

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Научная статья

УДК 635.9:582.71(571.14)

DOI: 10.30901/2227-8834-2025-4-63-72



Сезонный ритм развития рябинокизильника Позднякова (*Sorbocotoneaster × pozdnjakovii* Pojark.) в лесостепи Приобья

Н. Н. Лихенко, А. П. Епанчинцева, И. Е. Лихенко

Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Сибирской научно-исследовательский институт растениеводства и селекции, Новосибирская область, Россия

Автор, ответственный за переписку: Надежда Николаевна Лихенко, lihenko.n@yandex.ru

Актуальность. Рябинокизильник Позднякова – узколокальный эндемик Якутии, межродовой гибридогенный вид плейстоценового возраста. Внесен в Красную книгу РФ, статус 3; У; III; Красную книгу Саха (Якутия), статус 1. Плодовое растение. Жизненная форма – кустарник, содержит биологически активные вещества. Рекомендуется в озеленении, представляет интерес для населенных пунктов с суровыми климатическими условиями. В связи с этим целью исследования было изучение особенностей влияния погодных условий на сезонный ритм развития рябинокизильника Позднякова (*Sorbocotoneaster × pozdnjakovii* Pojark.) в лесостепи Приобья.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили два интродуцированных растения рябинокизильника Позднякова, вступивших в генеративную фазу, в условиях лесостепи Приобья. Для оценки ритма сезонного развития проводили фенологические наблюдения по методическим рекомендациям И. Д. Юркевича с соавторами. Для выявления зависимости продолжительности фенологических фаз от климатических показателей проведены расчеты в программном комплексе Statsoft STATISTICA.

Результаты и заключение. Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что рябинокизильник Позднякова, произрастающий в дендрарии Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции, проходит все фазы развития и характеризуется как достаточно пластичный вид, что свидетельствует о большой приспособленности к местному климату. Отмечается варьирование сроков прохождения фенофаз – при раннем начале вегетации в засушливый 2022 г. и в самом позднем в 2018 г., когда затяжная и холодная весна задерживала наступление фенофаз. Корреляционный анализ выявил основные климатические факторы, влияющие на продолжительность различных межфазных периодов. Наибольшее влияние оказывают максимальная и среднесуточная температуры воздуха, влияние же количества осадков для всех фаз было незначительным.

Ключевые слова: интродукция, фенофаза, адаптация, погодные условия

Благодарности: работа выполнена в рамках бюджетного проекта Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (ИЦиГ СО РАН) № FWNR-2022-0018. Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Лихенко Н.Н., Епанчинцева А.П., Лихенко И.Е. Сезонный ритм развития рябинокизильника Позднякова (*Sorbocotoneaster × pozdnjakovii* Pojark.) в лесостепи Приобья. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2025;186(4):63-72. DOI: 10.30901/2227-8834-2025-4-63-72

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2025-4-63-72

Seasonal development rhythm of Pozdnyakov's rowan-cotoneaster (*Sorbocotoneaster × pozdnjakovii* Pojark.) in the forest-steppe of the Ob River basin

Nadezhda N. Likhenko, Anastasiya P. Epanchintseva, Ivan E. Likhenko

Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding, Novosibirsk Province, Russia

Corresponding author: Nadezhda N. Likhenko, lihenko.n@yandex.ru

Relevance. Pozdnyakov's rowan-cotoneaster (*Sorbocotoneaster × pozdnjakovii* Pojark.) is a narrowly local endemic of Yakutia, an intergeneric hybridogenic species of Pleistocene origin. It is included in the Red Data Book of the Russian Federation (status 3 a), and the Red Data Book of Sakha (Yakutia) (status 1). This fruit-bearing shrub contains bioactive compounds and is recommended for landscaping, particularly in settlements with harsh climatic conditions. Given this, the study aimed to investigate the effects of weather conditions on the seasonal development rhythm of *S. × pozdnjakovii* in the forest-steppe of the Ob River basin during its introduction process.

Materials and methods. The study examined two introduced specimens of Pozdnyakov's rowan-cotoneaster that had reached the generative phase under the forest-steppe conditions of the Ob River basin. Phenological observations were conducted following the guidelines by I. D. Yurkevich et al. To assess the relationship between the duration of phenological phases and climatic factors, a statistical analysis was performed using the StatSoft STATISTICA software package.

Results and conclusion. The findings of the studies ascertained that Pozdnyakov's rowan-cotoneaster plants, grown in the arboretum of the Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding, passed through all developmental stages and should be characterized as a highly adaptable species, demonstrating significant acclimatization to the local climate. Variations in the timing of phenological phases were observed, with the earliest onset of plant growth in the dry year of 2022, and the latest in 2018, when the long and cold spring delayed the onset of phenophases. Correlation analysis identified the key climatic factors affecting the duration of different phenological phases. The most significant effect was exerted by the maximum and mean daily air temperatures, while the impact of precipitation was negligible for all phases.

Keywords: introduction, phenophase, adaptation, weather conditions

Acknowledgements: the work was carried out as part of the budget project of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (No. FWNr-2022-0018).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Likhenko N.N., Epanchintseva A.P., Likhenko I.E. Seasonal development rhythm of Pozdnyakov's rowan-cotoneaster (*Sorbocotoneaster × pozdnjakovii* Pojark.) in the forest-steppe of the Ob River basin. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2025;186(4):63-72. (In Russ.). DOI: 10.30901/2227-8834-2025-4-63-72

Введение

Погодно-климатические факторы, формирующиеся в результате изменения климата и существенного нарастания на этом фоне гидрометеорологических рисков (Kiryushin, 2021), оказывают значительное влияние на адаптацию растений. Изменение климата сопровождается ростом частоты и интенсивности экстремальных климатических событий, изменяя гидрологические циклы и температурные режимы (Tripathy et al., 2023). Климатический сдвиг может быть направлен в любую сторону. Адаптация к происходящим и ожидаемым изменениям климата должна базироваться на использовании стрессоустойчивых культур, отвечающих будущим вызовам (Hou et al., 2024). Знание фенологических характеристик образцов, составляющих коллекции, обуславливает успех их дальнейшего использования (Seferova, Novikova, 2015). Фенологические закономерности являются основой для понимания биологического процесса (Nigatu, 2024).

