



Taxonomic characteristics of vegetative organs for invasive species of *Reynoutria* Hook.

Таксономические признаки вегетативных органов инвазионных видов рода *Reynoutria* Hook.

Yulia Vinogradova*, Alla Kuklina, Andrey Ryabchenko

N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia



Article Details:

Received: 2021-04-12

Accepted: 2021-04-28

Available online: 2021-05-31

Species of the genus *Reynoutria* Hook. were originally intentionally introduced from East Asia and in the twentieth century, three of them were successfully naturalized in Europe: *R. sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai, *R. japonica* Houtt. and their cultigenous hybrid *R. × bohemica* Chrtek & Chrtková, which arose in the secondary distributional range of the parent species. As the taxa of the genus *Reynoutria* bloom very late, in late September-October, the characteristics of their leaves – shape, and type of pubescence – are mainly used as diagnostic ones. Identification of the species is often difficult, so this paper aims to identify diagnostic characters of their leaves in the secondary distribution range. Spontaneous invasive populations in Luxembourg, the Czech Republic, and Russia have been investigated. Comparisons have been made with plants growing in the natural range in Japan. Morphological characters were studied using a Keyence VHX-1000E digital microscope and an LEO 1430 VP scanning microscope. *R. sachalinensis* was found to be well distinguished from other species by its larger leaves with a heart-shaped base and a non-retracted apex. On the underside of the leaf, there are long uniseriate filiform trichomes along the lateral veins or outside the veins and peltate glands with 4-, 6- or 8-cell heads. For *R. × bohemica*, the presence of unicellular conical trichomes on the midrib was found to be a diagnostic feature in plants growing in Middle Russia (but not always) and is not applicable to plants from Czech populations, from which this species was actually described! In the taxonomic description of *R. japonica*, it has been suggested that the maximum height of the shoots should be significantly reduced (from 3 m to 1 m), as in the natural range this taxon has prostrate shoots. Plants of the secondary range with tall shoots are likely to be really *R. × bohemica* hybrids. It has been suggested that in Eastern Europe *R. japonica* grows generally very rare and predominantly in culture, and the information about most plants from invasive populations described in the literature as *R. japonica* should in fact be attributed to the hybrid complex *R. × bohemica*.

Keywords: *Reynoutria*, leaves, morphometric analysis, trichomes, variability

Введение

Исследование анатомии и микроморфологии вегетативных органов дает возможность выявить дополнительные диагностические признаки для систематики «трудных» таксонов или видов с позднеосенним цветением (Atalay et al., 2016; Svidenko et al., 2018; Hrytsyna et al., 2019; Vinogradova et al., 2021). Особенно важно получить

эти сведения для чужеродных видов с тем, чтобы как можно более раньше диагностировать новый инвазионный таксон и принять меры по контролю его дальнейшего расселения.

Виды рода Рейнутрия *Reynoutria* Hook. (= *Fallopia* Adans.) семейства Polygonaceae – это многолетние травянистые растения с мощным ветвистым подземным корневищем. Стебли многочисленные,

*Corresponding Author: Yulia Vinogradova, Department of the Native Flora, N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

✉ gbsad@mail.ru

высотой 1–3 м, полые, прямостоячие, вверху ветвистые и часто дуговидно изогнутые, внизу обычно с красноватыми пятнами или штрихами (Vinogradova et al., 2010).

В естественном ареале в Корею *R. sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai встречается в виде додекаплоидов с $2n = 132$; у *R. japonica* Houtt. отмечены тетраплоиды ($2n = 44$), гексаплоиды ($2n = 66$) и октоплоиды ($2n = 88$); *R. forbesii* встречается как гексаплоид ($2n = 66$) и октоплоид ($2n = 88$). Очевидной корреляции между уровнями пloidности этих таксонов и морфологическими признаками не существует, за исключением того, что тетраплоиды *R. japonica* имеют несколько более толстые листья (Kim and Park, 2000).

В Европу натурализовались три вида: *R. sachalinensis*, *R. japonica* и их культурный гибрид *R. × bohemica* Chrtěk & Chrtěková, возникший во вторичном ареале родительских видов. Гибридизация чужеродных видов привела в этом случае к формированию таксона с высоким инвазионным потенциалом, выше, чем у родительских видов (Buhk and Thielsch, 2015). *R. japonica* отмечен в Европе в 31 стране, в 12 из них этот вид рассматривается как инвазионный. *R. sachalinensis* отмечен в Европе в 29 странах, в 18 из них этот вид рассматривается как инвазионный. *R. × bohemica* отмечен в Европе в 26 странах, в 10 из них он включен в список инвазионных видов (CABI, 2021).

