

zástupce čeledi turovití (Bovidae, obr. 14D). Přestože není tak dobře zachovalý jako zmíněné fosilie koní, základní morfologie a jeho tvar naznačují předběžnou příslušnost k turovitým (blíže neurčeného rodu, snad by mohlo jít o pratura *Bos primigenius*, nebo bizona pravěkého – *Bison priscus*). Kromě býložravců byla v neurokraniaálním fosilním záznamu na lokalitě zjištěna přítomnost i dvou, dosud nejprozkoumanějších výltek mozkoven, které náležejí medvědům z druhového komplexu medvěda jeskynního (*Ursus spelaeus*, obr. 14E–F). Vykazují znaky důležité v taxonomii vyhynulých zástupců čeledi medvědovití (Ursidae). Zbývající dva nálezy přímo v travertinu patří blíže neurčeným velkým savcům, pravděpodobně šlo

o mozkovny kopytníků. Všechny uvedené výlky patřily jedincům žijícím zřejmě během závěrečné fáze posledního meziledového období, kdy nastalo mírné ochlazení oproti předchozímu klimatickému optimu. Společenstva teplomilného lesa byla povolna nahrazována společenstvy lépe přizpůsobenými ochlazení, které vedlo k nastupujícímu poslednímu zalednění.

Přes relativní bohatost slovenského naleziště Gánovce-Hrádok nejsou tyto fosilie výltek mozkoven obratlovců v rámci střední Evropy ojedinělé. Svědčí o tom výzkumy i jiných lokalit, např. rakouské Deutsch-Altenburg nebo moravských travertínů v Tučíně u Přerova (mozkovny lišky polární – *Alopex lagopus*).

Svou studií o vývoji mozků u koní vyplnila Tilly Edingerová citelnou mezeru v obecném poznání vývoje savců a potvrdila význam oboru, který založila – paleoneurologie. Ve své dizertaci navíc podrobně popsala a vyzkoušela na fosilním i recentním materiálu řadu způsobů, jak získat v laboratoři výlky mozkoven nebo jejich části.

Revizi nálezů z lokality Gánovce-Hrádok podpořil projekt VEGA 1/0080/16, Grantová agentura Ministerstva školství Slovenské republiky.

Seznam použité literatury uvádíme na webové stránce Živy.

Petr Šrámek, Břenek Michálek

Jak se žije nejmenšímu savci světa

Aktivně vnitřně udržovaná stálá teplota těla (homeotermie) představuje zásadní problém živočichů s malou hmotností. Jde proto o jeden z limitujících faktorů, které určují minimální hmotnost savců. Druhem známým jako extrémní případ, co se velikosti těla týče, který bývá po právu považován za nejmenšího (přesněji řečeno nejlehčího) savce světa, je netopýrek thajský (*Craseonycteris thonglongyai*). Tento savčí trpaslík však nebojuje pouze s omezeními vyplývajícími z malé hmotnosti, ale i s konkurencí ostatních druhů a bohužel s aktivitami člověka.

Netopýrek thajský je bezesporu velice zajímavým druhem hned z několika důvodů. Jako jediný zástupce rodu *Craseonycteris* i celé čeledi netopýrkovití (Craseonycteridae) byl popsán v r. 1974 z Thajska a představuje poslední savčí čeleď objevenou pro vědu. Pokud vám vytane na mysli další senzační objev laos (*Laonastes*

aenigmamus) popsán v r. 2005, tak ten s pokračujícím výzkumem přišel o status zástupce nové čeledi a byl zařazen do již existující, ale do té doby vyhynulé čeledi hlodavců Diatomyidae.

Netopýrka thajského však proslavila zejména jeho hmotnost. Je totiž považován (společně s bělozubkou nejmenší – *Sun-*

cus etruscus žijící i v jižní Evropě) za nejmenšího savce světa. Hmotnost dospělých jedinců se pohybuje od 6 g do stěží uvěřitelných 1,22 g! Jen těžko si lze představit, že v tak drobném těle jsou vměstnány miniaturní verze veškerých savčích orgánových soustav, jaké známe u ostatních druhů. Délka těla netopýrka dosahuje 29–33 mm (např. bělozubka nejmenší dorůstá 36–52 mm).

