

Nový rod čeledi sítinovitých v České republice – *Oreojuncus*

Krkonoše jsou domovem vzácných druhů rostlin i živočichů (viz např. Živa 2013, 4: 175–179). Zástupy turistů putujících na vrchol Sněžky ale procházejí bez povšimnutí kolem jedné z největších populací zajímavého glaciálního reliktu. Dosud byl považován za zástupce rodu *Juncus* (sítina). Správné zařazení této rostliny však nedalo botanikům spát již mnoho let. Až nyní se na základě komplexního výzkumu zahrnujícího molekulární analýzy ukázalo, že jde o natolik unikátní druh, že zasluhuje vyčlenění do samostatného rodu – *Oreojuncus*.

V našich nejvyšších horách se můžeme setkat s jedním z druhů tohoto rodu – podle současného názvosloví *O. trifidus*, neboli sítinou trojklanou. Právě na Sněžce ji zkušeno oko rozhodně nepřehlédne (obr. 1), neboť na některých místech tvoří mezi kosodřevinou téměř souvislý porost. Je to trsnatá rostlina dorůstající 5–30 cm. Pokud se podíváme blíže, zjistíme, že květenství má na sítinu poměrně chudé, redukované na 2–3 (nejvýše čtyři) květy, které přesahují listy podobné listenům, vyrůstající velmi blízko sebe v horní části oblé lodyhy. Listy jsou mírně žlábkovité nebo ploché a při pohledu lupou můžeme objevit, že jejich okraj je papilnatě pilovitý. Na bázi lodyhy se nachází 4–6 katafylů (bazálních listů s nevyvinutou čepelí, které chrání mladé rostliny) podobných listenům. Když se vypravíme do Krkonoš koncem léta, sítiny mají tmavě hnědé trojpouzdré tobolky vyčnívající z okvětí. Listy získaly z počáteční zlatavé bronzovou barvu, která v té době již zdobí třetinu rostliny.

Čeleď sítinovitých (*Juncaceae*) zahrnuje v současnosti 450 druhů patřících do dvou kosmopolitních rodů – sítina (*Jun-*

cus) a bika (*Luzula*) a pěti malých rodů rostoucích výhradně na jižní polokouli (*Distichia*, *Marsippospermum*, *Oxychloë*, *Patosia* a *Rostkovia*, pro něž nemáme do sud české ekvivalenty); určovací klíče viz tab. 3 a obr. I na webu Živy. V r. 2013 přibyl do čeledi osmý, *Oreojuncus* Závěská Drábková a Kirschner. Tento rod vznikl vyčleněním dvou druhů řazených dříve do rodu *Juncus* – sítiny trojklané a s. jednokvěté (*O. monanthos*). Uvedené dvě sítiny se vyznačují naprosto unikátní kombinací znaků v celém rodu sítina i čeledi sítinovitých a mají také fylogeneticky významné záměny a přestavby v genomu.

V rodu sítina jsou důležitými diakritickými znaky typ květenství a morfologie a anatomie listu. Systém, který se používá dodnes, navrhl koncem 19. stol. německý badatel Franz Buchenau (1890). Člení rod *Juncus* do dvou podrodů – *Juncus* a *Agathryon* – první se 6 a druhý se čtyřmi morfologicky většinou dobře odlišnými sekcemi. Podrod *Juncus* charakterizuje hroznovitý typ květenství a chybějící listeny (*eprophyllati* podle Buchenau) a květy nahloučené v hlávkách a shlucích.

Podrod *Agathryon* tvoří vrcholík s párem listenců pod každým květem a květy jednotlivé či uspořádané v řídkých shlucích (*prophyllati*).

