

Jak rychle a proč vymírají rostliny v antropocénu?

Současná rychlost extinkce druhů cévnatých rostlin je o dva až tři řády vyšší než odhadovaná průměrná rychlost vymírání v předchozích geologických dobách. Navzdory našim neúplným znalostem máme dnes dostatek dat z mnoha zemí k tomu, abychom se pokusili shrnout příčiny tohoto jevu. Nejdůležitější jsou antropogenní ztráty a degradace přírodních biotopů. Zemědělství, eutrofizace, urbanizace, narušení vodního režimu a introdukce býložravých savců jsou nejčastěji uváděné příčiny. Lze očekávat, že globální změny klimatu budou hrát stále důležitější roli. Významné mohou být také biologické predispozice jednotlivých taxonů, zejména jejich závislost na specifických opylovačích. Naše snaha by měla směřovat k zachování zbytků ohrožené vegetace, ochraně co nejvíce taxonů v semenných bankách a botanických zahradách a k reintrodukcí v přírodě vyhynulých taxonů s ohledem na očekávané klimatické změny.

Podle posledních odhadů sdílíme planetu s více než 400 tisíci druhy cévnatých rostlin a mechorostů. Z toho téměř 370 tisíc druhů jsou kvetoucí rostliny. Jelikož průměrný botanik obvykle nezná víc než 2 000 druhů rostlin, tato čísla se zdají být nedozírná. Jestliže však navíc platí odhad paleontologů, že zde dnes máme jen méně než 1 % všech druhů, které kdy na Zemi žily, více než 99 % druhů vymřelo. Navzdory vymírání počet druhů většinu času stoupal. Např. ztráta dinosaurů umožnila evoluční diverzifikaci savců a kompetitivní potlačení jehličnanů zase s velkou pravděpodobností přispělo k úžasné diverzifikaci kvetoucích rostlin. S jistotou je dnes známo sotva 600 druhů cévnatých rostlin, které během posledních 250 let globálně vyhynuly vinou antropogenních vlivů.

Tato čísla by mohla vést k nezájmu o „zanedbatelné“ ztráty biodiverzity v současné době. Vymírání druhů v geologických dobách ale probíhalo během desítek milionů let. Průměrné trvání rostlinného druhu je odhadováno na 5–15 milionů let a průměrná přirozená rychlost vymírání cévnatých rostlin na 0,05 až 0,35 extinkcí na milion druhů za rok (E/MDR). Ve srovnání s tímto dlouhodobým pozadím probíhá recentní (1900–2018) vymírání cévnatých

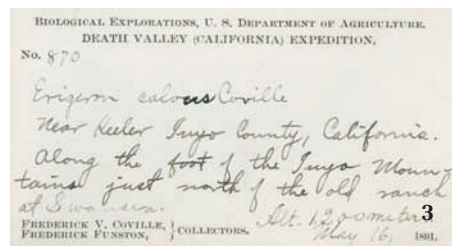
rostlin o dva až tři řády rychleji – odhadem 25,6 E/MDR (Humphreys a kol. 2019). To je ovšem velký rozdíl. Nejméně 20 % druhů cévnatých rostlin je dnes lidskou činností ohroženo vyhynutím (např. Antonelli a kol. 2020). Ať už jsou naše důvody pro ochranu biodiverzity jakékoli (utilitární, estetické, etické), pochopení příčin recentního vymírání by nám mělo pomoci v péči o ohrožené druhy (a nižší taxony).

Jak spolehlivá jsou naše data?

Seznamy vyhynulých taxonů pro větší území nejsou a nikdy nebudou ani dočasně přesné. Některé druhy považované za vyhynulé se znovu objevují a jiné, ještě nedávno přítomné, se nedaří najít ani při důkladných terénních průzkumech. Mimoto taxonomické výzkumy mohou vést k mírnému nárůstu nebo poklesu množství rozlišených taxonů. Vývoj odhadů počtu vymřelých rostlin v Kalifornii (tab. 1) názorně ilustruje dynamický charakter seznamů vymřelých rostlin. Počet taxonů považovaných za globálně vyhynulé výrazně klesal v intervalu 1974–2018. Důležité ale je, že pět druhů a 8 taxonů považovaných za vyhynulé v r. 2018 nebylo mezi 31 druhy a 33 taxony, které byly pokládány za vyhynulé v r. 1974. Počet taxonů považovaných za regionálně

Tab. 1 Počty druhů a taxonů (včetně poddruhů a variet) cévnatých rostlin považovaných za vyhynulé v Kalifornii; * stále ještě rostoucí v nejméně jednom dalším státě USA. Podle katalogů California Native Plant Society (1974–2017) a M. Rejmánka (2018)