Zařazení do systému

Druh sice sdílí řadu morfologických znaků typických pro víkonosovité (Rhinopomatidae) a embalonurovité (Emballonuridae), avšak již v době jeho popisu bylo zřejmé, že není přechodným článkem mezi těmito dvěma skupinami, ale spíše dalším taxonem odvozeným od společného předka těchto čeledí. Zařazení do zoologického systému nepomohla ani paleontologie, protože nebyl dosud nalezen žádný fosilní záznam. Až v r. 2002 vnesli do problematiky světlo čeští vědci (Hulva a Horáček 2002), kteří na základě analýzy DNA zjistili, že netopýrek thajský náleží do nadčeledi vrápencovci (Rhinolophoidea) a jeho nejbližší příbuzné najdeme nejspíše mezi pavrápencovitými (Hipposideridae) a víkonosovitými, od jejichž společného předka se čeleď netopýrkovití oddělila před více než 40 miliony let.

Rozšíření a způsob života

Tento netopýrek byl popsán z méně přístupné krasové oblasti západního Thajska ležící v pásu pohoří Tenasserim a v zóně tropických vždyzelených a tropických opadavých lesů. Vzhledem k politické nestabilitě vedoucí k faktické nedostupnosti oblasti byla až po více než 20 letech objevena další izolovaná populace v jihovýchodním Myanmaru (bývalé Barmě).

I když je thajská krasová oblast, v níž se druh vyskytuje, geograficky mnohem rozsáhlejší, obývá pouze její malou část – na několik kilometrů vzdálených lokalitách, kde na první pohled panují obdobné klimatické podmínky, ho nenajdeme. Vysvětlení této záhady leží pravděpodobně v hornině tvořící kras. V oblasti se vyskytují dva typy vápence různého stáří, které vykazují rozdílné fyzikální parametry a různý typ krasovnění. Rozsáhlé jeskynní prostory, které netopýrek upřednostňuje, vznikají pouze v jednom z nich.





1 Tropické lesy v okolí jeskyní představují přirozený lovecký biotop, poskytující netopýrkům dostatek potravy.

2 Mládě netopýrka thajského (*Craseonycteris thonglongyai*) si před odstavením nezadá ve velikosti se svou matkou, která ho sice stále kojí, ale před výletem za potravou je již nucena odložit ho v jeskyni. Na fotografii patří noha spočívající na dolní čelisti mláděti.

3 Netopýrek thajský je obratný letec a i díky své malé velikosti dokáže v jeskyních využívat nejskrytější zákoutí.

4 Při spodním pohledu na netopýrka nás upoutá „vepří nos“ (proto anglicky Kittie's Hog-nosed Bat), zvláště tvarovaný tragus (ušní víčko) i smyslové chlupy odstávající z křídel, které mu dodávají informace o kinetice letu.



Netopýrek thajský bývá považován za jeden z nemnoha druhů netopýrů striktně vázaných na krasové oblasti. Důvodem je jeho geograficky omezený výskyt, který nikdy neleží mimo kras. Nezdá se však, že by byl na krasu přímo závislý. Je přesnější uvádět, že vyžaduje specifické parametry prostředí, které v současnosti splňují pouze určité krasové jeskyně, a jeho výskyt je výsledkem jejich přítomnosti a četnosti v zemské kůře.

Netopýrek žije v početných skupinách. Velikost thajských kolonií dosahuje obvykle 100–400 jedinců, s maximem kolem 500, zatímco největší myanmarské kolonie čítají až 2 000 jedinců. V podzemních systémech obývá dómovitě dutiny a prostory, které jsou daleko od vchodu a obtížně přístupné. Ve většině jeskyní tak není druh možné vůbec pozorovat a jeho přítomnost lze prokázat pouze při výletu z podzemí. Je zajímavé, že na rozdíl od mnoha jiných druhů netopýrů se jedinci v kolonii při odpočinku na stropě jeskyně vzájemně nedotýkají, ale mají tendenci se usazovat vždy tak, aby zůstal zachovaný rozestup od ostatních (obr. na 3. str. obálky), podobně jako naši vrápenci.

Loví drobný hmyz přímo za letu a také různé členovce z listů v korunách stromů. Má poměrně omezený akční rádius s loveckým teritoriem do 1 km od jeskyně, a to

jak v původních lesích, tak v člověkem pozměněné krajině poliček kulturních plodin a bambusových houštin.

O rozmnožování netopýrka thajského chybějí detailní informace, ví se však, že samice rodí jedno mládě na konci období sucha (v dubnu) a od určitého věku je nechává v jeskyni při nočních výletech za potravou. Podobně jako v dalších skupinách nadčeledi Rhinolophoidea (včetně našich vrápců) mají samice přichytné bradavky po stranách genitálu, za něž se mládě v klidu nebo při transportu přidržuje (což je patrné i na obr. 2).

