

БОТАНИКА

Научная статья

УДК 582.639:581.145(470.1)

EDN: KNDEUD

doi: 10.17072/1994-9952-2025-4-361-368



Биология цветения *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach при интродукции на Севере

Светлана Алексеевна Миахтакова

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар, Россия, mifs@ib.komisc.ru

Аннотация. Проведено изучение биологии цветения многофункционального растения *Chaenomeles japonica* в сложных климатических и почвенных условиях севера. Выявлено, что ежегодное необильное цветение приводит к образованию незначительного числа плодов с полноценными семенами, что делает возможным получение более устойчивого потомства. Исследование генеративной сферы *C. japonica* при интродукции показало, что строение цветка соответствует видовым признакам растения. Также установлены некоторые отклонения, связанные с выращиванием в условиях севера, выражавшиеся в нарушении развития как стерильных, так и fertильных структур, таких как махровость – увеличение числа лепестков, изменение целостности их очертаний (волнистый край), петализация, превращение тычинок в стаминодии, увеличение или уменьшение стилодиев, увеличение или уменьшение гнезд в завязи, недоразвитый пестик. Необильное цветение и значительное число аномалий в fertильных частях цветка приводит к формированию малого числа плодов на растениях. Основным способом опыления *C. japonica* является энтомофилия, основным типом — ксеногамия, которую помогает контролировать высокая степень самонесовместимости. Проведенные исследования позволяют считать данное растение перспективным для дальнейшего выращивания и изучения в сложных условиях интродукции, а также способствуют обогащению культурной флоры севера новым плодовым растением.

Ключевые слова: *Chaenomeles japonica*, Республика Коми, цветок, плод, север, опыление, цветение

Для цитирования: Миахтакова С. А. Биология цветения *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach при интродукции на Севере // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2025. Вып. 4. С. 361–368. <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2025-4-361-368>.

Благодарности: работа проведена на экспериментальной базе УНУ «Научная коллекция живых растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН», регистрационный номер 507428. Исследования выполнены в рамках государственного задания по теме «Оценка влияния климатических условий Севера на процессы репродукции ресурсных растений». № в системе ЕГИСУ 1022041300181-3.

BOTANY

Original article

Biology of *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach flowering during introduction in the North

Svetlana A. Miftakhova

Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the UB RAS, Syktyvkar, Russia, mifs@ib.komisc.ru

Abstract. The present study is devoted to the investigation of the flowering biology of the multifunctional plant *Chaenomeles japonica* under the difficult climatic and soil conditions of the north. It was revealed that annual weak\poor flowering leads to the formation of a small number of fruits with full seeds, which makes it possible to obtain more stable offspring. A study of the generative sphere of *C. japonica* during introduction showed that the structure of the flower corresponds to the specific characteristics of the plant. At the same time, some deviations associated with cultivation in the north have been identified. They are expressed in a violation of the development of both sterile and fertile structures, such as terry (an increase in the number of petals), change in the integrity of their outlines (wavy edge), petalization, transformation of stamens into staminodes, increase or decrease in stylodia, increase or decrease in nests in ovaries, underdeveloped pistils. Weak\poor flowering and a significant number of anomalies in the fertile parts of a flower lead to the formation of a small number of fruits on plants. The main pollination method of *C. japonica* is entomophilia, the main type is xe-

nogamy, which is controlled by a high degree of self-incompatibility. The conducted studies allow us to consider this sample promising for further cultivation and study in difficult conditions of introduction, as well as contribute to the enrichment of the cultural flora of the North with a new fruit plant.

Keywords: *Chaenomeles japonica*, Komi Republic, flower, fruit, north, pollination, flowering

For citation: Miftakhova S. A. [Biology of *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach flowering during introduction in the North]. *Bulletin of Perm University. Biology.* Iss. 4 (2025): pp. 361-368. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2025-4-361-368>.

Acknowledgments: the work was carried out on the experimental base of the Scientific Collection of Living Plants of the Botanical Garden of the Komi Institute of Biology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, registration number 507428. The research was carried out within the framework of the state assignment on the topic "Assessment of the influence of climatic conditions of the North on the reproduction of resource plants". No. in the EGISU system 1022041300181-3.