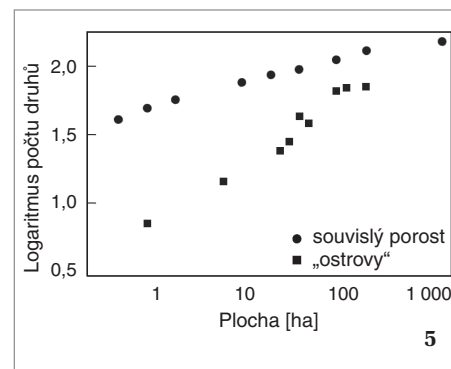
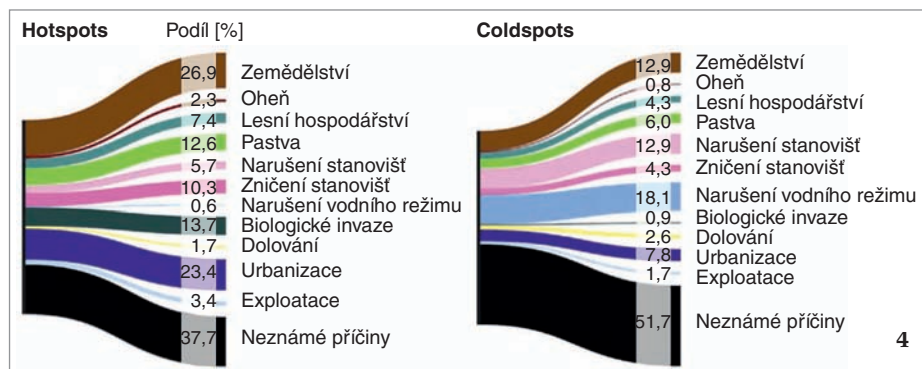
Rok	Vyhynulé globálně		Vyhynulé regionálně*		Celkově	
	druhy	taxony	druhy	taxony	druhy	taxony
1974	31	33	11	12	42	45
1980	28	33	10	11	38	44
1984	24	28	5	6	29	34
1988	24	32	6	7	30	39
1994	23	28	6	6	29	34
2001	20	25	4	4	24	29
2017	18	22	7	7	25	29
2018	13	17	15	15	28	32



1 až 3 Turan *Erigeron calvus* – s největší pravděpodobností globálně vyhynulý druh nalezený naposledy v r. 1891 na úpatí pohoří Inyo v jižní Kalifornii. Herbářová položka, scheda a poušť s keří larey trojzubé (*Larrea tridentata*), kde byl druh sbírán. Lokalita byla udána velice přesně a druh zahrnut do monografie vypracované slavným americkým taxonem Arthurem Cronquistem. Jednou z možných příčin vyhynutí tohoto turanu mohly být eroze a zemní/šterkové laviny, které následovaly po vytěžení všech borovic a jalovců na svazích během důlních a souvisejících projektů v daném území.

vyhynulé (pouze v Kalifornii) nejdříve klesal, ale v poslední analýze nakonec dosáhl nejvyšší hodnoty.

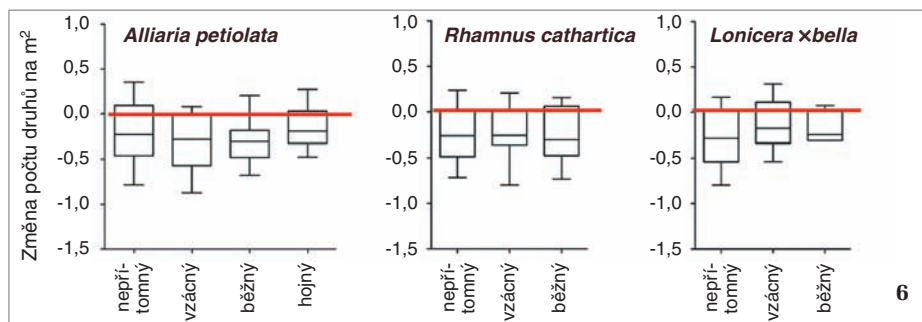
Aby byl rostlinný taxon nezvratně prohlášen za vyhynulý, nejenže nesmí být nalézán v žádné viditelné nadzemní formě, ale ani v podzemních dormantních stádiích. Semena schopná klíčení u některých druhů mohou v půdě přetrvávat mnoho let i desetiletí. Dlouhodobé semenné banky vytvářejí např. mnohé druhy čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Tato skutečnost značně komplikuje přesnou klasifikaci druhů na vyhynulé a nevyhynulé. Neméně důležitá je vegetativní podzemní dormance. Tak např. český botanik Jaroslav Rydlo popsal přežívání kruštíku polabského (*Epipactis albensis*) po dobu 11 let bez jakýchkoli nadzemních orgánů a američtí botanici Louisa Squiresová a Arnold Van der Valk



dokumentovali 20–25 let přežívající kamýšník přímořský (*Bolboschoenus maritimus*) jen ve formě oddenkových hlízek.

Vzhledem k podzemním dormantním formám a ke skutečnosti, že většinou není možné prohledat každý čtvereční metr zájmového území, není překvapující, že některé druhy jsou znovuobjevovány i po velice dlouhé době. Třeba tráva *Sphenopholis interrupta* (*Poaceae*), známá pouze v podobě dvou herbářových položek z r. 1890, byla v loňském roce opět nalezena v kalifornském okrese San Diego, zástupce mučenkovitých *Adenia natalensis* (*Passifloraceae*) v jižní Africe po 150 letech, hvězdnatku *Thismia neptunis* (*Burmanniaceae*) čeští botanici znovuobjevili v Sarawaku po 151 letech a vstavač italský (*Orchis italica*) byl na sopce Vesuv opět nalezen dokonce po čtyřech stoletích.

