

УДК 575.174.015.3:58.006:582.912

DOI: 10.35102/cbg.2025.32.49.002

ПОЛИМОРФИЗМ ПОПУЛЯЦИЙ ИНВАЗИОННОГО ВИДА *IMPATIENS GLANDULIFERA ROYLE (BALSAMINACEAE)* В РАЗЛИЧНЫХ ООЗТ Г. МОСКВЫ

Галкина М.А.^{1*}, Дудова К.В.²

¹Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия

²Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия

* Автор для переписки: mawa.galkina@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Impatiens glandulifera – чужеродный вид, входящий в Топ-100 инвазионных видов России. Были изучены 5 популяций *I. glandulifera* из нескольких ООЗТ г. Москвы: Москворецкий и Тушинский парки, Битцевский и Измайловский лесопарки, долина р. Чермянки. На основании межгенного некодирующего спейсера хлоропластной ДНК *trnV-ndhC* московские образцы распределились по 3 гаплотипам, показывая высокую степень полиморфизма. Высокий полиморфизм характерен для инвазионных особей с обширным вторичным ареалом и большим инвазионным потенциалом. ISSR-анализ показал, что изученные образцы с высокой вероятностью попали в Москву из трех источников заноса, однако происхождение особей, предполагаемое по ISSR данным, не совпадает с их хлоропластными гаплотипами.

Ключевые слова: *Impatiens glandulifera*, ISSR-анализ, хлоропластный межгенный некодирующий спейсер *trnV-ndhC*, ООЗТ, Москва

POPULATION POLYMORPHISM OF THE INVASIVE SPECIES *IMPATIENS GLANDULIFERA ROYLE (BALSAMINACEAE)* IN VARIOUS PROTECTED NATURAL AREAS OF MOSCOW

Galkina M.A.^{1*}, Dudova K.V.²

¹Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia

* Author for correspondence mawa.galkina@gmail.com

ABSTRACT

Impatiens glandulifera is an alien species listed among the Top-100 invasive species in Russia. We studied five populations of *I. glandulifera* from several protected natural areas in Moscow: Moskvoretsky and Tushinsky parks, Bitsevsky and Izmaylovsky forest parks, and the valley of the Chermyanka River. Based on the analysis of the intergenic non-coding spacer of the chloroplast DNA (*trnV-ndhC*), the Moscow samples were divided into three haplotypes, demonstrating a high degree of polymorphism. High polymorphism is characteristic of invasive individuals with an extensive secondary range and high invasive potential. ISSR analysis revealed that the studied samples were most likely introduced to Moscow from three different source populations. However, the origin of the individuals assumed from the ISSR data does not correspond to their chloroplast haplotypes.

Key words: *Impatiens glandulifera*, ISSR analysis, non-coding intergenic spacer *trnV-ndhC*, chloroplast DNA, protected natural areas, Moscow

Цитирование:

Галкина М.А., Дудова К.В.
2025. Полиморфизм популяций инвазионного вида
Impatiens glandulifera Royle
(Balsaminaceae) в различных ООЗТ г. Москвы. *Нов. бюл.*
ГБС. 1(3–4): 21–32. DOI:
10.35102/cbg.2025.32.49.002

Редактор: Шанцер И.А.

Получена: 28.11.2025

Ревизия: 23.12.2025

Принята к публикации:
24.12.2025

Опубликована: 30.12.2025

© 2025 Авторы

Citation:

Galkina M.A., Dudova K.V.
2025. Population polymorphism of the invasive species
Impatiens glandulifera Royle
(Balsaminaceae) in various
protected natural areas of Moscow. *New Bull. MBG*. 1(3–4):
21–32. DOI:
10.35102/cbg.2025.32.49.002

Editor: Schanzer I.A.

Received: 28.11.2025

Revision: 23.12.2025

Accepted: 24.12.2025

Published: 30.12.2025

© 2025 Authors

ВВЕДЕНИЕ

Impatiens glandulifera (недотрога железистая) – травянистый однолетник с гладким, обычно пустотелым и членистым стеблем, который легко ломается. Стебель может достигать высоты 3 м, его диаметр доходит до нескольких сантиметров. Листья супротивные или в трехчленной мутовке, голые, от ланцетных до эллиптических, длиной 5–18 см и шириной 2,5–7 см. Соцветие рацемозное из 2–14 цветков длиной 25–40 мм. Цветки зигоморфные, самый нижний чашелистик мешковидно вздут и заканчивается прямой шпорой. Окраска цветков варьирует от белого до розового и фиолетового, растения цветут с июня по октябрь (Рис. 1). Цветки *I. glandulifera* протандричные, поэтому опыление их облигатно перекрестное, однако иногда имеет место опыление между разными цветками одного растения. Вид энтомофильный, опыляется шмелями. Коробочки длиной 1,5–3,5 см и шириной до 1,5 см. Коробочка содержит до 16 семян, каждое длиной 4–7 мм и шириной 2–4 мм со средней воздушно-сухой массой 2,35 м. Одна особь может продуцировать от 95 до 390 плодов и от 500 до 2500 семян, падающих на почву в радиусе 1–2 м от материнского растения. Подсчитано, что скорость распространения популяции в одном местообитании составляет 2,47 м в год (Vinogradova et al., 2010).



