

БОТАНИКА

Научная статья

УДК 582.946:631.529(470.13-25)

EDN INSOWB

doi: 10.17072/1994-9952-2024-4-367-373



**Антэкологические особенности форзиций при интродукции
в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН**

Светлана Алексеевна Мифтахова

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

Аннотация. Описаны особенности антэкологии интродуцированных растений *Forsythia girdaldiana* и *F. ovata* в дендрарии Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Данные виды являются ценными декоративными раннецветущими кустарниками, способными не только произрастать в суровых условиях, но и сохранять декоративность. Определены сроки и продолжительность их цветения. Проведен анализ строения цветков *F. girdaldiana* и *F. ovata*, установлены их морфометрические параметры при интродукции в условиях севера. Для данных видов характерна гетеростилия в форме дистилии. Выявлено, что в условиях дендрария растения форзиций представлены только одной формой цветка, *F. girdaldiana* – короткостолбчатой, а *F. ovata* – длинностолбчатой, в связи с чем не может произойти легитимного опыления. Как раннецветущим, им присуще стремительное цветение. Основным способом опыления является энтомофилия. Цветкам обоих видов форзиций характерен синдром миофильного опыления, проявляющийся в простом, широко раскрытом венчике, легкодоступном нектаре и отчетливо выступающим наружу репродуктивным органам. В результате опытов предполагаем, что как у *F. girdaldiana*, так и у *F. ovata* возможны либо межвидовая гибридизация, либо факультативный апомиксис, что требует дополнительных исследований.

Ключевые слова: антэкология, *Forsythia girdaldiana*, *Forsythia ovata*, Ботанический сад, среднетаежная подзона Республики Коми, раннецветущие кустарники

Для цитирования: Мифтахова С. А. Антэкологические особенности форзиций при интродукции в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2024. Вып. 4. С. 367–373. <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2024-4-367-373>.

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: «Репродуктивный потенциал ресурсных растений при интродукции на европейском Северо-Востоке» № 122040600020-7.

BOTANY

Original article

**Anthecological features of forsythias during introduction in the
Botanical Garden of the Institute of Biology, Komi Science Centre
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences**

Svetlana A. Miftakhova

Institute of Biology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the RAS, Syktyvkar, Russia, mifs@ib.komisc.ru

Abstract. The article describes anthecological features of the introduced samples of *Forsythia girdaldiana* and *Forsythia ovata* in the arboretum of the Botanical Garden at the Institute of Biology Komi SC UB RAS. These species are valuable decorative early-flowering shrubs, which can not only grow in severe conditions but also preserve their decorative value. The present study determines the time and duration of their flowering, analyzes the structure of the flowers of *F. girdaldiana* and *F. ovata*, and establishes the morphometric parameters during introduction in the conditions of the north. These species are characterized by heterostyly in the form of distily. In the conditions of the arboretum, forsythia plants have only one flower form, *F. girdaldiana* has a short-columned and *F. ovata* has a long-columned flower form and therefore legitimate pollination cannot occur. As early-flowering species, they are characterized by rapid flowering. The main pollination method is entomophilia. The flowers of both forsythia species are characterized by a myophilic pollination syndrome manifested in a

simple, wide-open corolla, easily-accessible nectar, and clearly-protruding reproductive organs. As a result of the experiments, we assume that both *F. giraldiana* and *F. ovata* can possibly have either interspecific hybridization or optional apomixis, which requires additional research.

Keywords: anthecology, *Forsythia giraldiana*, *Forsythia ovata*, Botanical Garden, Middle taiga subzone of the Komi Republic, early flowering shrubs

For citation: Miftakhova S. A. [Anthecological features of forsythias during introduction in the Botanical Garden of the Institute of Biology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]. *Bulletin of Perm University. Biology*. Iss. 4 (2024): pp. 367-373. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2024-4-367-373>.

