

Научная статья

УДК 631.53

DOI: 10.37482/0536-1036-2022-5-47-57

Семенное размножение видов рода *Spiraea* L. в условиях ботанического сада Уральского федерального университета

Р.В. Михалищев^{1✉}, *вед. инженер*; *ResearcherID*: [AEN-7411-2022](https://orcid.org/0000-0002-3035-2010),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3035-2010>

Т.Б. Сродных², *д-р с.-х. наук, проф.*; *ResearcherID*: [AAL-3149-2021](https://orcid.org/0000-0003-4297-0147),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4297-0147>

¹Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Ботанический сад, просп. Ленина, д. 51, г. Екатеринбург, Россия, 620083; rmichaliszczew@gmail.com[✉]

²Уральский государственный лесотехнический университет, ул. Сибирский тракт, д. 37, г. Екатеринбург, Россия, 620100; tanya.srodnykh@mail.ru

Поступила в редакцию 10.11.20 / Одобрена после рецензирования 20.02.21 / Принята к печати 22.02.21

Аннотация. Спиреи (*Spiraea* L.) широко применяются в ландшафтном дизайне, при этом число видов и культиваров спирей, используемых в озеленении Екатеринбурга, невелико. Информация о всхожести семян позволит разработать эффективные методы размножения растений в культуре для разных целей, в том числе для озеленения. Материалом исследований служили семена спирей, собранные в ботаническом саду Уральского федерального университета. За всхожестью семян наблюдали с 2015 по 2018 г. Изучение суточной динамики прорастания семян показало, что наиболее активно дают всходы семена 2 видов *S. salicifolia* L. и *S. humilis* Rojak. Семена этих спирей прорастали на 2-е сутки после посева. Семена других видов начинали прорастать только на 3-и сутки после посева. Высокой всхожестью характеризовались семена *S. salicifolia* (89,5–97,8 %) и таксономически близкой к ней *S. humilis* (77,0–96,3 %), а также *S. chamaedryfolia* (71,8–92,5 %) – полиморфного вида с широким ареалом в Евразии. Всхожесть семян других спирей варьировала в разные годы. Это может быть связано с более низким адаптационным потенциалом данных видов в условиях Среднего Урала. Возможно, для этих спирей экономически выгодным в производстве будет вегетативное размножение. Полевая всхожесть семян оказалась ниже лабораторной и у разных видов составляла от 12,5 до 24,5 %. При этом практически все спиреи в разной степени способны возобновляться естественным путем на территории ботанического сада. Избыточное увлажнение и низкие температуры в течение вегетационного периода и высокие средние температуры в зимний период оказывали отрицательное влияние на рост и развитие спирей, а следовательно, и на качество продуцируемых ими семян. Высота снежного покрова в марте имеет прямую связь с качеством семян, так как обеспечивает достаточный уровень влаги в почве в начале вегетационного периода.

Ключевые слова: семена спирей, *Spiraea* L., всхожесть, семеноводство, озеленение Екатеринбурга, влияние климатических факторов, качество семян

Благодарности: Исследования проведены при финансировании Министерством образования и науки РФ в рамках выполнения государственного задания УрФУ № FEUZ-2020-0057.



Для цитирования: Михалищев Р.В., Сродных Т.Б. Семенное размножение видов рода *Spiraea* L. в условиях ботанического сада Уральского федерального университета // Изв. вузов. Лесн. журн. 2022. № 5. С. 47–57. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-5-47-57>

Original article

Seed Propagation of *Spiraea* L. Species in the Botanical Garden of the Ural Federal University

Roman V. Mikhailishchev^{1✉}, Leading Engineer; ResearcherID: [AEN-7411-2022](https://orcid.org/0000-0002-3035-2010),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3035-2010>

Tatyana B. Srodnykh², Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [AAL-3149-2021](https://orcid.org/0000-0003-4297-0147),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4297-0147>

¹Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Botanical Garden, prosp. Lenina, 51, Yekaterinburg, 620083, Russian Federation; rmichaliszczew@gmail.com[✉]

²Ural State Forest Engineering University, ul. Sibirskiy trakt, 37, Yekaterinburg, 620100, Russian Federation; tanya.srodnykh@mail.ru

Received on November 10, 2020 / Approved after reviewing on February 20, 2021 / Accepted on February 22, 2021

