

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ВИДОВ РОДА *SORBUS* (ROSACEAE) ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ© 2023 г. Е. А. Платонова^{1, *}, Э. М. Магеррамова¹, Т. А. Тимохина¹, Л. А. Сергиенко¹¹Петрозаводский Государственный Университет, г. Петрозаводск, Россия

*e-mail: meles@sampo.ru

Поступила в редакцию 31.03.2023 г.

После доработки 24.04.2023 г.

Принята к публикации 18.07.2023 г.

Приведены результаты исследования первичной интродукции 14 видов рода *Sorbus* L. в Ботаническом саду Петрозаводского госуниверситета (южная Карелия) за 12-летний период. Виды характеризуются разнообразием декоративных свойств: формой и рассеченностью листовой пластинки, осенней окраской листьев и плодов. Растения выращены из семян, полученных из Ботанических садов России и зарубежных стран, прошли первые этапы онтогенеза, образцы 12 видов достигли генеративного состояния. Все исследуемые виды характеризуются полным вызревaniem побегов в течение сезона, генеративные растения — завершенностью сезонного развития репродуктивной сферы до полного созревания плодов. Наличие данных по интродукции видов рода *Sorbus* в ботанических садах разных географических широт позволило сравнить продолжительность этапов онтогенеза и сроки основных фенологических фаз, сделать предварительные выводы о влиянии климатических факторов на характер онтогенеза и сезонного развития растений.

Ключевые слова: *Sorbus*, интродукция, начальные этапы онтогенеза, рост, сезонное развитие, зимостойкость, Карелия

DOI: 10.31857/S0033994623040088, EDN: XYIYKC

Род рябина *Sorbus* L. (Rosaceae) имеет широкий ареал в умеренном поясе Северного полушария и представляет собой один из крупных родов среди древесных растений. По последним данным [1], насчитывается 201 таксон, принятый в ранге вида. Основным центром расселения рода *Sorbus* считается Восточная Азия, в настоящее время здесь выявлено наибольшее разнообразие видов [2]. Рябины произрастают также в Европе, Северной Африке и Северной Америке, некоторые виды — в арктической зоне и в тропиках [2–4].

Рябина возделывается в культуре более 2500 лет, а ее виды и сорта ценятся как декоративные, плодовые, лекарственные, лесомелиоративные и технические растения [3, 5].

История селекции рябины насчитывает почти две сотни лет. Основное внимание уделялось созданию плодовых сортов [6–8]. Декоративные сорта с различной окраской плодов, формой кроны, рассеченностью листьев были выведены в странах Европы и Китае [5, 9]. В основном, это сорта *S. aucuparia* L., *S. aria* (L.) Grantz, *S. × arnoldiana* Rehder, *S. latifolia* (Lam.) Pers., *S. × thuringiaca* (Ilse ex Nyman) Schonach. В список наиболее декоративных видов и сортов (The Award of Garden Meritlists) рода *Sorbus* в западной Европе включены *S. aria*, *S. aucuparia*, *S. cashmiriana*

Hedl., *S. commixta* Hedl., *S. frutescens* McAll., *S. hybrida* L., *S. vilmorinii* C.K. Schneid. и многие другие [10].

В городских посадках в России используется небольшое число видов — *S. aucuparia*, *S. torminalis* (L.) Crantz., *S. intermedia* (Ehrh.) Pers., *S. aria*, в восточных районах страны — *S. commixta*, *S. amurensis* Koehne. Расширение разнообразия видов и сортов рябин в городских посадках в России является актуальной задачей, которую решают Ботанические сады.

Интродукцией видов рябины занимаются во многих ботанических садах России и за рубежом [11–17]. Наиболее крупные коллекции представлены в Главном ботаническом саду РАН им. Н.В. Цицина, Ботаническом саду МГУ, Сахалинском филиале Ботанического сада-института ДВО РАН, Ботаническом саду СПб ГЛТУ, Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН, Ботаническом саду г. Уфы, Ставропольском ботаническом саду [14, 18–22]. Интродукцию видов рода *Sorbus* на современном этапе нельзя считать законченной. Привлечение новых таксонов в коллекции ботанических садов, продвижение их в различные сферы хозяйственного использования, селекция и сортоиспытание являются перспективными направлениями научной работы.

В озеленении городов Карелии виды и сорта рябины представлены очень ограниченным числом. В 1956 г. в составе насаждений Петрозаводска указывалось всего два вида: *S. aucuparia*, *S. intermedia* [23]. В 2007 г. в составе зеленых насаждений городов Карелии насчитывалось пять видов: *S. aria*, *S. aucuparia*, *S. hybrida*, *S. intermedia*, *S. sibirica* Hedl. [24]. К настоящему времени ассортимент расширился незначительно — в городских посадках Петрозаводска появились новые сорта, например, *S. aucuparia* 'Pendula'.

В Ботаническом саду Петрозаводского государственного университета рябина выращивалась с первых лет его основания (1951 г.). Первые два вида в коллекционных фондах — *S. aucuparia* (с 1951 г.) и *S. sibirica* (с 1953 г.) — сохранились до нашего времени [25]. В 1960-х гг. коллекция пополнилась новыми видами — *S. americana* Marshall, *S. amurensis*, *S. decora* (Sarg.) C.K. Schneid., *S. discolor* (Maxim.) Hedl., *S. hybrida*, *S. intermedia*. В 1981–1985 гг. возникла идея создания родового комплекса, был выписан семенной материал 35 видов рода *Sorbus* [26]. В 1985 г. коллекция рябин в Ботаническом саду включала 21 вид. Большая часть была представлена молодыми растениями на разных этапах первичной интродукции. Репродуктивного состояния на тот период достигли *S. aucuparia*, *S. americana*, *S. amurensis*, *S. aria*, *S. discolor*, *S. intermedia*, *S. hybrida*, *S. scandiaca* H.J. Coste, *S. sibirica*. Сотрудники сада и кафедры ботаники и физиологии растений ПетрГУ исследовали рост и фенологическое развитие образцов. К сожалению, большая часть образцов со временем была утеряна.

В настоящее время в арборетуме и плодовом отделе Ботанического сада насчитывается 11 представителей рода *Sorbus*. В составе старых посадок сохранились 5 видов, в составе новых, появившихся в течение последних 20 лет — *S. cashmiriana* 'Pinkfruits', *S. × meinichii* (Lindeb. ex Hartm.) Hedl., *S. aucuparia* 'Pendula', *S. hybrida* 'Бурка', *S. aucuparia* 'Невежинская', *S. aucuparia* 'Алая Крупная'. У ряда видов исследовали рост побегов [27].

В 2010–2013 гг. были организованы активные интродукционные испытания новых представителей рода *Sorbus*. Семенной материал получили из различных ботанических садов России и зарубежных стран. Задачей этой работы было восстановление утраченных по причине возраста таксонов, омоложение имеющегося фонда старых деревьев, расширение коллекционных фондов Ботанического сада путем привлечения новых декоративных, пищевых, лекарственных растений рода *Sorbus*. Ряд таксонов впервые выращиваются в южной Карелии. В данном исследовании представлены первые результаты интродукции видов рябины в Ботаническом саду ПетрГУ за 12-летний период.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в Ботаническом саду ПетрГУ, расположенном в южной Карелии на восточном берегу Петрозаводской губы Онежского озера (61°50' с.ш. и 34°19' в.д.). Сад был основан в 1951 г., имеет площадь 367 га.

Территория сада располагается в денудационно-тектоническом грядовом ландшафте. Основная часть его территории находится на абсолютных отметках 60–80 м над уровнем моря. Максимальная высота (гора Большая Вара) составляет 123 м над уровнем моря, минимальная — у побережья Онежского озера — около 33 м. Маломощные морены последнего верхневалдайского оледенения прерывистым чехлом залегают на вулканогенно-осадочных породах протерозоя и местами перекрыты песчано-гравийными озерно-ледниковыми и озерными отложениями [28]. Почвы, в основном, супесчаные.

Климат умеренно холодный, переходный от морского к умеренно-континентальному. Территория расположена в атлантико-арктической зоне умеренного климатического пояса, т. е. в течение года характерно преобладание воздушных масс атлантического и арктического происхождения [29]. Особенности циркуляционного режима, а также количество солнечной радиации, поступающее соответственно географической широте территории, близость Балтийского, Белого и Баренцева морей, интенсивная циклоническая деятельность во все времена года, комплекс местных, крайне разнообразных природных условий (рельеф, обилие озер и болот, значительная лесистость и т.п.) обуславливают продолжительную, но не суровую зиму; позднюю весну с частыми возвратами холодов; прохладное, короткое лето; высокую относительную влажность воздуха; значительное количество осадков и неустойчивые погодные условия в течение всех сезонов [30]. Средняя годовая температура воздуха на юге Карелии +3 °С, количество осадков 570 мм в год. Подробная характеристика климатического режима за последние годы приведена в разделе “Результаты и их обсуждение” при анализе сезонного развития исследованных видов.

Объектами исследования являются 14 видов рода *Sorbus*, выращиваемых в питомнике Ботанического сада ПетрГУ (табл. 1, рис. 1). Из них 6 видов (*S. bristoliensis* Wilmott, *S. caucasica* Zinserl., *S. eburnea* McAll., *S. koehneana* C.K. Schneid., *S. sudetica* (Tausch) Dluff, Nees et Schauer, *S. × thuringiaca*) впервые проходят интродукционные испытания в Ботаническом саду ПетрГУ в течение довольно длительного периода 7–13 лет. Для остальных видов дана подробная характеристика начальных этапов развития, т. к. информация о проводимых ранее в Ботаническом саду интродукционных испытаниях не сохранилась.