Трансформация климата является критическим временем для принятия мер по смягчению ожидаемых последствий для человечества и агробиосистем (Eckardt et al., 2023). Континентальные особенности лесостепной зоны Западной Сибири формируются под воздействием структурных и погодных характеристик местности.

Рябинокизильник Позднякова (род \times *Sorbocotoneaster* Pojark. = *Sorbus* \times *Cotoneaster*) возник от спонтанной гибридизации *Cotoneaster melanocarpus* (Ledeb.) Lodd., G. Lodd. et W. Lodd. ex M. Roem. и *Sorbus sibirica* Hedl. (*Sorbus aucuparia* subsp. *sibirica* (Hedl.) Krylov) (Rosaceae). Вид *Sorbocotoneaster* \times *pozdnjakovii* Pojark. описан А. И. Поярковой по сборам Л. К. Позднякова (Poyarkova, 1953). Внесен в Красную книгу Республики Саха (Якутия), статус 1 – находится под угрозой исчезновения. Эндемик долины среднего течения р. Алдан, спонтанный межродовой гибрид. Категория и статус редкости вида на территории РФ: 3 – редкий вид; У – уязвимый; III – приоритет природоохранных мер. Эндемик России. Межродовой гибридогенный вид плейстоценового возраста. Произрастает в подлеске редкостойных сосновых лесов на каменисто-щебнистых известняковых склонах. Мезоксерофит. Олиготроф. Теневынослив (Vstovskaya, Koropachinsky, 2005; Red Data Book..., 2008; Danilova, 2017; Geltman, 2024).

Жизненная форма рябинокизильника – кустарник. В природе достигает 2–3 м высоты с двумя–тремя тонкими (2–3 см в диаметре) стволами; поросли не образует. Молодые побеги тонкие, сначала волосисто-войлочные, позднее – рассеяно-волосистые; годовалые – темно-пурпурные или бурые, блестящие; у 3–4-летних ветвей кора коричневая или коричнево-серая, продольно-морщинистая, с лупящейся серой кожей, почки 3–5 мм длиной, 2–3,5 мм шириной, конические или яйцевидно-конические, несколько сжатые, острые; наружных чешуй две, кожистые, желтовато или темно-коричневые.

Черешок в 3,5–8 раз короче пластинки, листья широкие, в очертании яйцевидные, 3,2–7,2 см длиной и 3–7 см шириной, сложные непарноперистые, с одной – тремя парами супротивных листочков. Боковые листочки эллиптические или продолговато-эллиптические. Листочки верхней пары частью с широким основанием, прирастающим к стержню, более или менее срастаются, почти всегда несимметрично, и верхняя часть листа нередко ассиметрично рассечена. Пары листочков соприкасаются

своими краями. Листья сверху матовые, нижняя сторона с опушением.

Соцветия на концах коротких облиственных (с двумя–тремя листьями) веточек, развивающихся из боковых почек прошлогоднего удлиненного побега, или чаще – из верхушечной почки прошлогоднего укороченного побега. Соцветие состоит из двух (очень редко из одной) кистей, выходящих из верхней пазухи листа.

Кисти пониклые, простые, из двух – четырех цветков, собранных в виде небольшого щитка. Ось кисти вместе с верхней плодоножкой 1,2–2,5 см длиной, негусто опушена тонкими длинными волосками. Яблоко округлое, 8–11 мм длиной (Poyarkova, 1953). По данным Якутского ботанического сада, цветение отмечается на четвертый год жизни (Danilova, 2011). По материалам новосибирского Центрального сибирского ботанического сада (ЦСБС) СО РАН, сеянцы в условиях культуры переходят в генеративную фазу на 4–6-й год. Привитые на рябину сибирскую растения зацветают на 2–3-й год (Asbaganov, 2022). По данным Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (г. Москва), цветет и плодоносит ежегодно с 16 лет (Plotnikova, 1988).

В дендрарии, расположенном в сухостепной зоне Республики Хакасии, продолжительность жизни рябинокизильника Позднякова в искусственно созданном ценозе – 34 года (Gordeeva, Lobanov, 2022). По данным Новосибирского ЦСБС СО РАН, в возрасте 13 лет у растений рябинокизильника Позднякова начинают усыхать мелкие побеги и многолетние части (Vstovskaya, Koropachinsky, 2005).

Рябинокизильник Позднякова – плодое растение (Volchanskaya et al., 2021), в котором содержатся биологически активные вещества (Gostyshchev et al., 2010). Рекомендуются в озеленении, особо декоративен в периоды цветения, плодоношения и осеннего расцвечивания листьев в желтые и красные тона (Vstovskaya, Koropachinsky, 2005). Вид вошел в список древесных растений, рекомендованных для населенных пунктов с суровыми климатическими условиями (Abdullina, 2018).

Ключевая проблема в интродукционной деятельности – предварительный выбор интродуцентов, обладающих достаточной устойчивостью в новых условиях произрастания (Vstovskaya, Koropachinsky, 2005).

Наблюдения за биологическими особенностями интродукционных растений дают возможность отбора на основе полученных результатов.

В связи с этим целью исследования было изучение фенологического развития рябинокизильника Позднякова (*Sorbocotoneaster* \times *pozdnjakovii* Pojark.) в лесостепи Приобья.

Материалы и методы

Исследования проводились в дендрарии Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции (СибНИИРС) – филиала Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (ИЦиГ СО РАН), расположенном на левом берегу Оби, в восточной части поселка Краснообска Новосибирского района Новосибирской области. Общая площадь дендрария – 32 га. В дендрарии собранная коллекция деревьев и кустарников распределена по происхождению следующим образом: европейская часть России, Западная Сибирь и Алтай, Восточная Сибирь и Дальний Восток, Средняя Азия, Юго-Восточная Азия, Северная Америка, интродукционный питомник. Объектом исследова-

ния послужили растения рябинокизильника Позднякова (*S. × pozdnjakovii*). «Средняя» (классическая) форма рябинокизильника Позднякова (Geltman, 2024) была получена трехлетними саженцами в 2012 г. из Якутского ботанического сада Института биологических проблем криолитозоны СО РАН осенью в количестве двух штук. При поступлении саженцы высажены в интродукционный питомник. Наблюдения за закономерностями развития рябинокизильника Позднякова в новых условиях произрастания начинаются с 2013 г. Изучение погодных условий в период развития растений с 2013–2023 гг. осуществляли с помощью анализа показателей максимальных и среднесуточных температур, суммы эффективных температур и количества осадков. Фенологические наблюдения проводили, используя методические рекомендации И. Д. Юркевича с соавторами (Yurkevich et al., 1980).