Введение

Обогащение культурной флоры является одной из важнейших задач ботанических садов. Еще более значимо оно в северных регионах, где из-за сурового климата складываются неблагоприятные условия для интродукции многих полезных растений. В последнее время наметилась тенденция изменения среднемесячных температур воздуха вегетационного периода в сторону их повышения в среднетаежной подзоне Республики Коми [Братцев, Братцев, 2000], что дает возможность выращивания древесных растений, которые ранее считались неперспективными. Особенно ценно, когда вводятся в культуру на севере многофункциональные растения с большим практическим применением. Одним из таких растений является *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach (хеномелес японский, айва японская), принадлежащий к подсемейству *Maloideae* семейства *Rosaceae*. Род *Chaenomeles*, согласно современной классификации, насчитывает пять видов: *Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai, *Chaenomeles thibetica* T.T.Yu, *Chaenomeles cathayensis* (Hemsl.) C.K. Schneid., *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach и один гибридный вид *Chaenomeles x superba* (Frahm) Rehder [The World Flora Online: эл. ресурс]. В традиционной китайской медицине на протяжении тысяч лет использовались плоды различных видов *Chaenomeles* для лечения ревматоидного артрита, гепатита, астмы и простуды [Zhang и др., 2010]. Они содержат много биологически активных компонентов, таких как полифенолы, тритерпены и органические кислоты, что обеспечивает защитное действие от сердечно-сосудистых заболеваний, и обладает противоопухолевыми, противовоспалительными и антиоксидантными свойствами. Плоды *Chaenomeles* sp. являются ценными пищевыми ингредиентами. Свежие плоды очень твердые и слишком кислые, чтобы употреблять в пищу сырыми, но их биоактивные компоненты, характерный аромат и большое количество пищевых волокон делают плоды хорошо подходящими для промышленной переработки.

C. japonica – самый экологически пластичный вид в роде *Chaenomeles* [Рындин и др., 2020] и лучше всего подходит для выращивания в северных условиях, где интерес к нему обусловлен декоративными качествами цветков и потенциально полезными свойствами его плодов. Широко используется как вторичная культура в Северной Европе, где проводится его детальное изучение [Rumpfpen et al., 2000]. Плоды *C. japonica* нашли широкое применение в пищевой промышленности, обогащая продукты фенольными соединениями и аскорбиновой кислотой, а также улучшая профиль летучих веществ более существенно, чем использование других фруктов для этой цели, являясь наиболее ценной добавкой, которая улучшает вкус пищевых продуктов, и сырьем для парфюмерной и фармацевтической промышленностей [ibid]. Препарат флаванола из плодов *C. japonica*, богатый моно- и олигомерами процианидинов, обладает цитотоксическим, противовоспалительным и антипролиферативным действием. Фенольный экстракт листьев содержит до 36 фенолов, из которых хлорогеновая кислота и налингенин были обнаружены как основные компоненты. На основании последних данных полифенолы *C. japonica* могут быть пригодны для профилактики преддиабета, диабета II типа и метаболического синдрома [ibid].

На юге России *C. japonica* традиционно рассматривается как декоративный кустарник [Солтани, Маляровская, 2020а/б]. Для влажных субтропиков России разработан подходящий сортимент *Chaenomeles*, используемых в озеленении, и изучен их биоресурсный потенциал [Солтани, Маляровская, 2020а/б]. Как плодовая культура в России испытывается в Тамбовской [Федулова, Шиковец, 2016], Белгородской [Кукина, Сорокопудов, Навальнева, 2016], Омской областях [Кумпан, Сухоцкая, 2018], Республике Крым [Комар-Темная, 2018]. В более северных условиях изучение хеномелеса японского не проводилось. В последнее время наметилась тенденция развития северных городов, в результате чего возникает потребность введения в культуру таких многофункциональных растений, как *C. japonica*. Являясь декоративным, он может использоваться и как пищевое, и лекарственное растение. Вид обладает высокой устойчивостью к вредителям и болезням, позволяя не использовать ядохимикаты, что повышает биологическую ценность плодов. При введении растения в культуру на север актуально изучить, как в сложных климатических и почвенных условиях проходит период цветения, включающий в себя опыление и

оплодотворение, влияющие на формирование плодов и семян в новых условиях существования. Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН является одним из самых северных садов России, в котором культивируется *C. japonica*.

Объект и методы исследования

Chaenomeles japonica (Thunb.) Lindl. ex Spach – айва японская в коллекции Ботанического сада с 1995 г. Данный образец получен из Ботанического сада-института (Йошкар-Ола). Наблюдения проводили с 2020 по 2024 гг.

При описании генеративной сферы и плодов руководствовались Атласами по описательной морфологии [Федоров, Артюшенко, 1975; Артюшенко, Федоров, 1986]. Изучение цветения и опыления проводили согласно методикам А.Н. Пономарева [1960] и Е.И. Демьяновой [2011]. Полученные результаты обработаны статистически с использованием программы MS Excel.

Для выяснения периода восприимчивости рыльца к пыльце применяли методику Робинзона [Robinson, 1924]. Для этого выбирали рыльца на разных стадиях развития цветка. Помещали в 1–2%-ный раствор KMnO_4 на 1–2 мин., после чего промывали проточной водой и просматривали под бинокуляром. Рыльца, восприимчивые к пыльце, окрашивались, невосприимчивые – не окрашивались.