Рис. 1. Некоторые виды рода *Sorbus*, выращенные в Ботаническом саду ПетрГУ.

1 — *Sorbus cashmiriana*, 2 — *S. × thuringiaca*, 3 — *S. caucasica*.

Fig. 1. Some *Sorbus* species in the Botanical Garden of Petrozavodsk State University.

1 — *Sorbus cashmiriana*, 2 — *S. × thuringiaca*, 3 — *S. caucasica*.

Исследуемые растения выращивали из семян, полученных из ботанических садов и арборетумов России, США, Германии, Великобритании, Норвегии, Финляндии, Литвы, Киргизстана. Некоторые виды представлены несколькими образцами, их семена получали из разных географических локаций. Объем и название таксонов приведены, в основном, в соответствии со сводкой WFO Plant List [31].

Естественный ареал исследуемых видов охватывает Северо-восточную часть Северной Америки и практически всю территорию Европы и Азии [2–4, 9, 32]. К североамериканским видам относятся *S. americana* и *S. decora*, в горных районах Европы произрастают *S. aria*, *S. mougeotii* и *S. sudetica*, в Скандинавии и Прибалтике — *S. intermedia*. *S. bristoliensis* является эндемичным видом юго-западной части Великобритании. *S. × thuringiaca* представляет собой редкий природный гибрид между *S. aria* и *S. aucuparia*. Два вида (*S. eburnea*, *S. koehneana*) произрастают в горах Китая, *S. cashmiriana* — в Западных Гималаях, включая Кашмир. *S. amurensis* распространена в лесах Дальнего Востока, *S. sambucifolia* (Cham. et Schltdl.) M. Roem. — на Дальнем Востоке, в Японии, Китае, Корее, а *S. caucasica* — на Кавказе.

Интродукционное испытание включало выявление адаптационных возможностей исследуемых растений, которые оценивали по полноте прохождения циклов сезонного роста и развития и онтогенеза. Определение онтогенетических состояний проводили на основе периодизации Т.А. Работнова [33], А.А. Уранова [34], с учетом более поздних дополнений, опубликованных в различных изданиях, для лиственных деревьев и некоторых видов рябин [16, 35–38]. В онтогенезе исследуемых растений выделяли следующие состояния: ювенильное (*j*), имматурное (*im*), виргинильное (*v*), молодое генеративное (*g*₁).

Фенологические наблюдения проводили по методике Н.Е. Булыгина [39] трижды в неделю в период вегетации в 2021 и 2022 гг. В 2021 г. отмечали цветение и плодоношение, в 2022 г. набухание почек; раскрытие почек; бутонизацию; цветение; заложение плодов; созревание плодов; окрашивание листьев; опадение листьев.

Оценку зимостойкости исследуемых растений проводили после окончания последних весенних заморозков по шкале, разработанной в Главном ботаническом саду РАН им. Н.В. Цицина [40]. Данная шкала имеет семь баллов: I балл — растение не обмерзает; II балл — обмерзает не более 50% длины однолетних побегов; III балл — обмерзает от 50 до 100% длины однолетних побегов; IV балл — обмерзают не только однолетние побеги, но и более старые побеги; V балл — обмерзает надземная часть до снегового покрова; VI балл — обмерзает вся надземная часть; VII балл — растение вымерзает целиком.

Перспективность интродукции оценивали по П.И. Лапину и С.В. Сидневой [40]. Учитывали семь показателей, характеризующих адаптивную способность растений: степень ежегодного вызревания побегов; зимостойкость; сохранение габитуса; побегообразовательная способность; регулярность прироста побегов в высоту; способность к генеративному развитию; доступные способы размножения испытываемых растений в районе интродукции.

Для характеристики климатических условий использовали метеорологические данные метеостанции № 22820 в г. Петрозаводске. Стандартные климатические показатели рассчитывали с использованием методики ГУ «ВНИИСХМ» [41].

Для понимания факторов, обеспечивающих нормальный рост и развитие изучаемых видов в работе проведен сравнительный анализ показате-

Таблица 1. Происхождение семян исследуемых видов рода *Sorbus*Table 1. Seed origin of the studied *Sorbus* species

Вид Species	Номер образца Number of sample	Откуда получены семена Seed source	Год получения семян Year the seeds were received
<i>S. americana</i>	214–130	США, Огайо, Доус арборетум USA, Ohio, The Dawes Arboretum	2014
<i>S. amurensis</i>	214–135	Германия, Байройт, Эколого-ботанический сад Байройтского университета Germany, Bayreuth, The Ecological-Botanical Garden (ÖBG) of the University of Bayreuth	2014
<i>S. aria</i>	214–80	Литва, дендропарк Дубрава Lithuania, Dubrava Arboretum	2014
<i>S. bristoliensis</i>	210–132	Россия, Санкт-Петербург, Ботанический сад Санкт-Петербургской Лесотехнической академии Russia, St. Petersburg, Botanical Garden of St. Petersburg Forestry Academy	2010
<i>S. cashmiriana</i>	212–175	Германия, Ульм, Ботанический сад Ульмского университета Germany, Ulm, Botanical Garden of the University of Ulm	2012
	216–266	Россия, Махачкала, Горный Ботанический сад ДНЦ РАН Russia, Makhachkala, Mountain Botanical Garden, Dagestan Scientific Centre RAS	2016
	213–28	Киргизстан, Бишкек, Ботанический сад АН Киргизстана Kyrgyzstan, Bishkek, Botanical Garden of NAS Kyrgyzstan	2013
<i>S. caucasica</i>	212–60	Россия, Санкт-Петербург, Ботанический сад Санкт-Петербургской Лесотехнической академии Russia, St. Petersburg, Botanical Garden of St. Petersburg Forestry Academy	2011
<i>S. decora</i>	213–301	Россия, Киров, Ботанический сад Вятского государственного гуманитарного университета Russia, Kirov, Botanical Garden of Vyatka State Humanitarian University	2013
<i>S. eburnea</i>	212–191	Норвегия, Берген, Дендропарк и ботанический сад Университета Бергена Norway, Bergen, Arboretum and Botanical Garden of Bergen University	2012
<i>S. intermedia</i>	213–253	Литва, дендропарк Дубрава Lithuania, Dubrava Arboretum	2013
<i>S. koehneana</i>	213–281	Финляндия, Турку, Ботанический сад Университета Турку Finland, Turku, Botanical Garden of Turku University	2012
	216–268	Россия, Махачкала, Горный Ботанический сад ДНЦ РАН Russia, Makhachkala, Mountain Botanical Garden, Dagestan Scientific Centre RAS	2016
<i>S. mougeotii</i>	213–43	Германия, Готтинген, Экспериментальный ботанический сад Готтингенского университета Germany, Göttingen, Experimental Botanical Garden of Göttingen University	2013

Таблица 1. Окончание

Вид Species	Номер образца Number of sample	Откуда получены семена Seed source	Год получения семян Year the seeds were received
<i>S. sambucifolia</i>	215–86	Россия, Архангельск, Дендрологический сад СНИИЛХ Russia, Archangelsk, Arboretum of the Northern Research Institute of Forestry	2015
<i>S. sudetica</i>	212–66	Россия, Санкт-Петербург, Ботанический сад С.- Петер- бургской Лесотехнической академии Russia, St. Petersburg, Botanical Garden of St. Petersburg For- estry Academy	2012
<i>S. × thuringiaca</i>	211–106	Россия, Нижний Новгород, Ботанический сад ННГУ Russia, Nizhny Novgorod, Botanical Garden of Nizhny Novgorod State University	2011

лей состояния растений, произрастающих в Ботаническом саду ПетрГУ и других регионах России.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для прорастания семенам исследуемых видов рябины требуется холодная стратификация. При стратификации в лабораторных условиях семена прорастали в первый год, при естественной стратификации в полевых условиях — на второй год посева. Сеянцы всех исследуемых видов к концу первого вегетационного сезона достигали ювенильного состояния. Наше исследование показало, что дальнейшее развитие сеянцев происходило по-разному. На 2–3-й год в иматурное состояние переходили *S. cashmiriana*, *S. decora*, *S. intermedia*, *S. koehneana*, на 4-й год — *S. mougeotii* Soy.-Will. et Godr., на 5–7-й годы — *S. americana*, *S. amurensis*, *S. aria*, *S. sambucifolia* (Cham. et Schltdl.) M. Roem.

Генеративного состояния к 2022 г. достигло большинство образцов исследуемых видов, характеристика роста исследуемых растений приведена в табл. 2. Возраст, в котором наблюдалось первое цветение, варьировал от 7 лет у *S. sambucifolia* до 11 лет у *S. bristoliensis*. Два вида — *S. aria*, *S. intermedia* — в возрасте 9 лет не достигли генеративного состояния. Морфометрические характеристики растений в молодом генеративном состоянии приводятся в табл. 3.

