Impatiens edgeworthii – nový potenciálne inváziny druh na Slovensku

Impatiens edgeworthii – new potentially invasive species in Slovakia

Pavol Mártonfi[1,2], Renáta Sýkorová[3], Lenka Mártonfiová[1], Vladislav Kolarčik[2] & Matej Dudáš[2]

[1] Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Botanická záhrada, Mánesova 23, 04352 Košice, pavol.martonfi@upjs.sk, lenka.martonfiova@upjs.sk
[2] Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, Ústav biologických a ekologických vied, Katedra biológie rastlín, Mánesova 23, 05154 Košice, vladislav.kolarcik@upjs.sk, matej.dudas@upjs.sk
[3] Aténska 6, 04013 Košice, rsykorova@gmail.com

Abstract: A new potentially invasive species *Impatiens edgeworthii* Hook. f. has been recorded in Slovakia. The original distribution of the species is in the western Himalayas (Pakistan, India, Nepal) and its introduction to Europe is likely related to its cultivation in the Berlin-Dahlem Botanical Garden. In Europe, it has been confirmed in Germany, the Netherlands, the Czech Republic and Slovakia so far. In Slovakia, the species was first recorded on Plavecký hradný vrch in 2019, but this locality was likely destroyed. Currently in Slovakia, the species occurs at a location in the spa park in Dudince (first recorded in 2023), where it forms large stands. Therefore, it is likely that the first plants appeared there several years ago. The pathway of introduction and origin of introduced plants at the site is unknown. The paper provides a summary of its taxonomy, literature data on its distribution and other characteristics of *I. edgeworthii*. Among other findings, the somatic chromosome number of the species 2n=12 and the genome size 2C=1.99 pg were confirmed from the Slovak locality.

Key words: Central Europe, genome size, karyology, naturalized species, neophyte.

Úvod

Podľa portálu Plant of the World Online (POWO, 2024) zahŕňa rod *Impatiens* (netýkavka) 1120 akceptovaných druhov, čím sa radí medzi jeden z najväčších rodov rastlín na Zemi. Je preto prirodzené, že predovšetkým čiastkovo bol študovaný množstvom autorov z rôznych oblastí sveta, pričom boli opisované stále nové druhy. Množstvu druhov zodpovedá aj subkozmopolitné rozšírenie, ako aj taxonomická zložitosť rodu. Prvé z dnes existujúcich druhov rodu vznikli v juhozápadnej Číne a začali sa diverzifikovať v ranom miocéne a diverzifikácia sa výrazne zvýšila pred 4,6 – 5 miliónmi rokov, pričom v tomto období vzniklo asi 84 % všetkých druhov (Janssens et al. 2009). Toto obdobie je spojené s periodicitou ľadových dôb za súčasného globálneho ochladzovania počas pliocénu a pleistocénu. Tieto periódy sa prejavili v epizódach zmenšovania a rozširovania sa horských a nížinných dažďových pralesov

s posunom vegetačných pásiem a izoláciou jednotlivých populácií druhov rodu *Impatiens* počas chladných a suchších klimatických podmienok. Vysoká diverzita rodu teda nie je výsledkom dlhodobej terciérnej speciácie, ale výsledkom rýchlej radiácie práve v období pliocénu a pleistocénu (Janssens et al. 2009). Diverzitu rodu sa snažili klasifikovať mnohé štúdie na základe morfologických aj molekulárnych dát, ale taxonomické a fylogenetické výsledky jednotlivých štúdií si v niektorých častiach odporujú (napr. Song et al. 2003; Yuan et al. 2004; Janssens et al. 2006, 2009; Yu et al. 2016; Song et al. 2022; Qiu et al. 2023; Song et al. 2024). Vzhľadom na rozsiahlosť rodu štúdie pracujú často s relatívne malou vzorkou druhov. Nami študovaný druh *I. edgeworthii* (netýkavka rôznokvetá) je vysoko variabilným druhom v rámci rodu. Vzhľadom na uvedenú rôznorodosť fylogenetickej klasifikácie druhov rodu rôznymi autormi však nie je možné spoľahlivo vyhodnotiť evolučné postavenie druhu v rámci rodu – napríklad len dve štúdie doposiaľ zahrnuli do analýz aj tento druh (Janssens et al. 2006, 2009). Podľa výsledkov týchto dvoch štúdií nie je možné robiť žiadne spoľahlivé závery, kde na fylogenetickom strome by sa druh ocitol v inej štúdii, keďže často tieto „príbuzné“ druhy sa nachádzajú na úplne iných miestach kladogramu. Josef Dalton Hooker (1875) opisuje *I. edgeworthii* ako vysokú rastlinu s pílkovitými listami a s veľkými žltými a červenými kvetmi. Jej pôvodné rozšírenie je v západných Himalájach v Indii, Nepále a Pakistane v nadmorských výškach od 1800 do 3000 metrov nad morom, kde je na mnohých lokalitách pomerne hojná (Nasir 1980). Taxonomické postavenie druhu a jeho pôvod v Európe nie je jasný. Viacero autorov, hlavne pri hodnotení introdukovaných rastlín spochybňuje, či rastliny rastúce v Európe patria vôbec tomuto druhu a či nejde o hybridy vzniknuté z rôznych druhov v botanických záhradách (konkrétne napr. v Berlíne – Weiss 2020). Zároveň nie je celkom vymedzené postavenie druhu *I. edgeworthii* a ďalších jednoročných druhov, ako sú *I. bicolor* Roylei (non. *I. bicolor* Hook. f., nom. illeg. = *I. niamianensis* Gilg), *I. amphorata* Edgew. (dnes považovaná za syn. *I. bicolor* Roylei) a ďalších taxónov opísaných Michaelom Pakenhamom Edgeworthom (Edgeworth 1846; Uher 2021). Problém spôsobujú neskoršie opisy druhu (napr. Grey-Wilson 1979; Nasir 1980), ktoré preberajú európski autori (napr. Weiss 2013; Freitag et al. 2016), a ktoré hovoria o relatívne nízkych rastlinách výšky spravidla 0,3 – 0,6 m (naproti tomu Hooker (1875) uvádza: „tall, robust, branched, glabrous“) a odvolávajú sa na žlté kvety opísané Hookerom, pričom v populáciách sa môžu vyskytovať kvety bledofialové alebo biele alebo rôzne škvrnité (viac o tom v ďalšej časti príspevku). Neuvedenie ďalších farieb kvetov Hookerom z hľadiska nomenklatúry

