



# Kde se vzali naši hadi?

Text a foto: Daniel Jablonski

*O plazech, potažmo o našich hadech v časopise Naše příroda již pár příspěvků vyšlo. To, že s námi stejně jako s ostatními živými organismy sdílí společný životní prostor je věc tak samozřejmá, že se nad ní běžně ani nezamýšlíme. Kde se však tito nádherní tvorové ve střední Evropě vzali? Odkud pocházejí? Kde jednotlivé druhy vznikly? Proč je dnešní diverzita plazů našich končin jen zlomkem toho, co jsme tu měli v teplých obdobích během posledních 60 milionů let? Proč se v Česku, resp. na Slovensku vyskytuje jen nějakých pět druhů, zatímco třeba v nedalekém Maďarsku je hadích druhů již sedm?*

Pro tyto otázky se musíme vrátit do historie a to pěkně vzdálené. Dnešní druhová bohatost recentních plazů česko-slovenského prostoru není vysoká. Naopak, plazi zde tvoří druhově nejméně bohatou skupinu obratlovců. Můžeme zde nalézt jeden druh želvy *Emys orbicularis* (želva bahenní, původní populace v ČR pravděpodobně již vyhynulé), 7 druhů ještěřů (kdo se dopočítal čísla šest, ať si vyhledá slepýše východního (*Anguis colchica*)

a již zmiňovaných 5 druhů hadů. Přesto se jedná o skupinu, která prodělala fascinující historický vývoj.

**F**ormování evropské složky plazů se započalo již velmi dávno. Vysledovat ji můžeme až do období triasu před 200 miliony lety, přičemž nejvíce zásadní události proběhly v období konce mezozoika a počátku paleogénu (před 65 miliony lety, kdy se formovaly dnešní

čeledi) a také neogénu (před 23 miliony lety), kdy vznikaly již jednotlivé dnešní druhy. V následujícím, teplotně oscilujícím období, které bylo kdysi bráno jako klasický biogeografický model vzniku druhů v důsledku izolace jednotlivých populací ledovcem, již současné druhy existovaly a jejich případné další rozrůznění probíhalo v rámci populací.

Vliv na formování druhů měly mnohem zásadnější události, jako např. geomorfologické procesy, které izolovaly nebo naopak spojily populace, což zastavilo, nebo v opačném případě propojilo tok genů. Neméně důležité pak byly i klimatické a populačně-ekologické faktory, zahrnující predaci, konkurenci, parazitismus apod. Nejvýznamnější události vzhledem k dnešní biotě střední Evropy proběhly v období pleistocénu před 1,8 miliony lety až 10 tisíci lety. Vlivem

střídání dob ledových a meziledových se v teplých meziledových dobách druhy z jižních oblastí, která jim sloužila jako útočiště (refugia), šířily severněji a obsazovaly různé oblasti Evropy. V době největšího ochlazení (glaciálního maxima) totiž průměrné teploty ve střední Evropě byly o 10–20 °C nižší než dnes, zatímco v jižních refugích jen asi o 2–4 °C.

Po oteplení a celoevropském ústupu ledovce probíhala postupná a často i relativně rychlá rekolonizace vhodných území. V důsledku tzv. **efektu zakladatele**, jež se projevuje právě při kolonizačních procesech druhů, dnes geograficky jižnější populace (např. užovky podplamaté) mají mnohem vyšší genetickou variabilitu, než populace stejného druhu v severnějších oblastech výskytu (např. české).

Místa, odkud se druhy v teplých meziledových dobách začaly šířit,

*Užovka stromová (Zamenis longissimus), jejíž české populace pocházejí z refugia ležícího na Balkáně.*



▲  
Řeka Dunaj jako jeden z hlavních migračních koridorů po skončení dob ledových. Na snímku bratislavský Devín, jehož okolí je lokalitou všech druhů hadů česko-slovenského pomezí kromě zmijie obecné.





Užovka obojková (*Natrix natrix*) je náš nejběžnější druh hada.

můžeme označovat jako radiální centra biologické diverzity a často se jedná právě o tzv. glaciální refugia, ve kterých organismy v minulosti nacházely vhodné podmínky bez známek trvalého zalednění, jež se v pleistocénu rozprostíralo v severněji položených částech Evropy. Takovým glaciálním refugiem byl např. Balkánský poloostrov, jemuž vděčíme za dnešní druhovou skladbu plazů střední Evropy. Byl to právě Balkán, který se stal pravděpodobným útočištěm pro všechny dnešní druhy našich hadů. Jakmile ledovec ustoupil, došlo k migracím a druhy se rozšířily na podstatně větší areál.