К сожалению, в литературе редко встречаются данные по онтогенезу рябины в природе или условиях интродукции, за исключением видов с широким географическим распространением (*S. aucuparia*, *S. sibirica*). Тем не менее, по имеющимся данным, мы можем сделать предположение о факторах, определяющих развитие исследуемых растений в условиях интродукции. Так, *S. sambucifolia* в природных условиях на Сахалине начинает цвести и плодоносить в 12–20 лет, а са-

мые ранние сроки цветения отмечаются в 4–5 лет [42]. Таким образом, в условиях Карелии начало генеративного периода этого вида можно оценить как раннее. Аналогичный возраст (7–9 лет) был установлен при выращивании *S. sambucifolia* в Москве, в Главном ботаническом саду [32]. При сравнении возраста перехода в генеративное состояние ряда видов в Петрозаводске и Сыктывкаре [16], располагающихся на одной широте, мы фиксируем сходство (*S. americana*) или более ранний переход в генеративное состояние в Сыктывкаре у некоторых видов на один (*S. amurensis*, *S. mougeotii*) или два года (*S. koehneana*).

В Москве отмечается более ранний возраст особей при переходе в генеративное состояние по сравнению с Петрозаводском для *S. amurensis* (на 1–4 года), *S. decora* (6 лет), *S. mougeotii* (6–7 лет), *S. intermedia*, *S. sudetica* (8 лет), *S. koehneana* (5 лет), *S. caucasica* (7 лет) [32]. В условиях Южно-Уральского ботанического сада в г. Уфа у *S. americana* отмечается более ускоренное развитие. Этот вид начинает плодоносить в возрасте 5 лет — на три года раньше, чем в Карелии [43]. По данным М.А. Кольцовой [44], в Ставропольском ботаническом саду *S. americana*, *S. amurensis*, *S. decora*, *S. mougeotii* переходят в генеративное состояние на 2–3 года раньше, чем в Петрозаводске; у *S. intermedia*, *S. aria* плодоношение отмечается соответственно в 7 и 6 лет, а в наших условиях в возрасте 9 лет оно еще не начиналось. Таким образом, для большинства образцов мы констатируем наличие прямого влияния климатических факторов: в средних широтах более теплый вегетационный сезон обеспечивает ускоренное развитие растений, по сравнению с более северными регионами.

Один и тот же возраст начала генеративного периода (10 лет) отмечается у *S. caucasica* — в Петрозаводске и Ставрополе, и даже более ранний у *S. cashmiriana*, *S. americana*, *S. eburnea* в Петроза-

Таблица 2. Характеристика роста исследуемых растений
Table 2. The growth characteristics of the studied plants

Вид Species	Число растений Number of plants	Возраст в 2022 г. Age in 2022	Онтогенетическое состояние в 2022 г. Ontogenetic stage in 2022	Высота растений в 2022 г., см Height in 2022, cm	Прирост в высоту в 2020 г., см Height increment in 2020, cm	Прирост в высоту в 2021 г., см Height increment in 2021, cm	Прирост в высоту в 2022 г., см Height increment in 2022, cm
<i>S. americana</i>	3	8	<i>v</i>	107.0 ± 15.5	24.3 ± 5.8	130 ± 2.5	36.0 ± 7.2
	1		<i>g</i> ₁	110.0	50.0	17.0	7.5
<i>S. amurensis</i>	3	9	<i>v</i>	113.7 ± 10.2	22.7 ± 6.3	20.8 ± 3.7	117.7 ± 7.8
	2		<i>g</i> ₁	169.5	42.0	17.0	16.8
<i>S. aria</i>	7	9	<i>v</i>	141.6 ± 5.5	24.0 ± 2.4	22.2 ± 1.7	34.3 ± 2.0
<i>S. bristoliensis</i>	3	12	<i>g</i> ₁	197.0 ± 54.5	13.3 ± 5.8	14 ± 6.0	3.3 ± 1.3
<i>S. cashmiriana</i>	10	8–11	<i>g</i> ₁	158.7 ± 10.4	31 ± 4.8	30.5 ± 4.8	19.9 ± 5.0
<i>S. caucasica</i>	3	10	<i>im</i>	41.3 ± 4.2	6.0 ± 1.0	4.8 ± 1.7	1.8 ± 0.3
	4		<i>v</i>	105.5 ± 8.5	11.9 ± 2.0	5.4 ± 1.6	9.8 ± 3.0
	3		<i>g</i> ₁	114.7 ± 2.8	14.7 ± 3.2	3.5 ± 1.5	6.8 ± 2.4
<i>S. decora</i>	2	9	<i>v</i>	167.0	17.8	22.5	24.0
	2		<i>g</i> ₁	180.0	22.5	19.0	5.3
<i>S. eburnea</i>	2	10	<i>g</i> ₁	156.0	17.5	2.5	0.5
<i>S. intermedia</i>	1	9	<i>v</i>	142.0	15.0	7.0	5.5
<i>S. koeheana</i>	2	6	<i>v</i>	141.0	40.5	39.3	28.3
	2	9	<i>g</i> ₁	140.0	6.5	2.3	12.5
<i>S. mougeotii</i>	1	10	<i>v</i>	150.0	17.0	9.0	23.5
	1		<i>g</i> ₁	271.0	26.0	18.0	1.5
<i>S. sambucifolia</i>	1	7	<i>v</i>	122.5	27.0	16.5	24.0
	3		<i>g</i> ₁	100.2 ± 13.5	38.0 ± 1.2	26.8 ± 1.0	3.2 ± 1.2
<i>S. sudeica</i>	11	10	<i>g</i> ₁	103.0 ± 4.3	9.0 ± 0.6	3.8 ± 1.1	4.1 ± 1.6
<i>S. × thuringiaca</i>	10	11	<i>v</i>	110.0 ± 7.8	12.4 ± 2.3	6.6 ± 0.6	17.8 ± 5.0
	1		<i>g</i> ₁	152.0	36.0	1.5	1.5

Примечание: *im* – имматурное, *v* – виргинильное, *g*₁ – молодое генеративное онтогенетическое состояние.

Note: *im* – immature, *v* – virginal, *g*₁ – young generative ontogenetic state.

Таблица 3. Морфометрические параметры исследуемых растений в молодом генеративном состоянии в 2022 г.
Table 3. Biometric characteristics of the studied young generative plants in 2022

Вид Species	Число растений Number of plants	Самый ранний возраст растений при переходе в генеративное состояние The youngest age of the transition to the young generative state	Высота, см Height, cm	Порядок ветвления Maximum branching order
<i>S. americana</i>	1	8	110	II
<i>S. amurensis</i>	2	7	95–149	II, III
<i>S. bristoliensis</i>	3	11	92–272	IV
<i>S. cashmiriana</i>	10	8	113–216	III, IV
<i>S. caucasica</i>	3	8	109–129	II
<i>S. decora</i>	2	9	174–186	III
<i>S. eburnea</i>	2	8	154–158	IV
<i>S. koehneana</i>	4	9	137–143	IV
<i>S. mougeotii</i>	1	10	271	IV
<i>S. sambucifolia</i>	3	7	85–127	II, III
<i>S. sudetica</i>	11	9	89–129	III
<i>S. × thuringiaca</i>	1	11	152	III

водске по сравнению с Санкт-Петербургом и Москвой [45]. Таким образом, в районах интродукции могут проявляться генетически закрепленные темпы развития, а также индивидуальные особенности образцов одного вида. В какой-то степени могут сказываться условия выращивания растений.

Наши исследования показали, что индивидуальные различия растений проявляются также в разных сроках смены онтогенетических состояний особей одного и того же вида: особи одного возраста могут находиться в разных онтогенетических состояниях. Так, неодновременное начало генеративного периода наблюдается у разных особей *S. americana*, *S. amurensis*, *S. caucasica*, *S. decora*, *S. koehneana*, *S. mougeotii*, *S. sambucifolia*, *S. × thuringiaca* (табл. 3).

Скорость роста является хорошим показателем успешности интродукции [40]. В течение трех лет, когда проводили детальные измерения, все образцы имели регулярные приросты в высоту. Наиболее высокие показатели прироста (более 20 см в год) отмечали у *S. americana*, *S. aria*, *S. cashmiriana*, *S. koehneana*, *S. sambucifolia*. К медленно-растущим можно отнести *S. caucasica* и *S. sudetica* (приросты менее 10 см в год). Остальные образцы характеризуются средними показателями. Погодичная вариабельность приростов различна у исследуемых образцов. Снижение интенсивности роста за последние три года у *S. bristoliensis*, *S. eburnea*, *S. mougeotii* свидетельствует о нехватке почвенных ресурсов для обеспечения нормального роста уже крупных растений и необходимости их пересадки на постоянное место в открытый грунт.

К 2022 г. большинство особей исследуемых растений достигли высоты от 80 до 210 см и более. К медленно-растущим видам в условиях Карелии можно отнести *S. sambucifolia*, *S. caucasica*, *S. sudetica*, *S. × thuringiaca* и *S. americana*. При сравнении с растениями в более южных районах наблюдается разница по высоте: например, в Уфе высота *S. americana* и *S. caucasica* [20] в полтора–два раза превышает высоту исследуемых образцов в таком же возрасте. При этом биометрические параметры *S. cashmiriana* и *S. koehneana* сопоставимы с параметрами растений, выращенных в Петрозаводске.