nepredstavuje problém pre interpretáciu mena, nakoľko sa v tomto smere uplatňuje typová metóda a pre interpretáciu je podstatný predovšetkým nomenklatorický typ. Pôvodný materiál od Edgewortha v herbári v Kew tvoria dve položky (K0001391659 a K000694737). Vzhľadom na krehkosť vylisovaných rastlín a ich lámavosť sú poškodené a takisto farby nie sú dobre zachované, malo by však ísť o žltokveté exempláre. Výber lektotypu a prípadne epitypu by bol potrebný, nie je však cieľom tejto práce. V každom prípade však trochu jasnejší je pohľad na danú skupinu po publikácii článku autorov Singh et al. (2021), ktorí sa síce priamo nezaoberali druhom *I. edgeworthii*, ale typifikovali a synonymizovali niekoľko desiatok mien z rodu *Impatiens* rastúcich na území Indie. Pre interpretáciu aj mena *I. edgeworthii* je cenná predovšetkým typifikácia a synonymizácia mena *I. bicolor* Royle [Lektotyp: India, Northwest India, *s. d.*, *J. F. Royle s. n.* (K000694726)] a zaradenie mien *I. amphorata* Edgew., *I. duthiei* Hook. f., *I. edgeworthii* var. *toppinii* Hook. f., *I. pallens* Edgew., *I. pseudobicolor* Grey-Wilson, *I. umbrosa* Edgew. a *I. nepalensis* Hook. f. do jeho synonymiky. Tieto interpretácie mien naznačujú, že je možné považovať rastliny v Európe za *I. edgeworthii* s tým, že ide o polymorfný druh s rozsiahlou variabilitou v tvare a sfarbení kvetov. Koniec koncov, tento jav je v rode *Impatiens* pomerne častý a pekne bol dokumentovaný napr. pre *I. morsei* Hook. f. z juhovýchodnej Ázie (Qiu et al. 2023). Podrobnú analýzu variability farieb kvetov v skupine taxónov príbuzných *I. edgeworthii* pripravil Weiss (2020). Z tejto analýzy vyplýva, že viacero ázijských flór považuje za *I. edgeworthii* len žltokveté jedince nižšieho vzrastu a iné farby kvetov pripisuje iným druhom. Nie je jasné, či by populácie v Európe mohli byť krížencami *I. edgeworthii* a iných druhov, ktoré vznikli pri pestovaní v botanických záhradách. Na základe pôvodného Hookerovho opisu (Hooker 1875) a predpokladanej dezinterpretácie mena niektorými autormi (Grey-Wilson 1979; Nasir 1980; Weiss 2013; Freitag et al. 2016), ako aj aktuálneho nedostatku dôkazov o prípadnej hybridizácii študovaných rastlín sa prikláňame k ich označeniu menom *I. edgeworthii*.

Nález *I. edgeworthii* na území Slovenska nás podnietil okrem vyhodnotenia jeho rozšírenia aj k doplneniu niektorých biologických údajov, konkrétne počtu chromozómov a veľkosti genómu tohto druhu zo slovenskej populácie.

Tab. 1. Herbárové doklady k rozšíreniu a laboratórnym analýzam *Impatiens edgeworthii*. Herbárové doklady, z ktorých rastliny boli použité na karyologické analýzy, sú pri poradovom čísle označené +; na stanovenie veľkosti genómu *.

Tab. 1. Herbarium specimens used for determining the distribution and laboratory analyses of *Impatiens edgeworthii*. Herbarium specimens that were used for karyological analyses are marked with + next to the serial number and with * for genome size determination.

Ev. č. položky v herbári KO	**Lokalita**	**Map. štv.**	**Dátum zberu**	**Zberateľ**
KO 38142 KO 38143A,B	Dudince, 48°9′53,6″ s. š., 18°52‘44,33″ v. d.	7879a	20. 7. 2023	R. Sýkorová
KO 38138+ KO 38139+	Flora Slovacca occidentalis. Ipeľsko-rimavská brázda, okr. Krupina, Dudince, kúpeľný park, masový výskyt v lese pri chodníkoch a cestách, 158 m n. m., GPS: 48°9′53,1″ s. š., 18°52′39,8″ v. d.	7879a	5. 5. 2024	M. Dudáš & K. Ročeňová
KO 38145 KO 38146 KO 38147 KO 38148 KO 38149	Flora Slovacca occidentalis. Ipeľsko-rimavská brázda, okr. Krupina, Dudince, kúpeľný park, masový výskyt v lese pri chodníkoch a cestách, 158 m n. m., GPS: 48°9′53,1″ s. š., 18°52′39,8″ v. d.	7879a	7. 7. 2024	M. Dudáš
KO 38150*	Flora Slovacca occidentalis. Ipeľsko-rimavská brázda, okr. Krupina, Dudince, kúpeľný park, masový výskyt v lese pri chodníkoch a cestách, 158 m n. m., GPS: 48°9′53,1″ s. š., 18°52′39,8″ v. d., rastliny pestované na stanovenie veľkosti genómu	7879a	5. 5. 2024 (herbárový doklad vyhotovený 28. 8. 2024)	M. Dudáš & K. Ročeňová

Materiál a metódy

Rastlinný materiál

Všetok použitý rastlinný materiál na karyologické a cytometrické analýzy, ako aj na dokumentáciu výskytu druhu pochádzal z lokality v Dudinciach. Zoznam existujúcich dokladov je v tab. 1. Mapovacie štvorce sú uvádzané podľa siete stredoeurópskeho mapovania (Niklfeld 1971).

Karyológia

Pre analýzu chromozómového počtu boli použité koreňové meristémy získané z rastlín zozbieraných z prírodnej lokality a pestovaných v kvetináčoch v Botanickej záhrade UPJŠ v Košiciach. Koreňové špičky odobrané zo zakorenených rastlín boli predpôsobené v 0,002M roztoku 8-hydroxychinolínu pri teplote približne 4 °C počas 18 hodín, zafixované alkohol-octovou fixážou

(96 % etanol a 98 % kyselina octová v pomere 3:1), opláchnuté destilovanou vodou, macerované 1N HCl pri teplote 60 °C počas 5 minút a opäť opláchnuté destilovanou vodou. Preparáty boli urobené metódou roztlaku pod celofánovým štvorčekom (Murín 1960) a farbené 7% roztokom Giemsovho farbiva (Giemsa Stain, Modified Solution, Fluca Analytical) v Sörennsenovom fosfátovom pufri s pH 7. Pozorované boli mikroskopom Leica DM 2500 s kamerou DFC 290 HD a software Leica Application Suite ver. 3.5.0, Švajčiarsko.

Prietoková cytometria

Veľkosť genómu *I. edgeworthii* bola určená na základe meraní obsahu DNA v jadrách buniek izolovaných z troch jedincov. Príprava jadrovej suspenzie, farbenie jadier interkalačným farbivom propídium jodidom, merania prietokovým cytometrom a ich štandardizácia prebiehali podľa modifikovaného protokolu Loureira et al. (2007). Približne 1 cm^2 listovej čepele *I. edgeworthii* a vnútorného referenčného štandardu (*Solanum pseudocapsicum* L., 2C = 2.62 pg, Temsch et al. 2010; pozri tiež Kolarčik et al. 2020 pre prepočet veľkosti genómu *S. pseudocapsicum*) bolo použitých pre simultánnu izoláciu jadier. Izolované jadrá boli následne filtrované, farbené a analyzované podľa protokolu Kolarčika et al. (2023).

