

Фомина Т. И.

БИОЛОГИЯ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛУКА (*ALLIUM L.*)

ФГБУН «Центральный сибирский ботанический сад СО РАН»

Реферат. Семенное размножение – один из факторов успешного культивирования растений в конкретных природно-климатических условиях. Цель исследований – изучение характера прорастания, качества и долговечности семян у 15 представителей рода лук (*Allium L.*) для оценки их репродуктивного потенциала. Исследования выполнены в 1996–2019 гг. в ЦСБС СО РАН (г. Новосибирск). Лабораторную всхожесть семян определяли по общепринятым методикам. Семена проращивали спустя три–семь месяцев после сбора в комнатных условиях – при температуре 17–23 °С на свету, в двух повторностях по 25–50 шт. семян каждая, в случае затрудненного прорастания применяли двухмесячную стратификацию при 4 °С. В дальнейшем тестирование семян проводили после трех, пяти и семи лет комнатного хранения. Семена луков по характеру прорастания и величине всхожести представляют три типа. У семян типа I (восемь видов, одна разновидность из подрода *Rhizirideum*) период покоя отсутствует. Прорастание быстрое и дружное, со средней всхожестью 77,1–92,2 %. Семена типа II (*A. leucoserphalum* и *A. microdictyon* из подрода *Rhizirideum*, *A. caeruleum* и *A. flavum* из подрода *Allium*) отличаются растянутым прорастанием и различной величиной всхожести – от 32,6 % до 81,1 %. Глубоко покоящиеся семена типа III (*A. obliquum* из подрода *Rhizirideum* и виды подрода *Melanocrotmium*) не прорастают или прорастают с низкой всхожестью, при стратификации ее величина повышается до 47–67 %. Период хозяйственной долговечности семян луков составляет три–пять лет, а биологическая долговечность варьирует в пределах пяти–восьми лет. Наибольшим репродуктивным потенциалом обладают виды, продуцирующие полноценные семена с хорошей всхожестью, пригодные для длительного хранения: *A. altaicum*, *A. bidentatum*, *A. flavum*, *A. microdictyon*, *A. nutans*, *A. ramosum*, *A. rubens*, *A. schoenoprasum*, *A. senescens*, *A. senescens var. glaucum* и *A. strictum*.

Ключевые слова: *Allium L.*, дикорастущие луки, характер прорастания, всхожесть, долговечность семян.

Для цитирования: 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.

For citation: Fomina T. I. Biology of seed germination in some onion species (*Allium L.*) // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 3(27). P. 180–190. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-180-190.

Введение

Изучение биологии прорастания и качества семян дикорастущих растений в ботанических садах представляет необходимое звено интродукционной работы с коллекциями природной флоры. Возможность семенного размножения – один из факторов перспективности видов в конкретных природно-климатических условиях [1]. Семенное размножение обусловлено биоморфологическими особенностями интродуцентов, а также степенью их экологической пластичности при переносе в культуру. Представители рода лук (*Allium L.*) относятся к числу ценных ресурсных растений, используемых в пищу, в лечебно-профилактических целях и для озеленения. Многолетние дикорастущие луки представляют интерес для

культивирования с целью получения ранней витаминной зелени, а также как источник различных биоактивных веществ и микронутриентов [2–4].

В ФГБУН «Центральный сибирский ботанический сад РАН» (ЦСБС СО РАН) с 1996 г. по настоящее время изучено 14 видов и одна разновидность лука в основном из флоры Сибири. Сезонные ритмы развития их в Новосибирске устойчивые, с регулярным цветением и плодоношением [5]. Фитохимическое исследование надземных органов луков выявило высокое содержание витаминов, сахаров, фенольных соединений, пектиновых веществ [6]. Различия в темпах сезонного развития видов обеспечивают зеленый конвейер весной – в начале лета для потребления в свежем виде. Благодаря разнообразию габитуальных признаков (высота цветоносов, окраска соцветий, форма листьев), луки представляют перспективные многолетники для декоративных композиций в условиях лесостепи Западной Сибири [7].

Большое внимание уделяли изучению особенностей прорастания, качества семян и их долговечности. Методической основой послужили типы прорастания семян, выделенные у дикорастущих видов И. В. Борисовой [8]: семена с ускоренным прорастанием (I); семена с замедленным (растянутым) прорастанием (II); семена с очень слабым прорастанием или его отсутствием (III). Согласно классической работе М. Г. Николаевой [9], растения семейства Alliaceae имеют семена с хорошо или не вполне дифференцированным зародышем, иногда твердым эндоспермом. Отмечается разнообразие типов покоя: «... имеются виды, семена которых легко прорастают, и наряду с этим виды с морфологическим, физиологическим и морфофизиологическим покоем семян разной глубины» [9].

Данные о характере, сроках и условиях прорастания семян отдельных представителей рода *Allium* имеются в ряде источников [10–12]. Т. Аоба [13], изучив влияние различных температур (5, 13, и 20 °C) на прорастание семян 21 вида садовых декоративных луков, выделил четыре типа с оптимальным режимом прорастания: в теплых, прохладных, холодных условиях и в широком диапазоне температур. Наиболее обстоятельное исследование охватывает 91 вид и три культивара луков. Авторы проращивали семена при различных температурах на 12-часовом дне. Проанализированы характер прорастания, всхожесть семян и их связь с таксономической принадлежностью и географическим происхождением луков. Оптимум прорастания семян подрода *Allium* из Средиземноморья и Юго-Западной Азии составил 16 °C, тогда как для семян подрода *Melanocrommyum* из Восточно-Туранской области наиболее успешным был режим 5 °C, а высокие температуры ингибировали прорастание. В пределах широко распространенного в Северном полушарии подрода *Rhizirideum* отмечены значительные различия по всхожести и времени прорастания, но при лучших показателях при 16 и 26 °C [14].