Рисунок 1. Растения *Impatiens glandulifera* из популяций из ООЗТ г. Москвы: А – Измайловский лесопарк, В – Битцевский лес.

Figure 1. Plants of *Impatiens glandulifera* from populations in Moscow protected areas: A – Izmaylovsky Forest Park, B – Bitsevsky Forest Park.

Родина *I. glandulifera* – Западные Гималаи, где вид произрастает на высотах от 1800 до 4000 м (Gupta, 1989). В Европу вид проник в 1838 г., его начали выращивать в ботаническом саду Кью, и впоследствии около ста лет *I. glandulifera* изредка культивировалась в европейских странах как декоративное растение и как медонос (Vinogradova et al., 2010).

dova et al., 2010). Однако еще в первой половине XX в. семена недотроти железистой практически никогда не вызревали, что препятствовало ее широкому распространению (Hegi, 1923). Дальнейшие исторические события (так, в Восточной Европе вид стал активно расселяться в послевоенные годы), развитие транспортных путей и потепление климата привели к тому, что в настоящее время *I. glandulifera* относится к одному из самых распространенных и агрессивных инвазионных видов России. Отчасти это связано с тем, что долгое время вид продолжал использоваться в качестве декоративного растения, выращиваться в садах и палисадниках. Так, по личным сообщениям садоводов-любителей известно, что в конце 1950-х гг. семена *I. glandulifera* пользовались в Москве большим спросом (Vinogradova et al., 2010). Однако с недавнего времени культивирование недотроти железистой и на территории Москвы законодательно запрещено (Федеральный закон о запрете использования в озеленении Москвы инвазионных видов принят Государственной Думой 16.07.2025 и одобрен Советом Федерации 25.07.2025). Недотрота железистая зарегистрирована в 53 субъектах РФ всех 8 Федеральных округов, причем в четырех Федеральных округах (и 16 субъектах РФ, входящих в их состав) *I. glandulifera* имеет статус «вид-трансформер». Недотрота железистая, как правило, образует обширные заросли по берегам водоемов (пока только в отдельных местонахождениях), но уже отмечена вне культуры и в лесах (Senator, Vinogradova, 2023). *I. glandulifera* входит в Топ-100 инвазионных видов России (Dgebuadze et al., 2018). Несмотря на массовый характер распространения данного вида, по данным портала iNaturalist.org, в публикациях для территории Москвы недотрота железистая упоминается лишь единично. Так, показано ее наличие в музее-заповеднике Коломенское, где она произрастает на некоторых участках совместно с *Urtica dioica* и редким и охраняемым *Campanula latifolia* (Polyakova, Melankholin, 2019).

Внутривидовая изменчивость выявлена у многих чужеродных видов, имеющих обширный вторичный ареал (Vinogradova et al., 2010), поэтому есть основания предполагать, что межпопуляционная изменчивость одного из самых распространенных в европейской части России инвазионных видов окажется на высоком уровне. Известно, что в естественном ареале и в западной части вторичного ареала существует несколько хлоропластных гаплотипов *I. glandulifera* (Kurose et al., 2020; Tynkevich et al., 2025). Ранее в России практически не проводилось молекулярно-генетических исследований данного вида, хотя они могли бы дать прогноз по его дальнейшему расширению и помочь в разработках естественных мер борьбы с инвазией недотроти железистой. В наших недавних предыдущих молекулярно-генетических исследованиях недотроти железистой из разных точек вторичного ареала в средней полосе России по ядерному участку ДНК ITS 1–2 не было выявлено полиморфизма, а что касается хлоропластного участка ДНК, был проанализирован некодирующий межгенный спейсер *rpl32-trnL*, как и в исследованиях D. Kurose и др. (2020), на которое мы ориентировались в 2023–2024 гг., но и по этому участку также никакого полиморфизма не было выявлено (Galkina, Vinogradova, 2024). Исходя из этого нами был выбран другой хлоропластный участок ДНК – межгенный спейсер *trnV-ndhC*, а также межмикросателлитные участки (ISSR). Целью нашей работы было популяционно-генетическое исследование *I. glandulifera* из различных ООЗТ Москвы, затрагивая и некоторые другие местонахождения вида в европейской части России в попытке выяснить происхождение московских популяций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

ДНК для межмикросателлитного анализа (ISSR) была выделена из листьев 23 образцов *Impatiens glandulifera* (Табл. 1), предварительно собранных в гербарий, с помощью набора для выделения ДНК «ДНК-Экстрон-3» («ЗАО» Синтол). Отбирались особи, растущие в нескольких метрах друг от друга. Образцы были собраны в 2025 г. на 5 ООЗТ г. Москвы: в Битцевском парке, в Измайловском лесопарке, в парке Крылатские Холмы и в Тушинском парке, в 2023 г. в пойме р. Чермянка. Для анализа высоковариабельного участка хлоропластной ДНК *trnV-ndhC* в выборку были добавлены образцы из гербарной коллекции ГБС РАН (МНА) (Табл. 2). Нуклеотидные последовательности были добавлены в международную базу данных Генбанка (NCBI), номера приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Образцы *Impatiens glandulifera*, собранные в г. Москве.