Acknowledgments: the study was carried out on the experimental base of the UNU “Scientific Collection of Living Plants at the Botanical Garden of the Institute of Biology, Komi Science Center, Ural Division, Russian Academy of Sciences”, reg. No. 507428. The research was conducted within the framework of the state assignment on the topic “Reproductive potential of resource plants during introduction in the European North-East” No. 122040600020-7.

Введение

Неоспорима важность зеленых насаждений для качества городской жизни. Зеленые насаждения, в частности кустарники, оказывают положительное влияние на самочувствие жителей и являются неотъемлемым компонентом ландшафтной архитектуры и городского дизайна. Красивоцветущие кустарники обеспечивают максимальный декоративный эффект во время своего цветения. Скучный ассортимент декоративных древесных и кустарниковых растений на севере делает актуальным привлечение новых видов и образцов путем увеличения числа декоративных растений, используемых при озеленении городских территорий. Одними из немногих представителей рановесеннецветущих растений являются форзиции. Форзиция или форсайтия относится к роду *Forsythia* Vahl. семейства Oleaceae. Согласно современным данным, род *Forsythia* насчитывает 13 природных видов. Для него характерна большая прерывистость ареала: 12 видов в Восточной Азии (Китай, Корея, Япония) и один вид *Forsythia europaea* Degen et Bald. – третичный реликт флоры Юго-Восточной Европы (Балканский полуостров) [Гладкова, 1981; The Plant List]. Такая прерывистость естественного распространения указывает на древность этого рода. Данный род является наиболее примитивным в семействе Oleaceae. Все представители рода *Forsythia* – листопадные кустарники или небольшие деревья с заметными ярко-желтыми цветками, которые появляются очень рано, еще до появления листьев.

Представители рода *Forsythia* применяются как лекарственные и декоративные растения. Например, *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl используется в медицинских целях, являясь одним из основных лекарственных растений, широко применяемых в китайской, японской и корейской народной медицине, в связи с чем в этих странах занимаются изучением химической природы и биологической эффективности данного вида. Соединения, присутствующие в *F. suspensa*, включают фенилэтановые гликозиды, три-терпеноиды, лигнаны и флавоноиды. Многие фармакологические исследования подтвердили, что плоды форзиции свисающей обладают противовоспалительной, антиоксидантной, противовирусной, противомикробной, противодиабетической, антигиперлипидемической и противоопухолевой активностью, а также гепатопротекторным, нейропротекторным и сердечно-сосудистым эффектами, помогают при андрогенном облысении [Lingdi Liu et al., 2022; Sansei Nishibe et al., 2021]. Впервые в Россию растения форзиции были завезены на Черноморское побережье в Никитский ботанический сад в 1824 г. [Жоркешко, 1971]. На территории России выращивают 7 видов данного рода [Карпун, 2010]. Распространены в культуре в основном на юге страны, также выращиваются в Москве и с 1938 г. – в Санкт-Петербурге [Куклина, 1995]. В Европе (Голландия) первый описанный вид *F. suspensa* появился в 1833 г. [Минчинова, 2000]. Все представители рода могут использоваться в декоративном садоводстве. Их характерной особенностью является то, что цветут они одними из первых до распускания листьев, когда у большинства растений еще не началась вегетация. Цветут яркими золотисто-желтыми цветками по всей длине голых безлистных ветвей.

Изучение биологических и экологических характеристик различных видов рода *Forsythia* обеспечивает их успешное использование в культуре, которым в основном занимаются на юге страны, в частности во Всероссийском научно-исследовательском институте цветоводства и субтропических культур г. Сочи [Карпун, 2010; Маляровская, 2020].

В коллекции дендрария Ботанического сада род представлен двумя видами – *Forsythia giraldiana* Lingelsh. – форзицией Джиральда и *F. ovata* Nakai – форзицией овальной. Ранее в коллекции был образец *Forsythia viridissima* Lindl. – форзиции зеленой, который отнесен к группе малоперспективных в связи с низкой зимостойкостью и впоследствии выпал [Скупченко и др., 2003].