Для установления типа опыления в 2023 и 2024 гг. проводили опыт по контролируемому опылению. При установлении возможности идиогамии осуществили следующие варианты опыта: для проверки автогамии проводили изоляцию цветка и нанесение собственной пыльцы на рыльца; для возможности гейтоногамии проводили кастрацию, принудительное опыление пыльцой цветка с этого же растения и изоляцию. Изоляцию проводили на стадии готовых к распусканию бутонов. Для установления ксеногамии проводили кастрацию, принудительное опыление пыльцой цветка с другого растения и изоляцию. Контролем служило свободное опыление.

Названия таксонов приведены согласно современной литературе по базе данных World Flora Online.

Исследование проводили в дендрарии Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН, который расположен в 8 км от г. Сыктывкара (61.6° с.ш., 50.8° в.д.). Данная территория относится к южным районам Республики Коми, к подзоне средней тайги. Климат умеренно-континентальный, зима сравнительно суровая, лето короткое и прохладное. Наибольшее число дней в году здесь приходится на холодный период. Среднегодовая температура воздуха в Сыктывкаре $+0.4^\circ\text{C}$. За вегетационный период (150 дней), начинающийся в третьей декаде апреля при среднесуточной температуре воздуха выше $+5^\circ\text{C}$, сумма суточных температур достигает 1800°C , за период активной вегетации (90–110 дней) со среднесуточными температурами $+10^\circ\text{C}$ и выше – $+1450^\circ\text{C}$. Район интродукции характеризуется достаточным увлажнением – среднегодовая сумма осадков составляет 500–600 мм, основная масса которых (400–450 мм) выпадает в теплый период года [Атлас..., 1997].

Результаты и их обсуждение

C. japonica – невысокий кустарник до 1 м с тонкими шипами. Ветви раскидистые; веточки пурпурные и шероховатые в молодости, черно-коричневые, бородавчатые и голые в старости; почки пурпурные, треугольно-яйцевидные, голые, верхушка острая. Прилистники почковидные, около 1 см, голые, край пильчатый, верхушка тупая; черешок около 5 мм, голый; листовая пластинка обратнояйцевидная или лопатчатая до широкояйцевидной, 3–5 см длины и 2–3 см ширины, основание клиновидное или ширококлиновидное, край городчатый, верхушка тупая или острая. Цветоножка короткая или почти отсутствует, голая. Цветки собраны в пучки по 3–5 штук, диаметром 2.5–4 см [Flora of China: эл. ресурс].

Основным фактором успешности интродукции растений на севере является зимостойкость. Хотя в зимний период кустарники защищены снегом, обмерзание побегов отмечаем ежегодно. *C. japonica* в условиях интродукции отрастать начинает в середине – конце мая в зависимости от метеоусловий в весенний период. Цветение и плодоношение – наиболее важные признаки успешной акклиматизации к новым условиям. Согласно литературным данным, в условиях южной лесостепи Омской области цветение *C. japonica* наблюдается с 10–12 мая по 29 мая – 6 июня [Кумпан, Сухоцкая, 2018]; в Сочи – в марте [Солтани, Маляровская, 2020а/б]. В условиях Ботанического сада цветение необильное с первой декады июня по начало июля. Цветки на побегах прошлого года.

Цветок. *C. japonica* является энтомофильным растением, хотя в строении цветка не имеет ярко выраженных приспособлений к определенному агенту опыления. Цветок привлекательный и броский, в диаметре около 4 см, не специализирован. Цветоножка короткая – от 2 до 9 мм, отклоненная. Гипантий бокаловидный. Чащечка пятилопастная, зеленая, гладкая. Чашелистики после цветения остаются на плоде. Лопасти отстают от венчика. Венчик отклоненный раздельнолепестной, состоит из пяти красновато-оранжевых цельных, обратнояйцевидных лепестков, опадающих после цветения. Цветок многотычинковый; тычинок от 15 до 36 шт. Они прикреплены основанием тычиночной нити к верхней части гипантия,

свободные, прямые и отогнутые, фертильные. Тычиночная нить прямая, длинная, голая, по форме цилиндрическая. Тычинки располагаются в два условных круга – наружный и внутренний. Пыльник прямостоячий, голый, свободный сердцевидный, слегка раздвоен у основания, тики сближенные. Место разрыва пыльника продольное. Пыльник соединен с тычиночной нитью посередине. Андроцей свободный, полимерный. Пестик почти одной длины с тычинками, состоит из завязи и пяти стилодиев, сросшихся на 1/3 или до половины. Завязь нижняя, гладкая, яйцевидная, пятигнездная со многими семязачатками. Плацентация сатуральная угловая. Стилодиев пять, сросшихся до половины, они верхушечные, длинные, голые. Рыльца верхушечные, лопастные на стилодиах, имеют сосочки. Гинеций синкарпный, образован пятью плодолистиками. Длина пестика около 22 мм. Морфометрические параметры частей цветка представлены в таблице. В условиях Ботанического сада цветки до 5 шт. собраны в малоцветковые соцветия кисть.