Abstract. Spireas (*Spiraea* L.) are widely used in landscaping, while the number of spirea species and cultivars used in Yekaterinburg landscaping is small. Information concerning seed germination will enable the development of effective methods of plant propagation for various purposes, including landscaping. Spirea seeds collected in the botanical garden of the Ural Federal University served as research material. Seed germination was monitored from 2015 to 2018. The study of daily dynamics of seed germination showed that the most active sprouting seeds were the following: *S. salicifolia* L. and *S. humilis* Pojark. Seeds of these spireas germinated on the 2nd day after sowing. Seeds of other species began to germinate only on the 3rd day after sowing. The following seeds were highly germinative: *S. salicifolia* (89.5–97.8 %), taxonomically related to the previous species *S. humilis* (77.0–96.3 %), and a polymorphic species with a wide range in Eurasia *S. chamaedryfolia* (71.8–92.5 %). Seed germination of other spireas varied from year to year. This may be related to the lower adaptive potential of these species in the Middle Urals. Perhaps vegetative propagation will be economically useful for these species. The field germination was lower than laboratory germination (from 12.5 to 24.5 % for different species). At the same time, all spireas, except for *Spiraea ussuriensis*, are capable of regenerating naturally to some extent in the Botanical Garden. Excessive moistening and low temperatures during the growing season and high average winter temperatures had a negative effect on growth and development of spireas and, consequently, on the quality of seeds produced by them. The depth of snow cover in March has a direct correlation with seed quality, as it provides sufficient moisture in the soil at the beginning of the growing season.

Keywords: spirea seeds, *Spiraea* L., seed germination, seed production, landscaping, Yekaterinburg, influence of climatic factors, germinative quality

Acknowledgements: The research was carried out with the funding provided by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation as part of the state assignment of the Ural Federal University No. FEUZ-2020-0057.

For citation: Mikhailishchev R.V., Srodnykh T.B. Seed Propagation of *Spiraea* L. Species in the Botanical Garden of the Ural Federal University. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2022, no. 5, pp. 47–57. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-5-47-57>



Введение

Род *Spiraea* L. принадлежит к подсемейству *Spireoideae* Agardh. семейства *Rosaceae* Juss. [19] и насчитывает по разным данным от 50–80 до 90–100 видов, распространенных в умеренной зоне северного полушария и в горных регионах субтропиков, наибольшее видовое разнообразие – в Восточной Азии [6, 18, 20]. На Урале естественно произрастают 4 вида спиреи [8], а на территории Свердловской области – 2 вида [5]. Спиреи широко применяются в ландшафтном дизайне. Это высокодекоративные кустарники высотой от 0,5 до 2 м, пригодные для создания куртин, групповых посадок, нестриженных живых изгородей. Низкорослые формы и сорта спиреи можно использовать в бордюрах. Наиболее теневыносливые виды применимы в подлеске, в негустых группах деревьев с ажурными кронами. Спиреи цветут в разное время и подбором видов можно достигнуть почти непрерывного их цветения в течение всего вегетационного периода [1]. *Spiraea japonica* L. f., *S. nipponica* Maxim. и *S. betulifolia* Pall. относительно устойчивы к засолению почвы [23].

Спиреи могут служить сырьем для фармацевтической промышленности. В листьях и соцветиях спирей содержатся фенольные соединения. Экстракты листьев и соцветий обладают антиоксидантной активностью [17, 21]. Для семян некоторых видов спирей также отмечается антиоксидантная и противомикробная активность [15]. Некоторые виды спирей используют при мелиорации и рекультивации для восстановления нарушенных земель [22].

Число видов спирей в зеленых насаждениях Екатеринбурга невелико, преимущественно это спиреи иволистная (*S. salicifolia* L.), средняя (*S. media* Schmidt.), дубравколистная (*S. chamaedryfolia* L.) и японская (*S. japonica* L. f.) [3], а также ее садовые формы [2]. В последние годы применение спирей в озеленении Екатеринбурга возросло, однако, это по-прежнему единичные небольшие по площади посадки вблизи коммерческих объектов.

Один из способов быстрого и массового размножения растений – посев семян, позволяющий за короткое время получить большое число посадочного материала. При этом нужно учитывать, что спиреи, произрастая совместно в культуре, часто образуют гибриды [8], что затрудняет получение из семян растений с исходными признаками. Хотя это свойство спирей может быть использовано в селекции для получения новых декоративных форм.

Важным показателем успешной акклиматизации является формирование растениями полноценных семян. Проводившиеся ранее на Среднем Урале работы по интродукции спирей показали, что у части исследуемых видов семена не завязывались или не вызревали, например, у *S. japonica* L. f. и *S. japonica* f. *albiflora* (Miq.) Kitam [7]. Семена спирей имеют незатрудненный тип прорастания. Физиологический покой у них отсутствует или проявляется как неглубокий и снимается после 3–6 месяцев сухого хранения [11]. Хранение семян при температуре 5 °C оказывает положительный эффект на всхожесть [13]. Она остается высокой при хранении в течение 2–3 лет [8, 11]. Оптимальная температура для прорастания семян составляет около 30 °C. Для семян не требуется стратификация. Однако отмечается, что она увеличивает всхожесть семян некоторых видов спирей, при этом продолжительная стратификация может приводить к снижению всхожести [10, 16].