Несмотря на высокий инвазионный потенциал, рейнутрию до сих пор используют в декоративных целях. Молодые побеги готовят в пищу как спаржу. В традиционной китайской медицине *R. japonica* используется для лечения гнойных заболеваний, боли в горле, зубной боли, язвы, геморроя, хронического бронхита (Patocka et al., 2017; Zhang et al., 2019). Побеги и корни обладают антиоксидантными, антивирусными, противовоспалительными, кардиопротекторными и противоопухолевыми свойствами (Nawrot-Hadzik et al., 2018). В современной медицине рейнутрию используют для лечения нейрокардиоваскулярных и воспалительных заболеваний, гриппа, гиперлипидемии и ожогов кожи (Saito et al., 1997; Nhiem et al., 2014). На основе рейнутрии выпускают препарат под торговой маркой Milsana*, который эффективен для борьбы с мучнистой росой томатов (Konstantinidou-Doltsinis et al., 2006). Имеются данные, что рейнутрию можно использовать в качестве фиторемедиатора для снижения содержания тяжелых металлов (Ibrahimpašić et al., 2020).

Поскольку таксоны рода *Reynoutria* зацветают очень поздно, в конце сентября–октябре, в качестве диагностических признаков, в основном, используются особенности их листовой пластинки – форма и характер опушения. Выявлены три основных типа трихом:

1. конические одноклеточные трихомы,
2. однорядные нитевидные трихомы, состоящие из 1–8 клеток,
3. пельтатные железистые трихомы.

Типы трихом и их распределение могут быть полезны для различения таксонов в секции (Moon et al., 2011). Отмечено, что *R. sachalinensis* характеризуется специфическими анатомическими особенностями: наличием в листьях друз оксалата кальция и крахмальных гранул (Cîrlig et al., 2016).

В нашей прошлой работе (Vinogradova et al., 2010) мы характеризовали по признакам вегетативных органов следующие различия между таксонами:

- *R. sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai. Листья очень крупные, длиной до 20–45 см, с явственно сердцевидным основанием, нижняя сторона листовой пластинки с длинными (часто более 2 мм) многоклеточными волосками.
- *R. japonica* Houtt. var. *japonica*. Растения высотой 1–4 м. Листовая пластинка яйцевидная или овальная с оттянутой треугольной верхушкой, снизу голая или по жилкам папиллозная, основание усеченное или широко клиновидное, часто несколько неравнобокое. Самые крупные листья на главном побеге длиной до 20–25 см, на боковых побегах листья мельче.
- *R. japonica* var. *compacta* (Hook. f.) Moldenke. Растения высотой до 1 м. Листья довольно мелкие, длина самых крупных из них не превышает 10 см.
- *R. × bohemica* Chrtěk & Chrtěková. Листья с усеченным, реже сердцевидным или ширококлиновидным основанием. Листья снизу хотя бы по жилкам с густыми острыми коническими 1–3-клеточными волосками. У теневых растений листья иногда почти голые, но конические волоски сохраняются хотя бы в основании листовой пластинки. В начале мая при разворачивании листовых пластинок, по крайней мере, у части растений с обеих сторон листа хорошо заметны более длинные простые волоски длиной 1–2 мм.



Рисунок 1 Стелющиеся побеги *Reynoutria japonica* Houtt. в естественном ареале
Figure 1 Prostrate shoots of *Reynoutria japonica* Houtt. in the native distribution range

Исследования, проведенные нами в последние годы, показали, что этот ключ не всегда применим и нуждается в корректировке. Так, в 2016 г. нам

посчастливилось наблюдать *R. japonica* var. *japonica* в ее естественном ареале в окрестностях Токио и на острове Сикоку. На равнине растения имели



Рисунок 2 Форма листовой пластинки *Reynoutria japonica* Houtt. в естественном ареале (каждый лист собран в разных клонах)
Figure 2 Leaf blades of *Reynoutria japonica* Houtt. from the native distribution range (each leaf collected from a different clonas)

стелющиеся побеги (Рисунок 1), а в нижнем поясе гор высота растений не превышала 1 м. Основание листовой пластинки у всех особей было клиновидным (Рисунок 2) и не очень схожим с теми листьями, которые мы наблюдаем у растений в Средней России. Это подтолкнуло нас к более детальному изучению признаков листа таксонов рода *Reynoutria* во вторичном ареале.

Материал и методика

Растительный материал

R. × bohemica: листья собраны в 5 локальных популяциях (или клонах) г. Москвы и в 9 популяциях Московской области: в Балашихинском, Дмитровском, Долгопрудном, Мытищинском, Одинцовском (2 местообитания), Орехово-Зуевском, Пушкинском и Раменском р-нах. В анализ были включены также листья, собранные авторами в г. Вянден и в зарослях по реке Сюр (Люксембург), в г. Прага и в окрестностях г. Карловы Вары (Чехия) и культивируемые клоны в поселках Южного Берега Крыма.

R. japonica var. *japonica*: листья собраны авторами в естественном ареале в пос. Минами (о-в Сикоку, Япония) и в окрестностях г. Токио. Этот же таксон, согласно этикетке, содержится в коллекции Никитского ботанического сада (этот образец мы также включили в анализ).