Морфометрические параметры частей цветка *Chaenomeles japonica*
[Morphometric parameters of *C. japonica* flower parts]

Параметры цветка	$M \pm m$	Min – Max
Длина чашелистика, см	0.62±0.04	0.45–0.9
Ширина чашелистика, см	0.46±0.04	0.2–0.65
Длина лепестка, см	1.92±0.05	1.5–2.2
Ширина лепестка, см	1.46±0.04	1.3–1.7
Длина тычиночной нити, мм	8.88±0,23	6.0–12.5
Длина пыльника, мм	1.63±0.05	1.2–1.9
Ширина пыльника, мм	1.11±0.04	0.9–1.3

Наряду с нормально сформированными цветками наблюдали и тераты. Аномалии в развитии встречались как у стерильных частей цветка, так и у фертильных. Для чашелистиков, как и для лепестков, характерно наличие выемчатости и зубчатости, а также изменение формы. Для лепестков часто наблюдалась махровость (до 8 лепестков). Для тычинок – петализация и превращение нескольких тычинок в стамиодии. У пестика – изменение числа стилодиев как в сторону увеличения, так и уменьшения, срастание стилодиев происходило на различном расстоянии, срастание пяти (четырех) стилодиев до половины и один несросшийся. Завязь была от четырехгнездной до семигнездной. Некоторые цветки имели недоразвитые пестики. Наличие цветков с визуально дефектным пестиком отмечали также Е. Kaufmane и К. Rumpunen [2002].

Появлению терат способствуют суровые условия среды интродукции. Отклонения в норме факторов существования оказывают влияние на меристематические ткани цветка, следствием чего является множество тератологических изменений, которые показывают, что под воздействием изменившихся условий среды и внутренней реакции организма в первую очередь подвергаются изменчивости цветок и его отдельные органы [Тутаюк, 1969]. Все изменения в цветке демонстрируют его высокую пластичность.

В развитии цветка *C. japonica* выделяются четыре стадии: плотный бутон (I стадия); рыхлый бутон (II стадия); цветки, начавшие функционировать (III стадия); цветки, закончившие функционировать (IV стадия). В стадии плотного бутона (I стадия) чашелистики полностью закрывают венчик. Тычинки согнуты и плотно прилегают к пестику. Длительность I стадии до 8 дней. В рыхлом бутона (II стадия) чашелистики лишь наполовину или на одну треть закрывают венчик. Постепенно происходит увеличение всех структур цветка, рост тычиночных нитей и столбиков, увеличение лепестков. Тычинки закрывают пестик. Тычиночные нити внутреннего круга сложены вдвое вокруг пестика. Тычинки и пестик плотно прилегают друг к другу. Длительность данной стадии от 4 до 6 дней. В раскрывшемся цветке (III стадия) лепестки отгибаются. Тычинки внешнего круга отклоняются от гинецея, располагаются вертикально, пыльники почти одной длины с рыльцами, а внутренние тычиночные нити в начале цветения еще согнуты пополам. Рыльца стилодиев отходят друг от друга. Наблюдается увеличение завязи при переходе от начавших функционировать цветков к цветкам, закончившим свое цветение, в связи с начавшимся процессом роста после оплодотворения. Длительность стадии до 10 дней. В заканчивающем функционировать цветке (IV) начинают опадать лепестки, подсыхают пыльники и рыльца. На растении одновременно присутствуют несколько стадий жизненного цикла цветка.

Экология цветения и опыления. Изучение экологии цветения и опыления растений необходимо для выяснения степени их адаптационной приспособленности к новым условиям в процессе интродукции. Цветение хеномелеса в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми происходит, когда еще возможны заморозки, а также возвратные холода в июне, задерживающие процессы роста и развития. К началу цветения на кусте уже появляются листочки. Цветение растянуто, т. к. бутоны раскрываются не одновременно, а с интервалом. Цветение одного цветка – от 2 до 8 дней в зависимости от погодных

условий. Цветение в условиях дендрария не обильное, так как ежегодно происходит обмерзание побегов. Адаптируясь к неблагоприятным условиям интродукции, растения формируют минимум генеративных органов, что выступает как приспособительный эффект для самосохранения растений.