Исследование всхожести и факторов, оказывающих влияние на качество семян, позволит разработать эффективные методы размножения спирей в условиях Среднего Урала и иметь местный посадочный материал для озеленения.

Цель работы – изучить всхожесть семян различных видов спирей и влияние на нее климатических факторов.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в ботаническом саду Уральского федерального университета. Ботанический сад находится на юго-восточной окраине г. Екатеринбурга, на территории лесопарка имени Лесоводов России. Екатеринбург расположен в подзоне южной тайги. Наиболее холодным месяцем является январь со средней температурой $-12,6$ °C, а самым теплым – июль со средней температурой $19,0$ °C, среднегодовая температура – $2,5$ °C. Среднегодовая сумма осадков – 539 мм. Наибольшее количество осадков выпадает в теплый период года, наименьшее – в зимний с минимумом в феврале. Высота снежного покрова достигает максимума в марте и составляет около 80 см. Безморозный период – 104 дн. Коэффициент увлажнения колеблется от $1,2$ до $1,6$. На основании средних многолетних данных увлажнение в вегетационный период считается достаточным, максимум осадков приходится на июнь–август. Таким образом, для района интродукции характерны продолжительная зима и короткое лето [12].

Материалом исследований служили семена *S. salicifolia* L., *S. humilis* Pojark., *S. betulifolia* Pall., *S. japonica* f. *albiflora* (Miq.) Kitam., *S. japonica* cv. *Little Princess*, *S. chamaedryfolia* L., *S. ussuriensis* Pojark., собранные в 2015–2018 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Происхождение коллекционных растений Origin of collection plants

Вид	Источник поступления в коллекцию, год	Характер поступившего материала
<i>Spiraea salicifolia</i> L.	Ботанический сад Коми УНЦ РАН, Сыктывкар, 2008	Семена
<i>S. humilis</i> Pojark.	Ботанический сад ПГТУ, Йошкар-Ола, 2004	Семена
<i>S. betulifolia</i> Pall.	Неизвестного происхождения, 1995	Растения
<i>S. japonica</i> f. <i>albiflora</i> (Miq.) Kitam	Репродукция, Ботанический сад УрФУ, 2006	Семена
<i>S. japonica</i> cv. <i>Little Princess</i>	Коммерческий питомник, Екатеринбург, 2011	Растения
<i>S. chamaedryfolia</i> L.	Неизвестного происхождения, 1995	Растения
<i>S. ussuriensis</i> Pojark.	Ботанический сад ПГТУ, Йошкар-Ола, 2006	Семена

Семена собирали после полного созревания плодов и хранили в сухом состоянии в бумажных пакетах при постоянной температуре 5 °С в течение 7 мес. Всхожесть семян устанавливали с 2015 по 2018 г. Определение лабораторной всхожести проводили по ГОСТ 13056.6–97 перед весенним посевом. Семена проращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге в 4-кратной повторности по 100 шт. при температуре 25 °С на свету. Подсчет всходов проводили на 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15 и 20-е сутки. Проращивание семян прекращали после окончания появления новых всходов. Полевую всхожесть определяли посевом семян в ящики с грунтом в 4-кратной повторности по 100 шт. По семенам урожая 2017 и 2018 гг. изучали суточную динамику прорастания семян.

Метеопараметры рассчитывали на основе данных городской метеостанции, размещенных на ресурсе https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Екатеринбурге. Гидротермический коэффициент увлажнения находили по формуле Г.Т. Селянинова:

$$\text{ГТК} = (\Sigma r \cdot 10) / \Sigma t,$$

где Σr – сумма осадков за период с температурами выше 10 °С; Σt – сумма среднесуточных активных температур выше 10 °С.

При анализе полученных данных вычисляли среднее арифметическое, стандартные отклонения и ошибки среднего арифметического. Для оценки влияния погодных условий года и видовых особенностей на лабораторную всхожесть семян использовали двухфакторный дисперсионный анализ с повторностями [4]. Для определения основных метеопараметров, влияющих на качество семян, – факторный анализ. Данные обрабатывали при помощи программ Excel и Statistica 13.

Результаты исследования и их обсуждение

Ежегодно формируют всхожие семена только 4 из изученных видов спирей. Высокой всхожестью во все годы исследований отличались семена спирей иволистной (табл. 2): лабораторная всхожесть – от 89,5 до 97,8 %. Из других видов ежегодно качественные семена формируют спирей низкая (77,0–96,3 %) и дубравколистная (71,8–92,5 %). Достаточно высокая всхожесть семян этих спирей отмечена и в других интродукционных пунктах [9, 11]. Отсюда возможен вывод о широких адаптационных возможностях данных видов.