Na druhou stranu existuje jistě řada druhů, o jejichž vyhynutí zatím nevíme. Jeden druh – turan *Erigeron calvus*, který zatím není na žádném seznamu vyhynulých rostlin, byl naposledy sbírán na úpatí pohoří Inyo v jižní Kalifornii r. 1891 a nebyl nalezen ani při intenzivním pátrání v přehledném terénu v letech 2018 a 2019 (obr. 1–3). Podle našeho odhadu je v Kalifornii více než 10 takových druhů, které zatím nezahrnuje žádný z dosud publikovaných seznamů, a nejsou tedy mezi 17 globálně vyhynulými taxony (tab. 1). Situace v mnoha zemích není lepší. Graminoložka Maria Vorontsova z Královských botanických zahrad v Kew předpokládá, že vedle dvou „oficiálně“ vyhynulých endemických druhů trav na Madagaskaru je tam ještě řada dalších, protože nejméně 18 druhů nikdo



v přírodě nenašel již posledních více než 50 let. V mnoha méně intenzivně studovaných oblastech je prakticky jisté, že mnohé vzácné druhy vyhynuly dříve, než byly formálně popsány.

Navzdory neúplným znalostem máme dnes dostatek dat k tomu, abychom se pokusili shrnout příčiny současného vymírání rostlinných druhů. Jde o příčiny vnější (především změny prostředí a nadměrné využívání), ale také vnitřní (specifické predispozice jednotlivých taxonů).

Antropogenní změny prostředí

Jak se změnilo lokální prostředí vyhynulých taxonů? Často jsou to jen dohady, protože přesné zeměpisné koordináty nalezů rostlin před r. 1980 většinou neznáme. V některých případech jsou však historická stanoviště dnes již vyhynulých populací popsána dosti přesně. Občas nacházíme i výčty faktorů ohrožení z doby existence dnes vyhynulých taxonů.

Nejprve se můžeme podívat na předpokládané příčiny globálně a regionálně vyhynulých 32 taxonů v Kalifornii: urbaniza-

ce/výstavba (7 taxonů), zemědělství/pastva (6), dolování (1), terénní vozidla (1), hybridizace a zemědělství (1), invazní druhy a ztráta stanovišť (1), neznámé příčiny (16).

Podstatně větší záběr měla naše analýza 291 druhů vymřelých cévnatých rostlin v 10 oblastech vysoké biodiverzity (hotspots, např. Kalifornská květenná provincie, Kapská květenná oblast, Středomoří) a 6 oblastech nízké biodiverzity (coldspots, např. Anglie, Německo, Ukrajina; obr. 4). Likvidace a narušení stanovišť, ať už blíže nespécifikovaným způsobem, nebo urbanizací a zemědělstvím (v širokém smyslu), jsou konzistentně považovány za hlavní příčiny vyhynutí rostlinných taxonů. Možná překvapí, že biologické invaze se na vymírání podílejí poněkud více jen v hotspots (13,7 %) a celkově pouze v 25 případech z 291 (8,6 %). K tomu ale musíme dodat jednu podstatnou informaci. Vždy jde o kombinace s jednou až třemi dalšími příčinami, které jsou mnohdy velmi podstatné – urbanizace, zalesňování, přehrady, pastva atd., nebo nespécifikované destrukce stanovišť.

Tab. 2 a 3 Příčiny vymření 81 rostlinných taxonů (69 druhů a 12 poddruhů) v České republice. Podle: V. Grulich (2007, tab. 2, vlevo). Významné příklady hybridizace mezi domácími a introdukovanými druhy cévnatých rostlin v různých oblastech světa. Orig. M. Rejmánek (tab. 3, vpravo; verze tabulky zahrnující i česká jména rodů, resp. druhů je uvedena na webové stránce Živy)

Pravděpodobné příčiny nebo jejich kombinace	Počet taxonů	Podíl [%]
Změny využívání krajiny a zástavba, zánik stanovišť	14	17,3
Lomy	4	4,9
Přehradní nádrže	2	2,5
Těžba uhlí	1	1,2
Odvodňování a eutrofizace	10	12,3
Zánik slanisk a slatin	6	7,4
Odvodňování	2	2,5
Změny agrotechniky a eutrofizace	9	11,1
Čištění osiva	3	3,7
Orba	1	1,2
Sukcese, stínění, zarůstání písčín, omezení požárů	4	4,9
Eutrofizace	4	4,9
Extenzivní botanické sběry	1	1,2
Neznámé příčiny	20	24,7

Domácí druh	Introdukovaný druh	Území
<i>Celastrus scandens</i>	<i>C. orbiculatus</i>	Indiana (USA)
<i>Corylus avellana</i>	<i>C. maxima</i>	Velká Británie
<i>Crataegus douglasii</i>	<i>C. monogyna</i>	Oregon (USA)
<i>Epilobium</i> , 9 druhů	<i>E. adenocaulon</i>	Česká republika
<i>Gentiana punctata</i>	<i>G. purpurea</i>	ČR, Hrubý Jeseník
<i>Juniperus bermudiana</i>	<i>J. virginiana</i>	Bermudské ostrovy
<i>Lantana depressa</i>	<i>L. strigocamara</i>	Florida (USA)
<i>Platanus racemosa</i>	<i>P. xhispanica</i>	Kalifornie (USA)
<i>Populus nigra</i>	<i>P. xcanadensis</i>	Německo
<i>Prunus fruticosa</i>	<i>P. cerasus</i>	střední Evropa
<i>Senecio vulgaris</i>	<i>S. squalidus</i>	Velká Británie
<i>Spartina foliosa</i>	<i>S. alterniflora</i>	Kalifornie (USA)
<i>S. maritima</i>	<i>S. alterniflora</i>	Velká Británie
<i>Ulmus rubra</i>	<i>U. pumila</i>	středozápad USA
<i>U. minor</i>	<i>U. pumila</i>	Itálie
<i>Viola sudetica</i>	<i>V. tricolor</i>	ČR, Krkonoše