При раскрывании цветков решающее значение имеет определение времени созревания пестика и тычинок. В полураскрывшемся цветке в солнечные дни уже наблюдается вскрывание нескольких пыльников наружного круга. Пыльники вскрываются последовательно. Сначала друг за другом вскрываются пыльники внешнего круга, а затем внутреннего. В солнечную жаркую погоду начало засыхания первых вскрывшихся пыльников происходит уже к завершению первого дня цветения. Для цветков *C. japonica* характерно одновременное созревание нескольких пыльников внешнего круга и рылец. Согласно опыту с окрашиванием рылец KMnO₄ для определения степени их зрелости, установлено, что они готовы воспринимать пыльцу сразу же после распускания цветка. Тычинки внешнего круга тоже начинают вскрываться в это же время. Тычинки вскрываются на протяжении почти всего периода цветения поочередно. В раскрытом цветке тычинки внешнего круга подсыхают, затем выпрямляются тычинки внутреннего круга и вскрываются. Характерна гомогамия с частичной протерандрией. Рыльца подсыхают, когда произошло опыление. К этому времени часто еще не все пыльники внутреннего круга вскрылись. После вскрытия всех пыльников внутреннего круга они подсыхают, и одновременно опадают лепестки. Постепенное вскрывание пыльников увеличивает возможность эффективного опыления цветка. Происходит совмещение тычиночной и рыльцевой фаз, затем снова наступает тычиночная. Хотя тычинки и пестик находятся почти на одном уровне, во время цветения они не соприкасаются. Имеет место частичное попадание пыльцы на рыльца, т. е. возможна автогамия. Условия для автогамии сохраняются в течение всего времени функционирования пестика.

Структуру цветка следует рассматривать с точки зрения экологии опыления. Одним из этапов семенного размножения является опыление. Наиболее важен с генетической точки зрения тип опыления. Для определения типа опыления цветков *C. japonica* проводили опыты с контролируемым опылением. В 2023 г. в изолированных цветках и цветках с принудительным опылением пыльцой цветка с этого же растения с предварительной их кастрацией плоды не образовались. Самоопыления не произошло. При повторении опытов в 2024 г. результат был тот же. При принудительном перекрестном опылении и свободном опылении в единичных цветках образовались плоды и завязались семена как в 2023, так и в 2024 г. Данный факт указывает на частичную или полную несовместимость пыльцы и рыльца, то есть физиологическую самостерильность, которая является наиболее универсальным приспособлением к перекрестному опылению. Это подтверждают и данные Е. Kaufmane, K. Rumpunen [2002], указывающие на сильную систему самонесовместимости гомоморфного гаметофитного типа у *C. japonica*, когда реакция подавления прорастания пыльцевых зерен происходит в столбике.

Успешное закрепление растений в новых местообитаниях при перекрестном опылении зависит от присутствия соответствующих опылителей-насекомых, являющихся переносчиками пыльцы. Яркие, относительно крупные цветки *C. japonica* с легким приятным ароматом привлекательны для насекомых, которые, собирая нектар и пыльцу, опыляют их. *C. japonica* является ценным источником нектара и пыльцы для насекомых [Weryszko-Chmielewska, Sulborska-Różycka, Sawidis, 2022]. Нектарники расположены в гипантии. Цветок *C. japonica* не имеет ярко выраженных приспособлений к определенному виду насекомых, следовательно, при переселении в новые условия произрастания может опыляться разными насекомыми. В северных условиях мало цветущих растений, и поэтому между ними нет конкуренции за опылителей. Если между насекомым и растением нет прямых адаптаций, то местные насекомые могут использовать новый источник пищи. Взаимоотношения между цветком и насекомым-опылителем устанавливаются с помощью аттрактанта. Открытый цветок *C. japonica*, представляющий элемент аттракции, дает опылителю пыльцу и нектар, которые относятся к первичным аттрактантам. Вторичными аттрактантами являются легкий аромат, выделяемый во время цветения, и визуальная аттракция с помощью яркой красно-оранжевой окраски, формы и довольно большой величины венчика, делающими цветок очень заметным на фоне зеленой листвы. Также наличие близко расположенных соседних цветков увеличивает их привлекательность. Такое оптическое действие основано на цветовом контрасте цветка с окружающей обстановкой [Демьянова, 2011]. Неспециализированные цветки привлекательны для многочисленных местных видов насекомых, которые используют их аттрактанты, тем самым обеспечивая опыление. При опылении опылитель входит в тесный контакт с фертильными органами цветка, которые выделяют и улавливают пыльцу. Насекомое, пробираясь за нектаром, расположенным в гипантии между местом прикрепления внутреннего круга тычинок и завязи, оставляет на рыльцах цветков пыльцу с других растений, а пробираясь наружу, пачкается пыльцой этого же цветка. У цветков рыльца используются как посадочная площадка. После удачного опыления происходит оплодотворение. Цветки, в которых оплодотворения не произошло, опадают.