R. japonica var. *compacta*: листья с растений, культивируемых в Главном ботаническом саду Российской академии наук (ГБС РАН,

Москва, Россия) и в ботаническом саду Карлова университета (Прага, Чехия).

R. sachalinensis: листья собраны авторами в трех локальных популяциях (интродукционная популяция в ГБС РАН, г. Звенигород Московской области и район Новокосино г. Москвы) и получены из естественного ареала (окрестности г. Южно-Сахалинск).

Объем исследованного материала был увеличен за счет просмотра гербарных образцов таксонов рода *Reynoutria*, хранящихся в Гербарии ГБС РАН (МНА) и в Гербарии МГПУ (MOSP).

Морфометрический анализ

Из каждой локальной популяции (= клона) брали по 3 осевых побега и просматривали по 2 листа с каждого на цифровом микроскопе Keyence VHX-1000E при увеличении до $\times 200$. Листья с боковых побегов в анализ не включали, поскольку их форма отличается от формы листьев главного побега. Форму основания листовой пластинки определяли по углу, сформированному средней жилкой и осью, проходящую от основания черешка к краю листовой пластинки. Для исследования ультраскульптуры листовой пластинки использовали сканирующий электронный микроскоп LEO 1430 VP.

Статистический анализ

Результаты обработаны методами математической статистики в программе PAST.

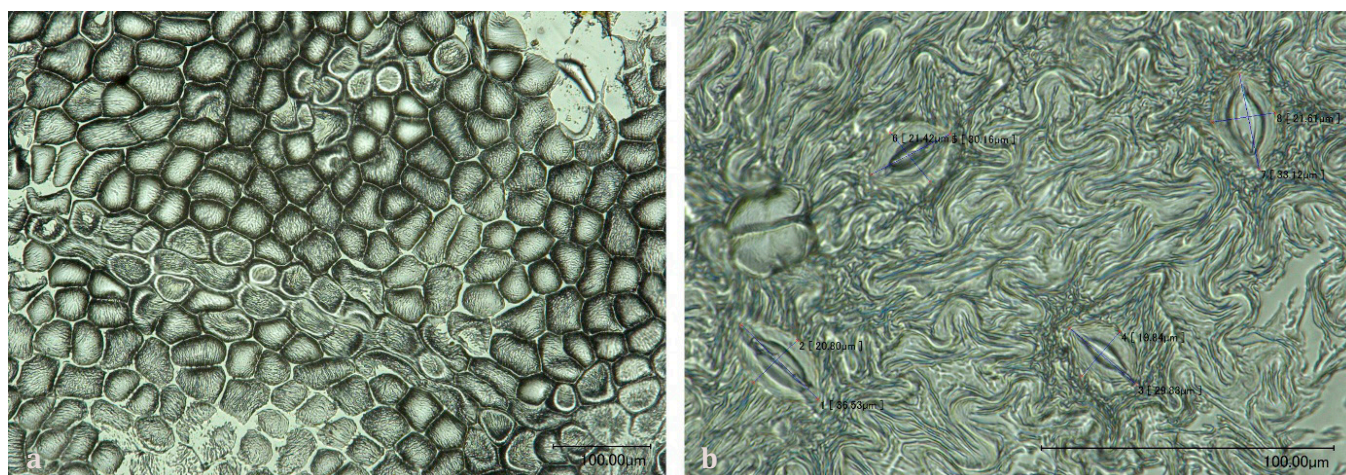


Рисунок 3 Листовая пластинка *Reynoutria × bohemica* Chrtek & Chrtková:

Figure 3 Leaf blade of *Reynoutria × bohemica* Chrtek & Chrtková:
a – верхняя сторона без устьиц; b – нижняя сторона с аномоцитными устьицами и пельтатной железкой
a – upper side without stomata; b – lower side with anomocytic stomata and peltate glandular trichome

