

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 581.2: 582.776.2

## АДАПТАЦИЯ ФИТОФАГОВ И ФИТОПАТОГЕНОВ К НЕОФИТАМ РОДА *IMPATIENS* L. (BALSAMINACEAE) В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

Алла Георгиевна Куклина, Ольга Александровна Каштанова,  
Олег Борисович Ткаченко

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН

Автор, ответственный за переписку: Олег Борисович Ткаченко,  
ol-bor-tkach@yandex.ru

**Аннотация.** Представлены результаты пятилетних исследований фитофагов и фитопатогенов в Московском регионе на двух инвазионных видах рода *Impatiens* L. (Balsaminaceae). Повреждающий комплекс формируется из представителей растительоядных полифагов, грибных патогенов и фитовирусов. Он свидетельствует об адаптации автохтонных фитотрофных организмов к этим видам недотроги. У *I. parviflora* DC. обнаружены 6 фитофагов и 4 возбудителя грибных заболеваний, у *I. glandulifera* Royl. – 5 фитофагов, 4 фитопатогена и 3 фитовируса, адаптированных к распространенным неофитам. В период изучения не наблюдалось критического увеличения плотности популяций вредящих видов членистоногих и развития эпифитотий.

**Ключевые слова:** *Impatiens parviflora*, *Impatiens glandulifera*, фитофаги, фитопатогены, адаптивность

DOI: 10.55959/MSU0027-1403-BB-2024-129-1-44-53

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках Государственного задания № 075-00745-22-01 ГБС РАН по программе «Инвазионные растения России: инвентаризация, биоморфологические особенности и эффективные методы контроля расселения», проект № 122042600141-3.

**Для цитирования:** Куклина А.Г., Каштанова О.А., Ткаченко О.Б. Адаптация фитофагов и фитопатогенов к неофитам рода *Impatiens* L. (Balsaminaceae) в Московском регионе // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2024. Т. 129. Вып. 1. С. 44–53.

ORIGINAL ARTICLE

## ADAPTATION OF PHYTOPHAGES AND PHYTOPATHOGENS TO NEOPHYTES OF THE GENUS *IMPATIENS* L. (BALSAMINACEAE) IN MOSCOW REGION

Alla G. Kuklina, Olga A. Kashtanova, Oleg B. Tkachenko

Tsitsin Main Botanical Gardens of Russian Academy of Sciences

Corresponding author: Oleg Borisovich Tkachenko, ol-bor-tkach@yandex.ru

**Abstract.** Results of a five-year study of phytophages and phytopathogens in the Moscow region on two invasive species of the genus *Impatiens* L. (Balsaminaceae): *I. parviflora* DC. and *I. grandiflora* Royl. are presented. The damaging complex consists of representatives of herbivorous polyphages, fungal pathogens, phytophages and indicates the adaptation of autochthonous phytotrophic organisms. 6 phytophages and 4 pathogens of fungal diseases at *I. parviflora*, and 5 phytophages, 4 fungal phytopathogens and 3 phytophages at *I. glandulifera* were found. During the study period, there

was no critical increase in the density of populations of harmful arthropod species and the development of epiphytoties.

**Keywords:** *Impatiens parviflora*, *Impatiens glandulifera*, phytophages, phytopathogens, adaptability

**Financial Support.** The work was carried out within the framework of the State task No. 075-00745-22-01 of the GBS RAS on the program «Invasive plants of Russia: inventory, biomorphological features and effective methods of settlement control», Project no. 122042600141-3.

**For citation:** Kuklina A.G., Kashtanova O.A., Tkachenko O.B. Adaptation of phytophages and phytopathogens to neophytes of the genus *Impatiens* L. (Balsaminaceae) in the Moscow region // Byul. MOIP. Otd. biol. 2024. T. 129. Vyp. 1. S. 44–53.

Изучение особенностей биологии инвазионных видов способствует поиску возможностей, замедляющих фитоинвазии. В России в список ТОП-100 наиболее опасных инвазионных видов включены недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora* DC.) и недотрога железконосная (*I. glandulifera* Roysl. (syn. *I. roylei* Walp.)) из сем. Balsaminaceae (Самые опасные..., 2018).

Естественный ареал *I. parviflora* находится в Средней Азии. Это однолетнее травянистое растение высотой 80–90 см, имеет кистевидные соцветия; типичные цветки длиной 15 мм бледно-желтой окраски (Марков и др., 1997). Единичные находки вида в Европе известны с 1830–1860-х годов. В Центральной Европе с середины XX в. *I. parviflora* является одним из самых распространенных инвазионных видов. К концу XX столетия *I. parviflora* стала обычным сорным видом в садах и дворах Московского региона, образуя одновидовые заросли в сосняках и ельниках (Виноградова и др., 2010; Kuklina, Ozerova, 2022).

Естественный ареал *I. glandulifera* расположен в западных Гималаях. Это однолетнее травянистое растение высотой до 2,5 м. Цветки более крупные, длиной до 30 мм; их окраска варьирует от белого до розового и фиолетового. В 1839 г. *I. glandulifera* завезли из Индии в Великобританию в декоративных целях. Вторичный ареал вида охватывает 18 европейских стран, Азию и Северную Америку. Активная натурализация в средней полосе России началась в 1970-е годы. Вид нередко образует сплошное покрытие, влияя на флористический состав и сообщества насекомых в биоценозах (Виноградова et al., 2020). Наши исследования указывают на присутствие *I. glandulifera* практически во всех административно-территориальных субъектах Московского региона. Однако по темпам освоения Московской обл. *I. parviflora* превалирует над *I. glandulifera*, которая

характеризуется более узкой экологической нишей (Kuklina, Ozerova, 2022).