Плод *C. japonica* пиренариевый ценокарпный, сочный, яблоко многокосточковое. В плоде от 10 до 40 семян длиной от 6.4 мм до 7.3 мм и шириной от 3.6 до 4 мм. Плодоношение охватывает период с июля по конец сентября – начало октября. В начале плодоношения часть плодиков опадает. Плоды зеленые,

к моменту созревания приобретают зелено-бордовый цвет, но не ежегодно. Иногда и под зиму уходят зеленые. Плоды остаются на растении в течение всего зимнего периода. Плодоношение единичное. Не все плоды содержат полноценные семена. Часть плодов была меньших размеров с невыполнеными семенами. Нарушения процессов эмбриогенеза (как на начальных, так и на поздних этапах) приводят к недоразвитию семязачатков и семени, и могут быть вызваны различными факторами (морфогенетическими, генетическими, физиологическими, антэкологическими, экологическими), вызывающими снижение семенной продуктивности. D. Andersone и E. Kaufmane [2003] указывали, что критическими периодами эмбриогенеза, когда происходило наибольшее количество отклонений, были период оплодотворения (через 4–8 дней после опыления) и период, включающий первые 30 дней после оплодотворения. Эти события совпадают с опадением цветков сразу после цветения и опадением плодиков примерно через месяц после опыления. Плодики, которые не опадали в течение этого периода, обычно развивались в нормальные плоды. Наличие полноценных, хоть и в не значительном числе, семян позволит получить более устойчивое к северным условиям потомство.

Заключение

Chaenomeles japonica (Thunb.) Lindl. ex Spach – новое плодовое растение в среднетаежной подзоне Республики Коми. Изучение генеративной сферы растений *C. japonica* при интродукции в подзоне средней тайги Республики Коми показало, что строение цветков соответствует видовым признакам растения. *C. japonica* относится к насекомоопыляемым растениям, что обусловлено морфологическими особенностями, такими как открытый цветок, яркая окраска венчика, легкий аромат и наличие нектара. Вместе с тем выявлены некоторые отклонения, связанные с выращиванием в условиях севера, выражющиеся в нарушении развития как стерильных, так и фертильных структур, среди которых махровость (увеличение числа лепестков), изменение целостности их очертаний (волнистый край), петализация, превращение тычинок в стаминоиды, увеличение или уменьшение числа стилодиев, увеличение или уменьшение числа гнезд в завязи, наличие дефектного пестика. Отмечена высокая степень самонесовместимости, что было подтверждено контролируемым опылением. Плодоношение, как и цветение, единичное. Значительное число аномалий в фертильных частях цветка, возможно, приводит к формированию малого числа плодов на растениях. Получение полноценных семян имеет большое практическое применение, т. к. позволяет использовать их для проведения селекционной работы по отбору наиболее устойчивых особей в последующих семенных поколениях с целью дальнейшего внедрения и распространения вида в северных условиях. Интродуцируемый образец *C. japonica* проявил себя как перспективный для дальнейшего выращивания и изучения в условиях дендрария Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

Список источников

1. Артюшенко З.Т., Федоров Ал.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Л.: Наука, 1986. 392 с.
2. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии / отв. ред. А.И. Таскаев. М.: Дрофа, 1997. 115 с.
3. Братцев С.А., Братцев А.А. Закономерности изменения температуры воздуха в Республике Коми в XX веке // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2000. Вып. 6(29). URL: <https://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/00-29/01.html> (дата обращения: 23.04.2025).
4. Демьяннова Е.И. О постановке антэкологических наблюдений в условиях интродукции // Ботанический журнал. 2011. Т. 98, № 8. С. 1127–1134. EDN: NXVBYR.
5. Карпун Ю.Н. Субтропическая декоративная дендрология: Справочник. СПб., 2010. 580 с. EDN: VPQYOJ.
6. Комар-Тёмная Л.Д. Характеристика признаковой коллекции хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2018. Вып. 20. С. 52–64. DOI: 10.17581/bbgi2005. EDN: VPKNFH.
7. Кумпан В.Н., Сухоцкая С.Г. Завязываемость плодов хеномелеса японского в условиях южной лесостепной зоны Омской области и влияющие факторы // Вестник Казанского ГАУ. 2018. № 4(51). С. 51–55.
8. Куклина А.Г., Сорокупдов В.Н., Навальнева И.А. Интегральная оценка плодоношения отборных форм хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) в Средней России // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2016. № 2(14). С. 3–10. DOI: 10.21685/2307-9150-2016-2-1. EDN: WXGIDH.
9. Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыления растений // Полевая геоботаника. М.; Л., 1960. Т. 2. С. 9–19.
10. Рындин А.В. и др. Красивоцветущие кустарники на юге России (хеномелес, форсайтия, вейгела, гидрангейя, гибискус). Сочи, 2020. 188 с. EDN: HLCVJH.