Co jsme věděli a nevěnovali tomu pozornost

Pokud se nyní soustředíme na druhý jmenovaný podrod, *Agathryon*, jsou v jeho rámci velmi zřetelně definovány rozlišované sekce *Tenageia*, *Juncotypus* i *Forskalinia*. Sítina trojklaná a s. jednokvětá byly dříve zařazovány do tohoto podrodu, nověji pak do sekce *Steiroidia*, která zahrnuje velmi rozdílné druhy (s listy bazálními nebo jen lodyžními, s listy plochými či na průřezu téměř oblými, s květy jednotlivými nebo v květenství atd.). Avšak již r. 1912 poukázal na výjimečnost sítiny trojklané Georges Rouy ve Flóře Francie a navrhol pro ni novou kategorii na úrovni sekce. Jeho pokus ale nebyl v botanické obci přijat a byl na dlouho zcela zapomenut. Až Vladimír S. Novikov v r. 1990 znovu navrhl zařazení druhu do samostatné sekce. Ani on neuspěl a druh byl spolu se sítinou jednokvětou zařazen právě do nově vznikající heterogenní sekce *Steiroidia* (Kirschner a kol. 1999). A tak si musely sítina trojklaná a s. jednokvětá počkat na samostatnou skupinu – rod – až do potvrzení výjimečné pozice molekulárními daty (Závěská Drábková a Kirschner 2013).

Co přinesly molekulární analýzy

Prvními molekulárními daty získanými pro čeleď sítinovitých byl chloroplastový gen *rbcL* (pro enzym RuBisCo, ribulózobisfosfátkarboxyláza). Fylogenetický strom sestavený na jeho podkladě ukázal sítinu trojklanou jako bazální větev pro všechny druhy rodu sítina společně se všemi rody z jižní polokoule (Drábková a kol. 2003). Vyčlenění samostatného rodu na základě jednoho genu by ale bylo příliš ukvapené, a tak bylo potřeba výsledky ověřit i na jiných úsecích DNA. Byly vybrány další geny a hlavně na této úrovni informativnější úseky nekódující DNA jak z chloroplastu (*trnL*, *trnL-F*), tak jádra (ITS1-5.8S-ITS2) a další gen (*atp1*), tentokrát z mitochondrie. Tím jsme dostali informace ze všech tří částí rostlinného genomu. Veškerá tato data poukázala na jedinečnou pozici sítiny trojklané a s. jednokvěté (obr. 2).

Uvedme si několik zajímavých příkladů z genomů sítinovitých. V rámci konzervovaných genů, jakými jsou *rbcL* nebo *atp1*, najdeme rozdíly pouze v substitucích (záměna nukleotidů), i když řada z nich je fylogeneticky významných. Větší rozdíly se však vyskytují v nekódujících oblastech genomu. Ze studovaných zahrnuje nejvíce fylogeneticky informativních přestaveb chloroplastový *trnL-F* intergenový úsek a *trnL* intron (nekódující úsek uvnitř genu). V rámci tohoto intronu se nacházejí inserce a delece typické především pro rod bika a *Rostkovia*, ale také pro podporu některých sekcí v rámci rodu *Juncus*. Rody z jižní polokoule mají nejdelší inserce (334 párů bází), která je charakteristická rovněž pro

1 Porosty sítiny trojklané (*O. trifidus*), nyní zařazené do nově vyčleněného rodu *Oreojuncus*, v Krkonoších na Obřím hřebeni uprostřed léta 2013



Tab. 1 Morfologické znaky charakterizující jednotlivé rody čeledi sítinovitých (*Juncaceae*). Podle: L. Záveská Drábková a J. Kirschner (2013)

	Rod <i>Oreojuncus</i>	Ostatní druhy rodu sítina (<i>Juncus</i>)	Rod bika (<i>Luzula</i>)	Rod <i>Distichia</i>	Rod <i>Patosia</i>	Rod <i>Oxychloë</i>	Rod <i>Rostkovia</i>	Rod <i>Marsippo-spermum</i>
Ouška	třásnitá	chybějí nebo celistvá	chybějí	celistvá	celistvá	celistvá	celistvá	celistvá
Prašník	zašpičatělý	bez špičky	bez špičky	zašpičatělý	zašpičatělý	zašpičatělý	zašpičatělý	zašpičatělý
Okraj listu	papilnatě pilovitý	hladký	papilnatě pilovitý	hladký	papilnatě pilovitý	hladký	hladký	hladký
Osemení	volné	těsné nebo volné	těsné	volné	volné	volné	těsné	těsné
Listové odění (indumentum)	chybí	chybí	vyvinuto	vyvinuto	chybí	chybí	chybí	chybí
Počet semen v tobolce	více	více	tři	více	více	více	více	více
Listová pochva	otevřená	otevřená či uzavřená	uzavřená	otevřená	otevřená	otevřená	otevřená	otevřená
Polštářovitý habitus	netvoří	netvoří	netvoří	tvoří	tvoří	tvoří	netvoří	netvoří
Uspořádání listů	spirálovité	spirálovité	spirálovité	dvouřadé	spirálovité	spirálovité	spirálovité	spirálovité
Gynofor*	chybí	chybí	chybí	vyvinut	chybí	chybí	chybí	chybí