Прорастание семян 33 представителей этого подрода в ЦСБС СО РАН изучали Ю.М. Днепровский с соавторами [15], которые установили, что большинство видов образуют семена с нормальным типом и хорошей всхожестью (65–100 %), прорастающие в широком температурном диапазоне. Оптимум прорастания за немногими исключениями лежит в пределах 19–26 °C и определяется главным образом видовой принадлежностью. В целом сведения по биологии прорастания семян луков ограничены и, в некоторых случаях, противоречивы. Кроме того, различные условия формирования репродукций (погодные и эколого-географические) обуславливают физиологическую разнокачественность семян по выполненности, глубине покоя, всхожести [16–18].

Цель исследований – изучение характера прорастания, качества и долговечности семян у 15 представителей рода лук (*Allium* L.) для оценки их репродуктивного потенциала.

Материалы и методы исследований

Исследование выполнено в Центральном сибирском ботаническом саду (г. Новосибирск) в 1996–2019 гг., в коллекции декоративных видов природной флоры. Объектами послужили виды рода лук – *Allium* L.: *A. caeruleum* Pall., *A. flavum* L. (подрод *Allium*); *A. aflatunense* B. Fedtsch., *A. rosenbachianum* Regel (подрод *Melanocrommyum*); *A. altaicum* Pall., *A. bidentatum* Fisch. ex Prokh., *A. leucocephalum* Turcz. ex Ledeb., *A. microdictyon* Prokh., *A. nutans* L., *A. obliquum* L., *A. ramosum* L., *A. rubens* Schrad. ex Willd., *A. schoenoprasum* L., *A. senescens* L. s. str., *A. senescens* var. *glaucum* Regel (подрод *Rhizirideum*). Растения луков в ботаническом саду выращиваются на среднем агрофоне, включающем внесение в почву при посадке органоминеральной смеси, мульчирование поверхности торфом, регулярные прополки и рыхление почвы в междурядьях в течение вегетационного периода.

Климат г. Новосибирска, расположенного на юго-востоке Западносибирской равнины, в Северопредалтайской лесостепной провинции, характеризуется как континентальный, умеренно-холодный с недостаточным увлажнением. Сумма температур воздуха выше 10 °С, обеспечивающих активную вегетацию растений, составляет 1800–2000 °С. Безморозный период длится от 92 до 144 дней. Среднегодовое количество осадков равно 442 мм, в том числе с апреля по октябрь выпадает 338 мм. Средние температуры зимних месяцев равны –16...–19 °С, летних – 16–19 °С, среднегодовая температура составляет 0,2 °С [19].

Лабораторную всхожесть семян определяли с использованием общепринятых в семенном контроле методик [20]. Семена луков проращивали спустя три–семь месяцев после сбора, в чашках Петри на фильтровальной бумаге, в двух повторностях по 25–50 шт. семян каждая в зависимости от наличия семян. Для выявления типа прорастания семена всех видов проращивали в одинаковых условиях – при температуре 17–23 °С на свету. Семена с затрудненным прорастанием подвергали холодной стратификации при температуре 4 °С в течение двух месяцев. В дальнейшем семена тестировали после трех, пяти и семи лет сухого комнатного хранения.

По результатам многолетних опытов определены средние показатели качества семян, оцениваемые по количеству всхожих, щуплых, загнивших и твердых семян, а также лимитные значения лабораторной всхожести на уровне видов. Статистическая обработка данных проведена с использованием средней арифметической и ее ошибки ($M \pm m_m$), критерия Стьюдента (t). Количество щуплых семян служит одним из критериев репродуктивной способности вида, а количество твердых (выполненных, но не проросших семян) характеризует глубину покоя у семян данного вида. В зависимости от длительности содержания в коллекции исследовано 3–11 репродукций каждого вида, за исключением *A. rubens* и *A. rosenbachianum*, у которых протестированы одна и две репродукции, соответственно. При выделении типов семян по И. В. Борисовой [8] использовали следующие показатели: начало и длительность прорастания, его характер, всхожесть, процент твердых семян.

Результаты и их обсуждение

Особенности прорастания и качество семян исследованных луков значительно различаются. Семена большинства представителей подрода *Rhizirideum* (восемь видов, одна разновидность) относятся к типу I. Покой семян, как правило, отсутствует или неглубокий физиологический и полностью устраняется в процессе послеуборочного дозревания при хранении в течение нескольких месяцев. Они характеризуются быстрым и дружным прорастанием спустя 2–8 дней от начала опыта (рисунок 1). Период прорастания варьирует в зависимости от вида и репродукции, но большинство или все семена прорастают в течение одной–трех недель. Всхожесть семян хорошая (> 60 %) или высокая (>80 %) (таблица 1). Значительное снижение всхожести отдельных репродукций, обычно до средних значений (40–60 %), обусловлено

главным образом содержанием щуплых семян. Пустосемянность весьма распространена в этой группе луков, особенно у *A. rubens*, *A. strictum*, *A. schoenoprasum* и *A. nutans*. Твердые семена отсутствуют, или их количество невелико, лишь у *A. senescens* var. *glaucum* оно достигает в среднем 9,7 %.