Пристального внимания заслуживает изучение форзиций как декоративных растений и введение их в культуру в среднетаежную подзону Республики Коми. Интродукция новых видов в данный регион тре-

бует изучения их биологических особенностей, в частности особенностей цветения и опыления в новых условиях. Существует ряд факторов, которые ограничивают широкое использование форзиции, особенно в северных условиях. Основными из них являются низкие температуры и возврат холодов весной. В литературе мы не нашли сведений о биологии цветения и экологии опыления данного растения в условиях севера.

Материал и методы исследования

Объектами исследований послужили образцы *Forsythia geraldiana* и *F. ovata*, полученные семенами в 2006 г. из Таллинского ботанического сада (Эстония). Наблюдения за растениями осуществляли с 2020 г. Изучение биологии цветения и строения цветков проводилось с 2021 по 2023 гг. При описании генеративной сферы руководствовались атласом по описательной морфологии [Федоров, Артюшенко, 1975]. Изучение цветения и опыления форзиций проводили согласно методикам А.Н. Пономарева [1960] и Е.И. Демьяновой [2011]. Для отдельного цветка отмечали кратность его раскрытия и продолжительность жизни. Полученные результаты обработаны статистически с использованием программы MS Excel. Объем выборки при изучении морфологических параметров составил 30 цветков.

Для установления периода восприимчивости рыльца к пыльце применяли методику И. Робинсона [Robinson, 1924]. Для этого выбирали рыльца на разных стадиях развития и цветения. Помещали в 1–2%-ный раствор $KMnO_4$ на 1–2 мин., после этого промывали проточной водой и просматривали под биноклем. Рыльца, восприимчивые к пыльце, окрашивались, невосприимчивые – не окрашивались.

Для установления типа опыления растений в 2022 и 2023 гг. проводили опыт по контролируемому опылению. Для установления возможности идиогамии осуществили следующие варианты опыта: для проверки автотгамии проводили изоляцию цветка и нанесение собственной пыльцы на рыльце для преодоления геркогамии; для возможности гейтогамии проводили кастрацию, принудительное опыление пыльцой цветка с этого же растения и изоляцию, контролем служило свободное опыление. Для установления возможности межвидовой гибридизации или апомиксиса на рыльце цветка *F. geraldiana* нанесли пыльцу *F. ovata*, на рыльце цветка *F. ovata* – пыльцу *F. geraldiana* с последующей изоляцией. Изоляцию проводили на стадии готовых к распусканию бутончиков. Каждый вариант опыта проводили в 10-кратной повторности.

Названия таксонов приведены по базам данных [The Plant List, The International Plant Names Index].

Исследование проходило 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.) и относится к южным районам Республики Коми, к подзоне средней тайги. Климат умеренно-континентальный, зима сравнительно суровая, лето короткое и прохладное. Среднегодовая температура воздуха в Сыктывкаре +0.4°C. За вегетационный период (150 дней) при среднесуточной температуре воздуха выше +5°C сумма суточных температур достигает 1 800°C, за период активной вегетации (90–110 дней) со среднесуточными температурами +10°C и выше – 1 450°C. Среднегодовая сумма осадков – 500–600 мм, основная масса которых выпадает в теплый период [Атлас ..., 1997].

Результаты исследования и их обсуждение

Введение форзиций в культуру в среднетаежной подзоне Республики Коми будет способствовать эстетическому оформлению насаждений и улучшению санитарно-гигиенических условий, позволит увеличить ассортимент видов декоративных растений, используемых для озеленения городских территорий. Цветение *F. geraldiana* и *F. ovata* происходит в одно и то же время приблизительно в десятых числах мая (независимо от метеословий года), до распускания листьев. Низкие температуры во время цветения растения переносит хорошо. Цветение происходит быстро (стремительно), что характерно для всех весеннецветущих растений. После завершения этого периода сразу начинается рост побегов.

Изучение морфологии цветка имеет большое значение для выяснения системы опыления. Согласно литературным источникам, для видов рода *Forsythia* характерна гетеростилия [Гладкова, 1981]. Цветки актиноморфные, колокольчатые, желтые.