В ранних работах, проводившихся на Урале, отмечалось, что семена *S. japonica* f. *albiflora* (Miq.) Kitam не вызревают [7]. Проведенные нами исследования показали, семена белоцветковой формы спирей японской вызревают ежегодно, однако значительно отличаются по всхожести в разные годы – от 20,5 до 86,5 %. Вероятно, это связано с некоторым улучшением условий произрастания для данной разновидности при интродукции под влиянием потепления климата.

У остальных видов семена в отдельные годы оказались невосхожими либо плодоношение было слабым. Так, в 2017 и 2018 гг. спирей березолистная дала семена в количестве, недостаточном для анализа, а всхожесть семян 2015 и 2016 гг. составила соответственно 24,5 и 81,3 %. Спирей березолистная представлена в коллекции экземплярами, выращенными из черенков, что, вероятно, снижает семенную продуктивность, так как для спирей характерно ингибирование собственной пыльцы, препятствующее самоопылению [14]. Семена *S. japonica* cv. *Little Princess* и *S. ussuriensis* в 2015 г. оказались невосхожими, в остальные годы всхожесть была от 41,5 до 94,0 % и от 32,5 до 84,5 % соответственно.

Таблица 2

Всхожесть семян при проращивании в лабораторных условиях, %
Seed germination in laboratory conditions, %

Вид	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
<i>Spirea salicifolia</i> L.	90,0 ± 2,7	95,3 ± 1,1	89,5 ± 4,1	97,8 ± 0,5	93,1 ± 1,7
<i>S. humilis</i> Pojark.	77,0 ± 3,1	96,3 ± 1,1	92,8 ± 2,1	95,5 ± 2,1	90,4 ± 2,6
<i>S. betulifolia</i> Pall.	24,5 ± 1,0	81,3 ± 3,2	–	–	52,9 ± 10,8
<i>S. japonica</i> f. <i>albiflora</i> (Miq.) Kitam.	38,0 ± 1,7	86,5 ± 1,3	20,5 ± 3,2	80,0 ± 2,8	56,3 ± 8,4
<i>S. japonica</i> cv. <i>Little Princess</i>	–	83,5 ± 2,1	41,5 ± 3,5	94,0 ± 1,5	73,0 ± 8,2
<i>S. chamaedryfolia</i> L.	71,8 ± 1,9	72,0 ± 2,7	92,0 ± 1,2	92,5 ± 1,0	82,1 ± 3,2
<i>S. ussuriensis</i> Pojark.	–	50,8 ± 3,4	32,5 ± 4,0	84,5 ± 2,3	55,9 ± 4,2

Спиреи с длительным периодом цветения, в частности летнецветущие виды, образуют больше качественных семян [11]. Дисперсионным анализом показано влияние продолжительности цветения на всхожесть семян ($F = 30,08$; $p = 0,000$). Например, в условиях ботанического сада спирея уссурийская цветет $18,6 \pm 2,4$ дн. в мае, что заметно меньше, чем у других видов спирей. Это может влиять на качество и количество завязавшихся семян, в особенности когда цветение приходится на период холодной погоды, так как спиреи являются насекомоопыляемыми растениями, а в данное время опылители малоактивны.

Дисперсионный анализ выявил влияние видовых особенностей ($F = 4,59$; $p = 0,005$) и погодных условий в год формирования семян ($F = 4,26$; $p = 0,019$) на лабораторную всхожесть. Во время проведения исследований вегетационные периоды отличались по температуре и влагообеспеченности от среднесезонных данных. Так, 2015 и 2017 гг. характеризовались избыточным увлажнением (ГТК составил 2,0 и 1,5 соответственно), 2016 г. был засушливым (ГТК = 0,7), а увлажнение в 2018 г. находилось в пределах нормы (ГТК = 1,2).

Корреляционный анализ показал отрицательную связь лабораторной всхожести с ГТК за период до массового созревания семян ($r = -0,4827$, $p = 0,000$), следовательно, в годы с высоким ГТК спиреи формируют семена с более низкой всхожестью. Отрицательные корреляции обнаружены между всхожестью и суммой осадков с января до начала созревания семян ($r = -0,4085$, $p = 0,000$); всхожестью и средней температурой за январь–март ($r = -0,4565$, $p = 0,000$). Положительные корреляционные связи установлены между всхожестью и высотой снежного покрова в марте ($r = 0,4188$, $p = 0,000$), а также с суммами положительных температур выше 0 ($r = 0,2942$, $p = 0,004$), 5 ($r = 0,3224$, $p = 0,001$) и 10 °С ($r = 0,3229$, $p = 0,001$).