Эти неофиты превосходят аборигенную *I. noli-tangere* L. по длительности периода цветения, семенной продуктивности и приспособленности к климатическим условиям средней полосы России, представляя угрозу естественному биоразнообразию (Виноградова et al., 2020). В Германии при изучении фитофагов на *I. noli-tangere* в окрестностях Бонна (Schmitz, 1991) были обнаружены повреждения листьев, которые нанесли грызущие фитофаги: улитки и слизни (Gastropoda), пяденицы *Cidaria biriviata* Borkhausen, *C. capitata* Herrich-Schaffer, винный бражник *Pergesa elpenor* L., минер *Phytoliriomyza melampyga* Loew, а также сосущие фитофаги: пилильщик *Siobla sturmi* Klug, жимолостная белокрылка *Aleurodes lonicerae* Walk, несколько видов тли (*Aphis fabae* Scopoli, *Impatiens balsamines* Kaltentbach, *Jacksonia papillata* Theobald), пенница ольховая *Aphrophora alni* Fallen и комар *Clinodiplosis cilicrus* Kieffer, повреждающий почки.

В литературе сообщается об устойчивости инвазионных видов рода *Impatiens* к болезням и вредителям (Виноградова и др., 2010), а их успешность в освоении новых фитоценозов отчасти объясняется отсутствием патогенов. Исследования, проведенные ранее (1985) Р.А. Карписоной в Главном ботаническом саду РАН Москвы, показали, что недотрога мелкоцветковая *I. parviflora* болезнями и насекомыми не повреждается, но отмечено, что вид выступает в качестве одного из промежуточных хозяев паразитического ржавчинного гриба *Puccinia komarovii* Tranzschel ex P. Syd. & Syd.

Цель настоящей работы состояла в изучении видового состава фитофагов и фитопатогенов, а также оценке их адаптивности к инвазионным популяциям *I. parviflora* и *I. glandulifera*, распространенным в Московском регионе.

## Материал и методы

Мониторинг на инвазионных видах рода *Impatiens* осуществляли в ходе полевых маршрутов в июле–октябре 2018–2022 гг. Места сбора образцов *I. parviflora* и *I. glandulifera* из 10 инвазионных популяций в Москве и Московской обл. охарактеризованы в табл. 1.

Насекомые, клещи, моллюски и растительные образцы с признаками повреждений членистоногими, а также с признаками поражений фитопатогенами проанализированы в лаборатории защиты растений ГБС РАН. Микроскопические исследования проведены на цифровом микроскопе «Keyence–VHX1000E» (Япония). Видовой состав акарофауны (Arachnida), энтомофауны (Insecta) и брюхоногих (Gastropoda) определен по имаго, личинкам и симптомам повреждения.

В целях выявления минирующих видов насекомых, листья с минами помещали в индивидуальные стеклянные контейнеры для последующего выведения минеров в лабораторных условиях. Идентификацию грибов выполняли стандартными методами «влажной камеры» и «чистой культуры». Латинские названия фитопатогенов даны согласно Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org>). Частота встречаемости повреждений фитофагами и поражений патогенами оценена на площадках (1 м<sup>2</sup>) по 3-балльной шкале: 1 – слабая (повреждено менее 25% растений), 2 – средняя (26–50%), 3 – сильная (более 50%) (Поляков и др., 1995).

## Результаты и их обсуждение

Ниже приведены по мере убывания частоты встречаемости в популяциях фитофаги и фитопатогены, выявленные в ходе многолетнего мониторинга на инвазионных видах рода *Impatiens*.

### Фитофаги на неофитах *Impatiens*

Ежегодно в период вегетации растения *I. parviflora* и *I. glandulifera* (табл. 2, 3) служили кормовой базой для гелицигоны каменной – *Helicigona lapicida* L. (Gastropoda: Helicidae). Улитка-каменетес длиной 17–20 мм в местах скопления растений питалась листьями, оставляя на них дыры, чаще всего округлой формы. Более мелкая улитка, физиды – *Physa fontinalis* L. (Gastropoda: Physidae), также ежегодно встречалась, но только на листьях *I. glandulifera* и менее обильно. Желто-коричневая раковина физиды длиной 10–15 мм закручена налево, имеет 3–4 оборота. Для нее характерны повреждения в виде насковозь выеденных участков листа. В Германии на *I. glandulifera* зафиксированы слизень *Arion rufus* L. и улитка янтарка *Succinea rutris* L. (Schmitz, 1991).