Цветок *F. geraldiana*

Цветок обоеполюй, полный, симметричный, циклический. Цветоножка очень короткая, боковая, голая и гладкая. Покровы цветка представлены чашечкой и венчиком. Чашечка зеленая, четырехрассеченная, по краю мелкопильчатая, прижата к венчику, подпестичная. Четыре чашелистика сростаются своим основанием. Чашелистики волосистые. Венчик гладкий, голый, желтый, колокольчатого типа. Лепестки на 1/3 сросшиеся. Воронковидная трубка венчика короткая и широкая. Отгиб свободный, отклоненный, длиннее трубчатого основания венчика. После цветения венчик опадает. Андроей представлен двумя свободными тычинками, каждая из которых состоит из тычиночной нити и пыльника, разделенного на две половинки (теки). Тычинки короче пестика. Тычиночные нити своим основанием прикреплены к

основанию воронки венчика. Тычиночная нить прямая, цилиндрическая, короткая, голая, гладкая. Пыльник неподвижный, прямостоячий, с придатком у верхушки, раздвоенный у основания, по форме сердцевидно-продолговатый, теки сближенные. Место разрыва пыльника боковое. Гинецей представлен ценокарпным пестиком, образованным двумя плодолистиками. Завязь двухгнездная со многими семязачатками, верхняя, по форме округлая или яйцевидная. Поверхность завязи гладкая, голая. Столбик верхушечный, прямостоячий, длинный, тонкий. Рыльце верхушечное, двухлопастное, покрыто сосочками, выше тычинок. Имеются данные, что у длинностолбчатых форм лучше выражена сосочковая поверхность [Малецкий, 1996]. У данного образца длинностолбчатая форма цветка. Морфометрические параметры частей цветка представлены в таблице.

Цветок *F. ovata*

Цветок обоеполюй. Цветоножка короткая, боковая. Цветоложе плоское. Покров цветка расчленен на чашечку и венчик. Чашечка четырехрассеченная с опушением, прижата к венчику. Венчик состоит из трубки, которая составляет $\frac{1}{4}$ длины венчика, зева и отгиба. Трубка венчика прямая, короткая, отгиб четырехлопастной отклоненный. Андроцей представлен двумя фертильными, свободными, прямыми, равными тычинками. Тычинки околопестичные. Тычиночная нить по форме шиловидная, длинная, голая, гладкая. На вершине тычиночной нити расположен неподвижный, прямостоячий, сердцевидный пыльник, состоящий из двух тек. Тычиночные нити прикреплены к основанию трубки венчика. Гинецей представлен ценокарпным пестиком, состоящим из двух сросшихся плодолистиков. Плодолистики срастаются до рылец. Пестик ниже тычинок. Завязь по форме эллиптическая, гладкая, голая, двухгнездная, верхняя. Столбик верхушечный, прямостоячий. Рыльце верхушечное, двухлопастное, каждая лопасть у которого полушаровидная. По положению в пространстве рыльца, его лопасти отогнутые. У данного образца *F. ovata* короткостолбчатая форма цветка. Морфометрические параметры частей цветка представлены в таблице.

Морфометрические параметры цветков *F. giraldiana* и *F. ovata*
[Morphometric parameters of *F. giraldiana* and *F. ovata* flowers]

Параметры цветка, М±m	<i>F. giraldiana</i>	<i>F. ovata</i>
Длина цветка, см	1.95±0.054	1.92±0.027
Длина лопасти лепестка, см	1.28±0.019	1.26±0.029
Ширина лепестка, см	0.63±0.011	0.51±0.009
Длина тычинки, мм	3.16±0.057	5.19±0.089
Длина пыльника, мм	1.91±0.030	1.69±0.031
Ширина пыльника, мм	1.53±0.013	1.50±0.013
Длина тычиночной нити, мм	1.58±0.042	3.71±0.095
Длина завязи, мм	1.59±0.043	1.48±0.028
Ширина завязи, мм	1.42±0.022	1.33±0.017
Длина столбика, мм	3.73±0.042	1.04±0.022

Экология цветения и опыления

Форзиции характеризуются гетеростилией по типу дистилии. В Ботаническом саду ИБ Коми НЦ УрО РАН они цветут в одно время, стремительно. Цветки раскрываются однократно.