Постоянные фенологические наблюдения проводили в 2021–2022 гг. Климатические показатели для двух лет наблюдений в сравнении со среднегодовыми показателями за последние 11 лет приведены в табл. 4. Фенологическая весна (период с температурой выше 0 °C) началась в 2021 г. неделей раньше, в 2022 г. — неделей позже среднесуточной даты. Период с положительной среднесуточной температурой в 2021 г. был более продолжительным по сравнению с 2022 г. и среднегодовыми показателями. Период активной вегетации большинства растений умеренных широт со среднесуточной температурой выше +5 °C в 2021 и 2022 г. был в области средних многолетних значений, сумма эффективных температур была более высокой в 2021 и 2022 г. по сравнению со средними значениями. В 2021 г. продолжительность северного лета (периода среднесуточных температур выше +10 °C) была немного меньше по сравнению со среднесуточными значениями, но по сумме температур выше +10 °C 2021 г. характеризуется большей теплообеспеченностью

Таблица 4. Основные климатические параметры периода исследования
Table 4. Climate indicators over the research period

Параметры Charateristics	2021	2022	Среднее за 11 лет
Период устойчивых температур выше 0 °C $T > 0\text{ °C}$			
Дата начала Beginning	24.03	08.04	31.03
Дата окончания End	18.11	13.11	13.11
Продолжительность, дней Duration, days	240	220	227
Период устойчивых температур выше +5 °C $T > +5\text{ °C}$			
Дата начала Beginning	08.05	06.05	01.05
Дата окончания End	14.10	17.10	13.10
Продолжительность, дней Duration, days	160	165	165
Сумма осадков за период, мм Sum of precipitation for the period, mm	382	497	364
СЭТ за период, °C Sum of effective temperatures for the period, °C	2268	2148	2135
Период устойчивых температур выше +10 °C $T > +10\text{ °C}$			
Дата начала Beginning	11.05	28.05	15.05
Дата окончания End	01.09	30.08	15.09
Продолжительность, дней Duration, days	114	122	128
Сумма осадков за период, мм Sum of precipitation for the period, mm	332	256	278
Сумма температур > +10 °C за период, °C Sum of temperatures > +10 °C for the period, °C	1847	1647	1770
$T_{\min}$, °C	−28.6	−21.0	−22.5
$T_{\max}$, °C	28.9	25.9	24.3
Дата последнего весеннего заморозка Last frost date	30.05	26.05	17.05
Дата первого осеннего заморозка First frost date	22.09	03.10	05.10
Продолжительность беззаморозкового/безморозного периода Duration of the frost-free period	114	129	139
Сумма осадков за год, мм Sum of precipitation for the year, mm	742	691	619

по сравнению с 2022 годом и средними многолетними значениями. Следует отметить более поздний приход летнего тепла ($T > +10^\circ\text{C}$) в 2022 г. — более чем на две недели по сравнению с 2021 г., что могло иметь влияние на процессы роста и развития растений, требовательных к температурному фактору. Сумма осадков в 2021 и 2022 г. была выше среднемноголетних значений.

Раннее набухание почек в 2022 г. наблюдали у *S. sambucifolia* и *S. intermedia* при сумме положительных температур $43\text{--}58^\circ\text{C}$, чуть позже — у *S. cashmiriana*, *S. koehneana*, *S. bristoliensis*, *S. decora*, *S. amurensis*, *S. americana* при сумме положительных температур $63\text{--}71^\circ\text{C}$ (табл. 5). В начале мая отмечали набухание почек у остальных видов при сумме положительных температур $88\text{--}116^\circ\text{C}$. Распускание листьев происходило у растений через 2–3 недели после пробуждения почек, а начало роста побегов в 2022 г. довольно поздно — в первой декаде июня, когда сумма положительных температур достигла $314\text{--}396^\circ\text{C}$, а сумма эффективных температур выше $+5^\circ\text{C}$ — $93\text{--}275^\circ\text{C}$. Только у менее требовательного к теплу *S. sambucifolia* распускание листьев и начало роста происходило раньше других видов.

Рост побегов у особей исследуемых видов продолжался до последней декады июля — первой недели августа. Продолжительность периода вегетации у рябин (с фазы набухания почек до опадения листьев) составила в 2022 г. $138\text{--}178$ дней. Осенний листопад наблюдался с конца сентября до середины октября. Исследуемые виды успевают завершить вегетацию до наступления метеорологической зимы, однолетние побеги вызревают полностью. На момент наступления первого осеннего заморозка листья всех видов расцвечены на $70\text{--}100\%$, не повреждаются низкими температурами, опадают после полного расцвечивания.

Сравнение сроков начала вегетации видов рода *Sorbus* в разных географических районах (от средней тайги до Уфы, Саратова и Ставрополя) показало их широтное варьирование в пределах трех недель. В Сыктывкаре, располагающемся на одной широте с Петрозаводском, вегетация (набухание почек) *S. americana*, *S. sambucifolia*, *S. mougeotii* начинается позднее — в первой — начале второй декады мая при среднесуточной температуре воздуха $+5.4\text{--}13.7^\circ\text{C}$ [46]. Распускание листьев у этих видов также происходит позднее на 12 дней, чем наблюдалось в Петрозаводске в 2022 г., что может быть связано с континентальностью климата.

Окончание роста побегов всех указанных видов в Москве происходит в те же сроки, что в Петрозаводске, в Саратове — в середине июня — на месяц раньше, чем в Петрозаводске, в Ставрополе — уже во второй — третьей декаде мая и ограничивается наступлением жаркого периода [44, 47]. Продолжительность вегетации в разных геогра-

фических районах варьирует в широких пределах. Согласно литературным данным, период вегетации интродуцентов в условиях Севера должен быть значительно короче, чем в более южных географических районах [48]. Действительно, период вегетации *S. americana*, *S. amurensis*, *S. aria*, *S. cashmiriana*, *S. decora*, *S. intermedia*, *S. mougeotii* в Петрозаводске короче по сравнению с Москвой и Уфой [32, 49]. Но при этом длительность вегетации *S. sambucifolia* и *S. koehneana* в Петрозаводске и Москве, *S. caucasica* в Петрозаводске и Уфе была одинакова. Таким образом, в северных широтах рост и развитие вегетативной сферы растягивается на более длительный период, но при более коротком вегетационном периоде исследуемые виды успевают завершить вегетацию. Исследование видовой специфики роста и развития должно продолжаться для пополнения и анализа многолетних данных.

В 2022 г. вступили в генеративное состояние особи большинства исследуемых образцов, поэтому анализ развития генеративной сферы у разных видов дал более репрезентативные результаты (табл. 6). Так, самые ранние сроки начала цветения отмечены для *S. sambucifolia* (4 июня). Цветение этого вида сопровождалось подъемом температур выше $+10^\circ\text{C}$ в последних числах мая — начале июня. Разница в сроках начала цветения *S. sambucifolia* по сравнению с другими видами составляет 10 дней и более, а максимальный разрыв достигает 19 дней.

У образцов *S. cashmiriana*, *S. koehneana*, *S. sudetica* в 2022 г. цветение начинается в середине первого летнего месяца (12–16 июня) при температурах около $+15^\circ\text{C}$ (рис. 2). После набора суммы положительных температур выше 588°C начинается второй подъем температур через рубеж $+15^\circ\text{C}$, что сопровождается цветением *S. × thuringiaca*, *S. caucasica*, *S. bristoliensis*, *S. decora* (21–23 июня). *S. americana*, *S. eburnea* и *S. mougeotii* также характеризуются поздними сроками цветения (18 июня). На графике температур в 2021 г. начало цветения *S. cashmiriana*, *S. caucasica*, *S. koehneana* (2 июня) соответствует подъему температур выше $+10^\circ\text{C}$, а цветение *S. bristoliensis*, *S. eburnea*, *S. sudetica* (8–9 июня) — выше $+15^\circ\text{C}$.

Для некоторых видов можно сравнить даты начала цветения в 2021 и 2022 гг., они отличаются существенно: от 7–10 дней у *S. cashmiriana*, *S. eburnea* и *S. sudetica*, до двух недель и более — у *S. bristoliensis*, *S. caucasica* и *S. koehneana*. Достоверно свидетельствовать о связи суммы температур с цветением определенного образца при отсутствии массива данных, на настоящий момент затруднительно. Однако следует обратить внимание, что в разные по погодным условиям годы, близкие значения суммы температур выше 0, $+5$, $+10^\circ\text{C}$ на дату начала цветения отмечаются у

Таблица 5. Фенологическое развитие вегетативной сферы исследуемых видов в 2022 г.
Table 5. Phenological stages of vegetative growth of the studied species in 2022

Вид Species	Набухание вегет. почек Bud swelling	Разверзание вегет. почек Bud unfolding	Начало роста побегов Beginning of shoot elongation	Окончание роста побегов Termination of shoot elongation	Полное опробкование ростовых побегов Suberization of terminal shoots	Обособление листьев Onset of leaf unfolding	Полное обособление листьев End of leaf unfolding	Расцветивание листьев Initiation of leaf coloring	Опадение листьев Completion of leaf fall	Продолжитель ность вегет. сезона, дней Duration of vegetation
<i>S. americana</i>	27.IV	7.V	1.VI	18.VII	15.VIII	13.V	20.V	15.IX	27.IX	154
<i>S. amurensis</i>	27.IV	4.V	1.VI	27.VII	23.VIII	13.V	17.V	2.IX	24.IX	151
<i>S. aria</i>	4.V	13.V	1.VI	3.VIII	15.VIII	17.V	1.VI	27.IX	3.X	153
<i>S. bristoliensis</i>	27.IV	7.V	3.VI	3.VIII	2.IX	13.V	27.V	10.X	21.X	178
<i>S. cashmiriana</i>	27.IV	4.V	7.VI	3.VIII	12.IX	13.V	17.V	5.IX	21.IX	148
<i>S. caucasica</i>	7.V	13.V	7.VI	29.VII	27.VIII	20.V	4.VI	12.IX	3.X	150
<i>S. decora</i>	27.IV	10.V	3.VI	21.VII	15.VIII	13.V	20.V	16.IX	5.X	162
<i>S. eburnea</i>	4.V	10.V	3.VI	29.VII	5.IX	13.V	18.V	15.IX	5.X	155
<i>S. intermedia</i>	22.IV	27.IV	7.VI	27.VII	28.VIII	17.V	30.V	2.IX	12.IX	144
<i>S. koehneana</i>	27.IV	7.V	3.VI	29.VII	15.VIII	13.V	20.V	8.IX	23.IX	150
<i>S. mougeotii</i>	7.V	13.V	3.VI	18.VII	29.VIII	17.V	27.V	18.IX	7.X	154
<i>S. sambucifolia</i>	19.IV	27.IV	27.V	27.VII	2.IX	4.V	7.V	5.IX	24.IX	159
<i>S. sudetica</i>	4.V	17.V	15.VI	5.VIII	2.IX	20.V	1.VI	12.IX	25.IX	145
<i>S. × thuringiaca</i>	7.V	13.V	3.VI	23.VII	2.IX	17.V	1.VI	18.IX	17.X	164