11. Солтани Г.А., Маляровская В.И. Перспективные сорта хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) для использования в озеленении юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020а/б. № 66(6). С. 412–424. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-412-424. EDN: HAKCLU.
12. Солтани Г.А., Маляровская В.И. Биоресурсный потенциал хеномелесов (*Chaenomeles* Lindl.) в условиях влажных субтропиков России // Бюллетень ГНБС. 2020а/б. Вып. 136. С. 67–77. DOI: 10.36305/0513-1634-2020-136-67-77. EDN: NMIMXU.
13. Тутаюк В.Х. Тератология цветка. Баку, 1969. 111 с.
14. Фегри К., Л. Ван дер Пэйл. Основы экологии опыления. М.: Мир. 1982. 384 с.
15. Федоров А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. Л.: Наука. 1975. 352 с.
16. Федулова Ю.А., Шиковец Т.А. Японская айва – новая плодовая культура в садах России // Современное садоводство. 2016. № 4. С. 25–29. EDN: XEHFAP.
17. Andersone D., Kaufmane E. Flowering and Fruit Set in *Japanese Quince* (*Chaenomeles japonica*) // Japanese Quince-Potential Fruit Crop for Northern Europe. Swedish University of Agricultural Sciences; Alnarp, Sweden, 2003. P. 29–36.
18. Flora of China. URL: <http://www.efloras.org>. (дата обращения: 03.04.2025).
19. Kaufmane E., Rumpunen K. Pollination, pollen tube growth and fertilization in *Chaenomeles japonica* (Japanese quince) // Scientia Horticulturae. 2002. Vol. 94, Iss. 3–4: P. 257–271, DOI: 10.1016/S0304-4238(01)00371-5. EDN: MABONJ.
20. Robinson I. Die Farbungsreaction der Narben, Stigmatochromie, als morphologische Blutenuntersuchungenmethod // Sitzungsber. Akad. Wiss. 1924. Bd. 133, h. 6. S. 181–211.
21. Rumpunen K. et al. Domestication of *Japanese Quince* (*Chaenomeles japonica*) // Acta Hortic. 2000. № 538: P. 345–348. DOI: 10.17660/Acta Hortic.2000.538.59.
22. The World Flora Online. URL: <http://www.worldfloraonline.org>. (дата обращения: 03.04.2025).
23. Weryszko-Chmielewska E., Sulborska-Różycka A., Sawidis T. Structure of the nectary in *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach. in different stages of flowering with focus on nectar secretion // Protoplasma. 2022. Vol. 259, № 6. P. 1467–1476. DOI: 10.1007/s00709-022-01750-5. EDN: PAEQWE.
24. Zhang L. et al. Antioxidant, anti-inflammatory and anti-influenza properties of components from *Chaenomeles speciose* // Molecules. 2010. Vol. 15, № 11: P. 8507–8517. DOI: 10.3390/molecules15118507. EDN: OMLUCZ.

References

1. Artyushenko Z.T., Fedorov Al.A. *Atlas po opisatel'noj morfologii vys'sich rastenij. Plod* [Atlas of descriptive morphology of higher plants. Fructus]. Leningrad, Nauka Publ., 1986. 392 p. (In Russ.).
2. Taskaev A.I., ed. *Atlas Respubliki Komi po klimatu i gidrologii* [Atlas of the Komi Republic on climate and hydrology] Moscow, Drofa Publ., 1997, 115 p. (In Russ.).
3. Brattsev S.A., Brattsev A.A. [Patterns of air temperature change in the Komi Republic in the 20th century]. *Vestnik Instituta biologii Komi NC UrO RAN*. Iss. 6(29) (2000). Available at: <https://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/00-29/01.html> (accessed 23.04.2025). (In Russ.).
4. Demyanova E.I. [On setting up antecological observations in the conditions of introduction]. *Botaničeskij žurnal*. V. 98, No. 8 (2011): pp. 1127–1134. (In Russ.). EDN: NXVBYR.
5. Karpun Yu.N. *Subtropičeskaja dekorativnaja dendrologija* [Subtropical decorative dendrology: A reference book]. St. Petersburg, 2010. 580 p. (In Russ.). EDN: VPQYOJ.
6. Komar-Dark L.D. [Characteristics of the featured collection of chaenomeles (*Chaenomeles* Lindl.)]. *Bulleten' Botaničeskogo sada-instituta DVO RAN*. Iss. 20 (2018): pp. 52–64. (In Russ.). DOI: 10.17581/bbgi2005. EDN: VPKNFH.
7. Kumpan V.N., Sukhotskaya S.G. [Knotting of Japanese henomeles fruits in the conditions of the southern forest-steppe zone of the Omsk region and influencing factors]. *Vestnik Kazanskogo GAU*. No. 4(51) (2018): pp. 51–55. (In Russ.). DOI: 10.12737/article_5c3de3817d4092.85461715. EDN: YWHBRJ.
8. Kuklina A.G., Sorokopudov V.N., Navalneva I.A. [Integral assessment of fruiting of selected forms of chenomeles (*Chaenomeles* Lindl.) in Central Russia]. *Izvestija vys'sich učebnych zavedenij. Povolžskij region. Estestvennye nauki*. No. 2(14) (2016): pp. 3–10. (In Russ.). DOI: 10.21685/2307-9150-2016-2-1. EDN: WXGIDH.
9. Ponomarev A.N. [Study of flowering and pollination of plants]. *Polevaja geobotanika* [Field geobotany]. Moscow, Leningrad, AN SSSR Publ., 1960, V. 2, pp. 9–19. (In Russ.).
10. Ryndin A.V., Malyarovskaya V.I., Karpun Yu.N., Soltani G.A., Kunina V.A., Tyshchenko E.L., Kuvaytsev M.V. *Krasivocvetuščie kustarniki na juge Rossii (henomeles, forsajtija, vejgela, gidrangeja, gibiskus)* [Flowering shrubs in the south of Russia (chenomeles, forsythia, weigela, hydrangea, hibiscus)]. Sochi, 2020. 188 p. (In Russ.). EDN: HLCVJH.