F. giraldiana. Цветение кустарника 9–18, цветка 7–15 дней (рис. 1). У данного образца наблюдается геркогамия, т.к. тычинки ниже пестика. Согласно опыту с окрашиванием $KMnO_4$, рыльце готово воспринимать пыльцу к концу второго дня цветения. Пыльники вскрываются к концу первого дня цветения. Наблюдалась дихогамия в форме протандрии. Хотя в условиях интродукции в дендрарии Ботанического сада невозможно легитимное опыление в связи с тем, что каждый вид представлен только одной морфой, мы провели опыты на возможность автогамии и апомиксиса. В 2022 г. во время контролируемого опыления для преодоления геркогамии опылили пыльцой цветка с этого же растения. Семена не завязались. Для проверки межвидовой гибридизации и апомиксиса опылили пыльцой *F. ovata*. Семена завязались (межвидовая гибридизация либо факультативный апомиксис). Также наблюдали образование единичных плодов при свободном опылении с незначительным числом семян от одного до девяти. В 2023 г. образование плодов и семян при контролируемом опылении и при свободном опылении не произошло.

F. ovata. Цветение кустарника 8–19, цветка 6–15 дней (рис. 2), в зависимости от метеоусловий года. Пыльники располагаются выше относительно рыльца пестика. После вскрытия пыльников вся желтая

пыльца высыпается на зеленоватое влажное рыльце. Пыльники вскрываются к концу первого дня цветения. Согласно опыту с окрашиванием $KMnO_4$, рыльце готово воспринимать пыльцу сразу же после распускания цветка (дихогамия в форме протогинии). Для проверки гейтоногамии нанесли на рыльце пыльцу цветка с этого же куста. Плодов не образовалось. Для проверки межвидовой гибридизации или апомиксиса в 2022 г. опылили пыльцой *F. giraldiana*. Плоды также не образовались. Но при свободном опылении произошло образование единичных плодов с незначительным числом семян от одного до шести. Все семена были всхожие. В 2023 г. образование плодов и семян как при контролируемом опылении, так и при свободном опылении не произошло.



Рис. 1. Цветки *F. giraldiana*
[Flowers *F. giraldiana*]



Рис. 2. Цветение *F. ovata*
[Flowering *F. ovata*]

У гетеростильных растений завязывание семян зависит от легитимности опыления. Легитимное опыление всегда перекрестное и происходит между различными морфами тогда, когда рыльце и пыльники находятся в одинаковом положении, например, короткий столбик и короткие тычинки (из длинностолбикового цветка). В условиях дендрария Ботанического сада легитимного опыления быть не может, т.к. каждый вид представлен только одной морфой. В случае принудительного самоопыления в форме автогамии семена не завязались у обоих видов. Это доказывает, что геркогамия и дихогамия не являются препятствием к самоопылению, а лишь дополнительными факторами, ограничивающими его. Данный факт указывает на несовместимость пыльцы и рыльца, т.е. физиологическую самостерильность, которая является наиболее универсальным приспособлением к перекрестному опылению [Демьянова, 2014]. Для видов форзиций характерна гетероморфная самонесовместимость [Малецкий, 1996]. Наблюдения по завязыванию семян при контролируемых опылениях показали, что у *F. giraldiana* возможна межвидовая гибридизация либо факультативный апомиксис. Также они, вероятно, возможны и для *F. ovata*. Хотя, в отличие от *F. giraldiana* в опыте с контролируемым опылением образование плодов не произошло, но все же при свободном опылении они образовались.