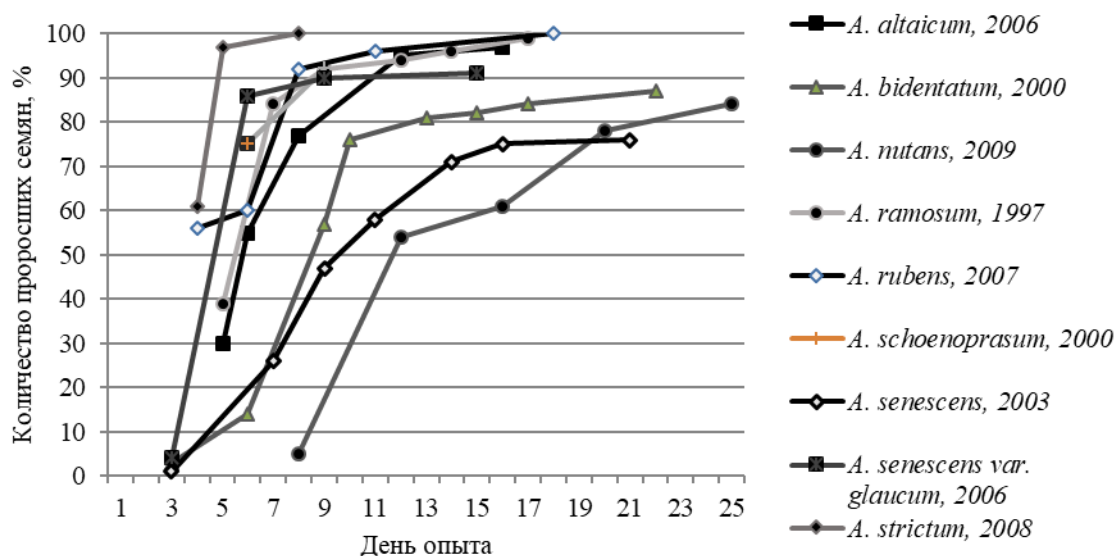


Рисунок 1 – Прорастание семян корневищных луков типа I через 3–7 месяцев после сбора при температуре 17–23 °С на свету в репродукциях разных лет

Таблица 1 – Качество семян видов *Allium* в ЦСБС СО РАН (1996–2019 гг.)

Вид	Исследовано семян, шт.	Количество семян, % (M ± m)				Всхожесть, % (lim)
		всхожих	щуплых	загнивших	твердых	
<i>A. aflatunense</i>	450	27,9 ± 10,9	10,7 ± 8,1	29,0 ± 8,5	32,4 ± 16,4	4–67*
<i>A. altaicum</i>	400	92,2 ± 4,4	5,5 ± 2,6	0,5 ± 0,5	1,8 ± 1,4	79–98
<i>A. bidentatum</i>	175	89,1 ± 4,4	2,9 ± 1,7	8,0 ± 4,0	0,0 ± 0,0	86–100
<i>A. caeruleum</i>	125	32,6 ± 11,5	45,0 ± 10,9	3,1 ± 1,7	19,4 ± 2,4	22–59
<i>A. flavum</i>	400	81,1 ± 7,5	6,9 ± 2,3	11,0 ± 6,3	1,0 ± 1,3	61–95
<i>A. leucocephalum</i>	475	58,1 ± 9,9	38,9 ± 10,9	1,5 ± 0,7	1,5 ± 0,6	16–89
<i>A. microdictyon</i>	325	71,1 ± 6,9	6,2 ± 3,7	12,6 ± 3,5	10,2 ± 3,6	53–96
<i>A. nutans</i>	400	85,0 ± 4,2	12,0 ± 2,9	1,5 ± 1,5	1,5 ± 1,0	74–94
<i>A. obliquum</i>	800	23,8 ± 5,0	9,9 ± 3,7	8,1 ± 2,5	58,3 ± 4,7	4–47*
<i>A. ramosum</i>	850	82,9 ± 4,4	10,6 ± 4,2	5,8 ± 1,5	0,7 ± 0,3	56–99
<i>A. rosenbachianum</i>	200	0,5 ± 0,4	5,1 ± 0,6	64,5 ± 13,1	29,9 ± 12,6	0–2
<i>A. rubens</i>	100	50,0	47,0	3,0	0,0	50**
<i>A. schoenoprasum</i>	700	80,9 ± 6,7	14,3 ± 6,9	4,3 ± 1,2	0,4 ± 0,3	46–100
<i>A. senescens</i>	550	82,2 ± 3,7	8,3 ± 2,8	5,1 ± 2,4	4,4 ± 2,2	70–97
<i>A. senescens</i> var. <i>glaucum</i>	550	77,1 ± 7,7	10,4 ± 3,6	2,9 ± 1,6	9,7 ± 8,0	44–95
<i>A. strictum</i>	500	82,6 ± 10,8	16,0 ± 9,9	1,4 ± 1,2	0,0 ± 0,0	47–100

Примечание. * максимальная всхожесть стратифицированных семян; ** исследована первая репродукция.

