

Echlokace a hlasové projevy rejskovitých hmyzožravců

I. Orientace v prostoru a seismické vibrace

Do čeledi rejskovitých hmyzožravců (Soricidae) náležejí tři podčeledi. Zatímco podčeď *Myosoricinae* se vyskytuje pouze v Africe, zástupce rejsců a rejsků (*Soricinae*) a bělozubek (*Crocidurinae*) najdeme i na našem území. Ačkoli v přírodě si jich kvůli malé velikosti a skrytému způsobu života často sotva všimneme, rozhodně jde o zvířata stojící za pozornost. Jsou pověstní svou nenasytností a někteří dokonce dokáží jako jedni z mála savců uštedřit jedovaté kousnutí. Samice bělozubek přemísťují své potomky neobvyklým způsobem – mláďata se zakousnou u kořene ocasu do těla matky nebo sourozence před nimi a společně vytvoří jakousi karavanu. Rejskové, rejsci a bělozubky také vydávají řadu zvuků a přestože většina z nich je pro nás slyšitelná, u některých dosud netušíme, jaký význam v životě těchto drobných savců mají. V první části dvoudílného seriálu bych chtěla představit zvuky, které rejskovití vydávají i v situacích, kdy jsou zcela osamoceni. Je tedy pravděpodobné, že jim tyto zvuky neslouží ani tak k vnitrodruhové komunikaci, jako spíše k zorientování se v prostředí, v němž se pohybují.

Echlokace

Schopnost zvířat orientovat se v prostoru za pomoci ozvěn zvuků, jež vydávají – echlokace, byla doposud prokázána u několika různých skupin savců, a to ozubených kytovců, netopýrů a některých kaloňů, bodlínů, rejskovitých hmyzožravců a také u laboratorních potkanů. Na listinu potenciálně echlokujících savců se rejskovití dostali ze dvou důvodů. Jedním z nich byl víceméně přijímaný fakt, že mají poměrně špatný zrak. Dále se zjistilo, že se při pohybu neznámým prostředím ozývají štěbetavými hlasy (anglicky twitter) s nejasným významem. Např. u bělozubky hnědé (*Suncus murinus*, obr. 1), původem z jihovýchodní Asie, jde o krátké tonální hlasy s průměrnou délkou kolem 22 ms a průměrnou základní frekvencí kolem 1,0 kHz, vydávané v průměrném inter-

valu kolem 100,6 ms (viz obr. 3, Schneiderová 2014).

Schopnost echlokace byla poprvé experimentálně prokázána v r. 1964 u tří severoamerických druhů rejsků (r. šedého – *Sorex cinereus*, r. toulavého – *S. vagrans* a r. bažinného – *S. palustris*) pomocí speciálně navrženého zařízení. Princip pokusu spočíval v tom, že se rejskové umístění na vyvýšený kotouč naučili vyhledat plošinu, z níž vedla cesta k boxu s odměnou, a seskočit na ni (obr. 6). Plošina byla vůči kotouči položena dostatečně nízko, takže rejskové se jí nemohli dotknout, a to ani hmatovými vousy. Byla také důkladně zbavena všech pachů a pokusy probíhaly v naprosté tmě. Tak byla vyloučena možnost, že by k vyhledání plošiny použili jiný smysl než sluch. Všichni testovaní jedinci dokázali po tréninku plošinu úspěšně