Гетеростилия является признаком семейств исключительно с биотическим опылением [Агаджанян, 2000]. Цветкам форзиций характерен синдром миофильного опыления, проявляющийся в простом, широко раскрытом венчике, светлой окраске, слабом запахе, легкодоступном нектаре и отчетливо выступающими наружу репродуктивными органами. Для привлечения насекомых-опылителей цветки используют целый арсенал аттракции: форму, цвет, запах, нектар, пыльцу. Наиболее привлекателен для насекомых нектар. Нектарники морфологически не выражены. Функцию нектарообразования и нектаровыделения выполняют стенки завязи. Добираясь до нектара, насекомое касается пыльников у длинностолбчатых образцов, затем при посещении короткостолбчатых цветков, пробираясь к нектару касается рыльца, перенося на него пыльцу. Нектар легкодоступен, и поэтому цветок легко опыляется насекомыми с короткими хоботками.

Форзиции обладают двумя типами визуальной аттракции – с помощью окраски и формы, т.е. величины цветка. Основным органом привлечения в цветке форзиций является желтый венчик. Наличие близко расположенных соседних цветков увеличивает их привлекательность. Как известно, окраска цветков является в большинстве случаев фактором дальнего действия. Такое оптическое действие основано преимущественно на цветовом контрасте цветка с окружающей обстановкой [Демьянова, 2011]. Цветение форзиций происходит до появления листьев как у самих кустарников, так и у окружающей древесной растительности. Имеются сведения о предпочтении двукрылыми желтых цветков [Мазохин-Поршняков, 1965]. Желтые цветки заметны для всех насекомых-опылителей, в том числе и для неспециализированных. Известно, что обычные мухи обладают способностью различать некоторые цвета (по

крайней мере желтый и голубой), и они оказывают предпочтение желтому цвету [Фегри, Ван дер Пейл, 1982]. Во время цветения форзиций все растение усыпано двукрыльями. В данный ранневесенний период нет конкуренции за опылителей, т.к. в это время в саду цветут только форзиции. Двукрыльями опыляются наименее специализированные из энтомофильных цветков.

Чем в большей степени начало и темпы фенофаз синхронизированы с климатическим ритмом района интродукции, тем успешнее происходит адаптация растений. Разные температурные условия весны незначительно повлияли на наступление и продолжительность фенологических фаз, а также на продолжительность вегетационного периода форзиций, которые обладают высокой зимостойкостью. Резкие колебания температуры в весенний период, как правило, не влияют на растения. Благодаря активному росту побегов у форзиции формируется хорошо развитая крона. По нашим наблюдениям, в суровые зимы однолетние побеги форзиций подмерзают, т.к. их рост продолжается до поздней осени, но следующей весной побеги быстро отрастают снова.

Заключение

Важно привлечение в культуру кустарников с высокой адаптированностью к неблагоприятным факторам среды, способных не только произрастать в суровых условиях, но и сохранять декоративность. Интерес в использовании экзотов в озеленении населенных пунктов очень велик. Форзиции обладают большим преимуществом по сравнению с другими используемыми в зеленом строительстве аборигенными и интродуцированными растениями из-за ранневесеннего цветения. Особенностью форзиций как растений с ранневесенним цветением является стремительное цветение. Форзиции характеризуются гетеростилией в форме дистилии. *F. giraldiana* в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН представлена короткостолбчатой формой, а *F. ovata* – длинностолбчатой. Отсутствие ежегодного плодоношения в изученных условиях интродукции связано с наличием только одной морфологической формы цветков как у *F. giraldiana*, так и у *F. ovata*. При контролируемом опылении цветка в опыте для установления возможности межвидовой гибридизации либо апомиксиса наблюдалось образование плодов с единичными семенами у *F. giraldiana*, так же и при свободном опылении. У *F. ovata* образование плодов произошло только при свободном опылении, что говорит как о возможности межвидовой гибридизации, так и факультативного апомиксиса у данных видов, что требует дополнительных исследований. Формирование единичных плодов со всхожими семенами у *F. giraldiana* и *F. ovata* происходит не ежегодно. Необходимо привлечение образцов других морфологических форм и видов и дальнейшее их изучение.