Каждый сезон мы отмечали на листьях *I. parviflora* и *I. glandulifera* узкие минирующие ходы, иногда сливающиеся в белесые пятна. Из-за скрытого образа жизни и мелких размеров идентификация насекомого долго не давала результатов. После множественных закладок опыта удалось обнаружить минера многоядного или фитомизу – *Phytomyza atricornis* Meig. (Diptera: Agromyzidae), наносящую вред двум видам

Т а б л и ц а 1

Характеристика места сбора образцов *Impatiens*

Адрес фитоценопопуляции	<i>Impatiens parviflora</i>	<i>Impatiens glandulifera</i>	Координаты GPS
Москва, Останкино, территория ГБС РАН	заповедная дубрава	долина р. Лихоборка	55.84502° N 37.59335° E
Московская область, Мытищинский р-н, Национальный парк «Лосиный остров»	смешанный лес	долина р. Пехорка	55.847664° N 37.904232° E
Мытищинский р-н, пос. Шереметьевский	среди уличных посадок	вдоль дренажных канав	55.983445° N 37.489327° E
Балашихинский р-н, Салтыковский лесопарк	смешанный лес	долина р. Руднёвка	55.762713° N 37.922461° E
Сергиево-Посадский р-н, вблизи Троице-Сергиевой Лавры	нет	долина р. Кончуры	56.306623° N 38.142889° E
Орехово-Зуевский р-н, с. Хотейчи, долина р. Гуслица	сосняк-черничник	нет	55.506798° N 38.781277° E

Т а б л и ц а 2

**Фитофаги, фитопатогены и сапротрофы на *Impatiens parviflora* в Московском регионе  
 (в период 2018–2022 гг.)**

Виды патогенного комплекса		Годы фиксации	Повреждение, баллы
Улитка каменотес	<i>Helicigona lapicida</i> (Bourguignat, 1876)	2018–2022	2–3
Фитомиза многоядная	<i>Phytomyza atricornis</i> (Meigen, 1838)	2018–2022	2–3
Бальзаминовая тля	<i>Impatientinum balsamines</i> (Kaltenbach, 1862)	2018, 2022	3
Обыкновенный паутинный клещ	<i>Tetranychus urtica</i> (Koch, 1836)	2021, 2022	2–3
Хрущик садовый	<i>Phyllopertha horticola</i> (Linnaeus, 1758)	2020, 2021	1
Щитник зеленый	<i>Palomena prazina</i> (Linnaeus, 1761)	2019, 2020	1
Ржавчина	<i>Puccinia komarovii</i> (Tranzschel ex P.Syd. & Syd., 1903)	2018, 2019	3
Серая гниль	<i>Botrytis cinerea</i> (Pers., 1797)	2022	1–2
Ложная мучнистая роса	<i>Plasmopara obducens</i> (J. Schröt.) J. Schröt., 1877)	2022	1
Сажистый гриб	<i>Fumago vagans</i> (Pers., 1822)	2022	1

Т а б л и ц а 3

**Фитофаги, фитопатогены и сапротрофы на *Impatiens glandulifera* в Московском регионе  
 (в период 2018–2022 гг.)**

Виды патогенного комплекса		Годы фиксации	Повреждение, баллы
Улитка каменотес	<i>Helicigona lapicida</i> (Bourguignat, 1876)	2018–2022	2–3
Улитка физа пузырчатая	<i>Physa fontinalis</i> (Linnaeus, 1758)	2018–2022	1–2
Фитомиза многоядная	<i>Phytomyza atricornis</i> (Meigen, 1838)	2018–2022	2
Бобовая тля	<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763)	2018, 2022	3
Крушинная тля	<i>Aphis nasturtii</i> (Kaltenbach, 1843)	2018, 2022	3
Серая гниль	<i>Botrytis cinerea</i> (Pers., 1797)	2022	1
Ложная мучнистая роса	<i>Plasmopara obducens</i> (J. Schröt.) J. Schröt., 1886)	2022	1
Септориозная пятнистость	<i>Septoria</i> sp.	2022	1
Сажистый гриб	<i>Fumago vagans</i> (Pers., 1822)	2022	1
Фитовирусы	BYMV, SLRSV, TMV	Согласно М.А. Келдыш и О.Н. Червяковой (2021)	

*Impatiens*. Минирующая мушка с черной блестящей спинкой и желтоватой грудкой (длина ее тела 2–3 мм) поражает до 300 видов растений, относящихся к 30 разным семействам. Личинки выедают паренхиму листьев, образуя светлые извилистые ходы, переходящие в широкую мину, экскременты

в которой, располагаются вдоль мины в ряд. Личинки белые, безногие (3–5 мм), окукливаются внутри мины, с нижней стороны листа. Из литературы известно, что в Германии и Финляндии причиной появления листовых мин у *I. glandulifera* и *I. parviflora* является минирующая мушка –

фитолириомиза *Phytoliriomyza melampyga* (syn. *Liriomyza impatientis* Brischke) тоже из семейства Agromyzidae (Schmitz, 1991, Silfverberg, 2004). Ее повреждения начинаются в виде извилистого хода и заканчиваются точечной миной с хаотично разбросанными экскрементами.

Оба вида *Impatiens* периодически (в годы с благоприятными погодными условиями) повреждаются тлей. В процессе наблюдений за *I. parviflora* отмечено массовое развитие колоний бальзаминной тли *Impatientinum balsamines* (Homoptera: Aphididae). Однако в Германии (Schmitz, 1991), Венгрии (Ripka, Csiszar, 2008) и на Украине (Стукалюк, 2016) идентифицируют другой вид тли – *I. asiaticum* Nevsky, привлекающий сахаристыми выделениями 14 видов муравьев, среди которых доминируют *Formica rufa* (Linnaeus, 1761), *Lasius fuliginosus* (Latreille, 1798) и *L. emarginatus* (Olivier, 1792).