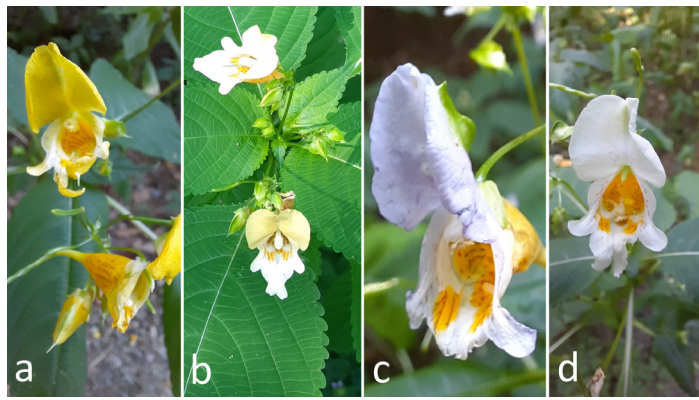
Výsledky a diskusia

Prvé nálezy Impatiens edgeworthii z územia Slovenska

Dňa 18. 7. 2023 oslovila jedna z autoriek tohto príspevku, Renáta Sýkorová, Pavla Mártonfiho s tým, že našla nezvyčajnú netýkavku v obci Dudince (48°9′53,6″ s. š.; 18°52′44,33″ v. d.), ktorú nevedela identifikovať. Rástla v kúpeľnom parku pri cestách v nadmorskej výške 158 m n. m. v hojnom počte spolu s netýkavkou malokvetou. Tieto rastliny určil Pavol Mártonfi ako *I. edgeworthii* Hook. f., netýkavku rôznokvetú. Z tejto populácie boli postupne v rokoch 2023 a 2024 odobrané herbárové položky, vzorky pre cytometrické analýzy a živé rastliny pre karyologické analýzy. Ako sa neskoršie ukázalo, nešlo o prvý nález tohto druhu na Slovensku. Prvýkrát ho našiel Marek Slovák na západnom Slovensku, v katastri obce Plavecké Podhradie na lokalite Plavecký hradný vrch dňa 22. 9. 2019 a zdokumentoval ho fotograficky (obr. 1). Išlo o okraj porastu hrabu, asi 30 m od turistického chodníka, južne od hradu v nadmorskej výške asi 370 m n. m. Herbárové položky k nálezu neexistujú. Išlo o 3 rastliny, ktoré podľa fotografie určil Dominik Roman Letz a preveril identifikáciu ešte v tom istom roku na lokalite (48°29′32,21″ s. š.; 17°16′6,82″ v. d.). V roku 2023 sa snažil výskyt potvrdiť, ale na lokalite a v okolí už nenašiel ani jednu rastlinu. Je možné, že išlo o prechodný výskyt spôsobený nedozretím semien na rastlinách alebo náhodným zničením rastlín na lokalite. Takéto prípady už boli pri tomto druhu opísané, napríklad z Českej republiky (Velké Popovice, Suchara 2022), kde však došlo k zničeniu lokality rozoraním zrejme ešte pred dozretím semien. Tiež je možné, že semená

Obr. 1. *Impatiens edgeworthii* – prvý nález na Slovensku, Plavecký hradný vrch, 22. 9. 2019. Foto: Marek Slovák.

Fig. 1. *Impatiens edgeworthii* – first record in Slovakia, Plavecký hradný vrch, 22. 9. 2019. Photo: Marek Slovák.



Obr. 2. Typy kvetov *Impatiens edgeworthii* na lokalite v Dudinciach: a) homozygotné žlté kvety s červenou až hnedočervenou kresbou vo vnútri, 18. 7. 2023; b) heterozygotné bielo-žlté kvety so žltým vnútrom a červenou kresbou, 16. 7. 2023; c) homozygotné svetlofialové kvety so žltým vnútrom a červenou kresbou, 18. 7. 2024; d) heterozygotné bielo-fialové kvety so žltým vnútrom a červenou kresbou, 18. 7. 2023. Foto: Renáta Sýkorová.

Fig. 2. Flower types of *Impatiens edgeworthii* on the locality in Dudince: a) homozygous yellow flowers with red to brownish-red pattern inside, 18. 7. 2023; b) heterozygous white-yellow flowers with yellow inside with red pattern , 16. 7. 2023; c) homozygous light purple flowers with yellow inside and red pattern , 18. 7. 2024; d) heterozygous white-purple flowers with yellow inside and red pattern, 18. 7. 2023. Photo: Renáta Sýkorová.

zostali súčasťou semennej banky v pôde a rastliny sa ešte objavia. Potomstvo rastlín z populácie v Dudinciach objavenej Renátou Sýkorovou v roku 2023 bolo následne v roku 2024 podrobené rôznym analýzam s cieľom presnejšej identifikácie a definovania ich niektorých vlastností.

Stručný opis druhu a jeho variabilita

Impatiens edgeworthii Hook. f., Fl. Brit. India [J. D. Hooker] 1(3): 476 (1875)

= *Impatiens chrysantha* Hook. f., Bot. Mag. 127: t. 7786 (1901)

= *Impatiens longicornu* var. *cristata* Hook. f., Fl. Brit. India 1: 476 (1875)

Ind. loc.: Western Temperate Himalaya at Kundau and the Beas Valley in Kulu, Edgeworth.

Orig. mat.: 1. *I. edgeworthii*, India, Abundant [nečit.] [Jebi] in the Kundau valley of [nečit.], Edgeworth, P. M., K000694737; 2. *I. edgeworthii*, India, Kundau Valley, Punjab. Himalaya, Sir Edgeworth, K001391659.

Vzhľadom na pomerne malé množstvo živého materiálu zo Slovenska je nasledujúci opis druhu založený na literárnych údajoch, ktoré reflektujú pôvodný Hookerov opis rastlín, nie vyššie spomínanú dezinterpretáciu mena. Slovenské rastliny spadajú do uvedeného rozsahu variability spomenutých znakov.

Jednoročná bylina. Hlavný a bočné korene niťovité, často sú prítomné početné adventívne korene, dĺžka koreňovej sústavy od 4 – 15 (–25) cm. Byľ priama, dužinatá, slabo hranatá, v uzloch napuchnutá, riedko olistená, spočiatku jednoduchá, neskôr vo vrchnej časti rozkonárená, počas kvitnutia 0,3 – 1,3 m vysoká, žltozelená až červenohnedá. Listy na stonke striedavé, stopkaté, stopky 1,5 – 6 cm dlhé, listová čepeľ tenká, bifaciálna, listy vajcovito elipsovité, elipsovité až široko kopijovité, na báze zbiehavé až široko zbiehavé do listovej stopky, pri báze s ojedinelými stopkatými žliazkami, na okraji pílkovité, tupo pílkovité až vrúbkované, na vrchole tupo až ostro končisté, 3 – 18 (– 25) × 1,5 – 6 (– 8) cm veľké, v dolnej časti stonky väčšie ako v hornej. Listene podobné listom. Strapcovité súkvetia vyrastajú v pazuchách listeňov a nesú 2 – 7 stopkatých kvetov, kvetné stopky 1 – 6 cm dlhé. Kvety súmerné, 19 – 25 mm vysoké a vrátane ostrohy 25 – 35 mm dlhé s nektáriovými žliazkami. Kalich trojpočetný, bočné kališné lístky sú drobné, vajcovité, 1,5 – 7 mm dlhé, spodný kališný lístok lievikovitý, postupne zúžený do naspäť ohnutej ostrohy dlhej až 10 mm. Koruna päťpočetná, vrchný korunný lupienok široký, polkruhovitý, na vrchole vykrojený, 7 – 9 × 11 – 17 mm veľký, bočné zrastené lupienky 17 – 22 mm dlhé, stredné do bokov oblúkovito vyhnuté.