Список источников

1. Агаджанян А.М. Распространённость и распределение гетеростилии в системе покрытосеменных // Успехи современной биологии. 2000. Т. 120, № 4. С. 348–360.
2. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии. М.: Дрофа, 1997. 115 с.
3. Гладкова В.Н. Порядок маслиновые (Oleales) // Жизнь растений. М., 1981. Т. 5, ч. 2. С. 371–375.
4. Демьянова Е.И. О постановке антропоэкологических наблюдений в условиях интродукции // Ботанический журнал. 2011. Т. 98, № 8. С. 1127–1134.
5. Демьянова Е.И. О полиморфизме некоторых гетеростильных растений лесостепного Зауралья // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2014. Вып. 2. С. 10–17.
6. Карпун Ю.Н. Субтропическая декоративная дендрология: справочник. СПб.: ВВМ, 2010. 580 с.
7. Коркешко А.Л. История паркового строительства на территории Сочи (1866–1969 гг.) // Доклады Сочинского отдела географического общества СССР. 1971. Вып. II. С. 364–376.
8. Куклина А. Золотое сияние форзиции // Цветоводство. 1995. № 2. С. 21–22.
9. Малецкий С.И. Гены самонесовместимости контролируют у цветковых растений перекрестное оплодотворение // Соросовский образовательный журнал. 1996. № 12. С. 19–25.
10. Маляровская В.И., Солтани Г.А., Кунина В.А. Морфо-биологическая характеристика представителей рода *Forsythia* Vahl в условиях влажных субтропиков России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 65(5). С. 340–353. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-5-65-340-353.
11. Мазохин-Поршняков Г.А. Зрение насекомых. М.: Наука, 1965. 262 с.
12. Минничова Н. Весеннее золото Праги // Цветоводство. 2000. № 2. С. 22–23.
13. Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыления растений // Полевая геоботаника. М.; Л., 1960. Т. 2. С. 9–19.
14. Скупченко Л.А. и др. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми. СПб.: Наука, 2003. 214 с.
15. Фегри К., Ван дер Пейл Л. Основы экологии опыления. М.: Мир, 1982. 384 с.
16. Федоров А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. Л.: Наука, 1975. 352 с.
17. Lingdi Liu et al. Metabolome analysis of genus *Forsythia* related constituents in *Forsythia suspensa*

leaves and fruits using UPLC-ESI-QQQ-MS/MS technique // PLOS ONE. 2022. June 28. | <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269915>.

18. Robinsohn I. Die Farbungsreaction der Narben, Stigmatochromie, als morphologische Blütenuntersuchungen method // *Sitzungsber. Akad. Wiss.* 1924. Bd. 133, H. 6. S. 181–211.

19. Sansei Nishibe et al. The Biological Effects of Forsythia Leaves Containing the Cyclic AMP Phosphodiesterase 4 Inhibitor Phillyrin // *Molecules*. 2021. Vol. 26. Art. 2362. DOI: 10.3390/molecules26082362.

20. The International Plant Names Index = IPNI. URL: <http://www.ipni.org> (дата обращения: 23.12.2022).

21. The Plant List. URL: <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения: 23.12.2022).

References

1. Aghajanyan A.M. [The prevalence and distribution of heterostyly in the angiosperm system]. *Uspechi sovremennoj biologii*. V. 120, No. 4 (2000): pp. 348-360. (In Russ.).

2. *Atlas Respubliki Komi po klimatu i gidrologii* [Atlas of the Komi Republic on climate and hydrology]. Moscow, Dorfa Publ., 1997. 115 p. (In Russ.).

3. Gladkova V.N. [The order of olives (Oleales)]. *Žizn' rastenij* [Plant life]. Moscow, 1981, V. 5(2), pp. 371-375. (In Russ.).

4. Demyanova E.I. [On the formulation of antecological observations in the conditions of introduction]. *Botaničeskij žurnal*. V. 98, No. 8 (2011): pp. 1127-1134. (In Russ.).