Таким образом, избыточное увлажнение и низкие температуры в течение вегетационного периода, а также высокие средние температуры в зимний период (что, вероятно, связано с оттепелями) оказывают отрицательное влияние на рост и развитие спирей и, следовательно, на качество продуцируемых ими семян. Высота снежного покрова в марте имеет прямую связь с качеством семян, так как обеспечивает достаточный уровень влаги в почве в начале вегетационного периода.

Для определения влияния метеопараметров на всхожесть был проведен факторный анализ (табл. 3). Большинство параметров, связанных с температурой и режимом увлажнения в течение вегетационного периода, объединились в 1-й фактор, следовательно, на всхожесть семян спирей они оказывают влияние в комплексе. Во 2-й фактор выделилась средняя температура за январь–март, т. е. условия перезимовки растений.

Таблица 3

**Факторные нагрузки на всхожесть семян *Spiraea* L.
Factor loadings on the seed germination of *Spiraea* L.**

Метеопараметр	Фактор 1	Фактор 2
Сумма температур выше, °С: 0	-0,848690	-0,383555
5	-0,884978	-0,343532
10	-0,864674	-0,407190
Сумма осадков с января до начала созревания семян, мм	0,750770	-0,500505
ГТК за период до массового созревания семян	0,879949	-0,436263
Средняя температура воздуха за январь–март, °С	0,143594	-0,852187
Высота снежного покрова, см: в январе	-0,363029	-0,588492
в марте	-0,877821	0,356841
Вклад фактора	4,512067	2,071645
Сумма факторной дисперсии, %	56,4008	25,8956

Примечание: Полу жирным шрифтом выделены значимые нагрузки, >0,7.

Изучение динамики прорастания семян спирей урожая 2017 и 2018 гг. в лабораторных условиях показало, что наиболее высокие темпы прорастания семян характерны для *S. salicifolia* и близкой к ней дальневосточной *S. humilis*. Для остальных видов отмечены более низкие темпы прорастания семян (рис. 1). Семена спирей иволистной начинали прорастать на 1-е или 2-е сутки после посева в зависимости от года формирования, а семена спирей низкой – на 2-е сутки.

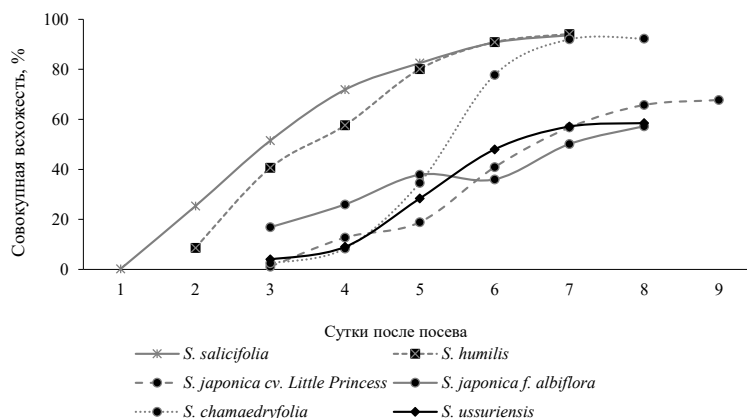


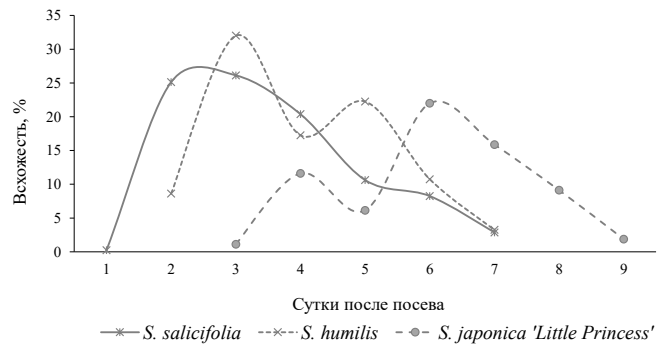
Рис. 1. Совокупная всхожесть семян спирей (среднее за 2017–2018 гг.)

Fig. 1. Cumulative germination of spirea seeds (average for 2017–2018)

У спирей иволистной и низкой наибольшее количество проросших семян наблюдалось на 3-и сутки (рис. 2), появление новых всходов заканчивалось через 9–10 дн. прорастивания.

Рис. 2. Динамика прорастания семян *S. salicifolia*, *S. humilis*, *S. japonica* cv. *Little Princess* (среднее за 2017–2018 гг.)