Na Slovensku bola pozorovaná farba kvetov spravidla žltá, vo vnútri koruny sýtožltá s červenou až hnedočervenou kresbou alebo bielo-žltá s uvedenou kresbou alebo svetlofialová až biela, vo vnútri koruny opäť sýtožltá s červenou až hnedočervenou kresbou (o farbe kvetov viac v ďalšom odstavci). Tyčiniek 5, v hornej časti zrastené, peľové zrnká elipsoidné, s retikulátnou exinou, žlté. Gyneceum z 5 plodolistov, semenník vrchný. Protandria (Akhter et al. 2022). Tobolky stopkaté, široko čiarkovité, 25 – 35 mm dlhé, hranaté, holé, pukajúce piatimi chlopňami, s 3 – 7 semenami, semená sú vajcovité, drsné, 2 – 3 × 1,5 – 2 mm veľké, sivočierne, na vrchole s tupou špičkou.

Polymorfizmus farby kvetov

Polymorfizmus tvarov a farby kvetov v rode *Impatiens* je dobre známy (Qiu et al. 2023). Pritom v Himalájach rastú jednotlivé taxóny veľmi blízko seba (Janssens et al. 2009). Ako sme spomínali, variabilite farieb kvetov predovšetkým v Európe sa šíriacich populácií *I. edgeworthii* sa venoval podrobne Weiss (2020). Nevylučuje ani ich nejasný hybridný pôvod a v spolupráci s autorom dvoch molekulárno-taxonomických prác Janssensom (Janssens et al. 2006, 2009) uvažujú o hybridoch *I. edgeworthii* a *I. pseudobicolor* Grey-Wilson, nepredkladajú však žiadne jasné dôkazy o hybridizácii. Na základe rozsiahleho štúdia variability farieb Weiss (2020) definoval niekoľko typov kvetov:

1. homozygotné žlté kvety s červenou až hnedočervenou kresbou vo vnútri,
2. homozygotné svetlofialové kvety so žltým vnútrom vrátane červenej kresby,
3. heterozygotné bielo-žlté kvety so žltým vnútrom s červenou kresbou,
4. heterozygotné bielo-fialové kvety so žltým vnútrom s červenou kresbou.

Okrem toho zaznamenal vzácne aj rastliny s

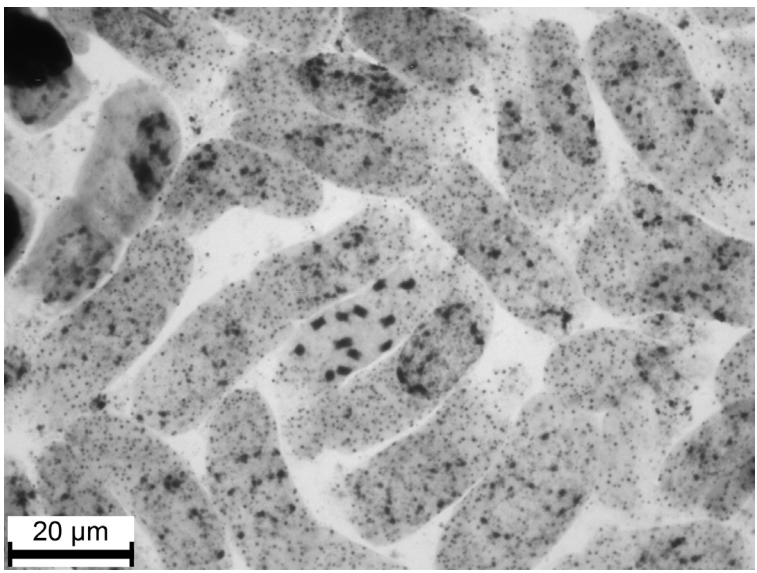
5. homozygotnými bielymi kvetmi, ktorých mutácia spôsobila zmenu farby žltého vnútra na hnedočervené a
6. homozygotné žlté kvety, ktorých mutácia spôsobila zmenu farby žltého vnútra na hnedočervené.

Výnimočne boli Weissom pozorované aj iné mutanty. Na Slovensku boli zatiaľ pozorované len varianty 1 – 4 (obr. 2). Pozorovania Volkmara Weissa a Ulfa Schmitza v Botanickej záhrade v Düsseldorfe potvrdili, že distribúcia farieb v potomstve *I. edgeworthii* rešpektuje Mendelove zákony a Hardyho-Weinbergov zákon (Weiss 2013, 2020) a teda rastliny rôznych farieb by mali byť súčasťou tej istej populácie a toho istého druhu. Na základe výskytu mutantov predpokladajú, že farbu kvetov *I. edgeworthii* regulujú 3 hlavné

alely, ale tiež sekundárne genetické faktory ovplyvňujú intenzitu farieb dolného lupienka a vnútra kvetu, ale ovplyvňujú aj tvar kvetov a listov, prípadne ďalšie fenotypové prejavy rastlín (Weiss 2020). Do budúcnosti by mohli otázku prípadnej hybridizácie/nehybridizácie taxónov pomôcť vyriešiť aj relatívne jednoduché karyologické štúdie a štúdium veľkosti genómu, pretože, ako uvádzame ďalej, počet chromozómov je pre *I. edgeworhii* známy, nie je však známy pre spomínané druhy, ktoré sa mohli zúčastniť hybridizácie alebo sa uvažuje o tom, že môžu byť zamieňané s nami študovaným druhom.

Počet chromozómov

Výsledky karyologickej analýzy slovenskej populácie *I. edgeworthii* ukázali somatický počet chromozómov 2n = 12 (obr. 3). To zodpovedá jednému z 3 ďalších údajov o počte chromozómov tohto druhu, údaj z gametofytu n = 6 (Khatoon & Ali 1993). Ďalšie dva počty získané z gametofytu sú n = 7 (Gohil et al. 1981; Jee et al. 1989), čo by zodpovedalo sporofytickým 2n = 14. Oba tieto zistené počty chromozómov zodpovedajú hypoploidnému



Obr. 3. C-metafáza bunky meristému koreňa *Impatiens edgeworthii* z lokality v Dudinciach (centrálna bunka, 2n = 12). Foto: Lenka Mártonfiová.