4 Primární příčiny recentního vymírání cévnatých rostlin v zeměpisných oblastech vysoké (hotspots) a nízké (coldspots) biodiverzity. Mnohonásobné příčiny byly uvedeny pro 18,1 % vyhynutí v hotspots a 29,7 % v coldspots. Upraveno podle: J. J. Le Roux a kol. (2019)

5 Závislost počtu druhů cévnatých rostlin na ploše souvislého porostu a „ostrovů“ fynbos v jižní Africe. Proložíme-li body v diagramu dvě regresní přímky, rozdíl v jejich sklonu je statisticky významný a protínají se při velikosti ploch 590 ha. Data naznačují, že pro kompletní ochranu druhového bohatství v tomto společenstvu je zapotřebí ploch větších než 500 ha. Upraveno podle: W. J. Bond (1988). Více o přístupu k analýze významu fragmentace viz např. N. K. Ntshanga a kol. (2021)

6 Průměrné změny v počtu domácích druhů na 1 m² od 50. let 20. století do r. 2004 ve vztahu k frekvenčním třídám invazních druhů – česnáčku lékařského (*Alliaria petiolata*), řešetláku počistivého (*Rhamnus cathartica*) a zimolezu *Lonicera x bella* – v lesích státu Wisconsin, USA. Obdélníky a úsečky znázorňují rozsahy hodnot, ve kterých se nalézají 10 a 90 % údajů. Upraveno podle: T. P. Rooney a D. A. Rogers (2011)

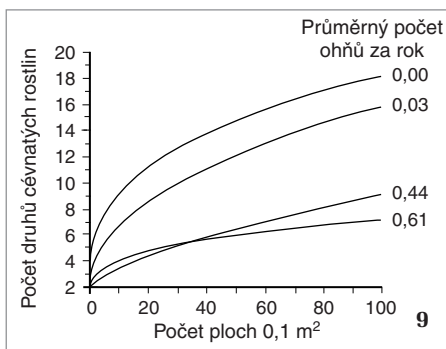
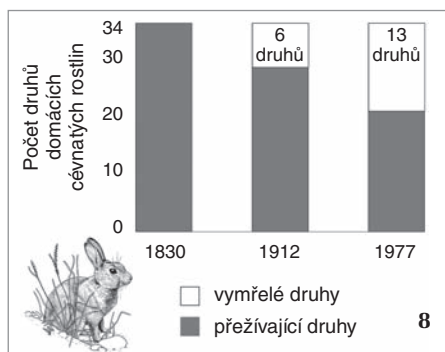
7 Ohňový klimax vytvořený invazí sveřepu střešního (*Bromus tectorum*) v severní Nevadě, USA. Foto J. Randall

8 Vymírání cévnatých rostlin na Phillippově ostrově (190 ha, Norfolk, Austrálie) po introdukci evropských králíků a koz. Průměrná rychlost vymírání mezi lety 1830 a 1977 byla přibližně jeden druh za 10 let. Po eliminaci koz na začátku 20. století a vyhubení králíků v r. 1988 se některé „vyhynulé“ druhy rostlin opět objevily. Podle: I. Atkinson (1989) a P. Coyne (2010)

9 Závislost počtu druhů na kumulativním počtu ploch v porostech se stoupající frekvencí sveřepu střešního a tím i frekvencí požárů. Upraveno podle: S. G. Whisenant (1990)

S tímto závěrem jsou konzistentní také další regionální analýzy. Tak např. ve Španělsku je nejdůležitější pravděpodobnou příčinou vyhynutí 27 taxonů ztráta stanoviště včetně nadměrné pastvy (66,6 %) a pouze v jediném případě je jako možná příčina vyhynutí navrženo vytlačení invazním druhem – domácí puštička pouzdernatá (*Lindernia procumbens*) byla vytlačena konkurencí poněkud robustnější puštičky pochybné (*L. dubia*), introdukované ze Severní Ameriky (Aedo a kol. 2014). To je ale pouhá spekulace. Podle recentní analýzy situace v Rusku (Khapugin a kol. 2020) je invazím jako příčině vymírání přičteno jen 0,2 %. Jako nejdůležitější byly rozlišeny degradace stanoviště (16,5 %), nadměrná pastva (14,6 %), urbanizace (13,5 %) a narušení vodního režimu (10,8 %).

Jaká je situace v České republice? Za tímto účelem jsme aktualizovali seznam, který sestavil Vít Grulich (spoluautor tohoto článku) v r. 2017. Seznam zahrnuje tři globálně vyhynulé taxony – jestřábník Purkyňův (*Hieracium purkynei*), mochnu pís-komilnou (*Potentilla psammophila*) a starček bažinný vlnatý (*Senecio paludosus* subsp. *lanatus*), a 79 regionálně vyhynu-



lých taxonů (67 druhů a 11 poddruhů). V tab. 2 uvádíme souhrny odhadů příčin jejich vymření. Vedle často drastických změn stanovišť k pravděpodobnosti extinkce jistě přispěly vlastnosti zaniklých populací – stanovištní specializace, nízký počet lokalit, pozice v areálu a expozice lidským aktivitám (viz níže). Ani v jediném případě se však jako vysvětlení nenabízí negativní vliv invazních druhů. V souladu s tímto shrnutím je také pořadí relativních významů ohrožujících faktorů pro různé biotopy v ČR (Chytrý a kol. 2020). Problematiké původní druhy a invazní nepůvodní druhy bývají až daleko za ostatními faktory (sukcese, vysychání, atmosférický spad dusíku, hnojení, upuštění od pastvy, zalesňování, doly a lomy atd.).