Fig. 2. Dynamics of seed germination of *S. salicifolia*, *S. humilis* and *S. japonica* cv. *Little Princess* (average for 2017–2018)



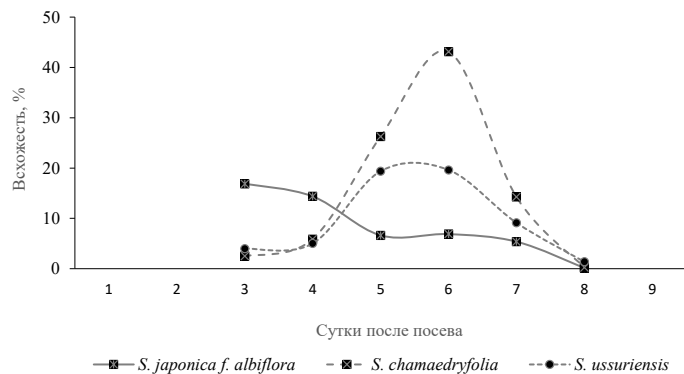
Семена других видов спирей характеризовались более длительным периодом появления всходов. Наиболее длительным временем прорастания отличались семена *S. japonica* cv. *Little Princess*. Они начинали прорастать на 3-и сутки после посева с максимальным числом проросших семян на 7-е сутки, а общая продолжительность появления новых всходов составила 17 дн. (рис. 2).

Кривые динамики появления всходов у *S. humilis* и *S. japonica* cv. *Little Princess* имели два пика (рис. 2). Возможно, это связано с тем, что данные виды более «чувствительны» к влиянию погодных условий при интродукции.

Для семян *S. ussuriensis* и *S. chamaedryfolia* наибольшее число всходов отмечалось на 7-е сутки после посадки, а прорастание семян начиналось на 3–5-е сутки в зависимости от года созревания семян. Появление новых всходов продолжалось в течение 12 дн. (рис. 3). Прорастание семян у *S. japonica* f. *albiflora* начиналось на 3-и сутки, тогда же наблюдался и максимум проросших семян (рис. 3). Общая продолжительность появления новых всходов составляла 12–13 дн.

Рис. 3. Динамика прорастания семян *S. albiflora*, *S. chamaedryfolia*, *S. ussuriensis* (среднее за 2017–2018 гг.)

Fig. 3. Dynamics of seed germination of *S. albiflora*, *S. chamaedryfolia* and *S. ussuriensis* (average for 2017–2018)



Таким образом, наибольшая скорость и энергия прорастания семян были отмечены для спирей иволистной и низкой. Для этих же видов характерен и наименьший период появления новых всходов.

При посеве семян 2016 г. сбора в грунт весной 2017 г. полевая всхожесть семян была ниже лабораторной и у разных видов составила от 12,5 до 24,5 %. У спиреи иволистной наблюдалась наибольшая полевая всхожесть – 24,5 %, у дубравколистной – 20,3 %, у остальных видов – от 16,3 до 19,8 %. Наименьшая полевая всхожесть обнаружена у семян спиреи уссурийской – 12,5 %. Возможно, такая низкая всхожесть при посеве в грунт по сравнению с лабораторной связана с мелкими размерами семян спирей, которые могут легко повреждаться в почве при неблагоприятных погодных условиях.

У всех изученных видов, кроме спиреи уссурийской, отмечено естественное возобновление семенами на территории ботанического сада. Обильный самосев характерен для спирей иволистной и дубравколистной. Самосев у форм и культиваров спиреи японской встречается только вблизи взрослых растений. Единичный самосев зафиксирован у спирей березолистной и низкой.

Заключение

Таким образом, в условиях культуры в ботаническом саду спиреи формируют разные по всхожести семена. Качество семян зависит как от видовых характеристик, так и от погодных условий в год формирования семян. На всхожесть семян спирей оказывали влияние различные метеофакторы. Избыточное увлажнение и низкие температуры в течение вегетационного периода, а также высокие средние температуры в зимний период отрицательно влияют на рост и развитие спирей, а следовательно, и на качество продуцируемых ими семян. Высота снежного покрова в марте имеет прямую связь с качеством семян, так как обеспечивает достаточный уровень влаги в почве в начале вегетационного периода.

Высокой лабораторной всхожестью характеризовались семена спиреи иволистной – 93,1 %. Высокий процент лабораторной всхожести семян был также у спирей низкой и дубравколистной (90,4 и 82,1 соответственно), что может свидетельствовать об их натурализации. Эти 3 вида спирей ежегодно формировали качественные семена. Всхожесть семян других спирей варьировала в разные годы, возможно, из-за более низкого адаптационного потенциала видов. Скорее всего, для этих видов спирей в условиях Среднего Урала более продуктивным способом размножения в производственных целях будет вегетативный способ. Грунтовая всхожесть у изучаемых видов оказалась ниже лабораторной. При этом практически все изученные виды спирей в разной степени способны возобновляться естественным путем на территории ботанического сада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Абрамчук А.В., Карташева Г.Г., Карпучин М.Ю. Садово-парковое и ландшафтное искусство. Екатеринбург, 2013. 612 с.