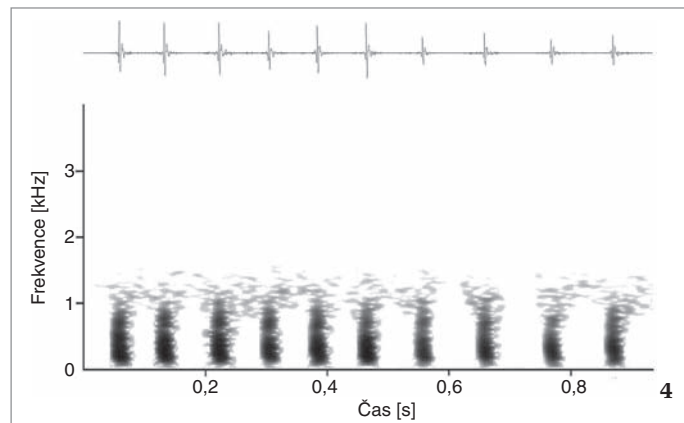
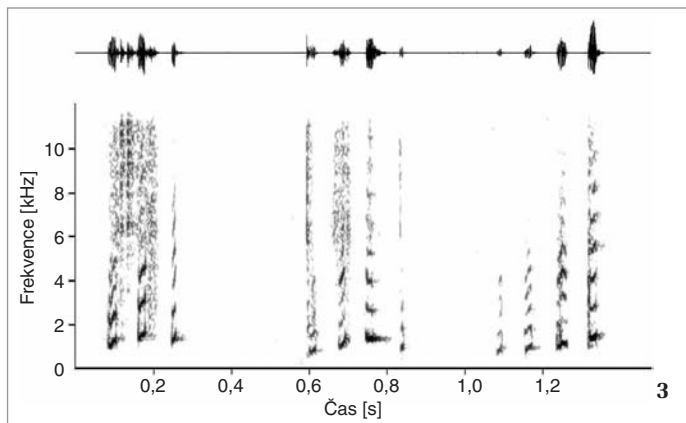
najít a seskočit na ni, pokud mohli sluch použít. Jedinci s ucpanými ušima si ale vedli mnohem hůře. Někteří na plošinu vůbec nesekočili, jiní ji minuli a dopadli na dno pokusného zařízení. Ti, kteří se na plošinu přesto trefili, ji hledali mnohem déle než normálně slyšící rejskové. Nahrávky pořízené při těchto experimentech ukázaly, že zvuky používané k echlokaci tvoří série krátkých cvaknutí (click) s frekvencí od 30 do 60 kHz, to znamená s vyšší frekvencí, než dokáže zaznamenat lidské ucho (Gould a kol. 1964).

Další pokusy s rejskem toulavým založené na stejném principu ukázaly, že se normálně slyšící rejskové pohybují po celém povrchu kotouče rovnoměrně, pokud chybí plošina, na kterou mají seskočit. Po přidání plošiny však tráví více času v prostoru nad ní a také zde častěji vydávají cvakavé zvuky. Počet cvaknutí navyšují i těsně před seskočením na plošinu, podobně, jako když netopýři zaměřují kořist vydáváním echolokačních signálů rychleji po sobě. Naproti tomu rejskové s ucpanými ušima se i v přítomnosti plošiny pohybovali nejistě po celém povrchu kotouče a snažili se neúspěšně zorientovat tím, že hodně „cvakali“ (Buchler 1976). V jiných experimentech rejskové toulaví opakovaně zkoumali prostředí pokusné arény. Čím známější jim bylo, tím méně zmíněných cvakavých zvuků vydávali. Pokud však byla aréna přestavěna, jejich počet znovu navyšili, zřejmě aby se v novém, neznámém prostředí zorientovali (Buchler 1976).

Na tomto místě bych ráda zmínila, že cvakání vydávají nejen během průzkumu prostředí i další druhy rejskovitých hmyzožravců včetně jejich mláďat (tab. 1). Jde však většinou o cvakání s frekvenčním rozsahem, které dokáže lidské ucho vnímat (obr. 5), a dosud nebylo objasněno, zda i tento zvuk uplatňují při orientaci v prostoru.