Таблица 6. Сроки цветения и плодоношения исследуемых растений в 2021 и 2022 гг.
Table 6. The dates of flowering and fruiting of the studied species in 2021 and 2022

Вид Species	Число растений Number of plants	Год Year	Начало цветения Onset of flowering	Продолжительность цветения Duration of flowering	Созревание плодов Fruit ripening
<i>S. americana</i>	4	2021 2022	— 18.VI	— 6	— *
<i>S. amurensis</i>	3	2021 2022	6.VI —	22 —	IX —
<i>S. bristoliensis</i>	3	2021 2022	9.VI 21.VI	8 11	IX 23.IX
<i>S. cashmiriana</i>	11	2021 2022	2.VI 12.VI	12 12	IX IX
<i>S. caucasica</i>	10	2021 2022	2.VI 21.VI	15 8	IX 23.IX
<i>S. decora</i>	4	2021 2022	— 21.VI	— 8	— *
<i>S. eburnea</i>	2	2021 2022	8.VI 18.VI	11 6	IX 17.IX
<i>S. koehneana</i>	4	2021 2022	2.VI 15.VI	8 9	IX 18.IX
<i>S. mougeotii</i>	2	2021 2022	— 18.VI	— 13	— 23.IX
<i>S. sambucifolia</i>	6	2021 2022	— 4.VI	— 18	— 26.VIII
<i>S. sudetica</i>	11	2021 2022	9.VI 16.VI	8 8	IX 7.IX
<i>S. × thuringiaca</i>	11	2021 2022	— 23.VI	— 6	— *

Примечание: в табл. 6 и 7 прочерк означает, что цветения не было, * — плоды не сформировались.
 Note: in tables 6 and 7 dash means that there was no flowering, * — fruit not formed.

S. bristoliensis, *S. eburnea*, *S. sudetica*, выше 10 °C — у *S. cashmiriana* и *S. koehneana* (табл. 7). Это значит, что сумма температур для этих видов может иметь определенное значение при развитии цветков. Для других видов подобного соответствия за два года не выявлено. Продолжительность цветения у исследуемых растений варьировала от 6 до 22 дней. Это неустойчивый показатель, который может изменяться в разные годы. Тем не менее, в условиях Карелии, по сравнению с более южными широтами, наблюдалось более длительное цветение отдельных видов [49].

Представленные в различных источниках данные позволили провести анализ сроков цветения в зависимости от географического расположения исследуемых видов рябины. Так, в более северных широтах, в Полярно-альпийском ботаническом саду (Апатиты, Кировск) сроки цветения

S. americana — начало—середина июля, *S. koehneana* — начало июля, *S. mougeotii* — вторая половина июля, *S. sambucifolia* — вторая половина июня—начало июля [11], что значительно позднее сроков начала цветения этих видов в Петрозаводске даже с учетом более позднего прихода тепла в 2022 г.

Сроки цветения *S. sambucifolia* были сходными в Сыктывкаре и Петрозаводске, а также на родине, в условиях Сахалина [42]. При этом заслуживает внимания тот факт, что многолетняя средняя сумма температур выше + 5 °C на Сахалине составляла в период цветения 131.7 ± 5.2 °C, что почти в два раза ниже, чем в год исследования в Петрозаводске. Цветение *S. americana*, *S. mougeotii* в 2022 г. в Петрозаводске запаздывало на неделю по сравнению со средними сроками цветения этих видов в Сыктывкаре.

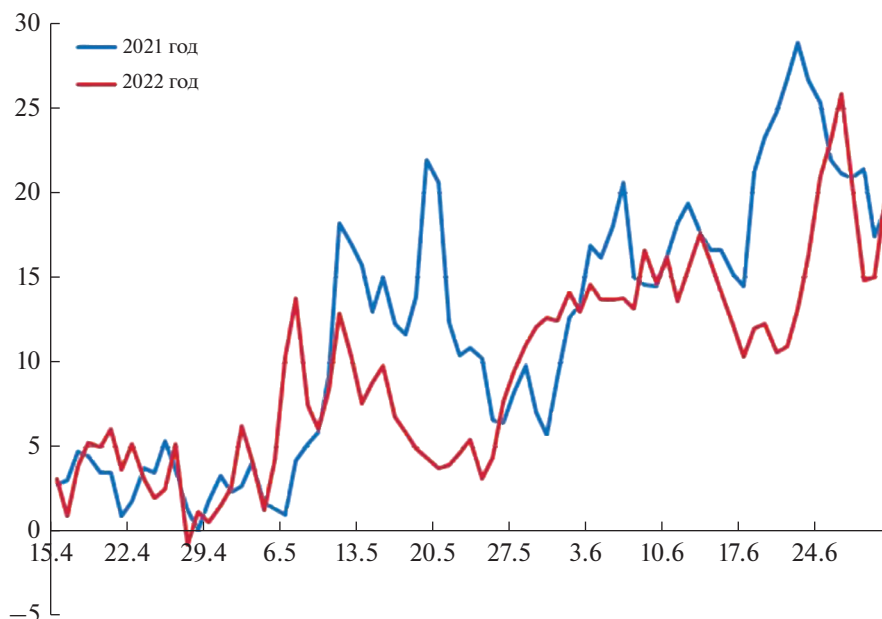


Рис. 2. График среднесуточных температур в период начала вегетации и цветения исследуемых видов. По горизонтали — дата (число, месяц); по вертикали — температура, °C.

Fig. 2. Average daily temperatures at the beginning of vegetation and flowering of the studied species. X-axis — date (day, month); y-axis — temperature, °C.

В Москве у *S. amurensis*, *S. sambucifolia*, *S. americana*, *S. decora*, *S. caucasica*, *S. mougeotii*, *S. sudetica*, *S. koehneana* цветение наступает в конце мая—начале июня, т.е. на неделю раньше, чем в Петрозаводске в более типичном по погодным условиям 2021 г. [32]. Цветение *S. americana*, *S. amurensis*, *S. cashmiriana*, *S. caucasica*, *S. decora*, *S. koehneana*, *S. mougeotii*, *S. × thuringiaca* в Уфе, *S. americana*, *S. amurensis*, *S. mougeotii* — в Саратове, *S. cashmiriana* — в Дагестане происходит в последней декаде мая, т.е. раньше, чем в Москве и, соответственно, в Петрозаводске и Сыктывкаре [12, 47, 49]. В Ставрополе начало цветения рябин отмечается со второй декады мая до начала июня [44]. Таким образом, на широтном градиенте от Ставрополя до Апатитов сроки начала цветения комплекса исследуемых видов варьируют со второй декады мая до конца июля.

Предполагается, что период зацветания рябин является видоспецифичным признаком [49]. Действительно, сроки цветения *S. sambucifolia* в условиях Петрозаводска, Сыктывкара, Москвы, Уфы определяются как наиболее ранние по сравнению со многими другими видами. Сравнительный анализ других видов может быть достоверным при наборе данных фенонаблюдений за 5–10 лет.

Созревание плодов у большинства видов происходит в сентябре, ближе к концу месяца, у *S. sambucifolia* — в конце августа. У *S. decora* не происходило созревание плодов вследствие жаркой погоды на ранних сроках плодоношения. В целом 2022 г. был не очень урожайным и для

местного вида *Sorbus aucuparia*, и для интродуцированных видов рода *Sorbus* в коллекции Ботанического сада и городских парках.

Одним из факторов, определяющих возможность интродукции растений на север, является их зимостойкость, т.е. устойчивость к воздействию длительных неблагоприятных условий на протяжении зимних месяцев. Большинство исследуемых растений — *S. aria*, *S. bristoliensis*, *S. caucasica*, *S. decora*, *S. intermedia*, *S. mougeotii*, *S. sambucifolia*, *S. sudetica*, *S. × thuringiaca* — не обмерзает т.е. относится к I группе морозостойкости, такие виды, как *S. americana*, *S. amurensis*, *S. eburnea*, относятся ко II группе зимостойкости, виды — *S. cashmiriana*, *S. koehneana* относятся к III группе зимостойкости. Весенними заморозками повреждаются листья *S. sambucifolia*, *S. cashmiriana*, *S. mougeotii*. В отдельные зимы могут обмерзать до половины длины однолетние побеги *S. americana*, *S. amurensis*, *S. eburnea*. В некоторые годы практически на всю длину могут обмерзать единичные однолетние побеги *S. cashmiriana*, *S. koehneana*. Тем не менее, после окончания зимних холодов, в течение наступившего вегетационного сезона происходит отращивание побегов и габитус растений сохраняется.