Table 1. Samples of *Impatiens glandulifera* collected in Moscow.

Условное обозначение* Shorthand of the sample*	Место сбора Place of collection	Год сбора Year
Ig_Tush_1a (PX610290)	ООЗТ Тушино, заросли на берегу р. Братовки N55,85578° E37,39904°	2025
Ig_Tush_1b (PX610291)		
Ig_Tush_1c		
Ig_Tush_1d		
Ig_Tush_1e		
Ig_Kryl_1a (PX610288)	окраина парка Крылатские Холмы N55,7649° E37,4181°	2025
Ig_Kryl_1b (PX610289)		
Ig_Kryl_1c		
Ig_Kryl_1d		
Ig_Kryl_1e		
Ig_Bitsa_1a (PX610284)	ООЗТ Битцевский лес N55,62800° E37,57823°	2025
Ig_Bitsa_1b (PX610285)		
Ig_Bitsa_1c		
Ig_Bitsa_1d		
Ig_Bitsa_1e		
Ig_Izm_1a (PX610286)	ООЗТ Измайлово, заросли в окр. Сокольного пруда N55,77883° E37,77955°	2025
Ig_Izm_1b (PX610287)		
Ig_Izm_1c		
Ig_Izm_1d		
Ig_Izm_1e		
Ig_9a (PX610281)	ООЗТ пойма р. Чермянки N55,8706° E37,6250°	2023
Ig_9b (PX610282)		
Ig_9c (PX610283)		

*Примечание: в скобках для некоторых образцов приведен номер нуклеотидной последовательности участка хлоропластной ДНК *trnV-ndhC*.

*Note: In parentheses, the nucleotide sequence number of the spacer *trnV-ndhC* of chloroplast DNA is given for some samples.

Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили в амплификаторе Biorad T-100 (США). Для хлоропластного некодирующего межгенного спейсера *trnV-ndhC* применялись праймеры *trnV* (прямой) и *ndhC* (обратный) при температуре отжига от 57 до 60 °С. Очистка ПЦР-продукта для секвенирования выполнена в смеси ацетата аммония с этианолом. Определение нуклеотидных последовательностей ДНК проведено на автоматическом секвенаторе в ЗАО «Синтол». Обработка нуклеотидных последова-

тельностей проведена в программе BioEdit (Hall, 1999). Длина последовательностей составила 420–449 п.н. Построение сети гаплотипов методом статистической парсимонии проводилось в программе TCS 1.21 (Clement et al., 2000), индели при построении сети не учитывались (Gap sites = missing).

Таблица 2. Образцы *Impatiens glandulifera* из гербарной коллекции ГБС РАН (МНА).

Table 2. Samples of *Impatiens glandulifera* from MHA Herbarium Collection.

Условное обозначение / Shorthand of the sample	Место сбора / Place of collection	Шифр в гербарной коллекции / Barcode	Номер образца в Генбанке / Accession number in NCBI database
Ig1a	Калужская обл.	MHA0087697	PX610268
Ig1b	Калужская обл.	MHA0087696	PX610269
Ig1c	Калужская обл.	MHA0187009	PX610270
Ig1e	Калужская обл.	MHA0187005	PX610271
Ig2	Калининградская обл.	MHA0449034	PX610272
Ig3	Псковская обл.	MHA0186999	PX610273
Ig4	Тверская обл.	MHA0187000	PX610274
Ig5	Ульяновская обл.	MHA0186996	PX610275
Ig6	Белгородская обл.	MHA0007673	PX610276
Ig7a	Смоленская обл.	MHA0187008	PX610277
Ig7b	Смоленская обл.	MHA0187010	PX610278
Ig8a	Брянская обл.	MHA0187003	PX610279
Ig8b	Брянская обл.	MHA0187002	PX610280