Математическая обработка выполнена при помощи программы MS Excel. Для выявления зависимости продолжительности фенологических фаз рябинокизильника Позднякова от климатических факторов, а также взаимного влияния продолжительности фаз использовали корреляционный анализ. Расчеты проводили в программном комплексе Statsoft STATISTICA.

Климат – это режим атмосферных условий, характерный для данного места в силу его географического положения. Климат Новосибирска характеризуется как континентальный. Он значительно суровее климата районов Европейского и Американского континентов, находящихся на той же географической широте. В климате Новосибирска в основном проявляется суровая континентальность Азиатского материка, хотя и ощущается смягчающее влияние Атлантики. Географическое положение Западно-Сибирской равнины позволяет свободно распространяться волнам холода с севера и тепла с юго-востока (Luchitskaya et al., 2014).

Географическое положение лесостепи Приобья характеризуется морозной и продолжительной зимой с коротким, умеренным и жарким летом. Весенняя и осенняя погода неустойчивая. Заморозки могут случаться в третьей декаде мая и начале июня, осенние – во второй половине сентября, а иногда в августе. Среднегодовая температура воздуха составляет 0,2°C, средняя многолетняя температура января – минус 18,8°C при абсолютном минимуме –48°C. Среднегодовая температура июля – +19°C, при максимуме +32°C. Снежный покров сохраняется в среднем 162 суток, с колебаниями в отдельные годы от 146 до 184. Средняя высота снежного покрова – 30–34 см. Глубина промерзания достигает по годам от 70 до 80 см и от 120 до 150 см. Продолжительность вегетационного периода с температурой выше +5°C составляет 158 суток, а продолжительность безморозного периода – в среднем 120 суток. Годовая сумма осадков – от 350 до 400 мм. Характерной особенностью климата является активная ветровая деятельность на протяжении всего года. Нередки засухи с суховеями (Voronina, Gritsenko, 2011). По данным ГМС «Огурцово» Новосибирской области, средняя многолетняя сумма эффективных температур составляет 1546°C.

Изменчивые погодные условия, среда обитания и характер биологических особенностей растений позволяют выделить наиболее перспективные виды.

По данным справочно-информационного портала (<http://www.pogodaiklimat.ru>), в годы наблюдений 2014–2023 происходило чередование жарких и прохладных, засушливых и влажных месяцев, что способствовало задержке и раннему наступлению начала вегетации,

созреванию и продлению вегетирующего состояния растений.

Теплообеспеченность 2014–2023 гг. в апреле ежегодно превышала среднюю многолетнюю сумму эффективных температур. Май за весь период наблюдений наиболее прохладным был в 2018 г. Сумма эффективных температур в третьей декаде мая была меньше на 94,2°C, при «норме» 216°C. После холодного мая июнь был жарким, среднемесячная температура на 2°C выше «нормы». По сумме эффективных температур в июле, августе и сентябре 2018 г. не добирал средних многолетних. На конец сентября сумма составила 1495,8°C, при «норме» 1527°C. В 2014 и 2019 г. за период вегетации температурный режим был близок средним многолетним, сумма эффективных температур на конец сентября – 1577,4 и 1606°C соответственно. Годы 2015–2017 и 2020–2022 по теплообеспеченности благоприятные, в конце сентября по сумме эффективных температур существенно превышали средние многолетние, величина показателей – от 1706,4 до 1841°C. Незначительно различается сумма эффективных температур в 2023 г. в мае, июне, июле со средними многолетними показателями, август и сентябрь добирал высокими температурами. В конце сентября в 2023 г. сумма эффективных температур была выше средних многолетних на 138,5°C (1665,5°C).

Количество осадков за период 2014–2023 гг. отличается по годам и месяцам. По данным ГМС «Огурцово», «норма» осадков с апреля по сентябрь составила 333 мм. За период наблюдений годы распределились следующим образом: три года, близкие средним многолетним: 2014 – 98%, 2018 – 99%, 2019 – 94% от «нормы»; три дождливых года: 2015 – 126%, 2017 – 110%, 2020 – 113% от «нормы». Засушливые пришлись на четыре года: 2016 – 86%, 2021 – 85%, 2022 – 57% и 2023 – 84% от «нормы», самый засушливый из которых – 2022 г. с аномально теплой погодой и большим дефицитом осадков. Наиболее влажный – 2015 г., когда шло чередование засушливых и дождливых дней.

Результаты и обсуждение

Большая роль в оценке перспективности растений отводится ритму сезонного развития, от которого в значительной мере зависит устойчивость растений и способность давать семенное потомство (Plotnikova, 1988). Характер и длительность вегетации растений зависят как от биологических особенностей, так и условий среды обитания (Abdullina, 2018). На фоне потепления климата улучшаются репродуктивные способности растений (Firsov et al., 2024). Зависимость развития растений от температурного фактора хорошо прослеживается по сумме эффективных температур, приходящихся на определенную фазу (Lapin, 1967). В изменяющихся по годам метеорологических условиях рябинокизильник Позднякова различается началом и окончанием вегетации (табл. 1).

За десятилетний период наблюдений выявлено, что у рябинокизильника Позднякова начало вегетации и ее окончание зависят от метеоусловий. Максимальное повышение дневных и среднесуточных температур положительно влияет на начало развития фенологических фаз, на процесс накопления суммы эффективных температур. Средняя дата начала развития рябинокизильника Позднякова приходится на 11.04 ± 01 и окончание вегетации – 18.09 ± 02 (листопад), при сумме эффективных температур 7,1 ± 3,1°C и 1655,2 ± 29,2°C соответственно. Средняя продолжительность вегетационного перио-

Таблица 1. Сезонный ритм развития фенофаз рябинокизильника Позднякова (*Sorbo cotoneaster × pozdnjakovii* Pojark.) (дендрарий Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции, 2014–2023 гг.)