Fig. 3. C-metaphase of root meristem cell of *Impatiens edgeworthii* from the locality in Dudince (the cell in the centre, 2n = 12). Photo: Lenka Mártonfiová.

základnému číslu x = 6 alebo x = 7, ktoré je zrejme odvodené od nejakého vyššieho základného čísla. O tom, aké je ancestrálne základné chromozómové číslo v rode *Impatiens* prebiehajú diskusie na stránkach vedeckej literatúry už dávnejšie, čo je asi pochopiteľné vzhľadom na doposiaľ zistené počty chromozómov v rode 2n = 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 36, 40, 44, 48, 50, 54, 56, 66 (Song et al. 2003). Podľa Index to Plant Chromosome Number (Goldblatt & Johnson 1979+) boli zistené počty chromozómov pre 191 taxónov rodu, čo predstavuje len asi 17 % preskúmanosť druhov rodu. Najmenší počet chromozómov v rode bol zaznamenaný 2n = 6 pre *I. latifolia* a *I. leschenaultii* z južnej Indie (Govindarajan & Subramanian 1986) a najvyšší 2n = 66 pre *I. mooreana* z Novej Guiney (Jones & Smith 1966). Koshoo (1957) navrhol pre rod základné chromozómové číslo x = 7 alebo x = 10. Číslo x = 7 podporili aj Jones & Smith (1966) a Akiyama et al. (1992). Rao et al. (1986) navrhujú x = 8. Podrobná práca venovaná evolúcii chromozómov v čeľadi Balsaminaceae (Song et al. 2003) podporuje, že kandidátom na ancestrálne základné číslo môže byť ktorákoľvek z hodnôt x = 8, 9, 10. O rok po nej sa na základe molekulárnych dát Yuan et al. (2004) priklonili k názoru, že základným chromozómovým číslom v rode *Impatiens* je x = 10. Tento výsledok o dva roky podporili na základe fylogenetických štúdií založených na štúdiu chloroplastových *atpB-rbcL* sekvencií aj Janssens et al. (2006), ktorí ale nevylúčili aj možnosť x = 9.

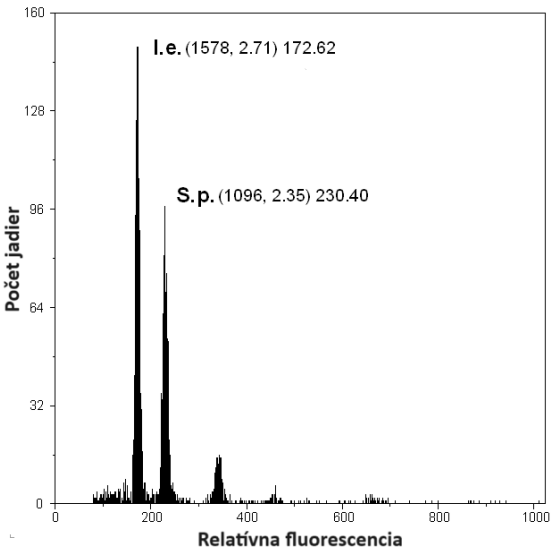
Z hľadiska na Slovensku sa vyskytujúcich druhov rodu *Impatiens* je zaujímavý predovšetkým údaj týkajúci sa *I. parviflora*, keďže aj v Nemecku (Weiss 2020) aj na Slovensku (Sýkorová, pers. comm., 2024) boli zistené s *I. edgeworthii* na spoločných lokalitách a zdá sa, že *I. edgeworthii* vytláča z lokalít samotnú inváznu *I. parviflora*. V sterilnom stave môže byť *I. edgeworthii* ľahko zamieňaná s *I. parviflora*, rastliny oboch druhov vyzerajú prakticky rovnako. Na základe predbežného pozorovania sú listy *I. parviflora* spravidla ostro pílkovité, zúbky takmer vždy krátko hrotité, pri *I. edgeworthii* sú častejšie listy tupo pílkovité až vrúbkované, s kratšími hrotmi zúbkov alebo zúbky sú aj bezhroté. Spoľahlivým rozlišovacím znakom v sterilnom stave je teda počet chromozómov, *I. edgeworthii* 2n = 12 a *I. parviflora* 2n = 26 (Murín in Májovský et al. 1974; Murín in Májovský et al. 1978) a s ním súvisiaca aj veľkosť genómu.

Veľkosť genómu

Doposiaľ neexistujú v nám dostupnej literatúre údaje o veľkosti genómu *I. edgeworthii*. Počas našich meraní veľkosti genómu, ktoré boli opakované

trikrát z troch rastlín, boli získané výsledky veľmi stabilné. Maximálny rozdiel troch opakovaní pre každú zo študovaných rastlín boli vždy menšie ako 1,0 %. Obsah DNA v somatických jadrách troch rastlín *I. edgeworthii* bol 1.969 pg, 1.994 pg a 2.001 pg. Priemerná veľkosť genómu (hodnota 2C) *I. edgeworthii* je 1.988 ± 0.017 pg (priemer ± smerodajná odchýlka). Toto zodpovedá približne 1944 ± 17 Mbp (obr. 4).

Veľkosť genómu v obrovskom rode *Impatiens* je zatiaľ preskúmaná len sporadicky, doposiaľ boli publikované dáta pre 8 druhov (čo je len niečo cez



Obr. 4. Príklad histogramu prietokovej cytometrie jadier Impatiens edgeworthii (I. e.) farbených propídium jodidom a vnútorného referenčného štandardu Solanum pseudocapsicum (S. p.). V zátvorkách je uvedený počet jadier a koeficient variácie (v percentách), za zátvorkou priemerná hodnota relatívnej fluorescencie pre G0/G1 pík. Poznámka: pík jadier G2 fázy bunkového cyklu alebo píky 4C a 8C endopolyploidných jadier pre I. edgeworthii a pík jadier G2 fázy bunkového cyklu S. pseudocapsicum sú viditeľné v ďalšej časti histogramu za fluorescenčným kanálom s hodnotou 300 (neoznačené píky). Histogram: Vladislav Kolarčik.

Fig. 4. Example of flow cytometry histogram of propidium iodide stained nuclei isolated from Impatiens edgeworthii (I. e.) and internal reference standard Solanum pseudocapsicum (S. p.). Data on number of nuclei and coefficient of variation (given in %) for particular peaks are reported in parenthesis, and mean value of relative fluorescence (after parenthesis) are given for G0/G1 peaks. Note: Nuclei peaks of G2 phase of cell cycle or 4C and 8C endopolyploid nuclei for I. edgeworthii and nuclei peak of G2 phase of cell cycle for S. pseudocapsicum are visible further beyond the fluorescence channel of 300 value (unmarked peaks). Histogram: Vladislav Kolarčik.

Tab. 2. Veľkosť genómu doposiaľ študovaných zástupcov rodu *Impatiens*.

Table 2. Genome size of the *Impatiens* species studied so far.