Závislost echolokace na hmotnosti těla

Není bez zajímavosti, že hmotnost netopýrka coby nejmenšího savce schopného letu, hmotnost nejmenšího nelétavého savce bělozubky nejmenší a nejmenšího ptáka kolibříka kalypty nejmenší (*Mellisuga helenae*) jsou téměř identické. Lze z toho vyvozovat, že spodní hranice hmotnosti není omezena schopností létat, jak by se mohlo na první pohled zdát, ale představuje obecný práh u teplotkových obratlovců. Se snižující se hmotností těla vstupuje do hry velmi nevýhodný poměr povrchu a objemu těla, který vyžaduje vydatný příjem energie, v případech netopýrka nutnost efektivního aktivního lovu.

Pro většinu predátorů platí pravidlo, že jejich teoretická potravní nika (různorodost reálně dostupné kořisti) se zvětšuje se vzrůstající hmotností těla. Velký predátor bývá schopen využívat jak kořist menší, tak větší, zatímco drobný predátor je omezen pouze na drobnou kořist. Toto zobecnění ale nelze použít u mnoha druhů netopýrů, kteří loví hmyz za letu. Úpravy tělesné velikosti se zde do značné míry odvíjejí od poměrů adaptivního rozrůznění fylogeneticky mateřské skupiny, charakteru její potravní specializace a souvisejících úprav křídelní morfologie a echolokace. U netopýrka thajského musíme vzít v potaz poměry v celé skupině Rhinolophoidea. Tu tvoří hlavně zástupci čeledi vrápcovití (Rhinolophidae) a pavrápencovití, specialisté na lov hmyzu pohybujícího se uvnitř stromových korun nebo v jejich bezprostřední blízkosti. Tomu odpovídá i letový aparát (široké křídlo s vysokou vztlakovou účinností a extrémní manévrovací schopností, obr. 3) i poměry jejich echolokace. Na rozdíl od jiných skupin jsou jejich hlasy čistými tóny konstantní frekvence s velmi vysokou tlakovou energií výstupního hlasu, soustředěnou do první harmonické frekvence. Toto uspořádání umožňuje dokonalé zaměřování na poměrně krátké vzdálenosti a přesné vyhodnocování pohybu kořisti. Frekvence echolokačních signálů předznamenávající optimální velikost kořisti je zde obecně nepřímě úměrná tělesné velikosti. Echolokace netopýrka thajského spadá do tohoto rámce základními charakteristikami signálu – multiharmonické víceméně čisté tóny s těžištěm energie na první harmonické frekvenci. Tady však shoda končí. U vrápence velikosti netopýrka bychom očekávali výstupní echolokační frekvenci kolem 140–150 kHz. Průměrná frekvence netopýrka v jeho thajské populaci však činí pouhých 74 kHz a i v rámci jediné kolonie se pohybuje v poměrně širokém rozmezí (70–77 kHz). Jednotlivé echolokační pulzy jsou v porovnání s příbuznými velice krátké (2–3 ms) a i v uvolněné vyhledávací fázi mají rychlý rytmus opakování (22 Hz). Ve fázi lokalizace kořisti se energie hlasu přesouvá do třetí harmonické



oblasti, hlas se zkracuje a mění na pulzy s frekvenční modulací připomínající echolokační hlasy z jiných vývojových skupin. Tento typ echolokace tak ukazuje vývojový mezistupeň, od něhož se odvíjely adaptivní úpravy moderních skupin.

Echolokace a mezidruhová konkurence

Echolokace netopýrka stojí za pozornost i kvůli tomu, že populace z Myanmaru a Thajska vykazují rozdíl 8–10 kHz v echolokační frekvenci. Zde je nutné zmínit, že obě jsou geneticky zcela izolované a k oddělení došlo zhruba před 0,4 milionu let.

Genetická diverzita myanmarské populace je v porovnání s thajskou mnohem menší, což naznačuje (po vyloučení méně pravděpodobného efektu hrdla lahve), že populace vznikla pouze z několika jedinců, zřejmě v důsledku náhodné dálkové kolonizace oblasti, a projevuje se v ní tak efekt zakladatele. Aktivní překonání zhruba 200 km dělících obě populace netopýrka není příliš pravděpodobné vzhledem k omezené schopnosti druhu šířit se, obvykle nepřesahující vzdálenost 2–5 km. Mnohem pravděpodobněji se jedí náhodné zavlčení způsobené např. bouřkou. Podzimní monzunové větry vanou totiž přesně ve směru od thajské populace k myanmarské. Podle záznamů (Liu a kol. 2003, Beaufort a kol. 2003) se velmi silné zimní monzuny opakují každých zhruba 100 tisíc let.

Výzkumy naznačují, že to byla právě geografická izolace, jež vedla nejprve ke genetickému rozrůznění a až následnému vzniku rozdílu v echolokační frekvenci. Tuto teorii podporují výsledky studia geograficky kontinuální thajské populace. V ní je primárním faktorem omezujícím výměnu genů fyzická vzdálenost, která zároveň vytváří vhodné podmínky k postupnému echolokačnímu posunu podél geografického gradientu. Morfologicky jsou však stále všichni netopýrci z obou populací nerozlišitelní.