Table 1. Seasonal development rhythm of Pozdnjakov's rowan-cotoneaster (*Sorbo cotoneaster pozdnjakovii* Pojark.) phonological phases (arboretum of the Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding, 2014–2023)

Фенофаза	Средняя дата	Самая ранняя дата	Самая поздняя дата	Средняя сумма эффективных температур
Набухание почек	11.04 ± 1	5.04	20.04	7,1 ± 3,1
Развержение почек	16.04 ± 1	12.04	26.04	13 ± 4,5
Начало облиствения	26.04 ± 2	17.04	03.05	35,3 ± 5,5
Цветение – начало	25.05 ± 4	12.05	08.06	215 ± 11,2
Цветение – конец	04.06 ± 4	22.05	16.06	345,3 ± 11,1
Созревание плодов	19.08 ± 2	10.08	25.08	1368,1 ± 30,1
Изменение окраски листьев	13.09 ± 2	01.09	20.09	1622,6 ± 27,7
Опадение листьев	18.09 ± 2	08.09	27.09	1655,2 ± 29,2

да – 161 ± 02 суток. Самое раннее начало вегетации – 5.04 в засушливый и жаркий 2022 г., самое позднее – 20.04.2018, когда затяжная, холодная весна задерживала наступление фенофаз. Вегетационный период в 2018 г. составил минимальное значение – 156 суток, теплый сентябрь в 2015 г. продлил до 170 суток. По данным многолетних интродукционных исследований в дендрарии Научно-исследовательского института аграрных проблем (НИИАП) Хакасии в условиях резко континентального климата с сухим жарким летом и холодной малоснежной зимой (Scientific and applied handbook..., 1990a), растения рябинокизильника Позднякова характеризуются началом вегетации 17.04 ± 03 и окончанием 23.09 ± 03 (листопадом), с периодом 159.0 ± 06 суток (Gordeeva, 2021). На территории ботанического сада г. Уфы Республики Башкортостан, в умеренно континентальном климате (Scientific and applied handbook..., 1990b), рябинокизильник Позднякова начинает вегетировать в среднем 19.04 ± 03, с продолжительностью 156.0 ± 05 суток (Abdullina, 2018). В умеренно континентальном климате г. Киева (ботанический сад им. А.В. Фомина), где мягкая зима и теплое лето (Logvinov, Shcherban, 1984), продолжительность вегетации – от 191.0 до 219.0 суток (Grevtsova, Kazanskaya, 1997). Засушливое и жаркое лето резко континентального климата Центральной Якутии (Scientific and applied handbook..., 1989) обуславливает начало вегетации рябинокизильника Позднякова в Якутском ботаническом саду СО РАН 15.05 ± 01 и окончание – 24.09 ± 02 (листопад), с периодом вегетации 121.0 ± 02 суток (Petrova et al., 2000).

Цветение рябинокизильника Позднякова в дендрарии СибНИИРС в среднем начинается 25.05 ± 04 и заканчивается 03.06 ± 04 при сумме эффективных температур 215,0 ± 11,2°C и 345,3 ± 11,1°C соответственно. Длительность цветения – 10.0 ± 01 суток. Средняя продолжительность цветения в дендрарии НИИАП Хакасии – 18.0 ± 04 суток, начало цветения – 23.05 ± 01, окончание цветения – 09.06 ± 01 (Gordeeva, 2021). В ботаническом саду г. Уфы, по фенологическим наблюдениям за 2009–2017 гг., период цветения – с 18.05 ± 04 по 29.05 ± 02

с продолжительностью 12 суток (Abdullina, 2018). В одном из старейших ботанических садов Украины (г. Киев) отмечалось цветение рябинокизильника Позднякова с 20.05 по 05.06 (Grevtsova, Kazanskaya, 1997). Согласно базе данных Якутского ботанического сада СО РАН, начало цветения рябинокизильника Позднякова – 09.06 ± 01, конец цветения – 20.06 ± 01. Продолжительность – 10.0 ± 01 суток с интервалом от 8 до 15 (Sabaraikina et al., 2025), с теплообеспеченностью эффективными температурами на начало цветения 430,0 ± 21°C и на окончание цветения 621,0 ± 29°C. Сравнивая результаты исследований длительности цветения рябинокизильника Позднякова на территории дендрария в условиях лесостепи Приобья и Якутского ботанического сада, видим, что он обладает схожими параметрами: 10.0 ± 01 и 10.0 ± 01 суток соответственно.

Способность растений к генеративному развитию в новых условиях существования при интродукции представляет собой большой научный и практический интерес (Lapin et al., 1979). Средняя сумма эффективных температур для созревания в новосибирском Приобье составила 1368,1 ± 30,1°C, средняя дата – 18.08 ± 02. Время, необходимое от конца цветения до созревания, – 76 ± 02 суток. В дендрарии НИИАП Хакасии созревание плодов и семян приходится на 15.08 ± 03, продолжительность от конца цветения до созревания – 66 суток (Gordeeva, 2021). В ботаническом саду им. А.В. Фомина (г. Киев) от цветения до созревания – 72 суток, плоды и семена созревают 15.08 (Grevtsova, Kazanskaya, 1997). В Якутском ботаническом саду (по данным наблюдений 1983–1992 гг.) созревание плодов и семян наступает 04.09 ± 03, от цветения до созревания – 70 ± 02 суток (Petrova et al., 2000).