* Gynofor – protažené květní lůžko nesoucí pestík odděleně od květních obalů a tyčinek

druhy *J. capensis* a *J. lomatophyllus*. Nový rod *Oreojuncus* se také vyznačuje unikátní inzercí dlouhou 322 párů bází (obr. 3). Úsek *trnL-F* obsahuje jediný dlouhý indel (s. trojklaná má v dané oblasti genomu delecii, zatímco ostatní druhy inzerce) – 84 párů bází u rodu *Oreojuncus*, které se u žádné jiné sítiny, ale ani u žádného zkoumaného druhu celé čeledi nevyskytují. Můžeme předpokládat, že jde o část genomu přítomnou právě jen u nového rodu (obr. 3).

Fylogeneze sítinovitých

Pokud srovnáme výsledky fylogenetických hypotéz získaných na základě molekulárních dat s tradičním systémem čeledi sítinovitých založeným na morfologických znacích, zjistíme, že ke shodě dojdeme jen v některých případech. Shrňme si nyní, co nám říkají tyto výsledky. Rod bika byl potvrzen jako monofyletický (zahrnuje společného předka i všechny jeho potomky), avšak rod sítina je parafyletický (neobsa-

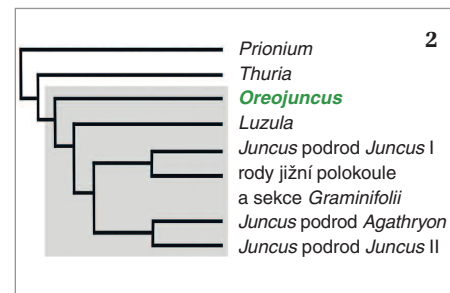
huje všechny potomky společného předka). Je tomu tak proto, že zahrnuje uvedené pět rodů jižní polokoule. Kromě toho právě sítina trojklaná a s. jednokvětá mají samostatné postavení ve fylogenetickém stromu (na základě všech dostupných dat použitých v jedné analýze), a to jako sesterská skupina pro celý zbytek čeledi (obr. 2).

Zmínili jsme také tradiční členění rodu sítina na dva podrody (*Juncus* a *Agathryon*). Oba jsou podle molekulárních dat z větší části zachovány, ale existují odchylky (proto členíme podrod *Juncus* na dvě skupiny, I a II). Co se týče tradičních sekcí, molekulární analýzy nepřinesly téměř žádnou podporu pro jejich vyčlenění. Výjimku představuje *Luzula* sekce *Luzula*, jejíž samostatnost molekulární data dobře podpořila (Záveská Drábková a Vlček 2010). Zajímavé je i postavení již zmíněných jihoafrických druhů *J. capensis* a *J. lomatophyllus* ze sekce *Graminifolii* (rostliny s plochými trávovitými listy a hroznovitým

květenstvím), které se ve fylogenetickém stromu nacházejí ve společné větvi s rody jižní polokoule.