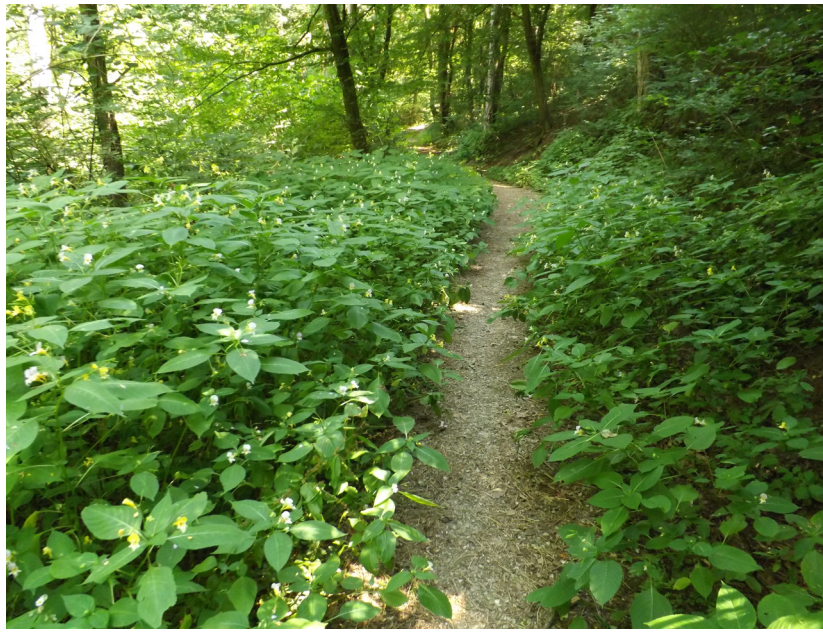
Druhy sú usporiadané podľa stúpajúcej veľkosti genómu. Počty chromozómov pre daný druh uvádzame podľa autora údaju, v prípade, že takýto údaj chýba, doplnili sme počet chromozómov do zátvoriek podľa databázy Index to Plant Chromosome Numbers (Goldblatt & Johnson 1979+). Metódy merania: FC:PI – prietoková cytometria s použitím propidium jodidu; Fe – Feulgenova denzitometria; Ch – chemická extrakcia.

Druh	**Veľkosť genómu (2C)**	**Počet chrom. 2n =**	**Metóda merania**	**Citácia**
Impatiens pallida Nutt.	0,80	(20,30)	FC:PI	Bai et al. 2012
Impatiens noli-tangere L.	1,18	20	FC:PI	Šmarda et al. 2019
Impatiens capensis Meerb.	1,55	20	FC:PI	Day et al. 2012
Impatiens glandulifera Royle	1,66	18	FC:PI	Šmarda et al. 2019
Impatiens capensis Meerb.	1,69	(20)	FC:PI	Bai et al. 2012
Impatiens glandulifera Royle	1,90	(18)	FC:PI	Kubešová et al. 2010
***Impatiens edgeworthii* Hook. f.**	**1,99**	**12**	**FC:PI**	**Táto práca**
Impatiens glandulifera Royle	2,30	18	Fe	Mowforth 1986
Impatiens balsamina L.	2,70	14	Ch	Van‘t Hof 1965
Impatiens parviflora DC.	3,82	(26)	FC:PI	Veselý et al. 2013
Impatiens parviflora DC.	3,82	26	FC:PI	Šmarda et al. 2019
Impatiens parviflora DC.	4,26	(26)	FC:PI	Kubešová et al. 2010
Impatiens omeiensis Hook. f.	6,51	?	FC:PI	Veselý et al. 2012

0,7 % druhov), ktoré sú navyše z fylogeneticky blízkych i vzdialených taxónov v rámci rodu. Preto nie je možné ani len vysloviť nejaké hypotézy evolúcie genómu v rode. Zatiaľ bola zaznamenaná najmenšia veľkosť genómu v rode 0,80 pg a najväčšia 6,51 pg. Prehľad publikovaných výsledkov vrátane nášho uvádzame v tab. 2. Znalosť veľkosti genómu môže byť prospešná pri identifikácii *I. parviflora* a *I. edgeworthii* v sterilnom stave, pre *I. edgeworthii* je pri počte chromozómov 2n = 12 veľkosť genómu cca 1,988 pg, pre *I. parviflora* pri 2n = 26 veľkosť genómu blízka hodnote 4 pg (3,82 pg udáva Veselý et al. 2013 a Šmarda et al. 2019; 4,26 pg udáva Kubešová et al. 2010).

Introdukcia I. edgeworthii do Európy, rozšírenie a invázny potenciál na Slovensku

Pôvodné rozšírenie taxónu *I. edgeworthii* je v západných Himalájach (Pakistan, Kašmír a Nepál), v nadmorských výškach 1800 – 3000 m na tienistých aj slnečných miestach (Matthews et al. 2015). Prvé semená *I. edgeworthii* sa dostali do Botanickej záhrady v Kew roku 1900 pravdepodobne pod menom *I. chrysantha* Hook. f. Boli zbierané pri administratívnom centre Pangi, zrejme v údolí Pangi v Indii (Hooker 1901). Rastliny, ktoré vyrástli z týchto semien ani ďalšie generácie týchto rastlín však nespôsobili žiadne rozšírenie druhu mimo Botanickú záhradu v Kew. Weiss (2020) sa domnieva, že nebezpečnými z hľadiska invázie sa stali semená zbierané v roku 1983 v údolí Utror v nadmorskej výške 2400 m v regióne Swat severozápadného Pakistanu, ktoré boli vysiate a pestované v Botanickej záhrade Berlin-Dahlem. V tomto období sa pravdepodobne do Berlína dostali aj semená *I. pseudobicolor* zbierané v Kalame v tom istom regióne Pakistanu. Avšak na základe informácií od Juraja Pauleho (pers. comm. 2024), kurátora herbárových zbierok v Berlíne je tento príbeh len legendou od Stevena B. Janssena, ktorá sa začala voľne šíriť a pravdou je, že *I. edgeworthii* bola kultivovaná v Berlíne už v roku 1901. Je preto nejasné, odkiaľ skutočne pochádzajú rastliny *I. edgeworthii*, ktoré boli objavené v r. 2001 pri Altenburgu. Ďalší nález bol v Oberholze pri Lipsku (Baade & Gutte 2008) a následne rýchlo pribúdali záznamy výskytu v rôznych oblastiach Nemecka (detaily Weiss 2020; Uher 2021). Hlavným faktorom šírenia druhu v sekundárnom areáli však nie je vystreľovanie semien z tobolky, ale predovšetkým rozširovanie semien na kolesách lesnej techniky, podobne ako v prípade *I. parviflora* (Weise 1966). Podrobné pozorovanie počas rokov bolo uskutočnené v Leina Forest pri Altenburgu v Nemecku, priemerný koeficient znásobenia počtu jedincov v populácii v rokoch 2003 – 2006 bol 2,8 (v r. 2006 bol 4,0) a v rokoch 2007 – 2019 bol koeficient 1,4. Len v tejto lokalite narástol odhadovaný počet rastlín zo 400 v roku 2002 na asi 1 020 000 v roku 2019 (Weiss 2020). Je to jasný dôkaz o vysokom inváznom potenciáli tohto taxónu. V Holandsku, ako druhej európskej krajine vyšla práca (Matthews et al. 2015), ktorá konštatuje, že v Holandsku zatiaľ nebol potvrdený výskyt druhu *I. edgeworthii*, aj keď je vysoko pravdepodobný. Ešte v tom istom roku opublikoval jeden zo spoluautorov (Odé 2015) prvý nález a následne aj ďalší autori nové lokality druhu v Holandsku (napr. Leuven et al. 2017). V Českej republike hlásil prvý nález Uher (2021) pri Břeclavi zo septembra 2020, následne Suchara (2022) uvádza, že z roku 2020 existuje aj internetová fotografia druhu z prírodného parku Džbán v stredných



Obr. 5 Hojný lemový výskyt *Impatiens edgeworthii* v kúpeľnom parku v Dudinciach, 7. 7. 2024. Foto: M. Dudáš.