Jako jedna z příčin vymírání druhů bývá uváděna fragmentace původně souvislých biotopů. Ztráty druhového bohatství savců a ptáků způsobené „zostrověním“ (insularisation) jsou dobře dokumentovány a teorie ostrovní biogeografie poskytuje obecný rámec pro naše uvažování o příčinách změn biodiverzity (Živa 1983, 1: 4–7). Pro rostliny máme zatím jen málo dobrých příkladů. Z nich můžeme zmínit redukovaný počet

rostlinných druhů v izolovaných ostrovech společenstva tvrdolistých keřů a nízkých stromů (fynbos) v jižní Africe (obr. 5).

Lze předpokládat, že lokální vymírání zaviněné fragmentací a izolací biotopů přispívá dříve či později k vymírání regionálnímu, nebo dokonce globálnímu. Tento závěr však v žádném případě neimplikuje, že malé fragmenty původních biotopů není třeba chránit. Některé stále ještě mohou podporovat taxony zcela unikátní.

Hovoříme-li o antropogenních změnách prostředí, nelze pominout globální oteplování a související změny klimatu. Projekce pro biodiverzitu do budoucnosti nevypovídají dobře (Živa 2020, 5: 210–214). Vymírání rostlin ale představuje dlouhý proces. Kromě změn klimatu, které jsou pomalé a nekonzistentní, probíhá řada dalších změn, zejména ve využívání krajiny. To je důvod proč – pokud je nám známo – nemůžeme zatím globální ani regionální vymření žádného rostlinného taxonu vysvětlit jen globálním oteplováním. Na druhou stranu, řadu poklesů hustoty rostlinných populací a lokálních vymření taxonů je dnes již možno vysvětlit změnami klimatu (např. Wiens 2016, Compagnoni a kol. 2021). Tato situace vytváří tzv. extinkční dluh. Lokální vymírání je vždy varováním před globálním vymřením.

Vliv biologických invazí

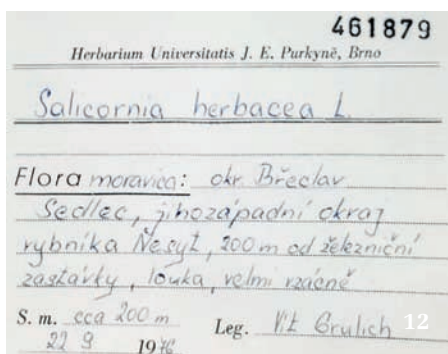
V publikacích o invazních rostlinách se často setkáváme s apriorním tvrzením, že některé introdukované rostliny způsobují vymírání domácí flóry. Pokud je tento názor dokládán daty, pak většinou ze srovnávacích studií sousedících invadovaných a neinvadovaných ploch. Vedle skutečnosti, že úbytek druhů bývá většinou detekován jen na malých plochách (všechny druhy mohou být stále přítomny na velkých plochách), je tento postup („náhrada času prostorem“, jak ukázali S. M. Thomaz a kol. 2012) z mnoha důvodů velice problematický. Neznalost historie zvolených ploch může vést ke zcela mylným závěrům. Bez problémů nezůstávají ani opakovaná pozorování, pokud se paralelně neuskutečňují také na neinvadovaných plochách. Úbytek rostlinných druhů je pravidelně zaznamenáván na opakovaně analyzovaných plochách v lesích Evropy a Severní Ameriky. Současně ho také často provází vzestup abundance nepůvodních invazních druhů (Prausová a kol. 2020). Ve wisconsinských lesích např. bylo 94 ploch analyzováno v 50. letech 20. století a znovu v letech 2002 a 2004 (obr. 6). Diagram zcela jasně ilustruje skutečnost, že bez znalosti vývoje neinvadovaných ploch by bylo možno přičíst úbytek druhů rostlinným invazím. Pokles druhového bohatství však vyšel velmi podobně ve všech plochách. Důvody mohou být různé, ale jako pravděpodobná vysvětlení se většinou nabízejí sukcesní vývoj vegetace, změny hospodaření, atmosférické hnojení dusíkem a globální změny klimatu. Těmito poznámkami nechceme říci, že některé introdukované rostliny nemají negativní vliv na lokální květeny. Chceme jen upozornit na nepodloženost některých tvrzení.

Invaze rostlin na ostrovech jsou velice často nápadnější než invaze na pevninách. Zde bychom tedy měli hledat příklady