11. Soltani G.A., Malyarovskaya V.I. [Promising varieties of chaenomeles (*Chaenomeles* Lindl.) for use in landscaping in southern Russia]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Juga Rossii*. No. 66(6) (2020a/b): pp. 412-424. (In Russ.). DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-412-424. EDN: HAKCLU.
12. Soltani G.A., Malyarovskaya V.I. [Bioresource potential of Chaenomeles (*Chaenomeles* Lindl.) in the humid subtropics of Russia]. *Bulleten' GNBS*. Iss. 136 (2020a/b): pp. 67-77. (In Russ.). DOI: 10.36305/0513-1634-2020-136-67-77. EDN: NMIMXU.
13. Tutayuk V.H. *Teratologija cvetka* [Teratology of a flower]. Baku, AN Azerbajzhanskoy SSR Publ., 1969. 111 p. (In Russ.).
14. Fegri K., L. Van der Pale. *Osnovy ekologii opylenija* [Fundamentals of pollination ecology]. Moscow, Mir Publ., 1982. 384 p. (In Russ.).
15. Fedorov A.A., Artyushenko Z.T. *Atlas po opisatel'noj morfologii vys'sich rastenij. Cvetok* [Atlas of descriptive morphology of higher plants. Flower]. Leningrad, Nauka Publ., 1975. 352 p. (In Russ.).
16. Fedulova Yu.A., Shikovets T.A. [Japanese quince is a new fruit crop in Russian gardens]. *Sovremennoe sadovodstvo (Elektronnyj zhurnal)*. No. 4 (2016): pp. 25-29. (In Russ.). EDN: XEHFAP.
17. Andersone D., Kaufmane E. Flowering and Fruit Set in Japanese quince (*Chaenomeles japonica*). Japanese Quince-Potential Fruit Crop for Northern Europe. Swedish University of Agricultural Sciences; Alnarp, Sweden. 2003, pp. 29-36.
18. Flora of China. Available at: <http://www.efloras.org> (accessed 3.04.2025).
19. Kaufmane E., Rumpunen K. Pollination, pollen tube growth and fertilization in *Chaenomeles japonica* (Japanese quince). *Scientia Horticulturae*. V. 94, iss. 3-4 (2002): pp. 257-271. DOI: 10.1016/S0304-4238(01)00371-5. EDN: MABONJ.
20. Robinson I. Die Farbungsreaction der Narben, Stigmatochromie, als morphologische Blutenuntersuchungenmethod. *Sitzungsber. Akad. Wiss. Bd.* 133, h. 6 (1924): S. 181-211.
21. Rumpunen K., Trajkovski V., Bartish I., Garkava L., Nybom H., Laencina J., Ros, J.M., Jordan M.J., Hellin P., Tigerstedt P.M.A., Kauppinen S., Thibault J.F., Thomas M., Gustafsson M., Norin I., Åkesson B., Gröön I., Kaufmane E., Ruisa S. and Stanys V. et al., Domestication of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*). *Acta Hortic.* No. 538 (2000): pp. 345-348. DOI: 10.17660/ACTA HORTIC.2000.538.59.
22. The World Flora Online. Available at: <http://www.worldfloraonline.org>. (accessed 3.04.2025).
23. Weryszko-Chmielewska E., Sulborska-Rózycka A., Sawidis T. Structure of the nectary in *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach. in different stages of flowering with focus on nectar secretion. *Protoplasma*. V. 259, No. 6 (2022): pp. 1467-1476. DOI: 10.1007/S00709-022-01750-5. EDN: PAEQWE.
24. Zhang L., Cheng Y.X., Liu A.L., Wang H.D., Wang Y.L., Du G.H. Antioxidant, anti-inflammatory and anti-influenza properties of components from *Chaenomeles speciosa*. *Molecules*. V. 15, No. 11 (2010): pp. 8507-8517. DOI: 10.3390/molecules15118507. EDN: OMLUCZ.

Статья поступила в редакцию 19.07.2025; одобрена после рецензирования 13.10.2025; принята к публикации 02.12.2025.

The article was submitted 19.07.2025; approved after reviewing 13.10.2025; accepted for publication 02.12.2025.

Информация об авторе

С. А. Мифтахова – канд. биол. наук, научный сотрудник отдела Ботанический сад.

Information about the author

S. A. Miftakhova – candidate of biological sciences, researcher of the Botanical Garden.