По нашим наблюдениям, *I. glandulifera* в 2018 и 2022 гг. повреждали колонии бобовой тли (*Aphis fabae*) и крушинной тли (*A. nasturtii* Kaltentbach (Homoptera, Aphididae)), виды двудомные, голоциклические. Впервые *Aphis fabae* была отмечена в Германии на аборигенной недотроге и ее инвазивных видах (Schmitz, 1991). Позже оба вида тли были описаны на растениях сем. Balsaminaceae в 1993 г. на Дальнем Востоке (Пащенко, 1993; Марков и др., 1997),

Бескрылые самки *A. fabae* имеют черное тело, длина которого составляет около 2 мм. Их многочисленные колонии питаются на цветоносах, располагаясь в терминальной части побегов. Яйца зимуют на кустах *Euonymus europaeus* L. и *Viburnum opulus* L. Крылатые девственницы летом мигрируют на различные кормовые растения. Развитие одного поколения *A. fabae* длится 20–40 дней, приводя к затормаживанию в росте и развитии растений *I. glandulifera*, что ослабляет их цветение и снижает темпы формирования семян.

Второй вид тли, *A. nasturtii*, повреждающий *I. glandulifera*, – космополит, способный стать вектором для 10 видов вирусов (Fericean, Corneanu, 2017). Весной крушинная тля развивается на *Rhamnus cathartica* L. и *Frangula alnus* Mill. Плотные колонии *A. nasturtii* питаются на концах молодых побегов и нижней стороне листьев. Бескрылые самки длиной 1,1–2,4 мм светло-зеленого или желтовато-зеленого окраса; усики относительно короткие и едва превышают половину длины тела. *A. nasturtii* зимует в стадии яиц.

Исследования, проведенные на *I. parviflora* и *I. glandulifera* в Чешской республике (Starä, 2006;

Starä et al., 2014), позволили выявить сложную взаимосвязь тлей *A. fabae*, *A. nasturtii* и *Impatientinum asiaticum* с паразитоидами (*Lysiphlebus fabarum* Marshall, *L. cardui* Marshall, *L. confusus* Tremblay et Eady, *Aphidius colemani* Viereck, *A. matricariae* Haliday, *Binodoxys acalephae* Marshall, *B. angelicae* Haliday, *Ephedrus plagiator* Nees, *Praon volucre* Haliday, *P. longicorne* Marshall), образующими множественные ассоциации. В 2018 г. в ценопопуляциях ГБС РАН на недотроге мелкоцветковой мы наблюдали наездников (Insecta. Hymenoptera, Parasitica) и результат массовой мумификации ими колоний *A. fabae*, но видовое определение паразитоидов не входило в нашу задачу.

В 2019 и 2021 гг. в инвазивной популяции *I. parviflora* на территории ГБС РАН (Москва) впервые обнаружен обыкновенный паутинный клещ – *Tetranychus urticae* C.L. Koch. (Acariiformes: Tetranychidae), который вредит на всех подвижных стадиях развития (кроме стадии зимующих самок). *T. urticae* прокалывает эпидермис на нижней стороне листа и высасывает сок растений *I. parviflora*. Поврежденные участки листа обесцвечиваются и отмирают. В результате на листе проявляется характерная мраморная окраска. В условиях недостатка влаги и массового развития *T. urticae* (3 балла) поврежденные растения погибают.

Каждый сезон (2018–2022) тонкие листья инвазивных видов *Impatiens* в Московском регионе становятся кормовой базой для филлофагов, входящих в комплекс грызущих насекомых, таких как листоеды (Coleoptera: Chrysomelidae) и гусеницы совок (Lepidoptera: Noctuidae, Erebidae), ведущих ночной образ жизни, о чем свидетельствуют найденные личинки и характер повреждений листа. Эпизодически на растениях *I. parviflora* встречали широко распространенного хрущика садового – *Phyllopertha horticola* L. (Coleoptera: Scarabaeidae). Жук длиной тела 8–11 мм с красно-бурыми надкрыльями отмечен в 2020 и 2021 гг. в бутонах и на листьях. На стадии личинки *Ph. horticola* повреждает корневую систему недотроги.

Иногда на *I. parviflora* фиксировали щитника зеленого – *Palomena prazina* L. (Hemiptera: Pentatomidae), питающегося растительным соком. При массовом развитии популяции клопа растения недотроги значительно ослабляются. В Германии листьями недотроги питаются клоп *Lygus* sp. и личинка *Pergesa elponor*. Обе недотроги повреждает ольховая пенница *Aphrophora alni* (Schmitz, 1991).