Abramchuk A.V., Kartasheva G.G., Karpukhin M.Y. *Landscape Gardening and Design*. Yekaterinburg, 2013. 612 p. (In Russ.).

2. Баранов Д.С., Сродных Т.Б. Анализ видового состава насаждений сквера перед ТЦ «Пассаж» (г. Екатеринбург) // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материалы XV Всерос. науч.-техн. конф. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. С. 333–335.

Baranov D.S., Srodnykh T.B. Analyses of the Species Composition of Garden Square near the Shopping Center “Passage” (Yekaterinburg). *Scientific Creativity of Youth to the Timber Complex of Russia: Proceedings of the XV All-Russian Science and Technology Conference*. Yekaterinburg, 2019, pp. 333–335. (In Russ.).

3. Власенко В.Э., Дорофеева Л.М., Яковлева С.В. Дендропарк-выставка как рефугиум живой природы города Екатеринбурга // Аграр. вестн. Урала. 2010. № 1(67). С. 66–69.
Vlasenko V.E., Dorofeeva L.M., Yakovleva S.V. Arboretum-Exhibition as a Refugium of Wild Nature in Yekaterinburg. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2010, no. 1(67), pp. 66–69. (In Russ.).
4. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
Zaytsev G.N. *Mathematical Statistics in Experimental Botany*. Moscow, Nauka Publ., 1984. 424 p. (In Russ.).
5. Князев М.С., Чкалов А.В., Третьякова А.С., Золотарёва Н.В., Подгаевская Е.Н., Пакина Д.В., Куликов П.В. Конспект флоры Свердловской области. Ч. V: Двудольные растения (*Rosaceae*) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2019. Т. 13, № 4. С. 305–352.
Knyazev M.S., Chkalov A.V., Tretyakova A.S., Zolotareva N.V., Podgaevskaya E.N., Pakina D.V., Kulikov P.V. Annotated Checklist of the Flora of Sverdlovsk Region. Part V: Dicotyledonous Plants (*Rosaceae*). *Phytodiversity of Eastern Europe*, 2019, vol. 13, no. 4, pp. 305–352. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2072-8816-2019-10056>
6. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Изд-во СО РАН, фил. «Гео», 2002. 707 с.
Koropachinskiy I.Yu., Vstovskaya T.N. *Woody Plants of Asian Russia*. Novosibirsk, Geo SB RAS Publ., 2002. 707 p. (In Russ.).
7. Макарова О.Б. Коллекция видов рода *Spiraea* L. в ботаническом саду УНЦ АН СССР // Новые декоративные растения в культуре на Среднем Урале: сб. науч. тр. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 97–102.
Makarova O.B. The *Spiraea* L. Collection in the Botanical Garden of the Ural Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR. *New Ornamental Plants of the Middle Urals*. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR Publ., 1986, pp. 97–102. (In Russ.).
8. Мамаев С.А., Семкина Л.А. Интродуцированные деревья и кустарники Урала (розоцветные). Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 104 с.
Mamayev S.A., Semkina L.A. *Introduced Trees and Shrubs of the Ural (Rosaceae)*. Sverdlovsk, UrO AN SSSR Publ., 1988. 104 p. (In Russ.).
9. Смирнова А.Н., Зайнуллина К.С. Особенности семенного размножения видов рода *Spiraea* L. в культуре на Европейском Северо-Востоке (Республика Коми) // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2019. № 3(55). С. 136–143.
Smirnova A.N., Zainullina K.S. Features of Seed Reproduction of Species of the Genus *Spiraea* L. in Culture in the European North-East (Komi Republic). *Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology*, 2019, no. 3(55), pp. 136–143. (In Russ.). <https://doi.org/10.26456/vtbio106>
10. Соколова Н.Н., Коробкова Т.С. Всхожесть семян местных и инорайонных видов *Spiraea* в культуре Якутского ботанического сада // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: материалы VI Междунар. науч. конф. СПб.: Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова РАН, 2016. С. 368–371.
Sokolova N.N., Korobkova T.S. Seed Germination of Various Species of *Spiraea* in the Yakut Botanic Garden. *Biodiversity. Plant Introduction. Proceedings of the VIth International Scientific Conference*. Saint Petersburg, Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences Publ., 2016, pp. 368–371. (In Russ.).
11. Ступникова Т.В. Биология семян видов рода *Spiraea* L., интродуцированных на юг Амурской области // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 47. С. 321–330.
Stupnikova T.V. Biology of Seeds of the Species Belonging to the Genus *Spiraea* L. Cultivated in the South of the Amur Region. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 2016, vol. 47, pp. 321–330. (In Russ.).