Семена корневищных луков *A. leucocephalum* и *A. microdictyon*, а также *A. flavum* и *A. caeruleum* из подрода *Allium* отнесены к типу II по характеру прорастания. Появление первых проростков отмечается через 3–12 дней от начала опыта. Большая

часть семян прорастает в течение 1–1,5 месяцев (рисунок 2). Всхожесть семян отдельных репродукций высокая, кроме *A. caeruleum*. Однако по средним показателям виды значительно различаются. Высокая всхожесть определена для семян *A. flavum* (81,1 %) и хорошая – для семян *A. microdictyon* (71,1 %). Фактором существенного снижения качества репродукций *A. leucosephalum* и *A. caeruleum* служат щуплые семена, среднее содержание которых достигает 38,9–45,0 %. Виды группы различаются и по содержанию твердых семян: от 1,0–1,5 % у *A. flavum* и *A. leucosephalum* до 19,4 % в среднем у *A. caeruleum*. Выражена физиологическая разнокачественность семян. Она проявляется в растянутом характере прорастания семян одной репродукции и значительном варьировании периода прорастания у семян разных репродукций. Например, из шести исследованных репродукций *A. leucosephalum* для одной половины он составил 13–38 дней, а для другой был гораздо длиннее – от 124 до 215 дней.

Растянутое прорастание свидетельствует о наличии покоящихся семян. Так же, как появление грунтовых всходов у *A. microdictyon* через год после посева [15]. Однако по данным зарубежных авторов [21], семена этого вида лука (*syn. A. victorialis*) лишены покоя и прорастают свежесобранными, с высокой всхожестью при 20 °С и хорошей аэрации, правда, на стерильном субстрате. Такие противоречивые сведения отражают нюансы условий тестирования, а также влияние экотипических и географических факторов формирования семян.

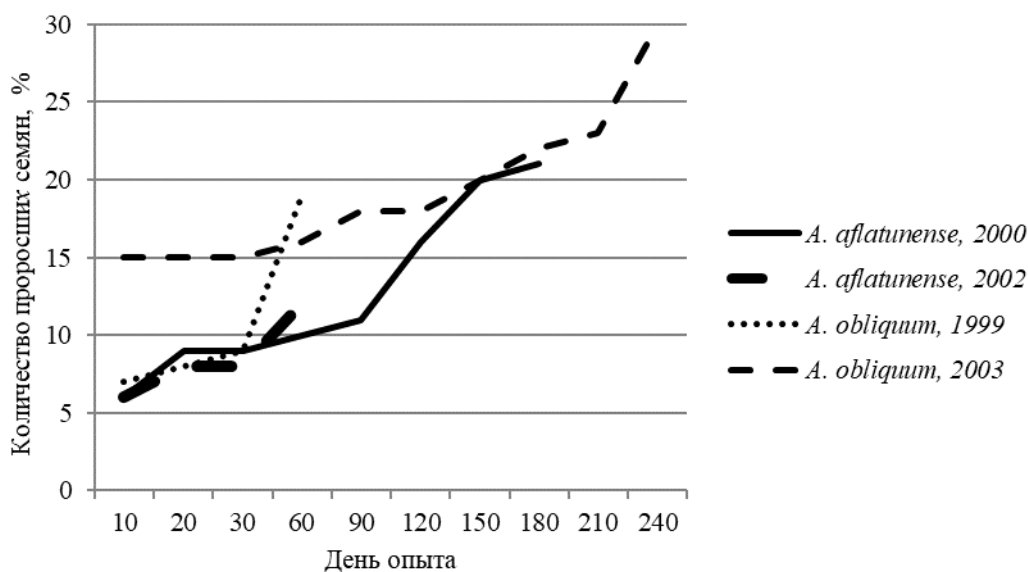


Рисунок 2 – Прорастание семян луков типа II через три–семь месяцев после сбора при температуре 17–23 °С на свету в репродукциях разных лет

Среди исследованных видов *A. obliquum* из подрода *Rhizirideum* и представители подрода *Melanocrommyum* – *A. aflatumense*, *A. rosenbachianum* отнесены по характеру прорастания семян к типу III (рисунок 3). Они продуцируют хорошо выполненные семена, но с затрудненным прорастанием, обусловленным состоянием глубокого покоя. Единичные проростки могут появиться через два дня от начала опыта, как и у других луков, или позже, но период прорастания крайне растянут. Конечная величина всхожести не превышает средних значений, а в большинстве случаев очень низка, или семена вообще не прорастают в комнатных условиях (у видов *Melanocrommyum*).

Максимальная всхожесть для репродукций разных лет составила у *A. obliquum* 42 %, у *A. aflatunense* – 57 %. При холодной стратификации семян в течение двух месяцев значения повысились до 47 % и 67 % соответственно. При этом значительная часть семян остались твердыми. Семена *A. rosenbachianum*, как и других видов группы, выполнены. При проращивании в комнатных условиях, в том числе после двухмесячной холодной стратификации, получен отрицательный результат. В тепле семена загнивают, как и у *A. aflatunense*. Между тем, по данным Т. Аоба [13], семена *A. rosenbachianum* прорастали при 5 °С на экспозиции более 50 дней, и в течение 90–110 дней от начала прорастания достигали всхожести 86 %. Согласно другому источнику [14], семена видов подрода *Melanocrommyum* прорастают только при низких положительных температурах (у *A. aflatunense* более 80 % семян проросло при температуре 5 °С на протяжении 100 дней), при этом воздействие переменных температур, холода (–15 °С в течение двух месяцев) и стимуляторов прорастания никакого эффекта не оказали.