**S**oučasné geografické rozšíření plazů totiž vůbec není náhodné, ale odvíjelo se od různých historických, potažmo ekologických a environmentálních událostí. A jak to všechno víme? Mnohá data nám

poskytuje např. paleontologie, paleoklimatologie či paleogeografie a geologie. Zásadní přispění k pochopení historie genetické struktury a distribuce organismů však přinesla disciplína nazvaná fylogeografie. Cílem této asi 20 let staré disciplíny je zjistit geografické rozšíření a příbuzenské vztahy populací uvnitř a mezi blízkými druhy, které areál obsazují na základě informací obsažených v DNA. Ta sebou nese živou vzpomínku, kterou je možno využít i v případě, že jiná, např. fosilní data chybí. Kde se teda ti naši hadi vzali a jaká byla jejich historie?

Zamysleme se, proč v naší fauně nenajdeme apeninské či iberské prvky, tedy druhy pocházející ze dvou poloostrovů, jež podobně jako Balkán posloužily jako další útočiště v dobách ledových. Většina specialistů se shoduje v tom, že fylogeografický vzor evropských plazů je v zásadě jednotný: jako hlavní bariéry migrace sloužila

pohoří a vodní toky, zatímco jejich údolí (např. niva Dunaje) za migrační koridory. A nejvýznamnějšími bariérami v Evropě zabraňujícími šíření plazů z glaciálních refugií byly nejspíše Alpy a také Pyreneje. Z Apeninského a Pyrenejského (Iberského) poloostrova se proto do střední Evropy mnoho prvků nedostalo.

Při pohledu na Balkán však postrádáme vysoká pohoří orientovaná západně-východním směrem, což umožnilo rapidní kolonizaci balkánských a pontických, případně kaspických prvků fauny. Zásadní význam zde hrála dnešní rumunsko-bulharská Podunajská nížina a vzhledem k našemu prostoru hlavně nížinatá Panonská pánev zasahující z Balkánu až do střední Evropy. Dnes tak zastupují hady česko-slovenského prostoru 3 čeledě – *Colubridae* s druhy užovka hladká (*Coronella austriaca*) a užovka stromová (*Zamenis longissimus*), *Natricidae* s užovkou obojkovou (*Natrix natrix*) a podplamatou (*Natrix tessellata*) a *Viperidae* s jediným zástupcem zmijí obecnou (*Vipera berus*). Kompletnější fylogeografické studie byly prozatím provedeny jen u tří druhů našich hadů.



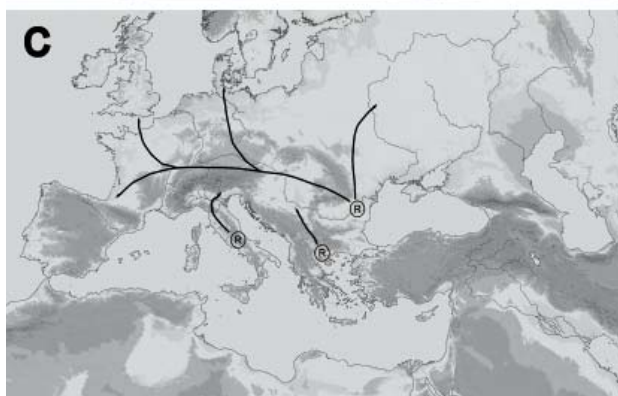
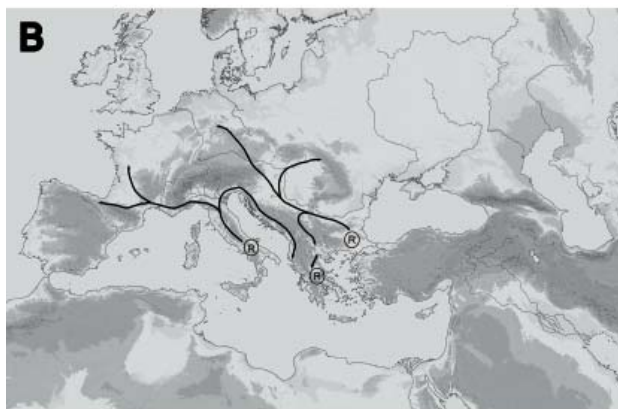
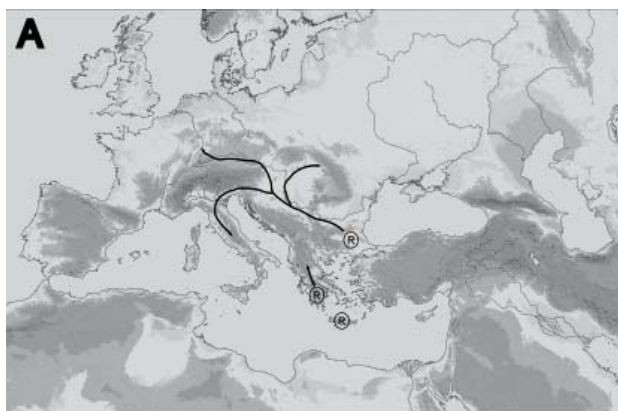
Zmije obecná (*Vipera berus*) se k nám rozšířila z pravděpodobného refugia v Panonské pánvi.