Tradiční morfologické znaky

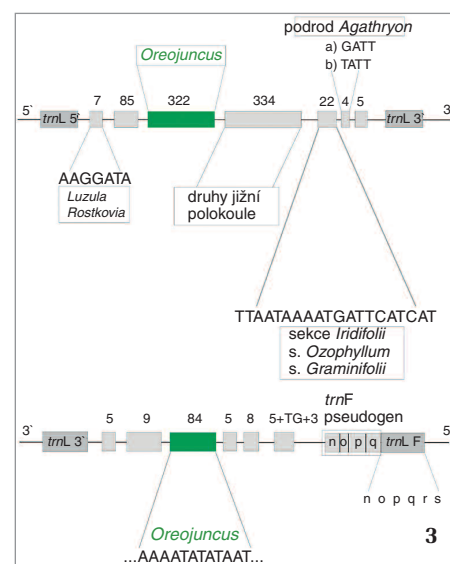
Sítina trojklaná a s. jednokvětá se odlišují od ostatních druhů sítin specifickou kombinací znaků: papilnatě pilovitým okrajem listů, třásnitými ouškami, prašníky s nasazenou špičkou a semeny s volným vnějším osemením s přívěsky (obr. 7 a 8). Právě listová ouška, okraj listu, postavení listů na lodyze, listové pochvy, počet semen v tobolce a typ osemení jsou důležitými dia- kritickými znaky, které se používají pro



Tab. 2 Diagnostické morfologické znaky odlišující sítinu jednokvětou (*Oreojuncus monanthos*), sítinu trojklanou (*O. trifidus*) a sekci *Steirochloa* rodu *Juncus*. Podle: L. Záveská Drábková a J. Kirschner (2013)

	<i>Oreojuncus trifidus</i>	<i>Oreojuncus monanthos</i>	Sekce <i>Steirochloa</i>
Ouška	třásnitá	třásnitá	celistvá
Okraj listu	papilnatě pilovitý	papilnatě pilovitý	hladký, celistvý
Sklerenchym* okraje listu	nevyvinut, nebo slabě vyvinut	nevyvinut, nebo slabě vyvinut	dobře vyvinut
Zvětšené buňky na vrchní straně pokožky listu	slabě vyvinuty	slabě vyvinuty	obvykle dobře vyvinuty
Květenství	1(2)–3(4)květé	1(2–3)květé	Více než trojkvěté, obvykle více než 10květé
Okvětní lístky	2–4,2 mm	4–5,2 mm	2–6 mm
Čepel katafylů**	do 1 cm	6–10 cm	1,5–6 cm
Semena	osemení volné, přívěsky dlouhé 0,2–0,3 mm	osemení volné, přívěsky dlouhé 0,4–0,5 mm	osemení těsné, přívěsky ± chybějící

* Sklerenchym – rostlinné pletivo tvořené buňkami se ztloustlými stěnami; ** katafily – bazální listy (různé délky, tvaru a barvy) s nevyvinutou čepelí chránící mladé rostliny



2 Postavení rodu *Oreojuncus* ve fylogenetickém stromu sítinovitých (*Juncaceae*) na základě molekulárních dat získaných z chloroplastu, mitochondrie i jádra. Orig. L. Záveská Drábková

3 Strukturální mutace v intronu *trnL* a intergenovém úseku *trnL-F* (blíže v textu). Podle L. Drábkové a kol. (2004)

4 až 8 Sítina trojklaná: celkový habitus (obr. 4), detail zralé (5) a dozrávající (6) tobolek, třásnitá ouška listu (7), papilnatě pilovitý okraj listu, semeno s volným vnějším osemením a detail povrchové struktury semene (8). Snímky: J. Machač (obr. 5 a 8) a L. Záveská Drábková, pokud není uvedeno jinak

členění jednotlivých rodů sítinovitých (viz tab. 1). Třásnitá ouška jsou navíc znakem výjimečným v celé čeledi. Většina sítin má ouška celistvá, nebo zcela chybějí.

Tradiční systém sítinovitých založený na znacích uvedených v tab. 1 používá unikátní znaky (autapomorfie) a jejich kombinace. Zavedení molekulárních analýz vedlo k potvrzení morfoloogické jedinečnosti sítiny trojklané a s. jednokvěté a muse- lo nutně vést k vytvoření nového rodu.