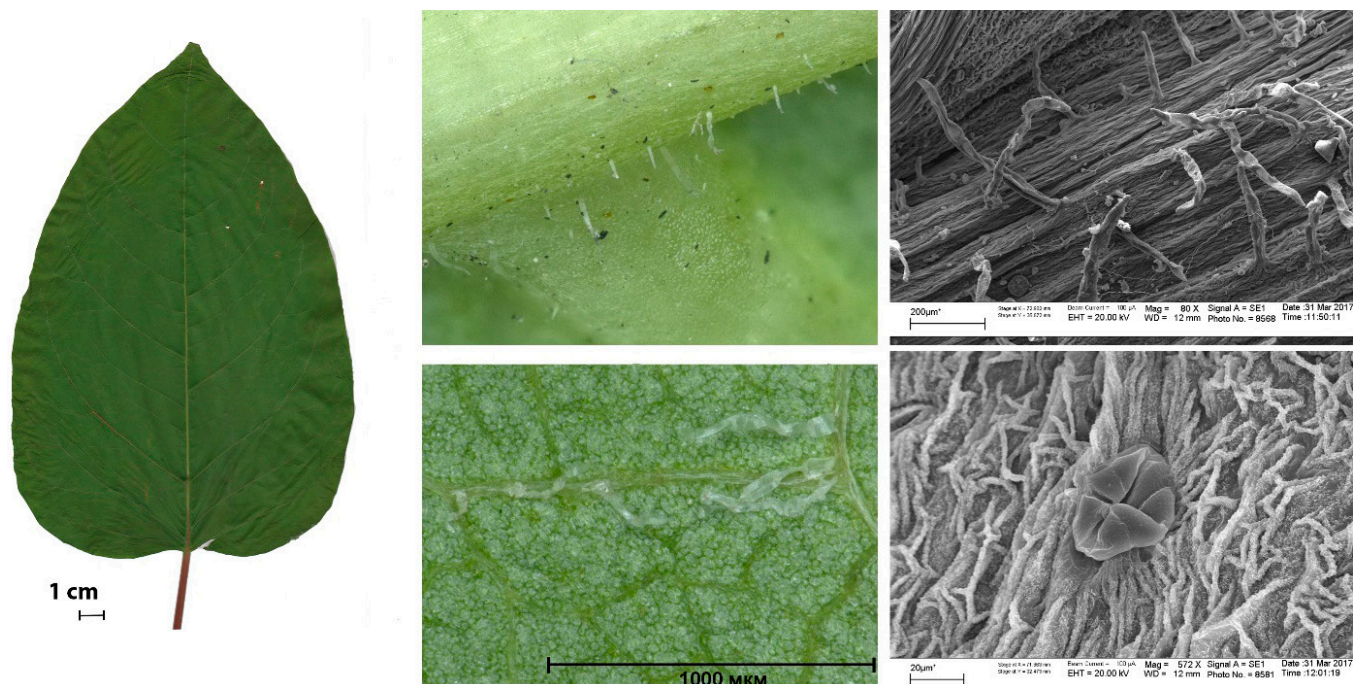


Рисунок 4 Лист *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai: сердцевидное основание, однорядные длинные трихомы и пельтатная железка с восьмиклеточной головкой на нижней стороне листа

Figure 4 Leaf blades of *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai: heart-shaped base, uniseriate filiform trichomes and peltate glandular trichome with 8-celled head on the lower side of leaves

Результаты и обсуждение

У всех видов листья черешковые, верхняя сторона листовой пластинки голая, листья гипостоматические, т.е. устьица у них располагаются только на нижней стороне листовой пластинки (Рисунок 3).

R. sachalinensis хорошо отличается по сердцевидному основанию листа (Рисунок 4): угол между средней жилкой и осью от основания черешка к краю листовой пластинки у всех образцов тупой, т.е. $>90^\circ$ и в среднем составляет $97.7 \pm 2.7^\circ$ (от 95 до 103°). Верхушка листа не оттянута.

Хорошо отличается таксон и по микроморфологическим признакам: на нижней стороне листовой пластинки имеется две группы трихом:

1. короткие по средней жилке,
2. длинные по второстепенным жилкам или вне жилок (Рисунок 4).

Средняя длина длинных трихом у звенигородского образца 256.6 (149 – 494) мкм, у новокосинского образца – 373.5 (210 – 494) мкм. Очень длинных трихом (до 2 мм), которые упоминаются в определителях, мы не находили. Пельтатные железки имеют чаще всего головку из 4 клеток, но встречаются железки и с 6 -клеточной, и с 8 -клеточной головкой. Вместе с характерными

признаками генеративных органов – опушенными цветоножками и опушенными листочками околоцветника внешнего круга, наличием обильной пыльцы и способностью к активному плодоношению (Vinogradova et al., 2016) особи, принадлежащие к этому виду, определяются однозначно.

R. japonica var. *compacta* выделяется среди других таксонов по плотной текстуре и по форме листовой пластинки. Листья у этого растения кожистые и б/м округлые, а нередко ширина листа даже превышает его длину (Рисунок 5). На нижней стороне листа имеются пельтатные железки, но трихомы отсутствуют, в том числе и по жилкам.

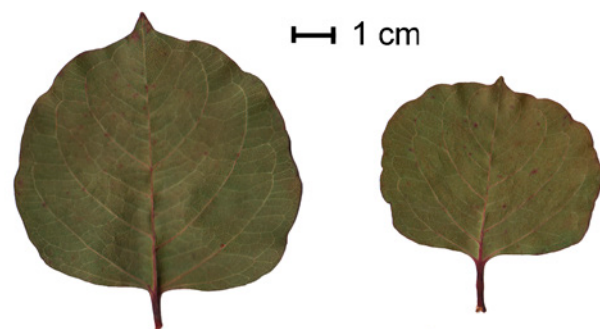


Рисунок 5 Листья *Reynoutria japonica* var. *compacta* (Hook. f.) Moldenke

Figure 5 Leave blades of *R. japonica* var. *compacta* (Hook. f.) Moldenke

R. japonica var. *japonica* в естественном ареале (Рисунок 2) имеет клиновидное основание листа, и угол между средней жилкой и осью от основания черешка к краю листовой пластинки у всех образцов острый, т.е. $<90^\circ$, и в среднем составляет $63.4 \pm 4.5^\circ$ (от 54 до 79°). Единственный образец этого таксона из вторичного ареала, который, согласно документации, намеренно интродуцирован непосредственно из Японии, собран нами в Никитском ботаническом саду и также характеризуется острым углом (70°), однако имеет более округлую форму. На немногочисленных гербарных образцах, собранных непосредственно в Японии (MNA, MW, MOSP), этот признак также прослеживается.