Сравнивая полученные результаты с ранее опубликованными данными Якутского ботанического сада (Danilova, 2011), новосибирского Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (Asbaganov, 2022), московского Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (Plotnikova, 1988), можно отметить, что в условиях дендрария СибНИИРС срок вступления в плодоношение на-

ступил на восьмой год. Плодоношение периодически по годам, слабое или обильное, но регулярное. Плоды, сформированные в условиях лесостепи Приобья, показали наименьшую вариабельность по массе 1000 шт. семян ($CV = 5,8\%$) и наибольшую – по массе яблока ($CV = 27,3\%$). Масса яблока – $0,5 \pm 0,03$ г, диаметр – $9 \pm 0,2$ мм ($CV = 13,2\%$), высота – $8 \pm 0,2$ мм ($CV = 11,0\%$). Количество семян в плоде – $3,0 \pm 0,1$ шт. ($CV = 19,2\%$), при этом из 100 яблок у 68% было 3 семени. Масса семян в яблоке – $0,07 \pm 0,01$ г ($CV = 18,6\%$). Процент массы семян от массы яблока составляет $13,8 \pm 0,6$. Масса 1000 шт. семян – $13,4 \pm 0,2$ г. Грунтовая всхожесть – 2–3%. По данным Ботанического сада Петра Великого (г. Санкт-Петербург), диаметр яблока – $8,8 \pm 0,4$ мм, масса 100 шт. плодов – от $32,4 \pm 0,4$ г, масса 1000 шт. семян – $2,8 \pm 0,3$ г, грунтовая всхожесть – 4–5% (Volchanskaya et al., 2021). В Главном ботаническом саду были получены следующие результаты по массе семян и плодов: масса 100 плодов – 26,0 г, масса 1000 шт. семян – 8,5–12,5 г (Plotnikova, 1988). По данным Якутского ботанического сада, количество семян в одном плоде колебалось от 2 до 5 штук ($3,08 \pm 0,002$), причем из 100 измерений у 73% плодов было по 3 семени. Масса одного семени варьировала от 0,22 до 0,68 г ($0,44 \pm 0,002$). Масса 1000 шт. семян составила 13,9–16,5 г (Petrova et al., 2000).

По данным комплексного анализа научных исследований, рябинокизильник Позднякова, учитывая его различное географическое произрастание и сроки вегетации, можно охарактеризовать как достаточно пластичный вид.

Наступление фенологических фаз вегетационного периода взаимосвязаны с климатическими условиями.

Мы проанализировали зависимость продолжительности фенологических фаз рябинокизильника Позднякова от некоторых климатических показателей (табл. 2). Важно отметить, что данные по климатическим показателям были собраны в соответствии с периодом фенологической фазы. К примеру, количество осадков в 2020 г. в рамках межфазных периодов «набухание почек – разверзание почек» и «начало облиствения – начало цветения» различается. В некоторых периодах было 6 точек наблюдения, поскольку растения не вступили в генеративную фазу.

Корреляционный анализ выявил основные климатические факторы, влияющие на продолжительность раз-

личных межфазных периодов. Наибольшее влияние оказывают температурные показатели, особенно максимальная температура воздуха, влияние же количества осадков для всех периодов было незначительным.

В течение любого из рассмотренных межфазных периодов наблюдалась обратно пропорциональная зависимость между его продолжительностью и максимальной температурой. В частности, статистически значимая зависимость наблюдалась в рамках межфазных периодов «набухание почек – опадение листьев», «набухание почек – разверзание почек», «начало облиствения – опадение листьев».

Аналогичную ситуацию отмечали в отношении среднесуточных температур. Единственное исключение – в рамках межфазного периода «изменение окраски листьев – опадение листьев» наблюдалась слабая прямая связь между продолжительностью периода и среднесуточными температурами.

Количество осадков не показало однонаправленного и статистически значимого влияния на продолжительность любого межфазного периода. Сумма эффективных температур показала разнонаправленное влияние на продолжительность межфазных периодов, однако оба наблюдаемых статистически значимых значения периодов «начало цветения – конец цветения» и «конец цветения – созревание плодов» продемонстрировали сильную прямую связь: при увеличении суммы эффективных температур растет продолжительность периода.

Мы полагаем, что контринтуитивный результат по сумме эффективных температур произошел в силу особенностей методологии проводимого исследования. В частности, поскольку величина суммы эффективных температур зависит от числа дней и от температуры, наблюдаемой в эти дни, в рамках межфазных периодов при падении температуры увеличивалось количество дней, за которые данные температуры собирались, что с избытком компенсировало возможное падение температуры. Например, в 2023 г. в рамках межфазного периода «начало цветения – конец цветения» сумма эффективных температур составила 104,4 при продолжительности в 7 дней, а в 2019 г. – 148,2 при продолжительности в 12 дней. Соответственно, в первом случае при сложении суммы эффективных температур участвовало 7 дней, а во втором – 12.

Таблица 2. Корреляции между продолжительностью межфазных периодов и соответствующим климатическим показателем, 2014–2023 гг.

Table 2. Correlations between the duration of phenological phases and the corresponding climate indicator, 2014–2023

Межфазные периоды	n	Среднесуточные температуры	Максимальные температуры	Количество осадков	Сумма эффективных температур
«Набухание почек – опадение листьев» (1–8)	10	–0,586	–0,649*	0,463	–0,082
«Набухание почек – разверзание почек» (1–2)	10	–0,641*	–0,687*	0,009	–0,380
«Начало облиствения – начало цветения» (3–4)	6	–0,825*	–0,492	0,070	0,456
«Конец цветения – изменение окраски листьев» (5–6)	6	–0,377	–0,299	–0,171	0,404

Таблица 2. Окончание
Table 2. The end

Межфазные периоды	n	Среднесуточные температуры	Максимальные температуры	Количество осадков	Сумма эффективных температур
«Созревание плодов – опадение листьев» (7–8)	6	–0,685	–0,605	0,148	–0,159
«Разверзание почек – начало облиствения» (2–3)	10	–0,582	–0,547	0,151	–0,060
«Начало цветения – конец цветения» (4–5)	6	–0,789	–0,742	–0,044	0,875*
«Изменение окраски листьев – опадение листьев» (6–8)	10	0,100	–0,079	0,221	0,293
«Начало облиствения – изменение окраски листьев» (3–6)	10	–0,795*	–0,210	0,489	–0,088
«Начало облиствения – опадение листьев» (3–8)	10	–0,730	–0,780*	0,559	–0,195
«Конец цветения – созревание плодов» (5–7)	6	–0,314	–0,304	0,418	0,849*