Fig. 5 Abundant hemmed occurrence of *Impatiens edgeworthii* in the spa park in Dudince, 7. 7. 2024. Photo: M. Dudáš.

Čechách. Sám Suchara našiel druh v roku 2021 a 2022 v stredných Čechách na dvoch blízkych lokalitách pri Veľkých Popoviciach. Tieto lokality však boli v auguste 2022 rozorané a aktuálne nie je známe, že by sa tam druh vyskytoval. Čo sa týka lokalít v Nemecku, inváz̆ny potenciál druhu sa potvrdzuje aj pozorovaním, že *I. edgeworthii* vytláča z lokalít tak nepôvodný inváz̆ny druh *I. parviflora*, ako aj pôvodné synantropné druhy ako *Urtica dioica* či *Aegopodium podagraria* (Weiss 2020). Čo sa týka nálezov zo Slovenska, lokalita na Plaveckom hradnom vrchu z r. 2019 asi zanikla, ale populácia v kúpeľnom parku pri Dudinciach je už mohutná a pozostáva z tisícov jedincov (tab. 1, obr. 2 a 5.). Podľa jednej z autoriek tohto príspevku, R. Sýkorovej, bola pred pár rokmi na lokalite výlučne *I. parviflora*, ktorú tento druh vytlačil a obsadil značnú časť jej predchádzajúcich stanovíšť. Inde v okolí sa ešte stále vyskytuje *I. parviflora*. Lokalitu v Dudinciach navštívila R. Sýkorová v roku 2023 aj 2024, ako aj M. Dudáš v roku 2024 (dvakrát) a odobral ras-

tliny na karyologické a cytometrické analýzy (tab. 1 a 2). Nový neofytný druh okupuje predovšetkým lemové spoločenstvá rastlín a má tendenciu šíriť sa ďalej a vytláčať pôvodnú vegetáciu (o. i. aj inváznu *I. parviflora*). Zatiaľ sa vyskytuje len v mapovacom štvorci 7879a, ale postupne môžeme očakávať výskyt druhu na celom území SR. Výskyt na lokalite v Dudinciach nie je zatiaľ spoľahlivo vysvetlený. Môže súvisieť s lokalitami pri Břeclavi v ČR alebo aj na Plaveckom hradnom vrchu, no introdukcia zrejme prebehla nejakým iným spôsobom. Slovensko je zatiaľ štvrtým európskym štátom, v ktorom bol druh identifikovaný. Na základe podrobného vyhodnotenia invázneho potenciálu holandskými autormi (Matthews et al. 2015) môžeme aj na Slovensku hodnotiť druh ako potenciálne vysoko invázny a z tohto pohľadu je potrebné mu venovať náležitú pozornosť.

Poďakovanie

Autori práce ďakujú za poskytnuté informácie a fotografie o prechodnom výskyte *I. edgeworthii* na Plaveckom hradnom vrchu RNDr. Marekovi Slovákovi, PhD. a RNDr. Dominikovi Romanovi Letzovi, PhD. a poďakovanie patrí aj Dr. Jurajovi Paulemu za poskytnutie zaujímavých informácií o pestovaní a výskyte druhu v Berlíne.

Použitá literatúra

Akhter, Ch., Reshi, Z. A., Ganie, A. H., Dar, G. H. & Khuroo, A. A. 2022. Unique arrangement and temporal separation of essential organs promotes cross pollination in *Impatiens edgeworthii* Hook. f.: an endemic species of Western Himalaya. Bot. Pacifica 11: 67–73.

Akiyama, S., Wakabayashi, M. & Ohba, H. 1992. Chromosome evolution in Himalayan *Impatiens* (Balsaminaceae). Bot. J. Linn. Soc. 109: 247–257.

Baade, H. & Gutte, P. 2008. *Impatiens edgeworthii* Hook. f. – ein für Deutschland neues Springkraut. Braunschweiger Geobot. Arbeit. 9: 55–63.

Bai, C., Alverson, W. S., Follansbee, A. & Waller, D. M. 2012. New reports of nuclear DNA content for 407 U.S. plant species. Ann. Bot. (Oxford) 110: 1623–1629.

Day, P. D., Pellicer, J. & Kynast, R. G. 2012. Orange balsam (*Impatiens capensis* Meerb., Balsaminaceae): a re-evaluation by chromosome number and genome size. J. Torrey Bot. Soc. 139: 26–33.

Edgeworth, M. P. 1846. Descriptions of some unpublished species of plants from North-Western India. Trans. Linn. Soc. London 20: 23–92.

Freitag, H., Grosskurth, A. & Topp, L. 2016. Das Bunte Springkraut (*Impatiens edgeworthii* Hook. f.) jetzt in Hessen. Bot. Naturschutz Hessen 29: 27–35.

Gohil, R. N., Raina, R. & Ashruf, M. 1981. In Löve Á. (ed.), Chromosome number reports LXXII. Taxon 30: 697.

Goldblatt, P. & Johnson, D. E. 1979+. Index to Plant Chromosome numbers. http://legacy.tropicos.org/project/ipcn, cit. 17. 8. 2024.

Govindarajan, T. & Subramanian, D. 1986. Karyotaxonomy of South Indian Balsaminaceae. Cytologia 51: 107–116.