Форма листьев всех остальных образцов варьирует настолько сильно, что по этому признаку разграничивать во вторичном ареале *R. japonica* var. *japonica* от *R. × bohemica* достаточно проблематично (Рисунок 6). Поэтому остальные исследованные нами образцы из европейской части вторичного ареала мы предварительно относим к гибридогенному

комплексу *R. × bohemica*, включающему бэкрроссы с родительскими видами.

R. × bohemica: форма основания листовой пластинки варьирует от слабо сердцевидной (угол 97°) до округло-клиновидной (угол 73°), в среднем $84.2 \pm 1.6^\circ$. Форма варьирует даже в пределах одного клона, что мы наблюдали в многокилометровой заросли в долине реки Сюр в Люксембурге (Рисунок 6 m–p). К тому же листья, формирующиеся к концу вегетационного сезона (на боковых побегах или на верхушках осевых побегов), нередко значительно отличаются по форме от листьев срединной формации на осевых побегах (Рисунок 6 i–l). Верхушка листа оттянутая.

Напротив, микроморфологические признаки листьев у всех образцов варьируют слабо. На верхней стороне листовой пластинки трихомы отсутствуют. На нижней стороне листа имеются пельтатные железки, расположенные вне жилок. Число их составляло от 3 до 5 в мм^2 , а диаметр – от 40 до 50 $\mu\text{м}$ (Таблица 1). Острые конические одноклеточные трихомы по главной жилке отсутствуют у растений, собранных в Чехии, а также

Таблица 1 Признаки листьев *Reynoutria × bohemica* Chrtek & Chrtková из различных популяций Восточной Европы
Table 1 Leaf characteristics of *Reynoutria × bohemica* Chrtek & Chrtková from different populations in Eastern Europe

Исследованные популяции	Географические координаты	*Угол в основании листа, градусы	Конические трихомы по главной жилке	Пельтатные железки с 4-х клеточной головкой
Люксембург, река Сюр	N 49.9093 E 5.9272	95–103	нет	есть
Чехия, Прага, Ботанический институт	N 50.0717 E 14.4216	75–87	нет	есть
Чехия, Карловы Вары, у автобусного вокзала	N 50.2300 E 12.8626	77–89	нет	есть
Чехия, Карловы Вары, институт	N 50.2300 E 12.8724	82–88	нет	есть
Московская область, Орехово-Зуево, Хотейчи	N 55.5028 E 38.7936	76–90	нет	есть
Московская область, Реутов	N 55.7519 E 37.8628	75–86	есть	есть
Московская область, Орудьево	N 56.4474 E 37.5142	75–80	есть	есть
Московская область, Пушкино	N 56.0266 E 37.8328	77–85	есть	есть
Москва, Новокосино	N 55.7339 E 37.8473	70–82	есть	есть
Москва Восточное Бирюлево	N 55.5995 E 37.6746	87–90	есть	есть
Алушта, Крым	N 44.6711 E 34.3979	86–90	есть	есть

Примечание: * угол между средней жилкой и осью от основания черешка к краю листовой пластинки