vyhynutí v důsledku rostlinných invazí. Jedním z nejdramatičtějších příkladů je ostrov Ascension uprostřed Atlantského oceánu, 7° 56' na jih od rovníku. Na ostrově o ploše 97 km² je přibližně 25 domácích druhů cévnatých rostlin (11 endemických) a 43 druhů mechorostů (15 endemických). Najdeme zde ale také přibližně 280 druhů introdukovaných cévnatých rostlin. Dnes nás možná překvapí, že k této výrazné disproporcii přispěly především Královské botanické zahrady v Kew ve snaze o „ozeelenění“ ostrova (blíže na str. 224). Některé z introdukovaných druhů jsou dobře známy kvůli své schopnosti vytvářet monodominantní porosty – např. nadítec jehnědokvětý (*Prosopis juliflora*) a kvajáva hrušková (*Psidium guajava*). Šíří se zde však i jalovec bermudský (*Juniperus bermudiana*), dnes vzácný endemit na Bermudách. Zprávy o počtu vyhynulých endemických druhů na Ascensionu kolísaly – v r. 1998 dva druhy, 2005 čtyři, 2010 tři, šlo o kapradinu *Dryopteris ascensionis*, mořenovitou *Oldenlandia adscensionis* (*Rubiaceae*) a trávu opadavec *Sporobolus durus*. Co bylo příčinou jejich vyhynutí? Vzhledem k záplavě introdukovaných druhů rostlin se odpověď zdá být nasnadě. Ale ani zde není historie jednoduchá. Tak jako na mnoha jiných ostrovech i na Ascensionu proběhla postupná introdukce býložravých savců. Vedle ovcí a oslů, pro vegetaci poněkud méně nebezpečných, to byli kozy a králíci. Po návštěvě na ostrově v r. 1838 Charles Darwin napsal: „Ač pastva se zdá skupou, dobře se zde daří asi šesti stům ovcí, mnoha kozám, několika krávám a koňům.“

Situace na jižněji orientovaném ostrově Svatá Helena je podobná. Na jeho ploše 121 km² je nyní vedle přibližně 80 domácích druhů (46 endemických) také přibližně 380 druhů introdukovaných cévnatých rostlin (Lambdon 2012). Od r. 1771 zde vyhynulo 8 endemických druhů – po přepočtu 581 E/MDR (Lambdon a Cronk 2020). Kozy domácí (*Capra hircus*) byly na ostrov dovezeny již r. 1502 a množily se velice rychle. K introdukci králíků došlo o 270 let později. Prakticky všechny domácí stromy byly později vykáčeny, pěstování lenovníku novozélandského (*Phormium tenax*) pro výrobu pevných textilních vláken se dočasně stalo rentabilním a mnoho druhů cizích rostlin, ale i škodlivého hmyzu bylo introdukováno buď cíleně, nebo náhodně. Je možno předpokládat, že invazní druhy rostlin se do jisté míry podílely na potlačení domácích druhů. Jak významný byl tento podíl, se ale můžeme jen dohadovat, jelikož pravděpodobně neexistuje ostrov, kam byly přivezeny pouze invazní rostliny, a nikoli býložravci. U těchto dvou ostrovů jsme se zdrželi poněkud déle, protože data z nich jsou v některých recentních publikacích uváděna jako důkazy extinkcí způsobených invazními druhy rostlin.

Globální i regionální vyhynutí rostlinných taxonů přímou konkurencí s introdukovanými invazními rostlinami se zdá být vzácné, pokud jsou vůbec nějaké případy přesvědčivě dokumentovány. Některé invazní rostliny mohou mít ale podstatné nepřímé negativní vlivy na lokální diverzitu domácích květen. Jde o tzv. edifikátory – rostlinné taxony měnící celé ekosystémy. Jedním z nejvýznamnějších příkladů jsou



10 až 12 Poslední doklad slanorožce rozprostřeného (*Salicornia prostrata*) v České republice z r. 1976 a současný stav jeho lokality v národní přírodní rezervaci Slanisko u Nesytu na jižní Moravě. Foto H. Galušková a P. Hubatka

trávy adaptované na oheň a podporující oheň. Jejich vliv se s časem zesiluje zpětnou vazbou: větší biomasa invazních trav znamená častější a intenzivnější ohně, následované větší produkcí biomasy invazních trav. Např. náš sveřep střešní (*Bromus tectorum*) neroste na americkém západě ani tak na střechách, ale spíše na pastvinách a vypálených pelyňkových stepích (obr. 7 a 9). Lokální úbytek počtu druhů může být zásadní. Africké savanové C₄ trávy byly introdukovány, ať už mimovolně, nebo jako potenciální pícniny, do všech tropických oblastí světa. Několik nových druhů trav bylo poprvé popsáno z Brazílie, kam byly dovezeny jako „lůžkovina“ v otrokářských lodích z Angoly. A opět, horší situace panuje na ostrovech. Ohně vznikaly na ostrovech velice vzácně a místní květena na ně většinou není přizpůsobena. Tak je tomu i na ostrovech, kde díky aktivní sopečné činnosti k požárům občas dochází. Jedním z nejhroženějších druhů

na ostrově Havaj (Big Island) se stala *Kokia drynarioides* z čeledi slézovitých (*Malvaceae*). Tento druh kriticky ohrožují ohně podporované invazími afrických trav. Osm taxonů ze stejné čeledi je na Havajských ostrovech považováno za vyhynulé.

Invaze rostlin podporujících oheň významně ovlivňují lokální složení vegetace a lokální vymírání rostlinných druhů. Nelze jim však zatím přičíst žádné globální a pravděpodobně ani regionální vyhynutí rostlinných taxonů. Podobně je tomu zatím s invazními patogeny a hmyzími škůdci. Mohou lokálně změnit vzhled celých společenstev mortalitou dominantních dřevin, ale v krajně většinou zůstává alespoň několik přeživších a někdy již vyselektovaných rezistentních jedinců. Výsledkem ale může být podstatné snížení genetické rozrůzněnosti. V západní Austrálii např. populace endemického keře *Banksia brownii* (*Proteaceae*) ztratily více než 35 % genetické diverzity po částečném vymření způsobeném invazí patogenu, řasovky *Phytophthora cinnamomi* (*Peronosporomycota*). Situace se v celosvětovém měřítku zhoršuje a nelze vyloučit, že k vyhynutí některých taxonů po invazi patogenů v budoucnu dojde (Fensham a kol. 2020).