5. Demyanova E.I. [On the polymorphism of some heterostyle plants of the forest-steppe Trans-Urals]. *Bulletin of Perm University. Biology*. Iss. 2 (2014): pp. 10-17. (In Russ.).

6. Karpun Yu.N. *Subtropičeskaja dekorativnaja dendrologija* [Subtropical decorative dendrology: a reference book]. St-Peterburg, VVM Publ., 2010. 580 p. (In Russ.).

7. Korkeshko A.L. [The history of park construction on the territory of Sochi (1866-1969)]. *Doklady Sočinskogo otdela geografičeskogo obščestva SSSR*. Iss. II (1971): pp. 364-365. (In Russ.).

8. Kuklina A. [Golden radiance of forsythia]. *Cvetovodstvo*. No. 2 (1995): pp. 21-22. (In Russ.).

9. Maletsky S.I. [Self-incompatibility genes control cross-fertilization in flowering plants]. *Sorosovskij obrazovatel'nyj žurnal*. No. 12 (1996): pp. 19-25. (In Russ.).

10. Malyarovskaya V.I., Soltani G., Kunina V.A. [Morphological and biological characteristics of representatives of the genus Forsythia Vahl in the humid subtropics of Russia]. *Plodovodstvo i vinogradorstvo Juga Rossii*. No. 65(5) (2020): pp. 340-353. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-5-65-340-353. (In Russ.).

11. Masokhin-Porshnyakov G.A. *Zrenie nasekomych* [Insect vision]. Moscow, 1965. 262 p. (In Russ.).

12. Minchichova N. [Spring gold of Prague]. *Cvetovodstvo*. No. 2 (2000): pp. 22-23. (In Russ.).

13. 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.).

14. Skupchenko L.A., Mishurov V.P., Volkova G.A., Portnyagina N.V. *Introdukciya poleznych rastenij v podzone srednej tajgi Respubliki Komi* [Introduction of useful plants in the subzone of the middle taiga of the Komi Republic]. St-Peterburg, Nauka Publ., 2003. 214 p. (In Russ.).

15. Fegri K., Van der Peil L. *Osnovy èkologii opylenija* [Fundamentals of pollination ecology]. Moscow, Mir Publ., 1982. 384 p. (In Russ.).

16. Fedorov A.A., Artyushenko Z.T. *Atlas po opisatel'noj morfologii vysšich rastenij, Cvetok* [Atlas of descriptive morphology of higher plants. Flower]. Leningrad, Nauka Publ., 1975. 352 p. (In Russ.).

17. Lingdi Liu, Yu Sun, Chunxiu WenID, Tao Jiang, Wei Tian et al. Metabolome analysis of genus *Forsythia* related constituents in *Forsythia suspensa* leaves and fruits using UPLC-ESI-QQQ-MS/MS technique. *PLOS ONE*. June 28 (2022). | DOI: 10.1371/journal.pone.0269915.

18. Robinsohn I. Die Farbungsreaction der Narben, Stigmatochromie, als morphologische Blütenuntersuchungen method. *Sitzungsber. Akad. Wiss.* Bd. 133, H. 6 (1924): S. 181-211.

19. Sansei Nishibe, Kumiko Mitsui-Saitoh, Junichi Sakai, Takahiko Fujikawa. The Biological Effects of Forsythia Leaves Containing the Cyclic AMP Phosphodiesterase 4 Inhibitor Phillyrin. *Molecules*. V. 26 (2021). Art. 2362. DOI: 10.3390/molecules26082362.

20. The International Plant Names Index. Available at: <http://www.ipni.org> (accessed 23.12.2022).

21. The Plant List. Available at: <http://www.theplantlist.org/> (accessed 23.12.2022).

Статья поступила в редакцию 02.09.2024; одобрена после рецензирования 21.10.2024; принята к публикации 26.11.2024.

The article was submitted 02.09.2024; approved after reviewing 21.10.2024; accepted for publication 26.11.2024.

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.