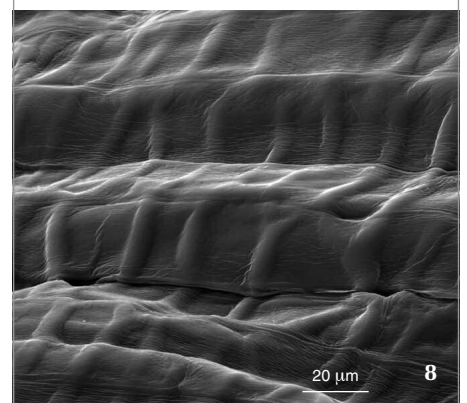
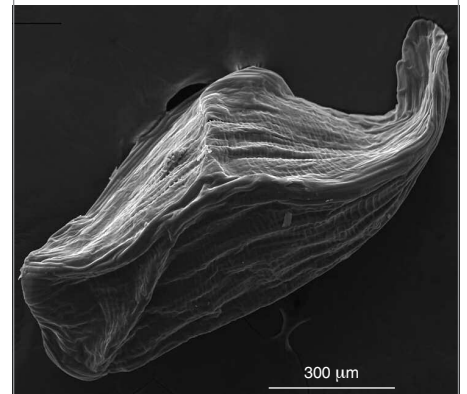
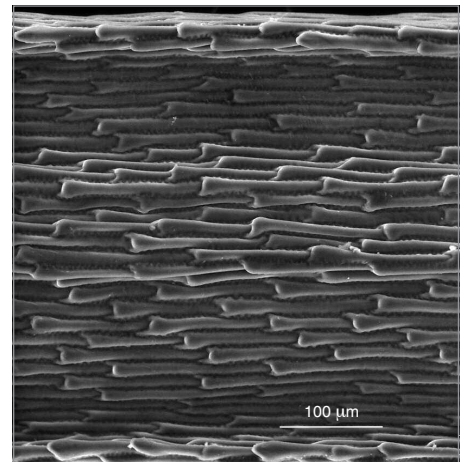
Rozdíly mezi sítinou trojklanou a s. jednokvětou

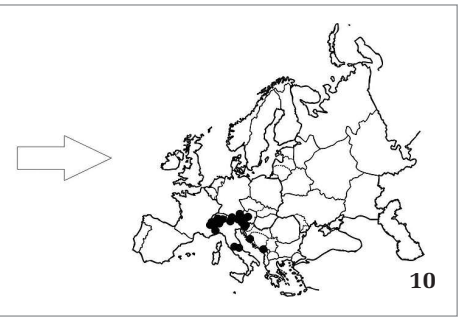
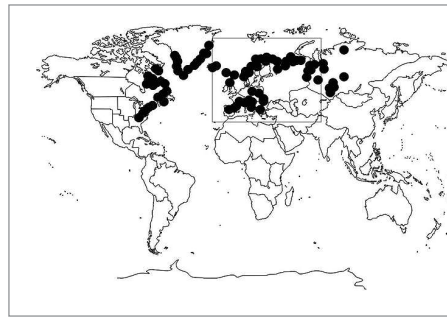
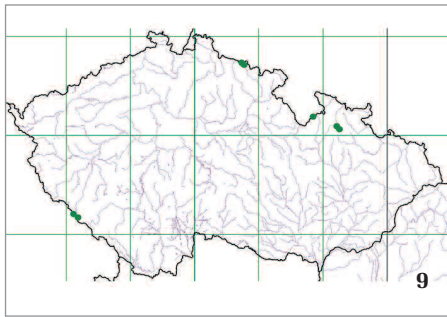
Sítina trojklaná se na první pohled liší počtem květů, koncové květenství je složeno většinou ze dvou až tří, někdy i čtyř květů a značně přesahované listeny. Dalším, méně nápadným znakem jsou mnohem kratší katafily, dosahují kolem 1 cm. Sítina jednokvětá je má zřetelnější, dlouhé 6–10 cm. Jiné znaky, jako je délka okvětních lístků nebo velikost přívěsku (apendixu) semen, jsou velmi nepatrné a dochází u nich ke značnému překryvu. Odlišnosti obou druhů i rozdíly vůči zástupcům sekce *Steirochloa* uvádí tab. 2.