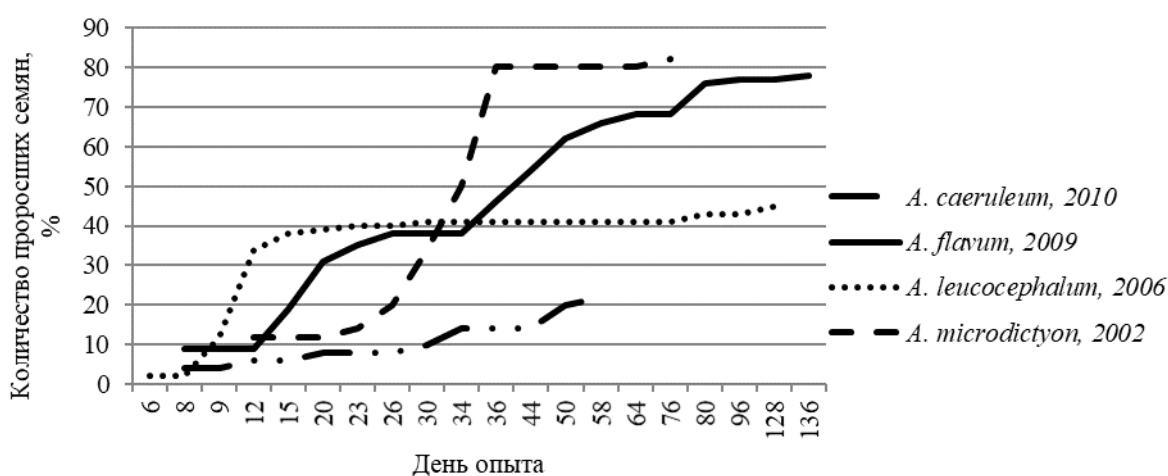


Рисунок 3 – Прорастание семян луков типа III через три-семь месяцев после сбора при температуре 17–23 °С на свету в репродукциях разных лет

Очевидно, особенности прорастания семян местных репродукций *A. aflatunense* и *A. rosenbachianum* требуют дальнейшего изучения. Что касается *A. obliquum*, то наши данные не подтвердили мнение [15] о неглубоком покое семян этого вида, но вполне согласуются с данными Л. А. Тухватуллиной и Л. М. Абрамовой [22]. Авторы отмечают низкую лабораторную всхожесть – до 33 % и ее увеличение вдвое при стратификации. О глубоком покое семян видов группы косвенно свидетельствует отсутствие самосева на коллекционном участке, в то время как большинство луков I и II типов его продуцируют.

О наличии покоя семян и его глубине можно судить по динамике прорастания семян при сухом хранении. У семян I и II типов всхожесть высокая в первый год после сбора, а спустя три года существенно снижается у большинства репродукций и через пять лет хранения утрачивается полностью. Отдельные репродукции сохраняют хозяйственную долговечность (всхожесть не ниже 50 %) в течение пяти лет, тогда как период биологической долговечности достигает 7–8 лет (рисунок 4). У *A. obliquum* в первые годы хранения всхожесть несколько повышается – от 8–10 % до 18–27 % у нестратифицированных семян, но через семь лет после сбора семена становятся невсхожими. У *A. aflatunense* всхожесть семян снизилась после трех лет хранения с 67 % до 33 % у стратифицированных семян. В течение пяти лет семена этого вида полностью утрачивают всхожесть. По-видимому, темпы изменения всхожести при

хранении семян видоспецифичны, различаясь даже у семян одного типа прорастания (таблица 2). Полученные данные по долговечности семян луков вполне согласуются с немногими сведениями из литературных источников [23].

В процессе тестирования хранившихся семян отчетливо проявляется их внутривидовая разнородность, значительные различия по длительности жизни семян репродукций разных лет. Условия формирования семян, прежде всего, погодные факторы вегетационного периода оказывают существенное влияние на выполненность семян и состояние покоя, поэтому репродукции во многих случаях существенно различаются не только всхожестью, но и характером прорастания. Так, у *A. senescens* (I) в репродукции 2006 г. прорастание началось через три дня, отличалось высокой энергией (за 13 дней проросло 57 % семян) и высокой всхожестью (82 %), но крайне растянутым характером – в течение 221 дня. В репродукции 2010 г. прорастание отмечали через семь дней от начала опыта, причем в первый день проросло 96 % семян. У *A. flavum* (II) при растянутом прорастании в целом в одних репродукциях пик наблюдается в начале, для других характерно порционное прорастание. Для *Allium aflatunense* (III) всхожесть семян репродукции 2000 г. через шесть месяцев после сбора составила 21 %, а репродукции 2003 г. – 57 %, тогда как семена трех других репродукций не образовали проростков [5].

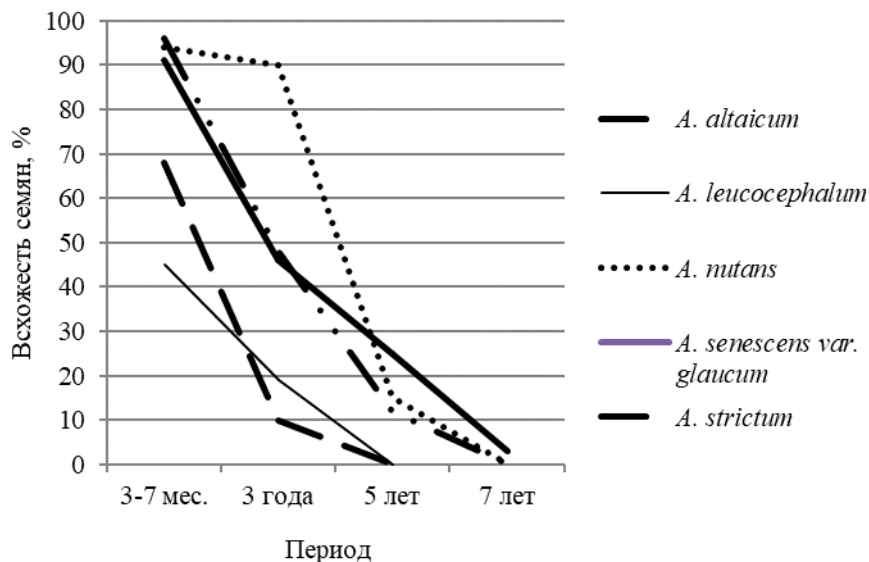


Рисунок 4 – Динамика всхожести семян луков при сухом комнатном хранении (репродукция 2006 г.)

