s.
13. Cheremushkina V.A., Dneprovskij Yu.M., Sudobina V.P. Morfologiya semyan kornevischnyh lukov Severnoj Azii // Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada. 1990. Vyp. 156. S. 84–91.

References

1. Dneprovskij Yu.M., Cheremushkina V.A., Sudobina V.P. Osobennosti prorstaniya semyan kornevischnyh lukov Severnoj Azii // Byulleten'

Статья принята к публикации 21.11.2022 / The article accepted for publication 21.11.2022.

Информация об авторах:

Надежда Софроновна Данилова¹, главный научный сотрудник ботанического сада, доктор биологических наук, профессор

Дария Николаевна Андросова², научный сотрудник ботанического сада, кандидат биологических наук

Information about the authors:

Nadezhda Sofronovna Danilova¹, Chief Researcher at the Bbotanical Garden, Doctor of Biological Sciences, Professor

Daria Nikolaevna Androsova², Researcher at the Botanical Garden, Candidate of Biological Sciences