### Фитопатогены на неофитах *Impatiens*

В 2018 г. в Московском регионе на *I. parviflora* отмечена ржавчина – *Puccinia komarovii* (Pucciniaceae). Ранее (1978 г.) сообщалось (Ульянищев, 1978), что *P. komarovii* поражает *I. parviflora* в Европе, Сибири и Средней Азии, а на о. Сахалин назван иной вид ржавчины – *P. noli-tangere* Corda. Через 20 лет появилась информация о фитопатогене (*P. komarovii*) в Словакии (Vasígalova et al., 1998), затем в 2011–2015 гг. его отмечали в Московском регионе (Благовещенская, 2017). Хотя *P. komarovii* широко распространена на *I. parviflora* и препятствует нормальному фотосинтезу, в Москве (ГБС РАН) гибели растений не отмечено. Однако в экспериментах польских ученых показано успешное применение ржавчины, вызываемой *P. komarovii*, против *I. parviflora*, которая приводила к высокой смертности растений уже в мае и первой половине июня (Piskorz, Klimko, 2006). Можно предположить, что механизм резистентности московских популяций *I. parviflora* связан с наличием эндофитов<sup>1</sup>.

Великобритания и страны ЕС с 2006 г. в качестве агента по биоконтролю за *I. glandulifera* применяют возбудителя ржавчины *P. komarovii* var. *glanduliferae* R.A. Tanner, C.A. Ellison, L. Kiss & H.C. Evans, взятого с родины недотроги железконосной – Западных Гималаев (Tanner, 2011; Tanner et al., 2015). В процессе применения было обнаружено, что уровень фенотипической устойчивости *I. glandulifera* к биоагенту *P. komarovii* var. *glanduliferae* может зависеть от присутствия эндофитных грибов *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmond, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. и *Cladosporium oxysporum* Berk & Curtis, являющихся антагонистами ржавчины и смягчающих воздействие этого патогена на растения (Currie et al., 2020). Генотипическая дифференциация, выявленная в популяциях самого инвазионного растения, влияет также на восприимчивость к вирулентным штаммам ржавчины (Pollard et al., 2021).

Другой возбудитель ржавчины – *P. argentata* (Schultz) G. Winter, паразитирующий на аборигенной *I. noli-tangere* в республике Беларусь (Гирилович и др., 2003), на *I. parviflora* (Csiszár, Bartha, 2008) в Центральной Европе и в России (Мель-

ник и др., 2008), нами на неофитах *Impatiens* не обнаружен.

В 2022 г. у *I. parviflora* в Москве выявлена ложная мучнистая роса, возбудитель – грибоподобный организм *Plasmopara obducens* (J. Schröt.) J. Schröt. (Peronosporaceae). Заболевание встречалось редко, его трудно заметить, так как пятна, проявляющиеся на верхней стороне листьев недотроги, не ясно выражены. Слабый пушок мицелия, развивающийся на нижней стороне листьев, также плохо заметен. При развитии болезни, особенно при повышенной влажности, можно наблюдать деформацию листьев, их опадение и задержку роста растений.

Следует отметить, что оомицет *P. obducens*, вызывающий массовые поражения *I. parviflora*, был выявлен ранее (в 2012–2013 гг.) в Московской обл. (Благовещенская, 2017). Кардинальная смена стратегии возбудителя – от паразитирования, преимущественно на проростках *I. noli-tangere*, до поражения инвазионных видов *Impatiens* в стадии генеративного развития, приводящего к задержке роста и ослаблению цветения, указывает на повышение уровня адаптации фитопатогена к чужеродному виду растения. Кроме того, Е.Ю. Благовещенская (2017) сообщает, что настоящая мучнистая роса (*Podosphaera balsaminae* (Erysiphaceae)) с характерной симптоматикой в виде белого мучнистого налета, наблюдаемая только на аборигенной *I. noli-tangeri*, может стать потенциально опасной для инвазионных видов *Impatiens*. В ходе изучения неофитов *Impatiens* в Московском регионе фитопатогена *P. balsaminae* мы не отмечали.

В конце лета 2022 г. на обоих инвазионных видах *Impatiens* обнаружены локальные очаги серой гнили, вызванные возбудителем *Botrytis cinerea* Pers. (Sclerotiniaceae), приводящие к частичному отмиранию цветоносов и ослаблению плодоношения. Гриб легко определяли, когда пораженные части растений (в основном листья) помещали во влажную камеру, где вскоре развивалась конидиальная стадия в виде серой плесени. В тот же период на листьях *I. glandulifera* выявлена беловатая пятнистость с бурым окаймлением с пикнидами, погруженными под эпидермис, которые прорываются наружу во влажных камерах. Возможно, пятнистость вызвана грибом рода *Septoria*. Грибы этого рода отмечены на недотроге железконосной

<sup>1</sup> Эндофиты – микроорганизмы, которые бессимптомно обитают в тканях высших растений и считаются перспективным источником биоактивных соединений.

в Индии, но вид *Septoria* на недотроге еще не описан (Tanner et al., 2014).

В инвазионных популяциях *I. parviflora* и *I. glandulifera* на близко растущих друг к другу растениях, оказавшихся в условиях дефицита освещения и затрудненного процесса фотосинтеза, на листьях появляется черный налет, называемый сажистым грибом. Благоприятным условием для его развития являются сахаристые выделения от тлей *Aphis fabae* и *A. nasturtii*, ослабляющих растения *Impatiens*. В качестве возбудителя сажистого гриба ранее признавали только *Fumago vagans* Pers., syn. *Caldariomyces fumago* Wagon. (Carpodiaceae). Однако при изучении темноокрашенных видов грибов выявили иных возбудителей сажистого гриба (Chomnunti et al., 2014; Hoopgsanan et al., 2015; Flessa et al., 2021).