Таблица 2 – Достоверность различий семян луков по величине всхожести в процессе хранения (репродукция 2006 г.)

Вид	Период хранения		
	три–семь мес. – три года	три года – пять лет	пять лет – семь лет
<i>A. altaicum</i>	24,0	5,69	2,0
<i>A. leucocephalum</i>	2,35	1,73	–
<i>A. nutans</i>	1,0	18,2	15,0
<i>A. senescens var. glaucum</i>	6,43	4,20	4,31
<i>A. strictum</i>	7,03	5,0	–

Примечание. $t_{05} = 4,30$.

Выводы

Исследованные виды рода *Allium* по особенностям прорастания семян представляют три типа. Виды типа I (восемь видов, одна разновидность из подрода *Rhizirideum*) имеют семена с нормальным прорастанием: покой у них отсутствует или

он неглубокий физиологический и устраняется в процессе послеуборочного дозревания при сухом хранении. Прорастание быстрое и дружное, со средней всхожестью 77,1–92,2 %. Видам типа II (*A. leucosephalum* и *A. microdictyon* из подрода *Rhizirideum*, *A. caeruleum* и *A. flavum* из подрода *Allium*) свойственно состояние покоя семян, поэтому прорастание замедленное. Максимальная для них всхожесть достигается при комнатной температуре, а ее величина варьирует от 32,6 % до 81,1 %. Виды типа III (*A. obliquum* из подрода *Rhizirideum* и виды подрода *Melanocrommyum*) характеризуются затрудненным прорастанием семян, обусловленным состоянием глубокого покоя, который устраняется лишь частично при сухом хранении или холодной стратификации. Семена в комнатных условиях не прорастают совсем или прорастают с низкой всхожестью, при стратификации ее величина повышается до 47–67 %. Репродукции одного вида, но разных лет, отличаются высокой вариабельностью качества семян. Хозяйственная долговечность семян луков составляет три–пять лет, а период биологической долговечности достигает пяти–восьми лет в зависимости от вида и репродукции.

Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту АААА-А21-121011290025-2 «Анализ биоразнообразия, сохранение и восстановление редких и ресурсных видов растений с использованием экспериментальных методов». При подготовке статьи использовали материалы Биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН, УНУ «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», USU 440534.

Литература

1. Некрасов В. И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений. М.: Наука, 1980. 102 с.
2. Казакова А. А. Лук // В кн.: Культурная флора СССР. Т. 10. Л.: Колос, 1978. 264 с.
3. Ширшова Т. И., Бешлей И. В., Матистов Н. В. Представители рода *Allium* как перспективный источник биологически активных веществ и микронутриентов // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2011. № 10–11. С. 15–21.
4. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 6. Семейства Вутомасеae – Турфасеae // Отв. ред. Буданцев А. Л. Санкт-Петербург – Москва: Изд-во КМК, 2014. 391 с.
5. Фомина Т. И. Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири. Новосибирск: Академическое издательство «ГЕО», 2012. 179 с.
6. Фомина Т. И., Кукушкина Т. А. Содержание биологически активных веществ в надземной части некоторых видов лука (*Allium* L.) // Химия растительного сырья. 2019. № 3. С. 177–184. DOI: 10.14258/jcrpm.2019034842.
7. Кукушкина Т. А., Фомина Т. И. Содержание биологически активных веществ в зеленой массе многолетних луков (*Allium* L.) // Аграрный вестник Урала. 2021. № 4(207). С. 85–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-85-92.
8. Фомина Т. И. Перспективные пищевые и декоративные дикорастущие виды *Allium* L. в коллекции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2020. № 1 (33). С. 48–55. DOI: 10.32516/2303-9922.2020.33.5.
9. Борисова И. В. Типы прорастания семян степных и пустынных растений // Ботанический журнал. 1996. Т. 81. № 12. С. 9–22.
10. Николаева М. Г. Особенности прорастания семян растений из класса Liliopsida // Ботанический журнал. 1989. Т. 74. № 12. С. 1701–1710.
11. Далецкая Т. В., Никифорова В. Н. Изучение прорастания некоторых видов лука // В кн.: Экологические проблемы семеноведения интродуцентов. Рига: Зинантне, 1984. С. 24–25.
12. Черней Е. Н. Определение лабораторной всхожести семян декоративных луков (*Allium* L.) // В кн.: Анализ и прогнозирование результатов интродукции декоративных и лекарственных растений мировой флоры в ботанические сады. Минск: Тэхналогія, 1996. С. 78–79.
13. Kirmizi S., Guleryuz G., Arslan H. Effects of environmental and storage conditions on the germination of *Allium* species // Fresenius Environmental Bulletin. 2017. Vol. 26. No. 5. P. 3470–3478.