Jak jsme zmínili výše, zatímco vliv rostlinných invazí jako samostatná příčina vymření domácích taxonů rostlin nebyl nikdy přesvědčivě dokumentován, introdukovaní herbivorní savci znamenají velké nebezpečí pro mnoho druhů vzácných/endemických rostlin, zejména na ostrovech. Vymírání domácích druhů po introdukci králíků a koz bylo doloženo z mnoha ostrovů. Příkladem je mizení cévnatých rostlin na tichomořském Phillipově ostrově (obr. 8). K ještě drastičtějšímu vymírání došlo na ostrově Laysan v Havajském souostroví – po introdukci králíků byl v letech 1896–1923 prakticky zbařen veškeré vegetace a počet druhů klesl z 26 na čtyři. Vzhledem k tomu, že králíci byli vysazeni na více než 800 ostrovů, je velice pravděpodobné, že vyhynutí mnoha druhů nebylo botaniky zachyceno. K vymírání rostlin na ostrovech mohou přispět i zavlečené krysy. Ty zřejmě zahubily poslední žijící exemplář endemické *Robinsonia berteroi* z čeledi hvězdicovitých (*Asteraceae*) na ostrově Robinsona Crusoea v r. 2004.

Pro úplnost se ještě musíme zmínit o jedné formě vymírání rostlinných taxonů – hybridizaci s invazními taxony. Od kompletního zániku druhů, o kterém jsme dosud hovořili, se liší tím, že alespoň část genetického materiálu zůstává zachována. Jak se zdá, k takovému křížení dochází poměrně často. Např. britská flóra zahrnuje 145 kříženců, u nichž alespoň jeden rodič je introdukovaný druh. V Německu je známo přes 130 kříženců mezi 81 introdukovanými a 109 domácími druhy rostlin. Vznikající kříženci se mohou rodičům ekologicky do značné míry podobat, ale mohou mít také vlastnosti velice odlišné. Příklady kříženců mezi domácími a introdukovanými rostlinami uvádíme v tab. 3. Zatím lze říci, že takoví kříženci jsou většinou vzácní, ať už ve srovnání s abundancí domácích, nebo introdukovaných rodičů. Známe ale také případy, kdy kříženců a zpětné křížení (introgrese) vedou ke vzniku agresivních fenotypů přerůstajících

populace domácího rodiče. Tak je tomu např. v přílivové zóně Sanfranciského zálivu, kde domácí tráva *Spartina foliosa* ustupuje křížencům s introdukovanou *S. alterniflora*. Na základě genetických studií a modelů populační dynamiky můžeme předpovědět, že po řadě generací oba rodičovské druhy budou prohlášeny za vymřelé (Hall a kol. 2006). Ať už je výsledek jakýkoli, kříženci s introdukovanými druhy obvykle představují nezvratné genetické znečištění domácích taxonů. Nelze ale vyloučit, že někdy může být takové znečištění prospěšné pro přežívání v rychle se měnících klimatech. Kříženci však mohou být také „mostem“ pro přechod patogenů kultivovaných rostlin na ohrožené domácí taxony (Feurtey a kol. 2020).

Geograficko-biologické predispozice

Antropogenní změny prostředí jsou nepochybně hlavní příčinou současného vymírání rostlin. Ne všechny taxony jsou však stejně náchylné k vyhynutí. Souhrnnou charakteristikou snáze zranitelných je jejich „vzácnost“. Vzácnost ale není jednoznačným pojmem či kategorií. Jak se pokusila ukázat profesorka Cornellová univerzity Deborah Rabinowitzová, můžeme rozlišit nejméně 7 forem vzácnosti (tab. 4). Je zcela zřejmé, že jestliže vše ostatní je srovnatelné, náchylnost k vymření stoupá z levého horního rohu tabulky (běžné taxony) do pravého dolního (kategorie 7).

Kde v té tabulce byly dnes vymřelé rostlinné taxony České republiky? Jelikož se do minulosti vrátit nedá, nezbyvá než se pokusit o informované odhady na základě historických dokumentů. Především nás může zajímat, z kolika lokalit byly vymřelé taxony udávány. Jistě nepřekvapí, že většina byla známa jen z lokality jediné (33,3 %), dvou (21,0 %) nebo tří (14,8 %). Z toho lze usoudit, že přibližně 70 % taxonů vyhynulých na našem území pravděpodobně náleželo do kategorie 7. Většina taxonů měla malý počet lokalit proto, že byly na okrajích svých areálů (přibližně 60 %). Pouze 22 % vyhynulých taxonů bylo známo z více než pěti lokalit. Některé z těchto druhů pravděpodobně náležely do kategorie 5 a vymizely buď vlivem účinnějšího čištění osiva – kokotice hubilen (*Cuscuta epilinum*) a kravince španělského (*Vaccaria hispanica*), nebo podstatných změn agrotechniky a eutrofizace – mařinka rolní (*Asperula arvensis*), toříček jednohlízový (*Herminium monorchis*), vstavač štěničný (*O. coriophora*), rdest smáčkutý (*Potamogeton compressus*) a kolence rolní největší (*Spergula arvensis* subsp. *maxima*). Některé z vyhynulých taxonů, byť na více lokalitách, byly výrazně stanovištně specifické – např. obligátní halofyty slanorožec rozprostřený (*Salicornia prostrata*, obr. 10–12) a solnička rozprostřená (*Suae-*