12. Халевицкая Г.С., Архипова Н.П., Фирюков Н.И., Кузнецова Г.П., Харитонов Н.К., Жукова Л.А., Романец А.А., Васильева Л.Д., Халевицкий З.З. Климат Свердловска / под ред. В.В. Морокова, Ц.А. Швер. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 190 с.

Khavelitskaya G.S., Arkhipova N.P., Firuykov N.I., Kuznetsova G.P., Kharitonova N.K., Zhukova L.A., Romanets A.A., Vasil'yeva L.D., Khalevitskiy Z.Z. *Climate of Sverdlovsk*. Ed. by V.V. Morokov, Ts.A. Shver. Leningrad. Gidrometeoizdat Publ., 1981. 190 p. (In Russ.).

13. Шильников М.А., Чернигова Е.Н., Шеметова И.С., Шеметов И.И. Эколого-биологическая оценка дикорастущих видов спиреи, перспективных для озеленения Предбайкалья // Вестн. КрасГАУ. 2016. № 8(119). С. 65–71.

Shilnikov M.A., Chernigova E.N., Shemetova I.S., Shemetov I.I. Ecological and Biological Assessment of Wild-Growing Types of the *Spiraea*, Perspective for Gardening of Baikal Region. *Bulletin of KrasGAU*, 2016, no. 8(119), pp. 65–71. (In Russ.).

14. Широкова Н.Г. Изменчивость проявлений самонесовместимости у представителей подсемейства *Spiraeoideae* (*Rosaceae*) // Бюл. Моск. общ-ва испытателей природы. Отдел биологический. 2011. Т. 116, вып. 5. С. 65–73.

Shirokova N.G. The Variability of Self-Incompatibility Manifestations in Some Species of Subfamily *Spiraeoideae* (*Rosaceae*). *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series*, 2011, vol. 116, iss. 5, pp. 65–73. (In Russ.).

15. Borchardt J.R., Wyse D.L., Sheaffer C.C., Kauppi K.L., Fulcher R.G., Ehlke N.J., Biesboer D.D., Bey R.F. Antioxidant and Antimicrobial Activity of Seed from Plants of the Mississippi River Basin. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2008, vol. 3, iss. 10, pp. 707–718.

16. Kim H.J., Lee K.C., Kim H.J., Kim Y.J. Seed Germination Response to Temperature, Cold Stratification Period, and Gibberellin Treatment in *Spiraea fritschiana*. *Horticultural Science and Technology*, 2016, vol. 34, iss. 4, pp. 557–563. <https://doi.org/10.12972/kjst.20160057>

17. Kostikova V.A., Shaldaeva T.M. The Antioxidant Activity of the Russian Far East Representatives of the *Spiraea* L. (*Rosaceae* Juss.) Genus. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 2017, vol. 43, iss. 7, pp. 790–794. <https://doi.org/10.1134/S1068162017070081>

18. Lu L.-D., Crinan A. *Spiraea* Linnaeus. Vol. 9. *Flora of China*. Beijing, Science Press, 2003, pp. 47–73.

19. Lu L.T. The Evolution and Distribution of Subfam. *Spiraeoideae* (*Rosaceae*) of China, with Special Reference to Distribution of the Subfamily in the World. *Journal of Systematics and Evolution*, 1996, vol. 34, iss. 4, pp. 361–375. (In Chin.).

20. Potter D., Still S.M., Grebenc T., Ballian D., Božič G., Franjioe J., Kraigher H. Phylogenetic Relationships in Tribe *Spiraeae* (*Rosaceae*) Inferred from Nucleotide Sequence Data. *Plant Systematics and Evolution*, 2007, vol. 266, pp. 105–118. <https://doi.org/10.1007/s00606-007-0544-z>

21. Shirshova T.I., Bezmaternykh K.V., Beshlei I.V., Smirnova A.N., Oktyabr'skii O.N. Antioxidant Properties of Extracts of Leaves and Inflorescences of *Spiraea media* Franz Schmidt from the Flora of Komi Republic. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 2020, vol. 54, pp. 622–625. <https://doi.org/10.1007/s11094-020-02246-3>

22. Stanton K.M., Weeks S.W., Dana M.N., Mickelbart M.V. Pruning of Meadowsweet and Steeplebush. *HortTechnology*, 2010, vol. 20, iss. 4, pp. 700–704. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.20.4.700>

23. Sun Y., Li L., Wang Y., Dai X. Morphological and Physiological Responses of *Spirea* Species to Saline Water Irrigation. *HortScience*, 2020, vol. 55, iss. 6, pp. 888–895. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14861-20>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest

Вклад авторов: Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article