Согласно исследованию, проведенному М.А. Келдыш и О.Н. Червяковой (2021), на растениях *I. glandulifera* из популяции в ГБС РАН выделены вирусы, относящиеся к трем родам: Poty (BYMV) – вирус желтой мозаики фасоли (Bean yellow mosaic Potyvirus), Tobamo (TMV) – вирус табачной мозаики (Tobacco mosaic Tobamovirus) и Nepo (SLRSV) – вирус латентной кольцевой пятнистости земляники (Strawberry latent ring spot Nepovirus). Симптоматика патогенных возбудителей вирусной инфекции проявляется в виде некротической пятнистости. К вирусным возбудителям, особенно к SLRSV и TMV, восприимчивы многие виды растений. Поскольку векторами фитовирусов в подавляющем большинстве служат насекомые, особенно представители сем. Aphididae, имеющие широкий спектр растений-хозяев, то они являются важным фактором адаптивности вирусов к инвазионным видам.

### Заключение

Проведенные пятилетние наблюдения в Московском регионе на недотроге мелкоцветковой

(*I. parviflora*) выявили 6 видов фитофагов и 4 фитопатогена; на недотроге железконосной (*I. glandulifera*) отмечены 5 видов фитофагов, 4 возбудителя грибных болезней и 3 фитовируса. Критического увеличения плотности популяций вредящих видов членистоногих и массового поражения фитопатогенами (эпифитотий) в период изучения не наблюдали.

Наши исследования позволяют сделать вывод, что по сравнению с первоначальными наблюдениями 1985 и 2010 гг. отмечена адаптация автохтонных растительных организмов к этим инвазионным растениям и ситуация с их повреждаемостью кардинально изменилась. Состав фитофильной энтомофауны на неофитах *Impatiens* формируется за счет полифагов, проникающих из других растительных сообществ.

Большинство патогенов не наносили существенного ущерба растениям. Проявление заболеваний на обоих видах недотроги не носит ежегодного стабильного характера и во многом определяется погодно-климатическими условиями текущего периода.

В Московском регионе ржавчина (*Puccinia komarovii*) не вызывает массового поражения растений *I. parviflora*, хотя в Польше отмечали значительную гибель растений (Piskorz, Klimko, 2006). Возможно, что эндофиты, приобретенные чужеродным видом растения в московском фитоценозе, могут служить барьером при инфицировании патогеном.

На данный период адаптированный фитотрофный комплекс этих двух видов недотрог складывается не только из полифагов, но также из грибных патогенов и фитовирусов, что в перспективе может ослаблять развитие опасных инвазионных видов. Дальнейшее изучение динамики вредоносности инвайдеров, таких как *I. parviflora* и *I. glandulifera*, с учетом современных изменений климата позволит контролировать их популяции, хотя о полном уничтожении речь пока не идет.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### [REFERENCES]

- Благовещенская Е.Ю. Поражение инвазионных растений фитопатогенными грибами на примере недотроги мелкоцветковой // Бюл. МОИП. Сер. биол. 2017. Т. 122. Вып. 2. С. 78–83 [Blagoveshchenskaya E.Yu. Porazhenie invazionnykh rastenii fitopatogennymi gribami na primere nedotrogi melkotsvetkovoi // Byul. MOIP. Ser. biol. 2017. T. 122. Vyp. 2. S. 78–83].
- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун, Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М., 2010. 512 с. [Vinogradova Yu.K., Maiorov S.R., Khorun, L.V. Chernaya kniga flory Srednei Rossii: chuzherodnye vidy rastenii v ekosistemakh Srednei Rossii. M., 2010. 512 s.].