Примечание: * – статистически значимые показатели при $p < 0,05$

Note: *– statistically significant values at $p < 0.05$

Заключение

За десятилетний период наблюдений выявлено, что у рябинокизильника Позднякова начало вегетации, как и ее окончание, зависит от погодных условий. Максимальное повышение дневных и среднесуточных температур положительно влияет на начало развития фенологических фаз, на процесс накопления суммы эффективных температур. Средняя дата начала развития рябинокизильника Позднякова в дендрарии СибНИИРС в 2014–2023 гг. приходится на 11.04 ± 01 и окончание вегетации – на 18.09 ± 02 (листопад) при сумме эффективных температур $7,1 \pm 3,1^\circ\text{C}$ и $1655,2 \pm 29^\circ\text{C}$ соответственно. Средняя продолжительность вегетационного периода – 161 ± 02 суток, сумма эффективных температур – $1655,2 \pm 29,2^\circ\text{C}$. Самое раннее развитие почек – 5.04 в засушливый и жаркий 2022 г., самое позднее – 20.04 в 2018 г., когда затяжная, холодная весна задерживала наступление фенофаз. Вегетационный период в 2018 г. составил минимальное значение – 156 суток, теплый сентябрь в 2015 г. продлил вегетацию до 170 суток.

Цветение рябинокизильника Позднякова в дендрарии СибНИИРС в среднем начинается 25.05 ± 04 и заканчивается 03.06 ± 04 при сумме эффективных температур $215 \pm 11,2^\circ\text{C}$ и $345,3 \pm 11,1^\circ\text{C}$ соответственно. Продолжительность цветения в дендрарии СибНИИРС согласуется с данными цветения Якутского ботанического сада и составляет 10 суток. Время, необходимое от конца цветения до созревания в дендрарии СибНИИРС, – 76 ± 02 суток, что больше среднего значения на 6 суток, чем в Якутском ботаническом саду, на 4 суток, чем в Ботаническом саду им. А.В. Фомина г. Киева, и на 10 суток больше, чем в дендрарии НИИАП Хакасии.

Плодоношение периодически по годам, слабое или обильное, но регулярное. Плоды, сформированные в усло-

виях лесостепи Приобья, показали наименьшую вариативность по массе 1000 шт. семян ($CV = 5,8\%$) и наибольшую – по массе яблока ($CV = 27,3\%$). Масса яблока – $0,5 \pm 0,03$ г, при этом из 100 яблок у 68 % было по 3 семени. Масса 1000 шт. семян – $13,4 \pm 0,2$ г; грунтовая всхожесть – 2–3%.

Корреляционный анализ выявил основные климатические факторы, влияющие на продолжительность различных межфазных периодов. Наибольшее влияние оказывают максимальная и среднесуточная температуры воздуха.

Между продолжительностью межфазных периодов и температурой наблюдалась статистически значимая обратно пропорциональная зависимость, в частности в рамках межфазных периодов «набухание почек – опадение листьев», «набухание почек – разверзание почек», «начало облиствения – опадение листьев».

Количество осадков не показало однонаправленного и статистически значимого влияния на продолжительность любого из межфазных периодов.

References / Литература

- Abdullina R.G. Seasonal rhythm of development of mountain (*Sorbus* L.) in the South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa for the period 2005-2017. *Proceedings of the RAS Ufa Scientific Centre*. 2018;(2):44-48. [in Russian] (Абдулина Р.Г. Сезонный ритм развития рябин (*Sorbus* L.) в Южно-Уральском ботаническом саду-институте г. Уфы за период 2005-2017 гг. *Известия Уфимского научного центра РАН*. 2018;(2):44-48).
- Asbaganov S.V. *Sorbocotoneaster* gene pool in *Sorbus* breeding. In: *Genepool and Plant Breeding (GPB2022): The 6th International Conference (November 23–25, 2022, Novosibirsk, Russia); Proceedings*. Novosibirsk: ICG SB RAS; 2022.