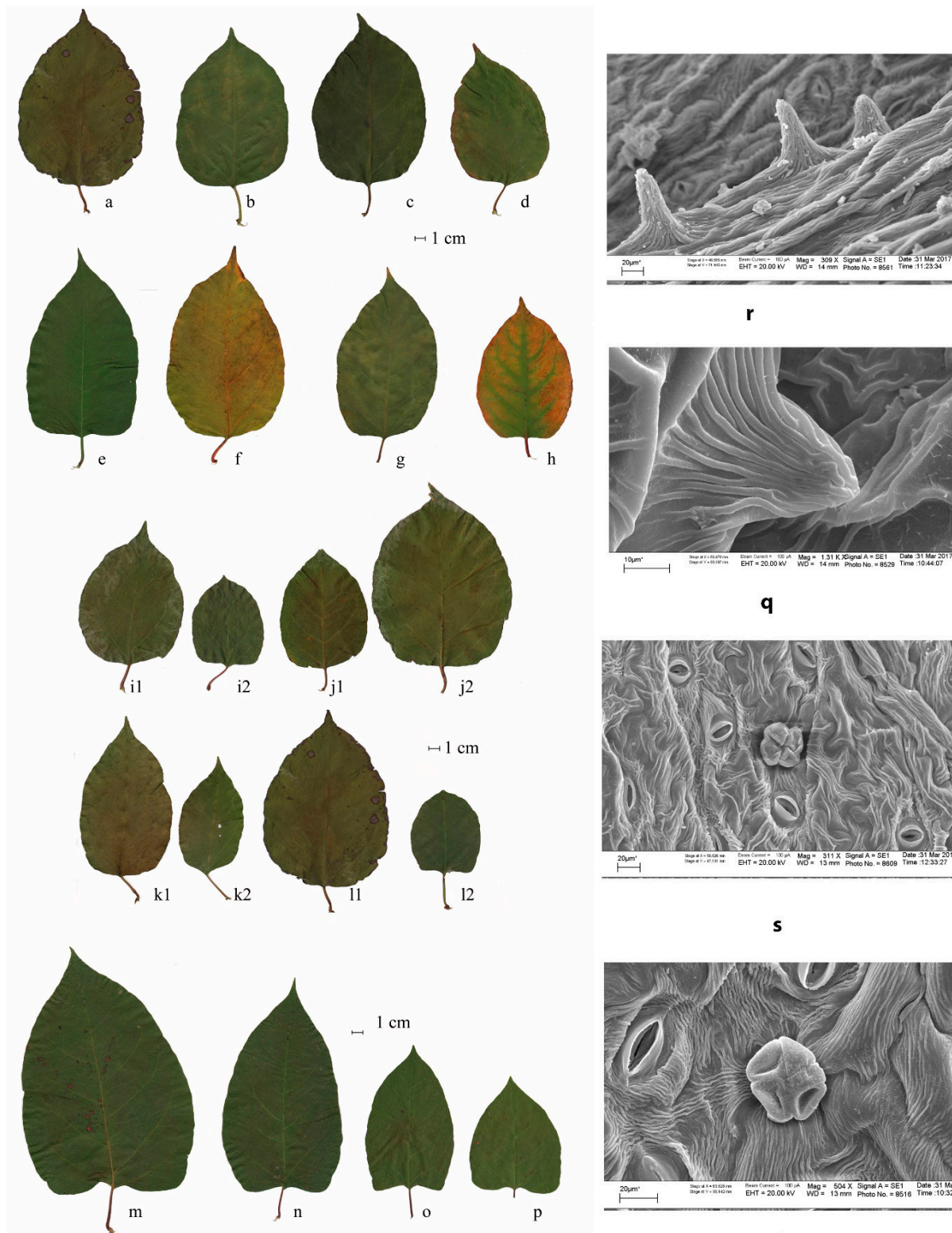


Рисунок 6 Листья *Reynoutria × bohémica* Chrtek & Chrtková: a–h – разные клоны из Московской области; i–l – разные клоны из Средней России (с индексом 1 с осевых побегов, а с индексом 2 – с боковых побегов того же растения); m–p – одна прибрежная популяция по реке Сюр (Люксембург) с особей, произрастающих не менее, чем в 50 м друг от друга; r–q – конические одноклеточные трихомы по средней жилке; s–t – устьица и пельтатные железки с четырехклеточной головкой

Figure 6 Leaves of *Reynoutria × bohémica* Chrtek & Chrtková: a–h – different clones from the Moscow Region; i–l – different clones from Central Russia (with index 1 from axial shoots and index 2 from lateral shoots of the same individual); m–p – one coastal population along the Syur River (Luxembourg) from individuals growing at least 50 m apart each other; r–q – conical unicellular trichomes along the middle vein; s–t – stomata and peltate glandular trichomes with 4–celled head

в одной из популяций Московской области (из Орехово-Зуево). На гербарных листах, хранящихся в МНА, MW и MOSP, этот тип трихом отмечен лишь у 40 % образцов.

Полученные нами результаты позволяют предположить, что интродуцированная в Англию более 100 лет назад *R. japonica* var. *japonica* компенсировала отсутствие первоначальной генетической изменчивости обширной серией межвидовой гибридизации с интродуцированной позднее *R. sachalinensis* и образованием гибрида *R. × bohemica*, способного к обратному скрещиванию с родительскими видами и генерированию разнообразных генотипов. Это подтверждается как различным уровнем пloidности комплекса *R. × bohemica* – от тетраплоидов до октоплоидов, так и его генетическим разнообразием. В Чехии, например, в 88 изученных клонах выявлено 33 мультилокусных генотипа (Mandák et al., 2003, 2005; Bailey, 2012). Однако сведения по уровню пloidности рейнутрии в Словакии, в Криваньских горах, иные. С использованием метода проточной цитометрии показано, что заросли рейнутрии состоят из трех таксонов, каждый из которых представлен только одним цитотипом: гексаплоидным ($2n = 6x \sim 66$) у *R. × bohemica* (23 клон), октоплоидным ($2n = 8x \sim 88$) у *R. japonica* var. *japonica* (18 клонов) и тетраплоидным ($2n = 4x \sim 44$) у *R. sachalinensis* (2 клон). Морфометрия 23 признаков листьев продемонстрировала, что наиболее надежным диагностическим признаком *Reynoutria* является опушение листа. Признано, что *R. × bohemica* очень часто путают с *R. japonica* var. *japonica*, присутствие которой вне культуры переоценивается (Meredà et al., 2019).