- Гирилович И.С., Храмцов А.К., Гулис В.И., Поликсенова В.Д. Микромитеты государственного национального парка республики Беларусь Беловежская Пуща. I. Пероноспоровые и ржавчинные грибы // Микология и фитопатология. 2003. Т.37. № 3. С. 20–27 [Girilovich I.S., Khramtsov A.K., Gulis V.I., Poliksenova V.D. Mikromitsety gosudarstvennogo natsional'nogo parka respubliky Belarus' Belovezhskaya Pushcha. I. Peronosporovye i rzhavchinnye griby // Mikologiya i fitopatologiya. 2003. T. 37. № 3. S. 20–27].
- Карпионова Р.А. Травянистые растения широколиственных лесов СССР. М., 1985. 205 с. [Karpisonova R.A. Travyanistye rasteniya shirokolistvennykh lesov SSSR. M., 1985. 205 s.].
- Келдыш М.А., Червякова О.Н. Инвазионные растения как источники вирусной инфекции для экономически значимых культур // Защита и карантин растений. 2021. № 12. С. 31–33 [Keldysh M.A., Chervyakova O.N. Invazionnye rasteniya kak istochniki virusnoi infektsii dlya ekonomicheskii znachimykh kul'tur // Zashchita i karantin rasteniy. 2021. № 12. S. 31–33].
- Марков М.В., Уланова Н.Г., Чубатова Н.В. Недотрога // Биологическая флора Московской области. Вып 13. М., 1997. С. 126–168 [Markov M.V., Ulanova N.G., Chubatova N.V. Nedotroga // Biologicheskaya flora Moskovskoi oblasti. Vyp 13. M., 1997. S. 126–168].
- Мельник В.А., Попов Е.С., Шабунин Д.А. Материалы к изучению микобиоты Новгородской и Псковской областей. IV. Хитридиевые, пероноспоровые, мучнисторосяные, ржавчинные, экзобазидиальные, головневые, анаморфные грибы // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42. № 6. С. 524–539 [Mel'nik V.A., Popov E.S., Shabunin D.A. Materialy k izucheniyu mikobioty Novgorodskoi i Pskovskoi oblasti. IV. Khitridievye, peronosporovye, muchnistorosyanye, rzhavchinnye, ekzobazidial'nye, golovnevye, anamorfnye griby // Mikologiya i fitopatologiya. 2008. T. 42. № 6. S. 524–539].
- Пашенко Н.Ф. Тли рода *Aphis* (Homoptera, Aphidinea, Aphididae), живущие на растениях семейств Ариáceе, Balsaminaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae на Дальнем Востоке // Зоологический журнал. 1993. Т. 72. Вып. 7. С. 63–79 [Pashchenko N.F. Tli roda *Aphis* (Homoptera, Aphidinea, Aphididae), zhivushchie na rasteniyakh semeystv Ariáceе, Balsaminaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae na Dal'nem Vostoke // Zoologicheskii zhurnal. 1993. T. 72. Vyp. 7. S. 63–79].
- Поляков И.Я., Левитин М.М., Танский В.И. Фитосанитарная диагностика в интегрированной защите растений. М., 1995. 208 с. [Polyakov I.Ya., Levitin M.M., Tanskii V.I. Fitosanitarnaya diagnostika v integrirovannoi zashchite rastenii. M., 1995. 208 s.].
- Родендорф Е.Б. Сем. Agromyzidae – минирующие мушки / Е.Б. Родендорф // Определитель насекомых европейской части СССР. Л., 1970. Т. 5. Ч. 2. С. 233–303 [Rodendorf E.B. Sem. Agromyzidae – miniruyushchie mushki / E.B. Rodendorf // Opredelitel' nasekomykh evropeiskoi chasti SSSR. L., 1970. T. 5, Ch. 2. S. 233–303].
- Самые опасные инвазионные виды России (ТОП–100) / Ред. Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. М., 2018. 688 с. [Samye opasnye invazionnye vidy Rossii (TOP–100) / Red. Dgebuadze Yu.Yu., Petrosyan V.G., Khlyap L.A. M., 2018. 688 s.].
- Стукалюк С.В. Изменения в структуре мирмекокомплексов широколиственных лесов с доминированием *Impatiens parviflora* DC. (Balsaminaceae) в травяном ярусе // Российский журнал биологических инвазий. 2016. Т. 9. № 3. С. 101–117 [Stukalyuk S.V. Izmeneniya v strukture mirmekokompleksov shirokolistvennykh lesov s dominirovaniem *Impatiens parviflora* DC. (Balsaminaceae) v travyanom yaruse // Rossiiskii zhurnal biologicheskikh invazii. 2016. T. 9. № 3. S. 101–117].
- Ульянищев В.И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Л., 1978. Ч. 2. 384 с. [Ul'yanishchev V.I. Opredelitel' rzhavchinnykh gibrov SSSR. L., 1978. Ch. 2. 384 s.].
- Bacigálová K., Elias P., Šrobárová A. *Puccinia komarovii* – a rust fungus on *Impatiens parviflora* in Slovakia // Biológia (Bratislava). 1998. Vol. 53. N 1. P. 7–13.
- Chomnunti P., Hongsanan S., Aguirre–Hudson B., Tian Q. The sooty moulds // Fungal Diversity. 2014. Vol. 66. P. 1–36 (DOI: 10.1007/s13225–014–0278–5).
- Csiszár A., Bartha D. Small balsam (*Impatiens parviflora* DC.) // The most important invasive plants in Hungary. Vacrátót, Hungary, 2008. P. 139–149.
- Currie A, F., Gange A. C., Ab Razak N., Ellison C. A., Maczey N., Wood S. V. Endophytic fungi in the invasive weed *Impatiens glandulifera*: a barrier to classical biological control? // Weed Research. 2020. Vol. 60. Iss. 1. P. 50–59 (DOI: 10.1111/wre.12396).
- Fericean L.M., Corneanu M. External Anatomy and Life Cycle of *Aphis nasturtii* (Homoptera: Aphididae) // Pakistan Journal of Zoology. 2017. Vol. 49. No 6. P. 2141–2145 (DOI: 10.17582/journal.pjz/2017.49.6.2141.2145).
- Flessa F., Harjes J., Cáceres M. E. S., Rambold B. Comparative analyses of sooty mould communities from Brazil and Central Europe // Mycological Progress. 2021. Vol. 20. P. 869–867 (DOI: 10.1007/s11557–021–01700–0).
- Hongsanan S., Tian Q., Hyde K. D., Chomnunti P. Two new species of sooty moulds, *Capnodium coffeicola* and *Conodiocarpus plimeriaae* in Capnodiaceae //