14. Dashti F., Ghahremani-Majd H., Esna-Ashari M. Overcoming seed dormancy of mooseer (*Allium hirtifolium*) through cold stratification, gibberellic acid, and acid scarification // Journal of Forestry Research. 2012. Vol. 23. No. 4. P. 707–710. DOI: 10.1007/s11676-012-0314-9.
15. Winiarczyk K., Skrzypczak K., Jaroszek-Scisel J., Bocianowski J. Investigations of the capacity and strength of seed germination in *Allium victorialis* L. // Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 2014. Vol. 83. No. 3. P. 219–228. DOI: 10.5586/asbp.2014.021.
16. Aoba T. Effects of different temperatures on seed germination of garden ornamentals in *Allium* // J. of the Japanese Society for Horticultural Science. 1967. Vol. 36. No 3. P. 333–338. DOI: 10.2503/jjshs.36.333.
17. Specht C. E., Keller E. R. J. Temperature requirements for seed germination in species of the genus *Allium* L. // Genetic Resources and Crop Evolution. 1997. Vol. 44. P. 509–517.
18. 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.
19. Николаева М. Г. Особенности прорастания семян в зависимости от филогенетического положения растений и эколого-географических условий их обитания // Физиология растений. 1999. Т. 46. № 3. С. 432–437.
20. Philips N. Seed and bulb dormancy characteristics in New World *Allium* L. (Amaryllidaceae): a review // International Journal of Botany. 2010. Vol. 6. No. 3. P. 228–234. DOI: 10.3923/ijb.2010.228.234.
21. Ge W., Bu H., Wang X., Martinez S. A., Du G. Inter- and intra-specific difference in the effect of elevation and seed mass on germinability of eight *Allium* species // Global Ecology and Conservation. 2020. Vol. 22. DOI: 10.1016/j.gecco.2020.e01016.
22. Воронина Л. В., Гриценко А. Г. Климат и экология Новосибирской области. Новосибирск: СГГА, 2011. 228 с.
23. Международные правила определения качества семян // Под ред. Леурды И. Г. М.: Колос, 1969. 182 с.
24. Kamenetsky R., Gębura J., Winiarczyk K. Germination strategy of *Allium victorialis* – wild edible plant with high commercial potential // Botany. 2016. Vol. 95. No. 2. DOI: 10.1139/cjb-2016-0126.
25. Тухватуллина Л. А., Абрамова Л. М. Редкие виды рода *Allium* L. в интродукции // Научные ведомости БелГУ. Серия «Естественные науки». 2011. № 14-1(98). С. 68–74.
26. Короткова В. И., Салтыкова А. А. Влияние сроков хранения на всхожесть семян представителей различных семейств // Комплексное изучение полезных растений Сибири. Новосибирск: Наука, 1974. С. 7–16.

References

1. Nekrasov V. I. Topical issues of development of the plant acclimatization theory. Moscow: Nauka, 1980. 102 p.
2. Kazakova A. A. Onion // In book: Cultural flora of the USSR. Vol. 10. Leningrad: Kolos, 1978. 264 p.
3. Shirshova T. I., Beshley I. V., Matistov N. V. Representatives of *Allium* genus as a perspective source of biologically active substances and micronutrients // Vestnik Insituta biologii Komi NC UrO RAN. 2011. No. 10–11. P. 15–21.
4. Plant resources of Russia: wild flowering plants, their component composition and biological activity. Vol. 6. Families Butomaceae – Typhaceae // Ed. by Budantsev A. L. Saint-Petersburg– Moscow: Publishing house KMK, 2014. 391 p.
5. Fomina T. I. Biological characteristics of ornamental plants of natural flora in West Siberia. Novosibirsk: Academic publishing house “GEO”, 2012. 179 p.
6. Fomina T. I., Kukushkina T. A. Content of biologically active substances in the aboveground part of some onion species (*Allium* L.) // *Khimija rastitel'nogo syr'ja* (Chemistry of plant raw material). 2019. No. 3. P. 177–184. DOI: 10.14258/jcprm.2019034842.
7. Kukushkina T. A., Fomina T. I. The content of biologically active substances in the green biomass of perennial onions (*Allium* L.) // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021. No. 4(207). P. 85–92. DOI: 10/32417/1997-4868-2021-207-04-85-92.
8. Fomina T. I. 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*. 2020. No. 1 (33). P. 48–55. DOI: 10.32516/2303-9922.2020.33.5.
9. Borisova I. V. Seed germination types in steppe and desert plants // *Botanicheskii Zhurnal*. 1996. Vol. 81. No. 12. P. 9–22.
10. Nikolaeva M. G. The characters of seed germination of plants in the Liliopsida class // *Botanicheskii Zhurnal*. 1989. Vol. 74. No. 12. P. 1701–1710.
11. Daletskaya T. V., Nikiforova V. N. Study of germination of some onion species // In book: Ecological problems of seed research of introduced species. Riga: Zinantne, 1984. P. 24–25.