По результатам комплексной оценки жизнеспособности интродуцентов по П.И. Лапину и С.В. Сидневой [40] все исследуемые виды рода *Sorbus* можно отнести к группе вполне перспективных для дальнейшей интродукции в условиях южной Карелии.

Таблица 7. Суммы положительных и эффективных температур на дату начала цветения исследуемых видов в 2021 и 2022 годах
Table 7. The sums of positive and effective temperatures on the date of the first flowering of the studied species in 2021 and 2022

Вид Species	Дата начала цветения The first flowering date		Сумма положительных температур на дату начала цветения, $T > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ Sum of positive temperatures on the first flowering date $T > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$		Сумма эффективных температур на дату начала цветения, $T > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ Sum of effective temperatures on the first flowering date $T > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$		$T > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
<i>S. americana</i>	—	18.VI	—	555	—	434	—	303
<i>S. amurensis</i>	6.VI	—	513	—	374	—	301	—
<i>S. bristoliensis</i>	9.VI	21.VI	558	589	418	468	346	337
<i>S. cashmiriana</i>	2.VI	12.VI	442	473	302	399	230	221
<i>S. caucasica</i>	2.VI	21.VI	442	589	302	468	230	337
<i>S. decora</i>	—	21.VI	—	589	—	468	—	337
<i>S. eburnea</i>	8.VI	18.VI	543	555	404	434	331	303
<i>S. koehneana</i>	2.VI	15.VI	442	520	302	399	230	269
<i>S. mougeotii</i>	—	18.VI	—	555	—	434	—	303
<i>S. sambucifolia</i>	—	4.VI	—	355	—	234	—	104
<i>S. sudetica</i>	9.VI	16.VI	558	533	418	412	346	281
<i>S. × thuringiaca</i>	—	23.VI	—	618	—	497	—	367

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило сделать заключение об успешности интродукционных испытаний 14 видов рода *Sorbus* L. (Rosaceae) в условиях южной Карелии. Первые этапы онтогенеза растений происходят в соответствии с нормой. 12 видов достигли генеративного состояния. Все исследуемые виды характеризуются полным вызреванием побегов в течение сезона, генеративные растения — завершенностью сезонного развития репродуктивной сферы до полного созревания плодов.

Наличие данных по интродукции видов рода *Sorbus* в ботанических садах разных географических широт дает возможность характеризовать влияние климатических факторов на характер онтогенеза и сезонного развития растений. Так, теплый климат низких широт способствует более ранним срокам начала генеративного периода в онтогенезе многих, но не всех видов. Начало вегетационного периода варьирует от средней тайги до Уфы и Ставрополя в пределах трех недель, завершение роста побегов — в пределах двух месяцев. Сроки начала цветения исследуемых видов варьируют в широтном градиенте от Ставрополя до Апатитов от второй декады мая до конца июля. Период вегетации большинства исследуемых ви-

дов в условиях Севера короче, чем в более южных географических районах.

Выявлена видоспецифичная последовательность сроков сезонного развития — раннее наступление фенофаз у *S. sambucifolia*, более позднее — у остальных видов и наиболее позднее — у *S. caucasica*, *S. bristoliensis*, *S. eburnea*, *S. × thuringiaca*. Для статистического подтверждения предварительных результатов требуется продолжение исследований коллекционных образцов с последующим анализом многолетних данных.

По результатам комплексной оценки жизнеспособности все исследуемые виды рода *Sorbus* можно отнести к группе вполне перспективных для дальнейшей интродукции в условиях южной Карелии. Эти виды рябины отличаются разнообразием декоративных свойств — формой и расщепленностью листовой пластинки, цветением, осенней окраской листьев и плодов. Растения многих видов имеют необычный облик, отличающий их от традиционного, широко распространенного вида *Sorbus aucuparia*. Новые таксоны могут использоваться для создания оригинальных композиций в садах и парках — как в солитерных посадках, так и в сочетании с лиственными и хвойными деревьями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sennikov A.N., Kurtto A. 2017. A phylogenetic checklist of *Sorbus* s.l. (Rosaceae) in Europe. — Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica, 93: 1–78.
<https://journal.fi/msff/article/view/64741>
2. Габриэлян Э.Ц. 1978. Рябины (*Sorbus* L.) Западной Азии и Гималаев. Ереван. 264 с.
3. Петров Е.М. 1957. Рябина. М. 257 с.
4. Заиконникова Т.И. 1984. Род *Sorbus*. — В кн.: Арктическая флора СССР. Л. Вып. 9. Ч. 1. С. 118–121.
5. Ренгартен Г.А., Сорокопудов В.Н. 2019. Интродукция и селекция *Sorbus* (Rosaceae) в качестве пищевого растения в странах мира. — Экосистемы. 18(48): 89–96.
6. Ренгартен Г.А., Сорокопудов В.Н. 2019. Селекция рябины как декоративной культуры в России и европейских странах. — Вестник КрасГАУ. 6(147): 9–15.
http://www.kgau.ru/vestnik/2019_6/content/2.pdf
7. Асбаганов С.В. 2010. Формирование коллекции рябины в ЦСБС СО РАН. — В кн.: Труды Томского государственного университета. Сер. Биологическая. Т. 274. Ботанические сады. Проблемы интродукции. С. 67–69.
https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21644116_28228738.pdf
8. Хромов Н.В. Комплексная оценка сортов рябины (*Sorbus aucuparia*) в условиях Тамбовской области. — В сб.: Селекция и сорторазведение садовых культур. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию ВНИИСПК. Т. 2. Орел. С. 222–224.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24501138&pff=1>
9. Hirons A.D., Sjöman H. 2019. Tree Species Selection for Green Infrastructure: A Guide for Specifiers. Is. 1.3. Trees et Design Action Group. 374 p.
<https://www.myerscough.ac.uk/media/4932/hirons-and-sjoman-2019-tree-species-selection-for-green-infrastructure-v13.pdf>
10. Ornamental AGM Plants. April 2023. — Royal Horticultural Society. 129 p.
<https://www.rhs.org.uk/plants/pdfs/agm-lists/agm-ornamentals.pdf>
11. Гончарова О.А. 2020. Список растений рода *Sorbus* L., интродуцированных в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте имени Н. А. Аврорина. — Hortus Botanicus. 15: 195–209.
<https://doi.org/10.15393/j4.art.2020.7586>
12. Залибеков М.Д. 2008. Краткие итоги интродукции видов рода *Sorbus* L. в Горном ботаническом саду. — В сб.: Труды Дагестанского Отделения Русского ботанического Общества. Махачкала. С. 67–69.
http://gorbotsad.ru/files/trudy_dagrho_1.pdf