13 a 14 Porost plevelné brutnákovité rostliny *Amsinckia menziesii* (*Boraginaceae*, obr. 13) a květenství vysoce ohrožené *A. grandiflora* – jedinec s dlouhými tyčinkami a krátkými čnělkami (14). Snímky M. Rejmánka, není-li uvedeno jinak

da prostrata). Náležely tedy pravděpodobně do kategorie 3. S jejich vymizením vymřely v ČR nejen dvě fylocenotické asociace, ale i celá třída *Thero-Salicornietea strictae*. Nejméně tři čtvrtiny vyhynulých taxonů měly dolní hranici rozšíření v nížinách a pahorkatinách do 400 m n. m., tedy v krajinách exponovanějších diskutovaným antropogenním změnám prostředí. Všechny vyhynulé taxony s výjimkou tří nízkých keřů, břízy nízké (*Betula humilis*), růže rolní (*Rosa arvensis*) a vrby bledé (*Salix starkeana*), patřily mezi byliny. Již tato skutečnost naznačuje, že sukcesní vývoj k vyšší vegetaci mohl být jedním z příčin vyhynutí konkurenčně slabších taxonů.

Ačkoli ztráty opylovačů a živočichů šířících semena bývají navrhovány jako možné příčiny vyhynutí některých rostlinných taxonů, nemáme indikaci takových jevů v České republice ani v Kalifornii. Řadu případů ale nacházíme na tropických ostrovech. Příčinami úbytku populací, nebo

dokonce ztrát endemických druhů rostlin jsou ztráty nektarivorních ptáků-opylovačů a ptáků šířících semena (Boyer a Jetz 2014). Jelikož opylovačů obecně ubývá (Vasiliev a Greenwood 2021), bude tento faktor v budoucnu stále důležitější a rozdíly v reprodukčních systémech rostlin budou nepochybně hrát významnou roli. Uvedme alespoň jeden příklad. V americkém rodu *Amsinckia* z čeledi brutnákovitých (*Boraginaceae*) jsou malokvěté, snadno se šířící druhy s čnělkami stejnotvarými (homostylní) a vzácné, ohrožené velkokvěté druhy s čnělkami různotvarými (heterostylní). Druhy první skupiny jsou samosprašné, té druhé převážně cizosprašné, opylované nepříliš častými domácími solitérními včelami pelonoskami (*Anthophora*); v případě samosprašení u nich dochází k inbrední depresi a nízké produkci semen, např. *Amsinckia grandiflora* byla před umělou obnovou populací téměř vyhynulá (obr. 13 a 14; Pavlík a kol. 1992). Samosprašné, malokvěté taxony rodu se zdají být recentního původu, evolučně odvozeny od cizosprašných příbuzných. Jelikož produkují konzistentně více semen, je možné, že jejich abundance přispěla k ústupu velkokvětých, cizosprašných taxonů.

Jak zachránit ohrožené taxony?

Na základě všeho, co o recentním vymírání rostlin víme, nevyhnutelně dospějeme ke třem základním cílům:

- chránit co nejvíce zbytků vegetace, kde zůstává nejen co největší množství rostlinných druhů, ale také jejich opylovačů a šířitelů semen;
- chránit v semenných bankách a botanických zahradách všechny taxony, které není možno zachovat ve volné přírodě;
- zabránit globálním změnám klimatu.

Jako biologové se můžeme přímo podílet na prvních dvou úkolech. Třetí je otázkou všeobecného vzdělávání a politické angažovanosti. Specifická doporučení, v závislosti na charakteru ohrožených populací, najdete v přehledu literatury na webu Živy. Většina z nás se asi shodne, že zvláštní pozornost je třeba věnovat fylogeneticky izolovaným taxonům, nositelům unikátní genetické informace. Pochopení příčin extinkcí a monitorování populační dynamiky ohrožených taxonů jsou nezbytné první kroky k jejich záchraně. Aktivní ochrana stanovišť a jejich obnova musí následovat. Někde to může být i prevence pirozené sukcese variacemi tradičního hospodaření. Pokusy o reintrodukcii vyhynulých taxonů, dnes již také s ohledem na očekávané klimatické změny, jsou stále častější a měly by být více podporovány, především v rozvojových zemích. Ale to je již téma článku, který následuje.

Doporučená literatura je na webu Živy.

Tab. 4 Kategorie vzácnosti taxonů podle kombinací biogeografických a populačních charakteristik. Podle: D. Rabinowitz (1981)

Geografický rozsah		velký		malý	
Specifická stanoviště		široká	úzká	široká	úzká
Lokální populační hustota	někde velká	1 – běžné rozšířený, na málo stanovištích s nejméně jednou velkou populací	2 – omezeně rozšířený, na málo stanovištích s nejméně jednou velkou populací	3 – omezeně rozšířený, na málo stanovištích s nejméně jednou velkou populací	4 – omezeně rozšířený, na málo stanovištích, v malých populacích
	všude malá	5 – běžné rozšířený, na málo stanovištích, v malých populacích	6 – omezeně rozšířený, na málo stanovištích, v malých populacích	7 – omezeně rozšířený, na málo stanovištích, v malých populacích	8 – omezeně rozšířený, na málo stanovištích, v malých populacích