- p.16-20. [in Russian] [Асбаганов С.В. Генофонд *Sorbo-cotoneaster* для селекции рябины. В кн.: *Генофонд и селекция растений: сборник материалов 6-й Международной конференции «Генофонд и селекция растений» (Новосибирск, 23–25 ноября 2022 г.)*. Новосибирск: ИЦиГ СО РАН; 2022. С.16-20). URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49959749_20966775.pdf [дата обращения: 12.02.2025].
- Danilova N.S. Pozdnyakov's rowan-cotoneaster (Ryabinokizilnik Pozdnyakova). *Nauka i tekhnika v Yakutii = Science and Technology in Yakutia*. 2011;2(21):102-104. [in Russian] (Данилова Н.С. Рябинокизильник Позднякова. *Наука и техника в Якутии*. 2011;2(21):102-104).
- Danilova N.S. (ed.). Red Data Book of the Republic of Sakha (Yakutia). Vol. 1. Rare and endangered species of plants and mushrooms (Krasnaya kniga Respubliki Sakha (Yakutia). T. 1. Redkiye i nakhodyashchiyesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy rasteniy i gribov). Moscow: Reart; 2017. [in Russian] [Красная книга Республики Саха (Якутия). Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / под. ред. Н.С. Даниловой. Москва: Реарт; 2017].
- Eckardt N.A., Ainsworth E.A., Bahuguna R.N., Broadley M.R., Busch W., Carpita N.C. et al. Climate change challenges, plant science solutions. *The Plant Cell*. 2023;35(1):24-66. DOI: 10.1093/plcell/koac303
- Firsov G.A., Fadeeva I.V., Mantsynova L.A. Dynamics of seasonal development of woody plants at Peter the Great Botanic Garden in 2023: peculiarities and tendencies. *Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences*. 2024;34(1):23-32. [in Russian] (Фирсов Г.А., Фадеева И.В., Манцинова Л.А. Динамика сезонного развития древесных растений в Ботаническом саду Петра Великого в 2023 году, Особенности и тенденции. *Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле*. 2024;34(1):23-32). DOI: 10.35634/2412-9518-2024-34-1-23-32
- Geltman D.V. (ed.). Red Data Book of the Russian Federation. Plants and mushrooms (Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii. Rasteniya i griby). 2nd ed. Moscow: VNI "Ekologiya"; 2024. [in Russian] [Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / под ред. Д.В. Гельмана. 2-е изд. Москва: ВНИИ «Экология»; 2024). URL: https://www.binran.ru/files/publications/red-books/KK_RF_2024_flora.pdf [дата обращения: 17.04.2025].
- Gordeeva G.N. Effectiveness of introduction of rare plants in the arboretum of Khakassia. *Russian Forestry Journal*. 2021;(3):24-36. [in Russian] [Гордеева Г.Н. Успешность интродукции редких растений в дендрарии Хакасии. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2021;(3):24-36). DOI: 10.37482/0536-1036-2021-3-24-36
- Gordeeva G.N., Lobanov A.I. Life expectancy and winter hardness of introduced woody plants in the dry-steppe zone of Khakassia. *Russian Forestry Journal*. 2022;(3):73-90. [in Russian] [Гордеева Г.Н., Лобанов А.И. Продолжительность жизненного цикла и зимостойкость древесных интродуцентов в сухостепной зоне Хакасии. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2022;(3):73-90). DOI: 10.37482/0536-1036-2022-3-73-90
- Gostyshchev A.I., Deineka V.I., Anisimovich I.P., Tret'akov M. Yu., M'asnikova P.A., Deineka L.A. et al. Carotenoids, chlorogenic acids and other natural compounds of *Sorbus* fruit. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences*. 2010;3(74):83-92. [in Russian] (Гостищев А.И., Дейнека В.И., Анисимович И.П., Третьяков М.Ю., Мясникова П.А., Дейнека Л.А. и др. Каротиноиды, хлорогено-
- вые кислоты и другие природные соединения плодов рябины. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2010;3(74):83-92).
- Grevtsova A.T., Kazanskaya N.A. Cotoneasters in Ukraine (Kizilniki v Ukraine). Kyiv: Niva; 1997. [in Russian] (Гревцова А.Т., Казанская Н.А. Кизильники в Украине. Киев: Нива; 1997).
- Hou J.; Chen F., Li J. Response of *Larix sibirica* radial growth to climate change in Kanas, Northern Xinjiang, China. *Forests*. 2024;15(12):2137. DOI: 10.3390/f15122137
- Kiryushin V.I. Developing the paradigm of environmental management in agriculture (to the 175-th anniversary of V.V. Dokuchaev). *Dokuchaev Soil Bulletin*. 2021;(51):5-26. [in Russian] (Кирюшин В.И. Развитие парадигмы сельскохозяйственного природопользования (к 175-летию В.В. Докучаева). *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева*. 2021;(51):5-26). DOI: 10.19047/0136-1694-2021-D-5-26
- Lapin P.I. Seasonal rhythm of woody plant development and its significance during introduction (Sezonny ritm razvitiya drevesnykh rasteniy i yego znachenie pri introduktsii). *Bulletin Main Botanical Garden*. 1967;(65):13-18. [in Russian] (Лопин П.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение при интродукции. *Бюллетень Главного ботанического сада*. 1967;(65):13-18).
- Lapin P.I., Kalutskiy K.K., Kalutskaya O.N. Introduction of forest species (Introduktsiya lesnykh porod). Moscow: Lesnaya Promyshlennost; 1979. [in Russian] (Лопин П.И., Калущкий К.К., Калущкая О.Н. Интродукция лесных пород. Москва: Лесная промышленность; 1979).
- Logvinov K.T., Shcherban M.I. (eds). Nature of the Ukrainian SSR. Climate (Priroda Ukrainy SSR. Klimat). Kyiv: Naukova Dumka; 1984. [in Russian] (Природа Украинской ССР. Климат / под ред. К.Т. Логвинова, М.И. Щербаня. Киев: Наукова думка; 1984).
- Luchitskaya I.O., Belaya N.I., Arbuzov N.A. Climate in Novosibirsk and its changes (Klimat Novosibirska i yego izmeneniya). R.A. Yagudin (ed.). Novosibirsk: Siberian Branch of the RAS; 2014. [in Russian] (Луцкая И.О., Белая Н.И., Арбузов Н.А. Климат Новосибирска и его изменения / под ред. Р.А. Ягудина. Новосибирск: Сибирское отделение РАН; 2014).
- Nigatu M. Population structure and phenological patterns of *Milicia excelsa* in moist evergreen afromontane forests of Southwestern Ethiopia. *Russian Journal of Forest Science*. 2024;(1):79-85. [in Russian] (Нигату М. Структура популяции и фенологические закономерности *Milicia excelsa* во влажных вечнозеленых афромонтанных лесах Юго-Западной Эфиопии. *Лесоведение*. 2024;(1):79-85). DOI: 10.31857/S0024114824010094
- Petrova A.E., Romanova A.Yu., Nazarova E.I. Introduction of trees and shrubs in Central Yakutia (Introduktsiya derevyev i kustarnikov v Tsentralnoy Yakutii). Yakutsk: Yakut Scientific Center of the SB RAS; 2000. [in Russian] (Петрова А.Е., Романова А.Ю., Назарова Е.И. Интродукция деревьев и кустарников в Центральной Якутии. Якутск: Якутский научный центр СО РАН; 2000).
- Plotnikova L.S. Scientific basis for the introduction and protection of woody plants in the flora of the USSR (Nauchnye osnovy introduktsii i okhrany drevesnykh rasteniy flory SSSR). Moscow: Nauka; 1988. [in Russian] (Плотникова Л.С. Научные основы интродукции и охраны древесных растений флоры СССР. Москва: Наука; 1988).
- Poyarkova A.I. *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark. – a new natural intergeneric hybrid. In: *Botanical Materials of the*