I když se oba druhy vyskytují v trávnicích nebo suťových polích vysokohorských poloh, každý vyhledává jiný geologický podklad. Sítina trojklaná roste vždy na kyselých substrátech, s. jednokvětá patří mezi vápnomilné rostliny. První druh nalezneme u nás jen v horských polohách na vyfoukávaných hřbetech, v alpských trávnicích chudých živinami, ve skalních štěrbinách a na balvanitých sutích třídy *Juncetea trifidi* a svazu *Juncion trifidi*, ve kterých je diagnostickým druhem. Je to druh subalpínského stupně, vzácně stoupá do submontánního i montánního stupně. Málo se ví o tom, že tento arktickoalpínský druh je zařazen do kategorie C2, mezi silně ohrožené zástupce naší flóry, zejména pro ostrůvkovitý výskyt pouze v nejvyšších horských polohách. Sítina jednokvětá na našem území neroste.

Kde je najdeme

Na území České republiky roste sítina trojklaná výhradně v subalpínském stupni oreofytika, ve vrcholových partiích Krkonoš a Hrubého Jeseníku, velmi vzácně na Šumavě a na Králickém Sněžníku (obr. 9). Celkový areál zahrnuje boreální až arktický pás Evropy, vysoké hory v jižní části Evropy, západní část Sibíře, Grónsko a východ Severní Ameriky (obr. 10). Je to druh s cirkumpolárním, avšak disjunktním rozšířením. Jak je z mapy patrné,





Tab. 3 Klíč pro určování tří rodů čeledi sítinovitých v České republice. Podle J. Kirschnera pro připravované vydání Květeny ČR

1a	Listy lysé; tobolka s mnoha semeny; pochvy listů ± otevřené	2
1b	Listy na okraji nebo alespoň při ústí pochev dlouze bělavě brvité; tobolka se třemi semeny; pochvy listů uzavřené	<i>Luzula</i> (bika)
2a	Listy na okraji jemně papilnatě pilovité; ouška dlouze třásnitě zubatá; květenství obvykle jedno- až trojkvěté	<i>Oreojuncus</i> (sítina)
2 b	Listy na okraji hladké; ouška nejsou vyvinuta nebo celokrajná; květenství obvykle čtyř- až mnohokvěté	<i>Juncus</i> (sítina)

sítina jednokvětá roste jen v Evropě, v celých Alpách, v horách Chorvatska, Černé Hory a v severní části Apenin.

Karyologické zajímavosti

Zjišťování počtu chromozomů patří dnes již k tradičním taxonomickým znakům. U sítinovitých, podobně jako u blízce příbuzných šachorovitých (*Cyperaceae*), se navíc nachází unikátní chromozomální fragmentace (která zvyšuje počet chromozomů v buňce za současného zachování shodného obsahu DNA – agmatoploidie), v rostlinné i živočišné říši poměrně málo zastoupená. V čeledi sítinovitých je však dosud potvrzena pouze u rodu bika. Sítina

trojklaná i s. jednokvětá mají somatický počet chromozomů $2n = 30$, což je opět unikátní v rámci rodu sítina a vymyká se sekci *Steirochloa*, kde převažuje $2n = 40$ až 44 . U sítin nejčastěji najdeme $2n = 40$ a $2n = 80$, ale nechybějí ani druhy se zjištěnými 120 nebo 130 chromozomy (jde o polyploidy; např. u s. trojplevé – *J. triglumis*). Pro úplnost uvedme, že u bik jsou nejčastější $2n = 12$, 24 nebo 36. Nejvyšší počet v rámci rodu bika byl zjištěn u naší domácí b. chlupaté (*L. pilosa*, $2n = 66$).

Co nám o sítinách řekne výskyt hub?