**J**ak ukázal český tým v otázce původu užovky stromové v Poohří, tyto užovky zde nejsou výsledkem umělého vysazení ze vzdálených lokalit (v minulosti převažovaly romantické představy nad vysazením užovek starověkými Římany), nýbrž pozůstatkem kontinuálního rozšíření, které ještě před 5000–8000 lety zasahovalo až do Anglie či Dánska. Studie analýzou mnoha jedinců z celého areálu rozšíření potvrdila existenci 4 odlišných evolučních linií zastupující jednotlivé populace této užovky. Všechny

Skrytým zástupcem našich proslulých stepních lokalit je užovka hladká (*Coronella austriaca*).







Přibližné směry kolonizace našich hadů, „R“ značí útočiště v dobách ledových (glaciální refugia):

- A) užovka podplamatá (*Natrix tessellata*)
- B) užovka stromová (*Zamenis longissimus*)
- C) zmije obecná (*Vipera berus*)

linie mají nepřekrývající se geografický areál, z nichž největší zabírají evropská západní a východní linie. Rozmístění hlavních evolučních linií (východně – západní podskupiny) ukazuje na delší refugiální separaci populací v období posledního glaciálního maxima (před 18 až 23 tisíci lety). Po něm se západní linie rozšířila

dvěma směry z apeninského refugia až k severnímu Španělsku a na druhou stranu k balkánskému Jadranu a západnímu Řecku, zatímco šíření východní linie probíhalo směrem z Balkánského refugia do středních a jak ukazují fosílie i severnějších oblastí Evropy. Všechny naše populace užovek stromových tak mají balkánský původ.

V populacích užovky podplamaté bylo identifikováno devět hlavních, geneticky vzájemně vzdálených evolučních linií. Na Balkánském poloostrově byly odhaleny hned tři fylogenetické linie, z nichž dvě se vyskytují v helénské oblasti – na Krétě a v západním Řecku. Zbytek studovaných jedinců z Balkánu pak náleží do rozsáhlé, ale geneticky poměrně nízké diferencované evropské linie, jež zasahuje do zbytku Evropy. Druh patně vznikl v oblasti Blízkého východu, odkud se pak šířil a divergoval. Přítomnost hned tří linií v Řecku poukazuje na možnost existence několika separovaných glaciálních refugií v jižních partiích Balkánského poloostrova. Jedna z nich (evropská) pak kolonizovala zbytek tohoto poloostrova a také zbytek Evropy. Podobně jako u užovky stromové, by pak i u tohoto druhu bylo zajímavé zjistit, odkud pochází izolovaná populace, jež byla v roce 2010 hlášena ze Slezska.

Náš jediný jedovatý had, zmije obecná, má ze všech terestrických hadů největší areál rozšíření sahající od Britských ostrovů na západě až po ostrov Sachalin na východě. Byly u něj identifikovány tři evoluční linie, z nichž největší „severní“ zahrnuje další čtyři podlinie. To naznačuje dosti komplikovanou pleistocenní historii s existencí několika refugií. Doba rozdělení všech tří linií byla



určena na spodní pleistocén, přibližně před 1,4 miliony lety. Tehdy druh zřejmě osidloval tři izolované oblasti – Apeninský poloostrov, Balkán a nejasné území poblíž rumunských Karpat, odkud se šířil ve středním pleistocénu do ostatních částí areálu. Nejvíce se šířila právě severní linie, italská a balkánská podstatně méně, neboť byly pravděpodobně zadrženy Alpami, či Dinaridami. Podstruktura severní linie napovídá o dalším rozrůznění v období svrchního pleistocénu (zřejmě ale již před Würmským ledovcem), což může ukazovat na existenci dalších glaciálních mikrorefugií, např. v regionu rumunských Karpat. Populace naší zmije tak pravděpodobně pocházejí z blíže neupřesněné oblasti severovýchodního Balkánu.

U zbylých dvou druhů našich hadů, užovky obojkové a užovky hladké,

kompletní molekulární fylogeografie zatím neexistuje, nicméně první částečné studie u obou druhů naznačují existenci většího počtu nezávislých evolučních linií, jež jsou výsledkem mnohých historických událostí. Již teď ale můžeme předpokládat blízkou příbuznost k balkánským, či východně evropským populacím. Nechme se tedy překvapit. ■

*Užovka podplamatá (Natrix tessellata) z nedávno objevené slezské populace. Odkud asi tyto užovky pocházejí?*

#### EFEKT ZAKLADATELE (FOUNDER EFFECT)

Efekt zakladatele je genetické „zúžení“ populace při kolonizaci nového území malým počtem jedinců. Ve většině populací je nejdříve velká genetická proměnlivost a postupem času dochází k postupné redukci. Naopak u kolonizujících populací je zpravidla charakteristická nízká genetická variabilita hned na začátku historie dané populace. Děje se tak např. při kolonizaci ostrovů či jiných nově obsazovaných oblastí jen za přispění několika jedinců. Výsledná genetická variabilita je tak většinou ovlivněna jen genotypem kolonizujících jedinců.