- Herbarium of the V.L. Komarov Botanical Institute of the USSR Academy of Sciences. Vol. 15. Moscow; Leningrad: USSR Academy of Sciences; 1953. p.92-108. [in Russian] (Пояркова А.И. *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark. – новый естественный межродовой гибрид. В кн.: *Ботанические материалы Гербария Ботанического института имени В.Л. Комарова Академии наук СССР. Т. 15. Москва; Ленинград: Академия наук СССР; 1953. С.92-108).**
- Red Data Book of the Russian Federation (plants and mushrooms) (Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii [rasteniya i griby]). Moscow: KMK; 2008. [in Russian] (Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). Москва: КМК; 2008).
- Sabaraikina S.M., Korobkova T.S., Ryazanskaya A.A., Perevalova A.V. Phenological database of the Rosaceae L. family in the sharply continental climate of Yakutia. Russian Federation; database state registration certificate number: 2025620168; 2025. [in Russian] (Сабарайкина С.М., Коробкова Т.С., Рязанская А.А., Перевалова А.В. Фенологическая база данных семейства Rosaceae L. в условиях резкоконтинентального климата Якутии. Российская Федерация; свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025620168; 2025).
- Scientific and applied handbook on the climate in the USSR. Series 3. Data for many years. Parts 1–6. Issue 21. Krasnoyarsk Territory, and Tuvan ASSR. Book 1. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1990a. [in Russian] (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Выпуск 21. Красноярский край, Тувинская АССР. Книга 1. Ленинград: Гидрометеоздат; 1990a).
- Scientific and applied handbook on the climate in the USSR. Series 3. Data for many years. Parts 1–6. Issue 9. Perm, Sverdlovsk, Chelyabinsk and Kurgan Provinces, and Bashkir ASSR. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1990b. [in Russian] (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Выпуск 9. Пермская, Свердловская, Челябинская, Курганская области, Башкирская АССР. Ленинград: Гидрометеоздат; 1990b).
- Scientific and applied handbook on the climate in the USSR. Series 3. Data for many years. Parts 1–6. Issue 24. Yakut ASSR. Book 1. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1989. [in Russian] (Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Выпуск 24. Якутская АССР. Книга 1. Ленинград: Гидрометеоздат; 1989).
- Seferova I.V., Novikova L.Yu. Climatic factors affecting the development of early soybean accessions in the environments of the Russian Northwest. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2015;176(1):88-97. [in Russian] (Сеферова И.В., Новикова Л.Ю. Климатические факторы, влияющие на развитие скороспелых образцов сои в условиях Северо-Запада РФ. *Труды по прикладной ботанике генетике и селекции*. 2015;176(1):88-97). DOI: 10.30901/2227-8834-2015-1-88-97
- Tripathy K.P., Mukherjee S., Mishra A.K., Mann M.E., Williams A.P. Climate change will accelerate the high-end risk of compound drought and heatwave events. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2023;120(28):e2219825120. DOI: 10.1073/pnas.2219825120
- Volchanskaya A.V., Firsov G.A., Tkachenko K.G. Introduction of *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark. in the Peter the Great Botanical Garden. *Siberian Journal of Forest Science*. 2021;(1):77-83. [in Russian] (Волчанская А.В., Фирсов Г.А., Ткаченко К.Г. Интродукция *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark. в Ботаническом саду Петра Великого. *Сибирский лесной журнал*. 2021;(1):77-83). DOI: 10.15372/SJFS20210108
- Volotovskiy K.A., Kuznetsova L.V. New data on the natural intergeneric hybrid *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark. (Rosaceae). *Botanicheskii zhurnal = Botanical Journal*. 1998;83(1):94-103. [in Russian] (Волотовский К.А., Кузнецова Л.В. Новые данные об естественном межродовом гибриде *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark. (Rosaceae). *Ботанический журнал*. 1998;83(1):94-103).
- Voronina L.V., Gritsenko A.G. Climate and ecology of Novosibirsk Province (Klimat i ekologiya Novosibirskoy oblasti). Novosibirsk: SSGA; 2011. [in Russian] (Воронина Л.В., Гриценко А.Г. Климат и экология Новосибирской области. Новосибирск: СГГА; 2011).
- Vstovskaya T.N., Koropachinsky I.Yu. Woody plants in the Central Siberian Botanical Garden (Drevesnye rasteniya Tsentralnogo sibirskogo botanicheskogo sada). Novosibirsk: Geo; 2005. [in Russian] (Встовская Т.Н., Коропачинский И.Ю. Древесные растения Центрального сибирского ботанического сада. Новосибирск: Гео; 2005).
- Weather and Climate. Reference and Information Portal (Pogoda i klimat. Spravochno-informatsionny portal): [website]. [in Russian] (Погода и климат. Справочно-информационный портал: [сайт]). URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> [дата обращения: 03.03.2025].
- Yurkevich I.D., Golod D.S., Yaroshevich E.P. Phenological studies of woody and herbaceous plants (Fenologicheskiye issledovaniya drevesnykh i travyanistykh rasteniy). Minsk: Nauka i Tekhnika; 1980. [in Russian] (Юркевич И.Д., Голод Д.С., Ярошевич Э.П. Фенологические исследования древесных и травянистых растений. Минск: Наука и техника; 1980).

Информация об авторах

Надежда Николаевна Лихенко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, 630501 Россия, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, р. п. Краснообск, ул. С-100, зд. 5/1, lihenko.n@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0422-2682>

Анастасия Павловна Епанчинцева, агроном 1 категории, Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, 630501 Россия, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, р. п. Краснообск, ул. С-100, зд. 5/1, chudnayaanastasiya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0112-5126>

Иван Евгеньевич Лихенко, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель научного направления, Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Сибир-

ский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, 630501 Россия, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, р. п. Краснообск, ул. С-100, зд. 5/1, lihenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0305-1036>

Information about the authors

Nadezhda N. Likhenko, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – branch of the IC&G SB RAS, 5/1 S-200 St., Krasnoobsk, Novosibirsky District, Novosibirsk Province 630501, Russia, lihenko.n@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0422-2682>

Anastasiya P. Epanchintseva, Agronomist of Category 1, Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – branch of the IC&G SB RAS, 5/1 S-200 St., Krasnoobsk, Novosibirsky District, Novosibirsk Province 630501, Russia, chudnayaanastasiya@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0112-5126>

Ivan E. Likhenko, Dr. Sci. (Agriculture), Supervisor of a Research Area, Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – branch of the IC&G SB RAS, 5/1 S-200 St., Krasnoobsk, Novosibirsky District, Novosibirsk Province 630501, Russia, lihenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0305-1036>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. или указать вклад каждого
Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.05.2025; одобрена после рецензирования 30.09.2025; принята к публикации 10.11.2025.
The article was submitted on 29.05.2025; approved after reviewing on 30.09.2025; accepted for publication on 10.11.2025.