Для ISSR анализа использовалось 6 ISSR-праймеров: M1, M2, M3, M7, UBC825, UBC873. Предварительная денатурация проводилась 3 мин при 94 °C; затем 35 циклов, включающих денатурацию 30 с при 94°C, отжиг праймеров 30 с при 49°C для UBC873, 55°C для UBC825 и M7 и 50°C для остальных праймеров, и элонгацию при 72°C 1 мин с удлинением на 2 с на каждом цикле; заключительная элонгация 3 мин при 72°C. Электрофорез ПЦР-продуктов проводился в 1,7% агарозном геле с добавлением бромида этидия в 0,5 × ТВЕ буфере в течение 1 часа. Затем фрагменты ДНК были сфотографированы в ультрафиолетовом свете с помощью Гель-Док системы (GelDoc-It Imaging System LCD/LM-26E, USA). Для оценки длины фрагментов использовался маркер молекулярного веса 100bp+. Типирование фрагментов проводилось в программе CrossChecker (Buntjer, 2000), дальнейшая обработка матрицы – в программах PAST 5.0 (Hammer, 2001) – ординация данных методом неметрического многомерного шкалирования с дистанцией Жаккара; GenAIEx 6.5 (Peakall, 2012) – анализ молекулярной дисперсии (AMOVA), подсчет показателей гетерозиготности и генетических расстояний Нея между популяциями; и анализ популяционной структуры методом Байеса в Structure 2.3.4 (Evanno et al., 2005). При проведении анализа методом Байеса с использованием алгоритма Марковских Цепей Монте-Карло в программе Structure использовались следующие параметры: продолжительность периода отжига 100 000 итераций, после периода отжига – 500 000 итераций, число популяций K было задано от 1 до 10, анализ проводился в трех повторностях, определение оптимального

числа К и визуализация данных проводилось с помощью сервиса CLUMPAK (Kopelman et al., 2015).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании хлоропластного межгенного некодирующего спейсера *trnV-ndhC* была построена сеть гаплотипов (Рис. 2) для особей *Impatiens glandulifera* из европейской части России. Гаплотипы 1 и 2 оказались более близкими друг другу, чем гаплотип 3 и отличались на одну замену (A/G) и одну делецию из 11 нуклеотидов. Гаплотип 3 имеет существенные отличия от остальных (несколько замен, вставок и делеций) и включает в себя единственный образец Ig9a (экземпляр, собранный в Москве в пойме р. Чермянки). Пространственное распределение гаплотипов на территории Восточно-Европейской равнины также отражено на рисунке 2 (точки для г. Москвы нанесены на карту с помощью сервиса GoogleEarth).