В естественном ареале изучаемые таксоны еще более разнообразны: они представлены особями с различными уровнями пloidности и более разнообразными железками. Так, мы обнаружили на листьях пельтатных железок с 2-клеточной и с 14-ти клеточной головкой, которые отмечены корейскими учеными (Moon et al., 2011). Различий между видами по этому признаку мы также не отметили: все таксоны имели железки с 4-х клеточной головкой, только у *R. sachalinensis*, как исключение, наблюдаются железки с с 6-ти и с 8-ми клеточными головками. Напротив, в естественном ареале в Корее у *R. japonica* обнаружены только восьмиклеточные пельтатные железки, а у *R. sachalinensis* – четырех- или восьмиклеточные железки (Khalil et al., 2020).

Выводы

Ключ для определения таксонов рода *Reynoutria* во вторичном ареале по признакам листовой пластинки нуждается в некоторой корректировке. Во-первых, необходимо отказаться от указания такой значительной высоты побегов (1–4 м) для *R. japonica* var. *japonica*, и определить ее высоту в 1,0–1,5 м. Во-вторых, в ключ следует включить отмеченные нами различия в строении пельтатных железок – у *R. × bohemica* они имеют 4-х клеточную головку, тогда как у *R. sachalinensis*, помимо 4-х клеточных головок, встречаются железки с 6-ти и с 8-ми клеточными головками. В-третьих, для *R. × bohemica* наличие конических волосков на средней жилке является диагностическим признаком у растений, произрастающих в Средней полосе России (но и то не всегда), однако не характерен для из чешских популяций, откуда этот вид, собственно, и был описан. Возможно, в Восточной Европе *R. japonica* вообще произрастает крайне редко, и преимущественно в культуре, а сведения по большинству растений, описываемых в литературных источниках как *R. japonica*, на самом деле следует относить к гибридогенному комплексу *R. × bohemica*.

Благодарности

Работа поддержана двусторонним проектом Министерства образования РФ и Министерства образования Словакии и международным грантом РФФИ № 19-54-26010.

Литература

- ATALAY, Z., CELEP, F., BARA, F., DOĞAN, M. 2016. Systematic significance of anatomy and trichome morphology in *Lamium* (Lamioideae; Lamiaceae). In *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, vol. 225, p. 60–75. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2016.10.006>
- BAILEY, J. 2012. The Japanese knotweed invasion viewed as a vast unintentional hybridisation experiment. In *Heredity*, p. 1–6. <https://doi.org/0018-067X/12>
- BUHK, C., THIELSCH, A. 2015. Hybridisation boosts the invasion of an alien species complex: Insights into future invasiveness. In *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, vol. 17(4), p. 274–283. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2015.05.001>
- CABI. *Invasive Species Compendium. Reynoutria*. Accessed 01.05.2021. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/108332>
- ČÍRLIG, N., CALALB, T., TELEUTA, A. 2016. Biometric and anatomical study of the species of *Polygonum*