Grey-Wilson, C. 1979. Balsaminaceae. In Rechinger, K. H. (ed.), Flora des Iranischen Hochlandes und der umrahmenden Gebirge, Lfg. Nr. 143. Akad. Druck- und Verlagsanstalt, Graz. p. 1–16.
Hooker, J. D. 1875. The Flora of British India, Vol. 1. Reeve, London. 476 pp.
Hooker, J. D. 1901. *Impatiens chrysantha*. Bot. Mag. 127: tab. 7786.
Janssens, S. B., Geuten, K., Yuan, Y. M., Song, Y., Küpfer, P. & Smets, E. 2006. Phylogenetics of *Impatiens* and *Hydrocera* (Balsaminaceae) using chloroplast atpB-rbcL spacer sequences. Syst. Bot. 31: 171–180.
Janssens, S. B., Knox, E. B., Huysmans, S., Smets, E. F. & Merckx, V. S. 2009. Rapid radiation of *Impatiens* (Balsaminaceae) during Pliocene and Pleistocene: Result of a global climate change. Molec. Phylogen. Evol. 52: 806–824.
Jee, V., Dhar, U. & Kachroo, P. 1989. Cytogeography of some endemic taxa of Kashmir Himalaya. Proc. Indian Natl. Sci. Acad., B 55: 177–184.
Jones, K. & Smith, J. B. 1966. The cytogeography of *Impatiens* L. (Balsaminaceae). Kew Bull. 20: 63–72.
Khatoon, S. & Ali, S. I. 1993. Chromosome Atlas of the Angiosperms of Pakistan. Department of Botany, University of Karachi, Karachi. 232 pp.
Kolarčik, V., Fráková, V., Kocová, V., Koprivý, L. & Mártonfi, P. 2020. Endopolyploidy pattern in *Corydalis* early spring geophytes. Flora 270: 151651.
Kolarčik, V., Mirková, M. & Mikoláš, V. 2023. Reproduction Modes and Conservation Implications in Three Polyploid *Sorbus* Stenoendemics in Eastern Slovakia (Central Europe). Plants 12: 373.
Koshoo, T. N. 1957. Cytology of some *Impatiens* species. Caryologia 10: 55–74.
Kubešová, M., Moravcová, L., Suda, J., Jarošík, V. & Pyšek, P. 2010. Naturalized plants have smaller genomes than their non-invading relatives: a flow cytometric analysis of the Czech alien flora. Preslia 82: 81–96.
Loureiro, J., Rodriguez, E., Doležel, J. & Santos, C. 2007. Two new nuclear isolation buffers for plant DNA flow cytometry: a test with 37 species. Ann. Bot. (Oxford) 100: 875–888.
Leuven, R., Beringen, R., Boer, E., Duistermaat, H., Kemenade, L. van, Matthews, J., Odé, B., Simons, B., Velde, G. van & Valkenburg, J. van 2017. Van risicobeoordeling naar kosteneffectief beheer van uitheemse springzaden. De Levende Natuur 118: 139–142.
Matthews, J., Beringen, R., Boer, E., Duistermaat, H., Odé, B., Valkenburg, J. van, Velde, G. van & Leuven, R. 2015. Risk and management of non-native *Impatiens* species in the Netherlands. Radboud University, Nijmengen. 178 pp.
Mowforth, M. A. 1986. Variation in nuclear DNA amounts in flowering plants: an ecological analysis. PhD. thesis, msc., University of Sheffield.
Murín, A. 1960. Substitution of cellophane for glass covers to facilitate preparation of permanent squashes and smears. Stain Technol. 35: 351–353.
Májovský, J. et al. 1974. Index of chromosome numbers of Slovakian flora Part 4. Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comen., Bot. 23: 1–23.
Májovský, J. et al. 1978. Index of chromosome numbers of Slovakian flora (Part 6). Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comen., Bot. 26: 1–42.
Nasir, Y. J. 1980. Flora of Pakistan. No. 133. Balsaminaceae. Stewart Collection, Islamabad. p. 1–17.
Niklfeld, H. 1971. Bericht über die Kartierung der Flora Mitteleuropas. Taxon 20: 545–571.
Odé, B. 2015. Nog meer uitheemse springzaden komen er aan. Kijk op Exoten 14: 6.
POWO 2024. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; https://powo.science.kew.org/, cit. 15. 7. 2024.

Qiu, H., Zhang, Z. H., Wang, M. Z., Jin, X. J., Lin, J. D., Comes, H. P., Chen, J. X., Cui, R. N., Duan, R. Q. & Li, P. 2023. Plastome evolution and phylogenomics of *Impatiens* (Balsaminaceae). Planta 257: 45.

Rao, R. V. S., Ayyangar, K. R. & Sampathkumar, R. 1986. On the karyological characteristics of some members of Balsaminaceae. Cytologia 51: 251–260.

Singh, R. K., Borah, D. & Taram, M. 2021. Typifications, new combinations and new synonyms in Indian *Impatiens* (Balsaminaceae). Biodivers. Res. Conserv. 61: 1–27.

Song, Y., Yuan, Y. M. & Kupfer, P. 2003. Chromosomal evolution in Balsaminaceae, with cytological observations on 45 species from Southeast Asia. Caryologia 56: 463–481.

Song, Y. X., Peng, S., Mutie, F. M., Jiang, H., Ren, J., Cong, Y. Y. & Hu, G. W. 2022. Evolution and taxonomic significance of seed micromorphology in *Impatiens* (Balsaminaceae). Frontiers Plant Sci. 13: 835943.

Song, Y. X., Hu, T., Peng, S., Cong, Y. Y. & Hu, G. W. 2024. Palynological and macroscopic characters evidence infer the evolutionary history and insight into pollination adaptation in *Impatiens* (Balsaminaceae). J. Syst. Evol. 62: 403–420.

Suchara, I. 2022. Zplanělá netýkavka Edgeworthova – potenciální invazní druh v Evropě i u nás. Živa 70: 298–301.

Šmarda, P., Knapek, O., Březinová, A., Horová, L., Grulich, V., Danihelka, J., Veselý, P., Šmerda, J., Rotreklová, O. & Bureš, P. 2019. Genome sizes and genomic guanine+cytosine (GC) contents of the Czech vascular flora with new estimates for 1700 species. Preslia 91: 117–142.

Temsch, E. M., Greilhuber, J. & Krisai, R. 2010. Genome size in liverworts. Preslia 82: 63–80.

Uher, J. 2021. *Impatiens edgeworthii*. In Lustyk, P. & Doležal, J. (eds), Additamenta ad floram Reipublicae Bohemicae – XIX. Zprávy Čes. Bot. Společn. 56: 103–107.

Van′t Hof, J. 1965. Relationships between mitotic cycle duration S period duration and average rate of DNA synthesis in root meristem cells of several plants. Exp. Cell. Res. 39: 48–58.

Veselý, P., Bureš, P. & Šmarda, P. 2013. Nutrient reserves may allow for genome size increase: evidence from comparison of geophytes and their sister non-geophytic relatives. Ann. Bot. 112: 1193–1200.

Veselý, P., Bureš, P., Šmarda, P. & Pavlíček, T. 2012. Genome size and DNA base composition of geophytes: the mirror of phenology and ecology? Ann. Bot. 109: 65–75.

Weise, B. 1966. Untersuchungen über die Konkurrenzbeziehungen von *Impatiens parviflora* und *Impatiens noli-tangere*. Ber. Arbeitsgem. Sächs. Bot. 8: 101–122.

Weiss, V. 2013. Zur Ökologie von *Impatiens edgeworthii* Hook. f. in Mitteldeutschland. Mitt. Florist. Kart. Sachsen-Anhalt 18: 15–29.

Weiss, V. 2020. *Impatiens edgeworthii*, an invasive balsam in Central Europe by its ecology. Does it be an aggregate species? Kindle Direct Publishing, Seattle. 42 pp.

Yu, S. X., Janssens, S. B., Zhu, X. Y., Liden, M., Gao, T. G. & Wang, W. 2016. Phylogeny of *Impatiens* (Balsaminaceae): integrating molecular and morphological evidence into a new classification. Cladistics 32: 179–197.

Yuan, Y. M., Song, Y., Geuten, K., Rahelivololona, E., Wohlhauser, S., Fischer, E., Smets, E. & Kupfer, P. 2004. Phylogeny and biogeography of Balsaminaceae inferred from ITS sequences. Taxon 53: 391–403.

Došlo 10. 2. 2025
Prijaté 7. 4. 2025