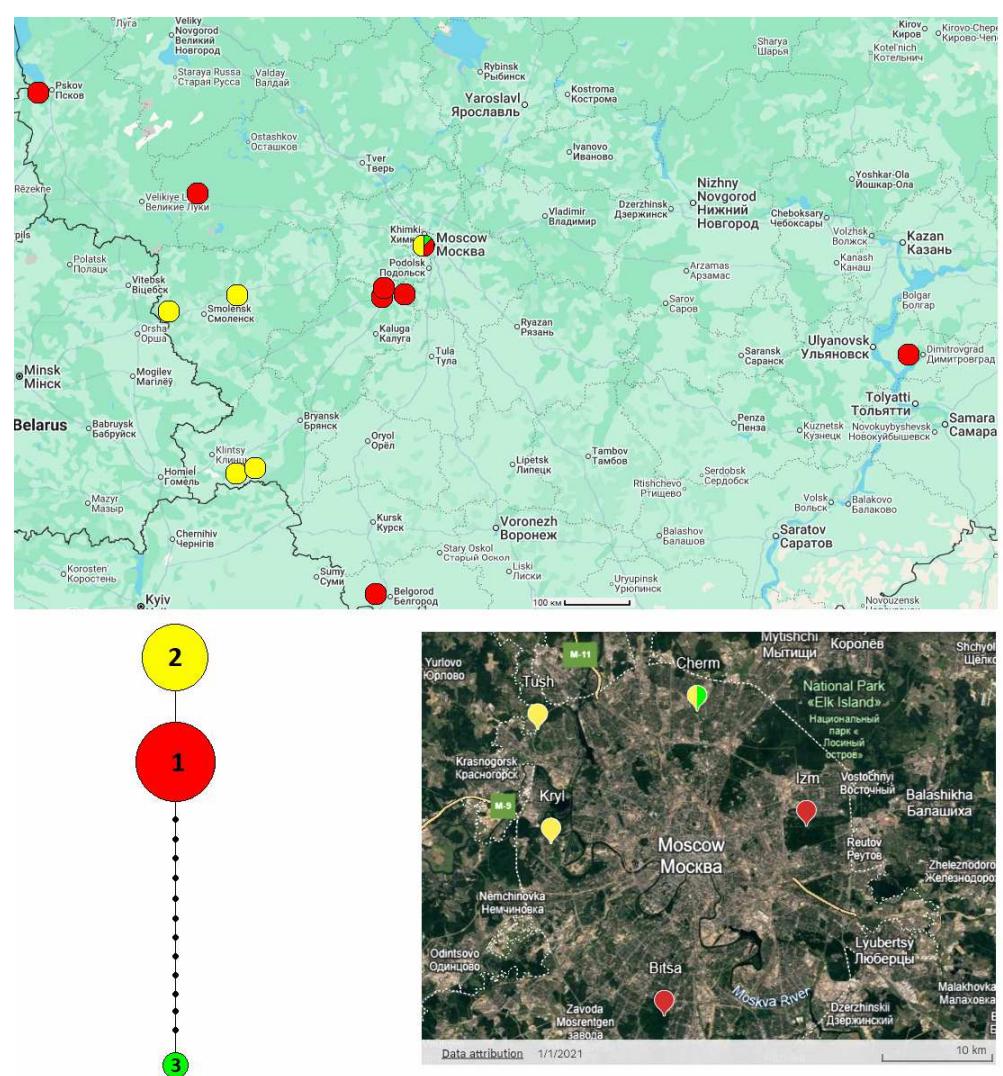


Рисунок 2. Сеть гаплотипов *Impatiens glandulifera* на основании хлоропластного межгенного спейсера *trnV-ndhC* и их пространственное распределение на территории Восточно-Европейской равнины.

Figure 2. Haplotype network of *Impatiens glandulifera* based on intergenic spacer *trnV-ndhC* of chloroplast DNA and their territorial distribution in the East European Plain.

По результатам ISSR-исследования 23 образцов было получено 48 маркеров, 40 из них – полиморфные. Ординация данных показала, что выделились популяции в долине р. Чермянка и в Тушинском парке (Рис. 4).

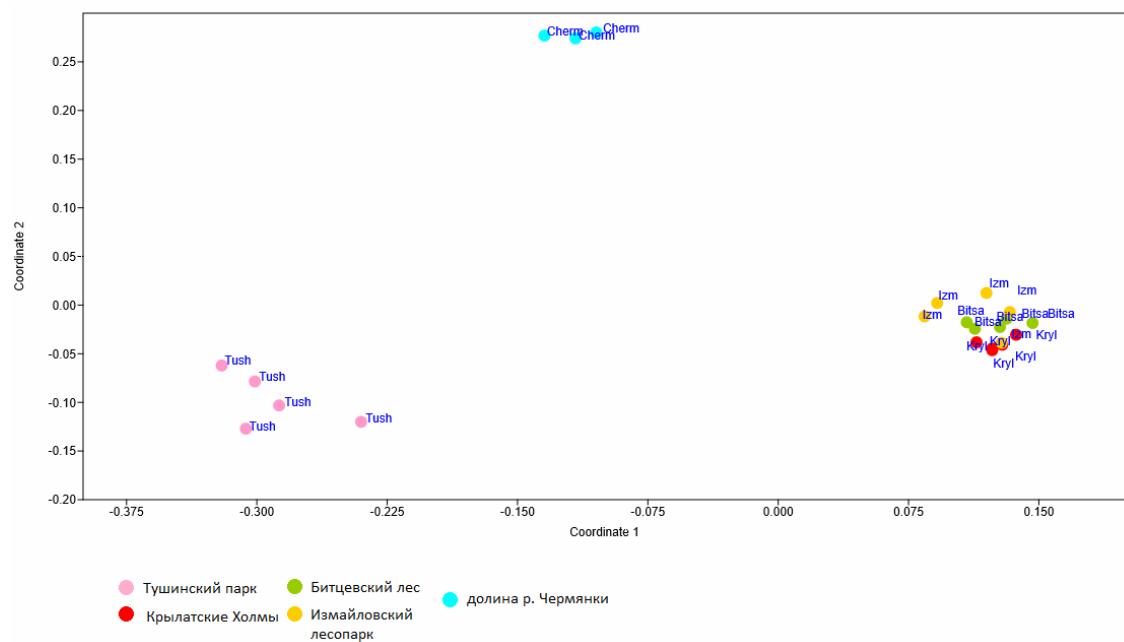


Рисунок 3. Ординация данных ISSR-анализа образцов *Impatiens glandulifera* из московских популяций методом неметрического многомерного шкалирования.

Figure 3. Non-metric multivariate ordination based ISSR analysis of samples of *Impatiens glandulifera* from Moscow populations.

Образцы из популяций из Битцевского и Измайловского парков и с Крылатских Холмов не имеют отличий. Это подтверждает и подсчет генетических расстояний Нея (Табл. 3) – популяция в долине Чермянки и популяция в Тушинском парке имеют максимальные генетические расстояния от популяций в Битцевском лесу, Измайловском лесопарке и на Крылатских Холмах ($>0,3$), при этом популяции из Тушинского парка и долины Чермянки различаются между собой чуть меньше (расстояние Нея составляет 0,252).

Таблица 3. Генетическое расстояние Нея между московскими популяциями *Impatiens glandulifera*.

Table 3. Nei distance between populations of *Impatiens glandulifera* from Moscow.