- Mycosphere, 2015. Vol. 6. N 6. P. 814–824 (DOI: 10.5943/mycosphere/6/6/14)
- Index Fungorum <http://www.indexfungorum.org>.
- Kuklina, A.G., Ozerova N.A. Formation of invasive populations of *Impatiens* L. in the Moscow region (Central Russia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1010. N 1. P. 012050 (DOI: 10.1088/1755–1010/1/012050).
- Piskorz R., Klimko M. The effect of *Puccinia komarovii* Tranzsch. Infection on characters of *Impatiens parviflora* DC. in Galio Silvatici–Carpinetum (R. Tx. 1937) Oberd. 1957 forest association // Acta Soc. Bot. Pol. 2006. Vol. 75. N 1. P. 51–59 (DOI: 10.5586/asbp.2006.008).
- Pollard K.M., Varia S., Seier M.K., Ellison C.A. Battling the biotypes of balsam: the biological control of *Impatiens glandulifera* using the rust fungus *Puccinia komarovii* var. *glanduliferae* in GB // Fungal Biology. 2021. Vol. 125. Iss. 8. P. 537–645 (DOI: 10.1016/j.funbio.2021.03.005).
- Ripka G., Csiszár A. *Impatiens asiaticum* Nevsky, 1929 (Hemiptera: Aphidoidea), new for the Hungarian fauna from *Impatiens parviflora* // Folia Entomologica Hungarica Rovartani Közlemények. 2008. Vol. 69. P. 15–18.
- Schmitz G. Nutzung der Neophyten *Impatiens glandulifera* Royle und *I. parviflora* DC. durch phytophage Insekten im Raum Bonn // Entomologische Nachrichten und Berichte. 1991. Vol. 35. N 4. P. 260–264.
- Silfverberg H. Bladminor på jättebalsamin (*Impatiens glandulifera*) i Finland // Sahlbergia. 2004. Vol. 9. N 2. P. 144.
- Stary P. Aphid parasitoids of the Czech Republic (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). Prague: Academia, 2006. P. 1–430.
- Stary P., Rakhshani E., Tomanović Ž., Kavallieratos N.G., Petrović A., Žikić V., Havelka J. Aphid–parasitoid Associations on the *Impatiens* Plants in Central Europe (Hemiptera, Aphididae; Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) // Journal of the Entomological Research Society. 2014. Vol. 16. Iss. 3. P. 33–43.
- Tanner R.A. An ecological assessment of *Impatiens glandulifera* in its introduced and native range and the potential for its classical biological control. Dissertation, Royal Holloway, University of London. 2011. 286 p.
- Tanner R., Ellison C.A., Seier M., Kovács G.M., Kaszai–Jäger E., Berecky Z., Varia S., Djeddour D., Singh M.Ch., Csiszár Á., Csontos P., Kiss L., Evans H.C. *Puccinia komarovii* var. *glanduliferae* var. nov.: a fungal agent for the biological control of Himalayan balsam (*Impatiens glandulifera*) // European Journal of Plant Pathology. 2014. Vol. 141. N 2. P. 247–266 (DOI: 10.1007/s10658–014–0539–x).
- Tanner R.A., Pollard K.M., Varia S., Evans H.C., Ellison C.A. First release of a fungal classical biocontrol agent against an invasive alien weed in Europe: biology of the rust, *Puccinia komarovii* var. *glandulifera* // Plant Pathology. 2015. Vol. 64. Iss. 5. P. 1130–1139 (DOI: 10.1111/ppa.12352).
- Vinogradova Yu.K., Kuklina A.G., Tkacheva E.V., Ryabchenko A.S., Khomutovskiy M.I., Shelepova O.V. Comparative floral and pollen morphology of some invasive and native *Impatiens* species // Revista de la Universidad del Zulia. 2020. Vol. 11. N 30. P. 315–355 (DOI: 10.46925//rdluz.30.20).

### Сведения об авторах

Алла Георгиевна Куклина – вед. науч. сотр. лаборатории природной флоры, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, канд. биол. наук ([alla\\_gbsad@mail.ru](mailto:alla_gbsad@mail.ru));

Ольга Александровна Каштанова – науч. сотр. лаборатории защиты растений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН ([ol-al-kashtanova@mail.ru](mailto:ol-al-kashtanova@mail.ru));

Олег Борисович Ткаченко – гл. науч. сотр. лаборатории защиты растений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Россия; докт. биол. наук ([ol-bor-tkach@yandex.ru](mailto:ol-bor-tkach@yandex.ru)).

### Information about the authors

Alla Georgievna Kuklina – Leading researcher of the Laboratory of Natural Flora, Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences ([alla\\_gbsad@mail.ru](mailto:alla_gbsad@mail.ru));

Olga Aleksandrovna Kashtanova – Researcher of Plant Protection Laboratory, Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences ([ol-al-kashtanova@mail.ru](mailto:ol-al-kashtanova@mail.ru));

Oleg Borisovich Tkachenko – Main researcher of Plant Protection Laboratory, Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences; (ol-bor-tkach@yandex.ru).

**Вклад авторов**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Contribution of the authors**

the authors contributed equally to this article.

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflicts of interests**

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 11.11.2022; одобрена после рецензирования 23.07.2023; принята к публикации 27.09.2023.

The article was submitted 11.11.2022; approved after reviewing 23.07.2023; accepted for publication 27.09.2023.