Nečekanou skutečností je posun frekvence echolokačních hlasů v její jižní části thajského areálu – průměrná frekvence (76 kHz) je zde průkazně vyšší než v severní části (74 kHz). Příčinou tohoto

posunu je pravděpodobně reakce na přítomnost jiného druhu – netopýra himálajského (*Myotis siligorensis*). Přestože jsou oba druhy fylogeneticky nepřibuzné, netopýr himálajský má jen nepatrně větší rozměry, produkuje frekvenčně modulované echolokační signály (s terminální frekvencí kolem 70 kHz) a loví ve stejném biotopu i podobným způsobem.

Posun echolokační frekvence může být účinnou prevencí záměn ozvěn vlastních hlasů a hlasů konkurenta. Netopýr himálajský chybí v severní části thajského areálu netopýrka, souvisle se však vyskytuje v Myanmaru, čemuž odpovídá fakt, že vyšší echolokační frekvenci (77–84 kHz) používá i celá myanmarská populace netopýrka thajského.

Intenzivní pozornost věnovaná tomuto druhu v posledních desetiletích přinesla množství podrobných informací, v první řadě o genetické proměnlivosti a příbuzenské struktuře v rámci jeho areálu. V tomto směru se z kuriózního, nejméně známého savčího druhu stal jeden z nejlépe dokumentovaných. V jiných směrech však dosud o jeho biologii mnoho nevíme.

Ohrožení

Velikost thajské populace je odhadována na 45 tisíc jedinců. Kvůli složité politické situaci není možné provést detailní průzkum i v Myanmaru, a proto nelze obdobný odhad spolehlivě vytvořit. Vzhledem ke specifickým nárokům druhu bývá myanmarská populace považována za méně početnou než thajská. Druh je klasifikován IUCN (International Union for Conservation of Nature) jako zranitelný.

Obecně lze říci, že druhy letounů s geograficky omezeným areálem jsou ohroženější vyhynutím. Mezi nejzranitelnější tedy patří druhy s velmi malým areálem, jaký má i netopýrek. Jako celá řada dalších druhů nedokáže uniknout negativnímu vlivu lidské civilizace, který ho ohrožuje v jeskyních i mimo ně.

Citlivě reaguje na rušivé vlivy způsobené přítomností lidí v jeskyních. Některé z nich tak následkem přílišného vyrušování netopýrci úplně opustili. Důvodem bylo zejména využívání těchto

5 I když je rovinatá krajina v okolí vápencových hřebenu člověkem často degradovaná a intenzivně využívaná, netopýrek v ní dokáže alespoň příležitostně hledat potravu.

6 Visící netopýrci thajští jsou i přes velikost odpovídající čmelákoví na světlých stěnách nápadní. Jejich srst může být zbarvena do šeda (jedinec na fotografii) nebo do hněda. Snímky P. Šrámka

prostor k náboženským účelům poutníky. I tichá buddhistická meditace představuje pro tyto savce nepřijatelnou míru rušení kvůli kouři z hořících vonných tyčinek. Na druhou stranu však přítomnost mnichů chrání před přímým lovem i aktivitami důlních společností, které by mohly jeskyně využívat k těžbě. K přímému lovu dochází pro účely prodeje sušených jedinců jako suvenýrů.

Mimo jeskyně představuje zásadní hrozbu degradace a fragmentace přirozené vegetace způsobené těžbou dřeva a každoročním intenzivním vypalováním lesa v okolí jeskyní pro nově vznikající pole. Od r. 1989 je sice těžba přirozených lesů v Thajsku zakázána, ale rozšiřování lidských sídel a související infrastruktury znamená další globální problém. Všechny tyto faktory zmenšují a znehodnocují biotop netopýrka.

V r. 1980 byl v Thajsku založen národní park Sai Yok s cílem ochrany netopýrka thajského a druh je také chráněn zákonem. Aktuální situace v Myanmaru je mnohem méně jasná a budoucnost druhu nejistá. Působí zde podobné negativní lidské faktory. Hrozbu navíc představuje plánovaná výstavba přehradních nádrží, netopýrka ohrožuje také prach a kouř z vápenek vznikajících v lokalitách, kde loví.

Nezbývá než doufat, že netopýrek thajský přežije po boku člověka i nadále a nebude nutné přepisovat tabulky zviřecích rekordmanů ve virtuálním souboji o nejmenšího savce.

Použitou literaturu uvádíme na webovém stránce Živý.