Jednou ze zajímavostí sítiny trojklané se staly nálezy vřeckovýtusných hub (*Asco-*

9 Rozšíření sítiny trojklané v České republice. Podle L. Záveské Drábkové (2013)

10 Areál sítiny trojklané (vlevo) a s. jednokvěté (*O. monanthos*, vpravo). Upraveno podle J. Kirschnera a kol. (2002)

mycota) na jejich listech (viz Živa 2010, 4: 153–155). Braničnatka *Septoria chalousiana* se vyskytuje pouze na zástupcích rodu bika. Na sítinách nebyla nikdy pozorována, s výjimkou s. trojklané. Podobně je tomu i s jiným druhem vláknité vřeckovýtusné houby – drobilky sítinové (*Arthrinium juncoideum*, syn. *A. cuspidatum*) popsané ze Severní Ameriky, která se vyskytuje pouze na sítinách, včetně s. trojklané, ale nikoli na bikách (Suková a Chlebický 2004). Některé druhy hub na cévnatých rostlinách jsou ve svém výběru vysoce specifické (např. určité sněti u ostřic), uvedené zjištění tedy podporuje hypotézu zvláštní pozice sítiny trojklané mezi ostatními druhy sítin.

Studium sítinovitých pokračuje s cílem získat komplexní přehled o fylogenetických vztazích uvnitř čeledi a její molekulární evoluci.

Jiří Brabec

Hoře, hořce, hořečky IV. Světoobčan hořeček nahořklý

Mnohé naše hořečky (*Gentianella*) jako relativně mladé a blízce příbuzné druhy neoplývají příliš velkým areálem. Jinak je tomu u hořečku nahořklého (*G. amarella*), kterému věnujeme tento díl, poslední z hořečkové části seriálu. Aby byla exkurze po našich zástupcích rodu *Gentianella* kompletní, musíme zmínit i několik dnes již velmi vzácných druhů a několik kříženců. Vesměs jde o taxony, jejichž výzkum nás teprve čeká, pokud bude vůbec na zbytkových populacích možný. Na závěr pak zabloudíme do problematiky synchronizace výkyvů (fluktuací) počtu kvetoucích exemplářů na jednotlivých lokalitách a nastíníme, co všechno ze života hořečeků by mohla vysvětlit genetika reprezentovaná příbuzenským křížením.

Široce variabilní taxon hořeček nahořklý (obr. 1) je rozšířen cirkumpolárně – Evropa, severní Asie až po střední Sibiř, Dálný východ, Severní Amerika. Ve střední

Evropě prošel druh dramatickým úbytkem lokalit ve dvou vlnách v 50. a 70. letech 20. stol. Jelikož byl dříve považován za obecně rozšířený, nebyl často zaznamená-

ván a ani doložen herbářovými sběry, které jsou vzhledem k taxonomické problematice hořečeků (až na výjimky) jedinými věrohodnými doklady o výskytu. V České republice tak máme prokázáno jen něco přes 400 lokalit, přestože je jisté, že v minulosti jich existovalo mnohonásobně více. Na území ČR roste hořeček nahořklý v celém českém termofytiku a mezofytiku, podstatně vzácnější byl na Moravě. Ve vyšších polohách se u nás vyskytoval vždy velmi vzácně nebo vůbec ne, kromě části Krušných hor a Žďárských vrchů. Výškovým maximem v ČR (1 150 m n. m.) je nedávno nalezená lokalita v Hrubém Jeseníku.

Kvetoucí rostliny jsou na našem území nejčastěji 10–35 (nanejvýš 88) cm vysoké, od dolní poloviny (vzácně od dolní třetiny) relativně pravidelně větvené s 8–120 květy (v nejširším rozsahu 1–325). Nejvyšší rostliny hořečku nahořklého a maximální počty květů byly zaznamenány v jihozápadních Čechách v oblasti přírodní rezervace Opolenec v r. 2011. Květy jsou zpravidla pětičetné, na téže rostlině však mohou vznikat i čtyřčetné (v některých populacích bývá čtyřčetnost velmi častá; obr. 2), koruna je 12–19 mm dlouhá, nejčastěji světle fialová. Kalich dosahuje velikosti obvykle 8–11 mm, s 4–7 mm dlouhými a 1,0–1,5 mm širokými víceméně shodnými cípy; je pětičetný, vzácněji čtyřčetný, všechny cípy bývají přibližně stejně široké.