	Тушинский парк	Крылатские Холмы	Битцевский лес	Измайловский лесопарк
Тушинский парк				
Крылатские Холмы	0,345			
Битцевский лес	0,376	0,113		
Измайловский лесопарк	0,311	0,133	0,113	
Парк Чермянка	0,252	0,396	0,314	0,335

Минимальные генетические расстояния получились при сравнении между собой из Битцевского леса, Измайловского лесопарка и Крылатских Холмов (не более 0,133). Анализ молекулярной дисперсии (AMOVA) показал, что межпопуляционная изменчивость составляет 43%, внутрипопуляционная – 57%. Изученные популяции *I. glandulifera* практически не различаются по гетерозиготности (Табл. 4).

Таблица 4. Показатели ожидаемой гетерозиготности в московских популяциях *Impatiens glandulifera*.

Table 4. Expected heterozygosity rates in populations of *Impatiens glandulifera* in Moscow.

Место произрастания популяции / Location of population	<i>He</i>
Тушинский парк	0,144±0,028
Крылатские холмы	0,101±0,026
Битцевский лес	0,103±0,025
Измайловский лесопарк	0,157±0,029
парк Чермянка	0,084±0,026

Анализ данных в программе Structure методом Байесовского анализа и дальнейшая обработка с помощью сервиса CLUMPAK показали, что согласно критерию ΔK (Рис. 4, а) наиболее вероятным оказывается разделение выборки на две популяции ($K=2$) (Рис. 5). Однако согласно графику изменения логарифма функции вероятности $\ln P(K)$ (Рис. 4, б) наиболее вероятно выделение трех популяций ($K=3$) (Рис. 5).

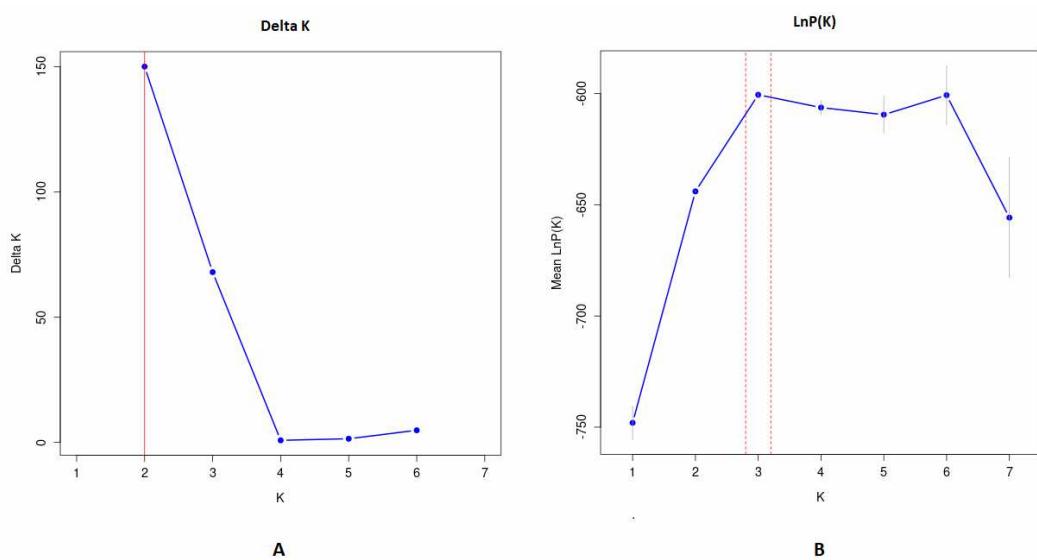


Рис. 4. Выбор оптимального числа популяций K.

Fig. 4. Selection the optimal number of populations (K).

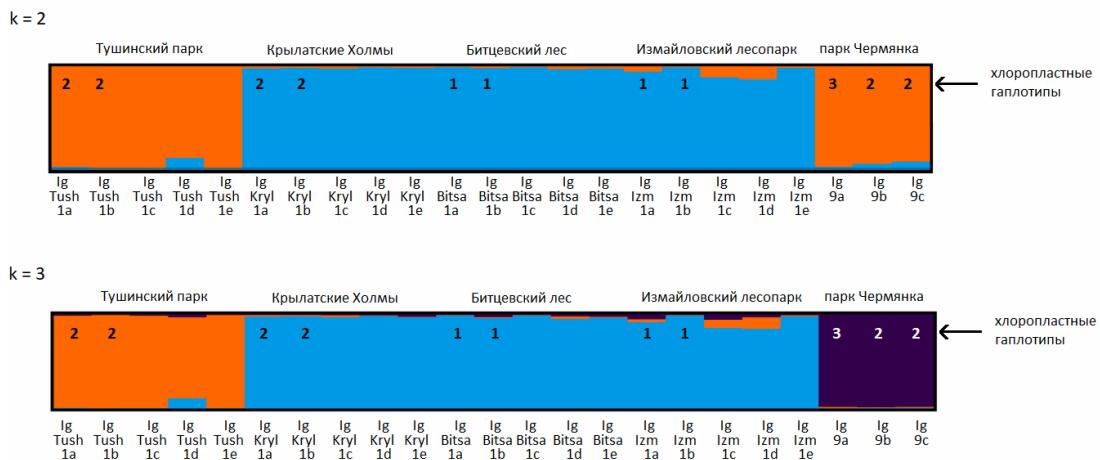
Рис. 5. Распределение московских образцов *Impatiens glandulifera* по числу популяций К.