12. Cherney E. N. Determination of laboratory germination of seeds in ornamental onions (*Allium* L.) // In book: Analysis and forecasting the results of the introduction of ornamental and medicinal plants of the world flora into botanical gardens. Minsk: Tekhnologiya, 1996. P. 78–79.
13. Kirmizi S., Guleryuz G., Arslan H. Effects of environmental and storage conditions on the germination of *Allium* species // Fresenius Environmental Bulletin. 2017. Vol. 26. No. 5. P. 3470–3478.
14. Dashti F., Ghahremani-Majd H., Esna-Ashari M. Overcoming seed dormancy of mooseear (*Allium hirtifolium*) through cold stratification, gibberellic acid, and acid scarification // Journal of Forestry Research. 2012. Vol. 23. No. 4. P. 707–710. DOI: 10.1007/s11676-012-0314-9.
15. Winiarczyk K., Skrzypczak K., Jaroszek-Scisel J., Bocianowski J. Investigations of the capacity and strength of seed germination in *Allium victorialis* L. // Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 2014. Vol. 83. No. 3. P. 219–228. DOI: 10.5586/asbp.2014.021.
16. Aoba T. Effects of different temperatures on seed germination of garden ornamentals in *Allium* // J. of the Japanese Society for Horticultural Science. 1967. Vol. 36. No. 3. P. 333–338. DOI: 10.2503/jjshs.36.333.
17. Specht C. E., Keller E. R. J. Temperature requirements for seed germination in species of the genus *Allium* L. // Genetic Resources and Crop Evolution. 1997. Vol. 44. P. 509–517.
18. Dneprovsky Yu. M., Cheremushkina V. A., Sudobina V. P. Peculiarities of seed germination of rhizome onions in Northern Asia // Bulletin of the Main Botanical Garden. 1991. Iss. 159. P. 89–95.
19. Nikolaeva M. G. Specific patterns of seed germination as related to phylogeny and ecological and geographical conditions of plant habitats // Russian Journal of Plant Physiology. 1999. Vol. 46. No. 3. P. 432–437.
20. Philips N. Seed and bulb dormancy characteristics in New World *Allium* L. (Amaryllidaceae): a review // International Journal of Botany. 2010. Vol. 6. No. 3. P. 228–234. DOI: 10.3923/ijb.2010.228.234.
21. Ge W., Bu H., Wang X., Martinez S. A., Du G. Inter- and intra-specific difference in the effect of elevation and seed mass on germinability of eight *Allium* species // Global Ecology and Conservation. 2020. Vol. 22. DOI: 10.1016/j.gecco.2020.e01016.
22. Voronina L. V., Gritsenko A. G. Climate and ecology of the Novosibirsk region. Novosibirsk: SSGA, 2011. 228 p.
23. International rules for seed testing // Ed. by Leurda I. G. Moscow: Kolos, 1969. 182 p.
24. Kamenetsky R., Gębura J., Winiarczyk K. Germination strategy of *Allium victorialis* – wild edible plant with high commercial potential // Botany. 2016. Vol. 95. No. 2. DOI: 10.1139/cjb-2016-0126.
25. Tukhvatullina L. A., Abramova L. M. Rare species of the genus *Allium* L. in introduction // Belgorod State University Scientific Bulletin. Series “Natural sciences”. 2011. No. 14-1 (98). P. 68–74.
26. Korotkova V. I., Saltykova A. A. Influence of storage periods on seed germination in representatives of different families // Complex study of useful plants of Siberia. Novosibirsk: Nauka, 1974. P. 7–16.

UDC 582.573.16:631.53.01

Fomina T. I.

BIOLOGY OF SEED GERMINATION IN SOME ONION SPECIES (*ALLIUM* L.)

Summary. *The possibility of seed reproduction is one of the factors of successful cultivation of resource plants in specific environmental conditions. The aim of the work was to study the germination behavior, quality and longevity of seeds in 15 onions (Allium L.) from the collection of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk. The research was carried out in 1996–2019. Laboratory germination of seeds was determined according to generally accepted methods. Seeds were tested 3–7 months after harvesting at 17–23 °C in the light. The number of seeds in each Petri dish – 25–50; double replication. In the case of hindered germination, a two-month chilling at 4 °C was applied. In the future, laboratory germination was determined after 3, 5 and 7 years of room storage. We have established that onion seeds have three types of germinating. Seeds of type I – eight species, one variety from the subgenus Rhizirideum – usually lack dormancy. Germination is fast and simultaneous, and average germination percentages are 77.1–92.2 %. Seeds of type II – A. leucocephalum and A. microdictyon from the subgenus Rhizirideum, also A. caeruleum and A. flavum from the subgenus Allium – are characterized by stretched germination period due to the shallow dormancy, and their germination percentages vary from 32.6 % to 81.1 %. Seeds of type III – A. obliquum from the subgenus Rhizirideum and two species of the subgenus Melanocrommyum – do not germinate in room conditions, or germinate with*

*low germination percentages, whereas chilling increases them up to 47.0–67.0 %. The hindered germination of these seeds is due to the deep organic dormancy. The economic longevity of onion seeds is 3–5 years, and the biological longevity varies at interspecific level within 5–8 years. Thus, the species that produce plump and good germinating seeds suitable for long-term storage – *A. altaicum*, *A. bidentatum*, *A. flavum*, *A. microdictyon*, *A. nutans*, *A. ramosum*, *A. rubens*, *A. schoenoprasum*, *A. senescens*, *A. senescens* var. *glaucum*, and *A. strictum* – have the highest reproductive potential in culture.*

Keywords: *Allium*, wild onions, germination behavior, germination percentage, seed longevity.

Фомина Татьяна Ивановна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории интродукции декоративных растений, ФГБУН «Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН»; 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101; e-mail: fomina-ti@yandex.ru.

Fomina Tatyana Ivanovna, Cand. Sc. (Biol.), senior researcher of the Laboratory of the introduction of ornamental plants, Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 101, Zolotodolinskaya str., Novosibirsk, 630090, Russia; e-mail: fomina-ti@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию – 18.01.2021.

Дата принятия к печати – 25.03.2021.