13. *Каталог* сосудистых растений Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (открытый грунт). 2010. Минск. 264 с.
http://hbc.bas-net.by/hbcinfo/books/Catalog_2010.pdf
14. Кочешкова Т.В., Бойко Г.А., Казарова С.Ю. 2020. Рябины в коллекции Ботанического сада МГУ. М. 168 с.
15. Москвитин С.А. 1994. Эколого-ботаническое изучение родов *Sorbus* L. и *Aronia* Medik. коллекции Ботсада Кубанского госагроуниверситета. — Бюлл. Ботсада им. И.С. Косенко. 1: 50–54.
16. Скроцкая О.В. 2018. Особенности развития и практическая ценность интродуцентов рода *Sorbus* L. в условиях Севера. — Самарский научный вестник. 7(4): 116–121.
<https://doi.org/10.17816/snv201874120>
17. Хархота Л.В., Лихацкая Е.Н. 2019. Коллекция видов рода *Sorbus* L. в Донецком Ботаническом саду. — Научные труды Чебоксарского филиала ГBS РАН им. Н. В. Цицина РАН. 12: 62–66.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=37145288>
18. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН: 60 лет интродукции. 2005. М. 586 с.
19. Фирсов Г.А., Васильев Н.Р. 2015. Род рябина (*Sorbus*) в коллекции Ботанического сада Петра Великого в Санкт-Петербурге. — Растительный мир азиатской России. 4(20): 86–93.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=25028052>
20. Абдуллина Р.Г. 2017. Коллекция рода *Sorbus* L. в Ботаническом саду г. Уфа. — Hortus Bot. 12 (прил. II): 713–721.
<https://doi.org/10.15393/j4.art.2017.4383>
21. Сахарова С.Г., Семенова Л.А. 2021. Дендрология. Интродукция древесных растений в Ботаническом саду СПбГЛТУ с момента его основания до наших дней. Ч. 1–3. СПб. Часть 1: 108 с. Часть 2: 120 с. Часть 3: 121 с.
22. Бардакова С.А., Чебанная Л.П. 2022. Формирование и современное состояние коллекции покрытосеменных растений Ставропольского ботанического сада. — Сельскохозяйственный журн. 1(15): 4–12.
<https://doi.org/10.25930/2687-1254/001.1.15.2022>
23. Овчинникова Е.А. 1956. Декоративные деревья и кустарники зеленых насаждений Петрозаводска. — Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Биологические науки. 7 (3): 65–69.
24. Лантратова А.С., Егличева А.В., Марковская Е.Ф. 2007. Древесные растения, интродуцированные в Карелии (история, современное состояние). Петрозаводск. 196 с.
25. Овчинникова Е.А. 1957. Опыт интродукции древесных растений в Ботаническом саду Петрозаводского университета. — Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Биологические науки. 8(3): 25–48.
26. Лантратова А.С. 1987. Пути создания родового комплекса *Sorbus* L. в экстремальных условиях Севера. — В сб.: Адаптация растений при интродукции на Севере. Петрозаводск. С. 3–5.
27. Кищенко И.Т. 2019. Сезонный рост интродуцентов рода *Sorbus* (Rosaceae) в таежной зоне (Карелия). — Вестник ПГТУ. Сер. “Лес. Экология. Природопользование”. 2(42): 84–93.
<https://doi.org/https://journals.vlgatech.net/forest/article/view/161>
28. Демидов И.Н., Лукашов А.Д. 2001. Рельеф и четвертичные отложения Ботанического сада Петрозаводского государственного университета как основа его современных ландшафтов. — Hortus Botanicus. 1: 25–33.
http://hb.karelia.ru/files/redaktor_pdf/1366059312.pdf
29. Климат Карелии: изменчивость и влияние на водные объекты и водосборы. 2004. Петрозаводск. 224 с.
30. Назарова Л.Е. 2014. Изменчивость средних многолетних значений температуры воздуха в Карелии. — Известия РГО. 146(4): 27–33.
<https://izv.rgo.ru/jour/article/view/402>
31. *Sorbus* L. — In: WFO Plant List. 2023. <https://wfoplantlist.org/plant-list/taxon/wfo-4000035797-2023-06>
32. Петрова И.П., Бородин Н.А. 1992. Рябина. Итоги интродукции в Москве. М. 120 с.
33. Работнов Т.А. 1950. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах. — В сб.: Тр. БИН АН СССР, геоботаника. Вып. 6. С. 7–204.
34. Уранов А.А. 1975. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов. — Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 2: 7–34.
35. Smirnova O.V., Chistyakova A.A., Zaugolnova L.B., Evstigneev O.I., Popadiouk R.V., Romanovsky A.M. 1999. Ontogeny of a tree. — Бот. журн. 84(12): 8–20.
<http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=19991212>
36. Дорогова Ю.А., Прокопьева Л.В. 2000. Онтогенез рябины обыкновенной. — В кн.: Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола. С. 24–29.
37. Абдуллина Р.Г. 2017. Динамика роста и особенности развития сеянцев некоторых видов рябин (*Sorbus* L.). — Известия Уфимского научного центра РАН. 1: 83–87.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=28864990>
38. Evstigneev O.I., Korotkov V.N. 2016. Ontogenetic stages of trees: an overview. — Russ. J. Ecosyst. Ecol. 1(2): 1–31.
<https://doi.org/10.21685/2500-0578-2016-2-1>
39. Бульгин Н.Е. 1979. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л. 97 с.
40. Лапин П.И., Сиднева С.В. 1973. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений. — В сб.: Опыт интродукции древесных растений. М. С. 7–67.

41. Методические указания по составлению агрометеорологического ежегодника для сельскохозяйственной зоны Российской Федерации. Издание пятое, переработанное. 2010. Обнинск. 141 с.
42. Денисова Я.В. 2005. Биология, экология и урожайность рябины бузинолистной (*Sorbus sambucifolia* (Cham. et Schlecht.) M. Roem.) на Сахалине. Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. — Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения Российской Академии наук. Владивосток. 19 с.
43. Абдуллина Р.Г. 2020. Североамериканские виды рябин (*Sorbus* L.) коллекции Южно-Уральского ботанического сада. — Экосистемы. 22(52): 66–71.
<https://doi.org/10.37279/2414-4738-2020-22-66-71>
44. Кольцова М.А. 2014. Интродукция рябин (*Sorbus* L.) на Ставрополье. Ставрополь. 300 с.
45. Фирсов Г.А., Волчанская А.В., Яндовка Л.Ф. 2019. Белоплодные рябины (*Sorbus*, Rosaceae) Ботанического сада Петра Великого. — Растительный мир Азиатской России. 1(33): 101–107.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37063199>
46. Скроцкая О.В., Мифтахова С.А. 2015. Особенности генеративного периода развития видов рода *Sorbus* L., интродуцированных на Севере (Республика Коми). — Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 17(5): 203–207.
http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2015/2015_5_203_207.pdf
47. Арестова Е.А. 2011. Сезонный ритм развития видов *Sorbus* L. и *Aronia* L. при интродукции в городе Саратове. — Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. 51-1(104): 146–150.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=21315614>
48. Малаховец П.М., Тисова В.А. 2000. Рост и сезонное развитие деревьев и кустарников при интродукции в условиях севера. — Лесной журн. Арх.ГТУ. 1: 34–39.
<http://lesnoizhurnal.ru/apxiv/2000/Лесной%20журнал%201%202000%20весь.pdf>
49. Абдуллина Р.Г. 2018. Сезонный ритм развития рябин (*Sorbus* L.) в Южно-Уральском ботаническом саду-институте г. Уфы за период 2005–2017 гг. — Известия Уфимского научного центра РАН. 2: 44–48.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=25039666>

Developmental Characteristics of *Sorbus* (Rosaceae) Species under Introduction in the Republic of Karelia

E. A. Platonova^a, *, E. M. Magerramova^a, T. A. Timohina^a, L. A. Sergienko^a

^aPetrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

*e-mail: meles@sampo.ru

Abstract—For twelve years, 14 species of the genus *Sorbus* L. are growing of in the Botanical Garden of Petrozavodsk State University (South Karelia). They are characterized by a variety of ornamental features — the leaf shape and dissection, flowers, autumn coloring of leaves and fruits. The studied species have different geographical origin: *Sorbus americana* Marshall and *S. decora* (Sarg.) C.K. Schneid. are native to North America, *S. aria* (L.) Grantz, *S. mougeotii* Soy.-Will. et Godr., *S. sudetica* (Tausch) Dlufl, Nees et Schauer, *S. intermedia* (Ehrh.) Pers., *S. bristoliensis* Wilmott, *S. × thuringiaca* (Ilse ex Nyman) Schonach. — to Europe, *S. eburnea* McAll., *S. koehneana* C.K. Schneid., *S. amurensis* Koehne., *S. cashmiriana* Hedl., *S. sambucifolia* (Cham. et Schltdl.) M. Roem — to East Asia, and *S. caucasica* Zinserl. — to Central Asia. The studied plants have been grown from seeds received in 2010–2015 from the botanical gardens of Russia and abroad. 14 species flowered and fruited for the first time in 2021–2022. Annual shoots of all studied species fully mature by the end of the season. Botanical gardens located at different latitudes provide with data on the cultivated *Sorbus* species, so it is possible to compare the duration of ontogenetic stages and the dates of the main phenological phases, and to draw preliminary conclusions on the influence of climatic factors on the ontogenetic and seasonal development of plants. The dates of the beginning of the spring vegetation from the middle taiga to Ufa and Stavropol vary by three weeks, and the end of shoot growth — by two months. Along latitudinal gradient from Stavropol to Apatity, the first flowering date varies from the middle of May to the end of July. In the northern regions, the growing season of most of the studied species is shorter than in the southern. A species-specific sequence of seasonal development was revealed: early onset of phenophases in *S. sambucifolia*, and the latest in *S. caucasica*, *S. bristoliensis*, *S. eburnea*, *S. × thuringiaca*. According to the first results of a comprehensive assessment of adaptation and viability, all studied *Sorbus* species are promising as urban greening plants and suitable for further cultivation in southern Karelia.

Keywords: *Sorbus*, introduction, initial stages of ontogenesis, growth, seasonal development, winter hardiness, Karelia