Fig. 5. Distribution of Moscow samples of *Impatiens glandulifera* by the number of populations K.

ОБСУЖДЕНИЕ

Стоит отметить, что образцы из московских ООЗТ распределились по всем трем имеющимся хлоропластным гаплотипам: 1 (IgBitsa1a, IgBitsa1b, IgIzm1a, IgIzm1b), 2 (IgKryl1a, IgKryl1b, IgTush1a, IgTush1b, Ig9b, Ig9c), 3 (Ig9a). При этом, на всей оставшейся изученной территории Восточно-Европейской равнины, помимо Москвы, отмечено всего два гаплотипа – 1 и 2 (Рис. 2), и растения из близко расположенных популяций (на территории одного региона) относятся к одному и тому же гаплотипу (за исключением московских популяций). Так, растения из трех популяций в Калужской области относятся к гаплотипу 1; из двух популяций в Смоленской области – к гаплотипу 2; из двух популяций в Брянской области – также к гаплотипу 2. Полученный результат говорит о высоком уровне межпопуляционной изменчивости недотроги железистой в Москве. Анализ молекулярной дисперсии подтвердил это – межпопуляционная изменчивость является достаточно высокой, однако внутрипопуляционная изменчивость даже превышает ее. Показатели ожидаемой гетерозиготности между изученными популяциями *I. glandulifera* сопоставимы и варьируют от 0,084 в долине р. Чермянки до 0,157 в Измайловском лесопарке.

В случае разделения выборки на две генетические группы (Рис. 5, K=2), соответствующие двум популяциям, в первую группу попадают растения из Тушинского парка и долины реки Чермянки, во вторую – остальные три популяции (Измайловский лесопарк, Битцевский лес, Крылатские Холмы). Вторая группа сохраняется и при K=3. Действительно, генетические расстояния Нея между тремя популяциями из Измайловского лесопарка, Битцевского леса и Крылатских Холмов минимальны в нашей выборке (0,113–0,133), и вполне справедливо, что они оказались в одной генетической группе. Однако расстояние Нея между двумя популяциями, отнесенными ко второй генетической группе, в два раза выше (0,252). Кроме того, результаты ординации данных ISSR-анализа методом неметрического многомерного шкалирования также показывают значительную удаленность популяций из Тушинского парка и долины Чермянки друг от друга. Корреляция распределения образцов по двум популяциям с их хлоропластными гаплотипами отсутствует (Рис. 5). В случае выделения двух генетических групп, мы предполагаем наличие двух источников заноса *I. glandulifera* в мос-

ковские парки, однако, на наш взгляд, эта точка зрения вызывает слишком много противоречий при статистической обработке данных другими методами, поэтому к выделению двух генетических групп на основе критерия ΔK следует относиться с осторожностью.

В случае выделения трех генетических групп (Рис. 5, $K=3$), выделяются три популяции, соответствующие трем источникам заноса *I. glandulifera*. Эти популяции совпадают с распределением образцов методом неметрического многомерного шкалирования (Рис. 3). Популяции *I. glandulifera* из Битцевского парка, Измайловского парка и Крылатских Холмов имеют один источник заноса, тогда как в долину р. Чермянки в районе Отрадное и в долину р. Братовки в Тушинском парке недотропа железистая попала из двух других источников. Отметим, что 3 хлоропластных гаплотипа не соответствуют 3 источникам заноса (Рис. 5) – так, особи из популяции в долине р. Чермянки относятся к двум гаплотипам (2 и 3), при этом имеют одинаковое происхождение. Особи из Крылатских Холмов имеют тот же гаплотип, что из Тушинского парка (2), но их источник происхождения один с популяцией из Битцевского леса и Измайловского лесопарка, имеющими другой гаплотип (1).

Таким образом, *I. glandulifera* попала в парки Москвы минимум из двух, а более вероятно – из трех разных источников, и попала в эти парки независимо, поскольку смешение между разными генетическими группами практически отсутствует (Рис. 5). Изученные парки расположены на значительном расстоянии друг от друга (Рис. 2), которое трудно преодолевать опылителям, и разделены жилыми массивами, в которых практически невозможно произрастание *I. glandulifera*. При этом с каждым заносом происходило поступление в естественные фитоценозы как минимум нескольких особей, поскольку выделенные генетические группы включают в себя разные хлоропластные гаплотипы.