- sachalinensis* F. Schmidt. In *Journal Botany*, vol. 8(13), p. 64–71.
- HRYTSYNA, M., SKYBITSKA, M., SALAMON, I. 2019. Morphological and anatomical structural features of shoots of species of the genus *Thymus* L., introduced in Botanical Garden of Lviv National University named after Ivan Franko. In *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, vol. 3, p. 38–50. <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.038-050>
- IBRAHIMPAŠIĆ, J., JOGIĆ, V., TOROMANOVIĆ, M., DŽAFEROVIĆ, A., MAKIĆ, H., DEDIĆ, S. 2020. Japanese knotweed (*Reynoutria japonica*) as a phytoremediator of heavy metals. In *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, vol. 74(2), p. 45–53.
- KHALIL, A.A.K., AKTER, K.-M., KIM, H.-J., PARK, W.S., KANG, D.-M., KOO, K.A., AHN, M.-J. 2020. Comparative inner morphological and chemical studies on *Reynoutria* species in Korea. In *Plants*, vol. 9(2), p. 222. <https://doi.org/10.3390/plants9020222>
- KIM, J.Y., PARK, CH.-W. 2000. Morphological and chromosomal variation in *Fallopia* section *Reynoutria* (Polygonaceae) in Korea. In *Brittonia*, vol. 52(1), p. 34–48.
- KONSTANTINIDOU-DOLTSINIS, S., MARKELLOU, E., KASSELAKI, A.-M., FANOURLAKI, M., KOUMAKI, C., A. SCHMITT, A., LIOPA-TSAKALIDIS, A., MALATHRAKIS, N. 2006. Efficacy of Milsana®, a formulated plant extract from *Reynoutria sachalinensis*, against powdery mildew of tomato (*Leveillula taurica*). In *BioControl*, vol. 51, p. 375–392.
- MANDÁK, B., PYŠEK, P., LYSÁK, M., SUDA, J., KRACHULCOVA, A., BÍMOVÁ, K. 2003. Variation in DNA-ploidy levels of *Reynoutria* taxa in the Czech Republic. In *Annals of Botany*, vol. 92(2), p. 265–272. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg141>
- MANDÁK, B., BÍMOVÁ, K., PYŠEK, P., STEPANEK, J., PLACKOVA, I. 2005. Isoenzyme diversity in *Reynoutria* (Polygonaceae) taxa: escape from sterility by hybridization. In *Pl. Syst. Evol.*, vol. 253, p. 219–230. <https://doi.org/10.1007/s00606-005-0316-6>
- MEREĎA, P.JR., KOLÁRIKOVÁ, Z., HODÁLOVÁ, I. 2019. Cytological and morphological variation of *Fallopia* sect. *Reynoutria* taxa (Polygonaceae) in the Krivánska Malá Fatra Mountains (Slovakia). In *Biologia*, vol. 74, p. 215–236. <https://doi.org/10.2478/s11756-018-00168-w>
- MOON, H.-K., PARK, J.H., PARK, CH.-W. 2011. Trichome morphology of *Fallopia* sect. *Reynoutria* (Polygonaceae) in Korea. In *Korean J. Pl. Taxon*, vol. 41(1), p. 51–57.
- NAWROT-HADZIK, I., GRANICA, S., DOMARADZKI, K., PECIO, Ł., MATKOWSKI, A. 2018. Isolation and determination of phenolic glycosides and anthraquinones from rhizomes of various *Reynoutria* species. In *Planta Medica*, vol. 84(15), p. 1118–1126. <https://doi.org/10.1055/a-0605-3857>
- NHIEM, N. X., VAN KIEM, P., VAN MINH, C., HOAI, N. T., DUC, H. V., TAI, B. H., KIM, S. H. 2014. Anti-influenza sesquiterpene from the roots of *Reynoutria japonica*. In *Natural Product Communications*, vol. 9(3), 1934578X1400900. <https://doi.org/10.1177/1934578x1400900308>
- PATOCKA, J., NAVRATILOVA, Z., OVANDO-MARTÍNEZ, M. 2017. Biologically active compounds of knotweed (*Reynoutria* spp.). In *Mil. Med. Sci. Lett. (Voj. Zdrav. Listy)*, vol. 86(1), p. 17–31. <https://doi.org/10.31482/mmsl.2017.004>
- SAITO, M., KAWAI, Y., YAMAZAKI, K., INOUE, N., SHINANO, H. 1997. Antimicrobial activities of extracts from Sachaline Giant Knotweed *Polygonum sachalinense*. In *Food Sci Technol Int Tokyo*, vol. 3(3), p. 290–93.
- SVIDENKO, L., GRYGORIEVA, O., VERGUN, O., HUDZ, N., HORČINOVÁ SEDLÁČKOVÁ, V., ŠIMKOVÁ, J., BRINDZA, J. 2018. Characteristic of leaf peltate glandular trichomes and their variability of some Lamiaceae Martinov family species. In *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, vol. 2, p. 124–132. <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2018.2585-8246.124-132>
- VINOGRADOVA, YU.K., MAYOROV, S.R., KHORON, L.V. 2010. Chernaya kniga flory Srednej Rossii [The Black Book of Flora of the Middle Russia]. Moscow: GEOS. 512 p. [In Russian].
- VINOGRADOVA, YU.K., KUKLINA, A.G., TKACHEVA, E.V. 2017. Stroenie cvetka u rastenij gibridogennogo kompleksa *Reynoutria* Houtt. In *Sistematika i evolyucionnaya morfologiya rastenij* [Flower structure in plants of the hybrid complex *Reynoutria* Houtt. In Systematics and evolutionary morphology of plants:]: Mat-ly konferencii, posvyashchennoj 85-letiyu so dnya rozhdeniya V.N. Tihomirova (31.01-03.02 2017, Moskva)/Sokolov D.D. i dr. M. MAKSS Press. p. 124–129 [In Russian].
- VINOGRADOVA, Y.K., GRYGORIEVA, O.V., VERGUN, E.N. 2021. Stomatal structure in *Symphyotrichum* nees species as an additional index of invasiveness. In *Russian Journal of Biological Invasions*, vol. 12, p. 27–35. <https://doi.org/10.1134/S207511721010136>
- ZHANG, X.-G., MA, G.-Y., KOU, F., LIU, W.-J., SUN, Q.-Y., GUO, C.-J., MA, X.-D., GUO, S.-J., ZHU, J.-N. 2019. *Reynoutria Japonica* from traditional chinese medicine: a source of competitive adenosine deaminase inhibitors for anticancer. In *Comb Chem High Throughput Screen*, vol. 22(2), p. 113–122. <https://doi.org/10.2174/1386207322666190415100618>