REFERENCES

1. Sennikov A.N., Kurtto A. 2017. A phylogenetic checklist of *Sorbus* s.l. (Rosaceae) in Europe. — *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, 93: 1–78.
<https://journal.fi/msff/article/view/64741>
2. Gabrielyan E.C. 1978. [Rowans (*Sorbus* L.) of the Western Asia and the Himalayas]. Erevan. 264 p. (In Russian)
3. Petrov E.M. 1957. [Rowan]. Moscow. 257 p. (In Russian)
4. Zaikonnikova T. I. 1984. Genus *Sorbus*. — In: *Flora Arctica URSS*. Leningrad. V. 9. Part. 1. P. 118–121. (In Russian)
5. Rengarten G.A., Sorokopudov V.N. 2019. Selection of rowans as a decorative culture in Russia and in European countries. — *The Bulletin of KrasGAU*. 6(147): 9–15.
http://www.kgau.ru/vestnik/2019_6/content/2.pdf (In Russian)
6. Rengarten G.A., Sorokopudov V.N. 2019. Introduction and selection of *Sorbus* as a food plant in countries of the world. — *Ekosistemy*. 18(48): 89–96. (In Russian)
7. Asbaganov S.V. 2010. Formation of the collection of rowans in CSBG SB RAS. — In: [Transactions of Tomsk State University. Biological series. V. 274. Botanical Gardens. Current Problems of the Plant Introduction]. P. 67–69.
https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21644116_28228738.pdf (In Russian)
8. Khromov N.V. Complex assessment of ordinary rowan tree (*Sorbus aucuparia*) in the conditions of the Tambov region. — In: [Breeding and variety cultivation of horticultural crops: Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 170th anniversary of VNIISP]. V. 2. Tambov. P. 222–224.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24501138&pff=1> (In Russian)
9. Hirons A.D., Sjöman H. 2019. Tree Species Selection for Green Infrastructure: A Guide for Specifiers. Issue 1.3. Trees et Design Action Group. 374 p.
<https://www.myerscough.ac.uk/media/4932/hirons-and-sjoman-2019-tree-species-selection-for-green-infrastructure-v13.pdf>
10. Ornamental AGM Plants. April 2023. — Royal Horticultural Society. 129 p. <https://www.rhs.org.uk/plants/pdfs/agm-lists/agm-ornamentals.pdf>
11. Goncharova O. 2020. List of plants of the genus *Sorbus* L., introduced in the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute. — *Hortus Botanicus*. 15: 195–209.
<https://doi.org/10.15393/j4.art.2020.7586> (In Russian)
12. Zalibekov M.D. 2008. [Brief results of the introduction of species of the genus *Sorbus* L. in the Mountain Botanical Garden] — In.: [Trudy Dagestanskogo Otdeleniya Russkogo botanicheskogo Obshchestva]. Makhachkala. P. 67–69.
http://gorbotsad.ru/files/trudy_dagrho_1.pdf (In Russian)
13. [Catalogue of vascular plants of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (open ground)]. Minsk, 2010. 264 p.
http://hbc.bas-net.by/hbcinfo/books/Catalog_2010.pdf (In Russian)
14. Kocheshkova T.V., Boyko G.A., Kazarova S. Yu. 2020. [Rowan trees in the collection of the Botanical Garden of Moscow State University]. Moscow. 168 p. (In Russian)
15. Moskvitin S.A. 1994. [Ecological and botanical study of genera *Sorbus* L. and *Aronia* Medik. in collections of Botanical Garden of Kuban State Agrarian University]. — *Byulleten Botanicheskogo sada im. I.S. Kosenko*. 1: 50–54. (In Russian)
16. Skrotskaya O.V. 2018. Development features and practical value of introduced species of the genus *Sorbus* L. in the North. — *Samara Journal of Science*. 7(4): 116–121.
<https://doi.org/10.17816/snv201874120> (In Russian)
17. Kharkhota L.V., Likhatskaya E.N. 2019. Collection of the species from the genus *Sorbus* L. in Donetsk Botanical Garden. — *Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN*. 12: 62–66.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=37145288> (In Russian)
18. [Woody plants of the Tsytin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences: 60 years of introduction.]. Moscow. 358 p. (In Russian)
19. Firsov G.A., Vasiljev N.P. 2015. The genus *Sorbus* in collection of Peter the Great Botanical Garden at Saint-Petersburg. — *Flora and Vegetation of Asian Russia*. 4(20): 86–93.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=25028052> (In Russian)
20. Abdullina R.G. 2017. Collection of *Sorbus* L. genus in the City of Ufa Botanical Garden. — *Hortus Botanicus*. 12 (suppl. II): 713–721.
<https://doi.org/10.15393/j4.art.2017.4383> (In Russian)
21. Sakharova S.G., Semenova L.A. 2021. [Dendrology. Introduction of woody plants in the Botanical Garden of St. Petersburg State Forest Technical University from the moment of its foundation to the present day]. Parts 1–3. St.-Petersburg. Part 1: 108 p. Part 2: 120 p. Part 3: 121 p. (In Russian)
22. Bardakova S.A., Chebannaya L.P. 2022. Formation and current state of the angiosperms collection of the Stavropol Botanical Garden. — *Agricultural Journal (Russia)*. 2022. 15(1). P. 4–12.
<https://doi.org/10.25930/2687-1254/001.1.15.2022> (In Russian)
23. Ovchinnikova E.A. 1956. [Ornamental trees and shrubs of Petrozavodsk green plantings]. — *Proc. Petrozavodsk State University. Biological Science*. 7(3): 65–69. (In Russian)

24. Lantratova A.S., Eglacheva A.V., Markovskaya E.F. 2007. [Woody plants introduced in Karelia (history, current state)]. Petrozavodsk. 196 p. (In Russian)
25. Ovchinnikova E.A. 1957. [Practice of woody plants introduction in the Botanical Garden of Petrozavodsk University]. — Proc. Petrozavodsk State University. Biological Science. 8(3): 25–48. (In Russian)
26. Lantratova A.S. 1987. [Ways of establishment of *Sorbus* L. generic complex in the extreme conditions of the North]. — In: [Adaptation of plants introduced to the North]. Petrozavodsk. P. 3–5. (In Russian)
27. Kishchenko I.T. 2019. Seasonal growth of the introduced *Sorbus* (Rosaceae) genus in the taiga zone (Karelia). — Vestnik of Volga State University of technology. Series: Forest. Ecology. Nature management. 2(42): 84–93. <https://doi.org/https://journals.volgatech.net/forest/article/view/161> (In Russian)
28. Demidov I.N., Lukashov A.D. 2001. Relief and quaternary sediments of the Petrozavodsk State University's Botanic Garden as the basis of its present landscapes. — Hortus Botanicus. 1: 25–33. http://hb.karelia.ru/files/redaktor_pdf/1366059312.pdf (In Russian)
29. [Climate of Karelia: variability and impact on water bodies and watersheds]. 2004. Petrozavodsk. 224 p. (In Russian)
30. Nazarova L.E. 2014. Variability of average long-term air temperature values in Karelia. — The Russian Geographical Society Herald. 146(4): 27–33. <https://izv.rgo.ru/jour/article/view/402> (In Russian)
31. *Sorbus* L. — In: WFO Plant List. 2023. <https://wfoplantlist.org/plant-list/taxon/wfo-4000035797-2023-06>
32. Petrova I.P., Borodina N.A. 1992. [Rowan. Results of the introduction in Moscow]. Moscow. 120 p.
33. Rabotnov T.A. 1950. [Life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses]. — In: Tr. BIN Academy of Sciences of the USSR. Geobotany. 6: 7–204. (In Russian)
34. Uranov A.A. 1975. The age spectrum of cenopopulations as a function of time and energy wave processes. — Nauchnye doklady vysshej shkoly. Biologicheskie nauki. 2: 7–34. (In Russian)
35. Smirnova O.V., Chistyakova A.A., Zaugolnova L.B., Evstigneev O.I., Popadiouk R.V., Romanovsky A.M. 1999. Ontogeny of a tree. — Botanicheskii Zhurnal. 84(12): 8–20. <http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=19991212>
36. Dorogova Yu.A., Prokop'eva L.B. 2000. [Ontogeny of mountain ash]. — In: [Ontogenetic Atlas of Medicinal Plants]. Yoshkar-Ola. Pp. 24–29. (In Russian)
37. Abdullina R.G. 2017. Growth dynamics and development characteristics of seedlings of some *Sorbus* species. — Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN. 1: 83–87. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28864990> (In Russian)
38. Evstigneev O.I., Korotkov V.N. 2016. Ontogenetic stages of trees: an overview. — Russ. J. Ecosyst. Ecol. 1(2): 1–31. <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2016-2-1>
39. Bulygin N.E. 1979. [Phenological observations on woody plants]. Leningrad. 97 p. (In Russian)
40. Lapin P.I., Sidneva S.V. 1973. [Evaluation of the prospects for the introduction of woody plants according to visual observations]. — In: [Practice of woody plants introduction]. Moscow. P. 7–68. (In Russian)
41. [Guidelines for compiling an agrometeorological yearbook for the agricultural zone of the Russian Federation]. Fifth edition, revised. 2010. Obninsk. 141 p. (In Russian)
42. Denisova Ya.V. 2005. [Biology, ecology and productivity of Siberian mountain ash (*Sorbus sambucifolia* (Cham. et Schlecht.) M. Roem.) on Sakhalin]. Abstr. ... Diss. Cand. (Biology) Sci. — Vladivostok. 19 p. (In Russian)
43. Abdullina R.G. 2020. North-American species of rowan trees from the collection of the South-Ural Botanical Garden. — Ekosistemy. 22(52): 66–71. (In Russian) <https://doi.org/10.37279/2414-4738-2020-22-66-71>
44. Koltsova M.A. 2014. [Introduction of mountain ash (*Sorbus* L.) in the Stavropol Territory]. Stavropol. 300 p. (In Russian)
45. Firsov G.A., Volchanskaya A.V., Yandovka L.F. 2019. White-fruited rowans (*Sorbus*, Rosaceae) at Peter the Great Botanic Garden. — Flora and Vegetation of Asian Russia. 1(33): 101–107. (In Russian) <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37063199>
46. Skrotskaya O.V., Miftakhova S.A. 2015. Features of the generative period of species *Sorbus* L. development, introduced in the North (Komi Republic). — Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 17(5): 203–207. (In Russian) http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2015/2015_5_203_207.pdf
47. Arestova E.A. 2011. Seasonal rhythm of the development of the species of *Sorbus* L. and *Aronia* L. with the introduction on Saratov. — Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences. 51–1(104): 146–150. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21315614> (In Russian)
48. Malahovec P.M., Tisova V.A. 2000. [Growth and seasonal development of trees and shrubs when introduced in the north]. — Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal). 1: 34–39. <http://lesnoizhurnal.ru/apxiv/2000/Лесной%20журнал%201%202000%20весь.pdf> (In Russian)
49. Abdullina R.G. 2018. Seasonal rhythm of development of mountain (*Sorbus* L.) in the South-Ural Botanical Garden-institute of Ufa for the period 2005–2017. — Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN. 2: 44–48. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25039666> (In Russian)