С учетом некоторой неоднозначности полученных результатов, требуется дальнейшее изучение большего числа популяций каждого парка и увеличение охвата территории города с добавлением новых ООЗТ. Вероятно, будет выявлено большее число источников заноса и, возможно, новые гаплотипы. Высокая межпопуляционная изменчивость говорит о том, что вид обладает большим инвазионным потенциалом, и вероятно, при отсутствии мер борьбы усилит внедрение в естественные сообщества ООЗТ г. Москвы.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках государственного задания ГБС РАН по теме: «Инвазионные растения России: инвентаризация, биоморфологические особенности и эффективные методы контроля расселения» № 122042600141-3.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят студенток кафедры экологии и географии растений биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Помошникову Веронику Михайловну и Якушкину Викторию Максимовну за помощь в сборе полевого материала.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Buntjer J.B. 2000. Cross Checker: computer assisted scoring of genetic AFLP data. *Plant, Animal Genome 8th Conference*. S. Diego. P. 9–12.
- Clement M., Posada D., Crandall D.A. 2000. TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology* 9 (10): 1657–1660.
- Dgebuadze Yu.Y., Petrosyan V.G., Khlyap L.A. 2018. *The most dangerous invasive species of Russia (Top 100)*. Moscow: KMK Scientific Press. 688 p. (In Russian) [Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. 2018. *Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100)*. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 688 с.]
- Evanno G., Regnaut S., Goudet J. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology* 14(8): 2611–2620.
- Galkina M.A., Vinogradova Yu.K. 2024. Genetic polymorphism of invasive species of *Impatiens* Riv. ex L. *Materials of International Scientific and Practical Conference «Protection and quarantine of Plants. Healthy plants – healthy people»*. 10-13 December 2024. Part 3. P. 17 (In Russian) [Галкина М.А., Виноградова Ю.К. 2024. Генетический полиморфизм инвазионных видов *Impatiens* Riv. ex L. *Материалы международной научно-практической конференции «Защита и карантин растений. Здоровые растения – здоровая нация»*. 10-13 декабря 2024 г. Часть 3. С. 17.]
- Gupta R.K. 1989. *The Living Himalayas*. Vol. 2. New Delhi: Today & Tomorrow's. 512 p.
- Hall T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9.
- Hegi G. 1923. *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. Bd. 4, T. 2. München: J.F. Lehmann Verlag. S. 1–1112.
- Kopelman N.M., Mayzel J., Jacobsson M., Rosenberg N.A., Mayrose I. 2015. CLUMPAK: a program for identifying clustering modes and packaging population structure inferences across K. *Molecular Ecology Resources* 15(5): 1179–1191. doi: 10.1111/1755-0998.12387.
- Kurose, D., Pollard, K.M., Ellison, C.A. 2020. Chloroplast DNA analysis of the invasive weed, Himalayan balsam (*Impatiens glandulifera*), in the British Isles. *Scientific Reports* 10: 10966. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67871-0>
- Peakall R., Smouse P.E. 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. *Bioinformatics* 28: 2537–2539.
- Polyakova G.A., Melankholin P.N. 2019. Dynamics of some protected plants in parks and forest parks of Moscow. Proc. of the 21st Int. Forum *Problems of urban greening in large cities*: 72–75 (In Russian). [Полякова Г. А., Меланхолин П. Н. Динамика некоторых охраняемых видов растений в городских парках и лесопарках Москвы. Материалы XXI Международного научно-практического форума: *Проблемы озеленения крупных городов*. Москва. Издательство "Перо". С. 72–75.]
- Senator S.A., Vinogradova Yu.K. 2023. Invasive plants of Russia: results of inventory, peculiarities of distribution, and management issues. *Biology Bulletin Reviews*. 13(6): 681–690 DOI: 10.1134/S2079086423060130 [Сенатор С.А., Виноградова Ю.К. 2023. Инвазионные растения России: результаты инвентаризации, особенности распространения и вопросы управления. *Успехи современной биологии*. 143(4): 1–10. DOI: 10.31857/S0042132423040099]

- Tynkevich, Y.O., Roshka, N.M., Panchuk, I.I., Volkov R.A. 2025. Distribution of Two Chloroplast Haplotypes of the Invasive Weed Himalayan Balsam (*Impatiens glandulifera*) in Ukraine and other European Countries. *Cytology and Genetics* 59: 465–475. <https://doi.org/10.3103/S009545272505010X>
- Vinogradova Yu.K., Mayorov S.R., Khorun L.V. 2010. *The Black Book of Flora of Middle Russia*. Moscow: Geos. 512 p. (In Russian) [Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун, Л.В. 2010. *Черная книга флоры Средней России*. Москва: Геос. 512 с.]