1 Bělozubka hnědá (*Suncus murinus*) patří mezi největší zástupce rejskovitých hmyzožravců (Soricidae). Pochází z jihovýchodní Asie, odkud se také přičiněním člověka rozšířila na mnoho dalších míst včetně severovýchodní Afriky a Madagaskaru. V Japonsku a USA byla úspěšně zavedena jako laboratorní zvíře, v Evropě se těší oblibě mezi některými chovateli exotických savců. Foto I. Schneiderová
2 Rejssek malý (*Sorex minutus*) je nejmenším savcem vyskytujícím se na našem území. Foto M. Anděra



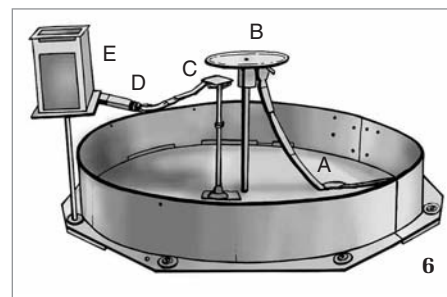
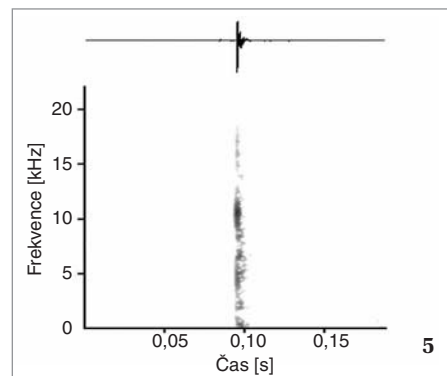


Význam štěbetání

Navazující výzkum echolokace byl založen na pokusech jiného typu, v nichž rejskové rozlišovali průchozí a neprůchozí tunely (Tomasí 1979, Forsman a Malmquist 1988). I zde byly jako echolokační signály určeny vysokofrekvenční, lidskému uchu nedostupná cvaknutí. Jaký je tedy význam dlouho známých, pro člověka slyšitelných štěbetavých zvuků, které vydávají mnozí rejskovití při průzkumu prostředí? Tuto otázku si poměrně nedávno položila skupina německých zoologů (Siemers a kol. 2009). Každého ze 7 rejsků obecných (*S. araneus*) žijících mimo jiné i ve střední Evropě a 9 bělozubek tmavých (*Crociodura russula*) ze západní Evropy a Středoze- mí nechali prozkoumat pokusné terárium, v němž vystřídali tři různé typy substrátů (jednotlivá stébla, dvoucentimetrová vrst- va sena, seno ve vrstvě 7 cm), které buď obsahovaly, nebo neobsahovaly pach jiného příslušníka vlastního druhu. Snažili se tak zjistit, zda hlasy slouží ke komuni- kaci s příslušníky vlastního druhu (např. upozorňují na přítomnost svých původců a pomáhají předcházet konfliktům), nebo zda se pomocí nich rejskové a bělozubky spíše orientují v prostoru podobně jako v případě cvakání. Zatímco přítomnost pachu jiných jedinců štěbetání neovlivni- la, typ substrátu měl na jeho vydávání vliv u obou druhů. Zdá se tedy, že rejskové a bělozubky štěbetají především proto, aby se zorientovali. Playbackové pokusy, při nichž byly přehrávány štěbetavé zvuky v různých prostředích a poté se analyzo- valy jejich ozvěny, navíc ukázaly, že rejsko- vití mohou z těchto ozvěn skutečně získat informace o prostředí, v němž se pohybují.

Pomineme-li význam štěbetání pro sa- motné rejskovité, vyvstala v nedávné době také otázka, zda by tyto hlasy mohly v bu- doucnu obohatit možnosti faunistických výzkumů. Byť nepříliš hlasité, avšak téměř permanentní štěbetání totiž předurčuje rejskovité jako potenciálně vhodné kan- didáty pro aplikaci akustického monito- ringu. Tato metoda, pomocí níž lze zjišťo- vat např. druhové složení nebo početnost jednotlivých druhů na určitém stanovišti pouze na základě jejich hlasových proje- vů, se v současnosti hojně využívá v sucho- zemském (u žab, sov, pěvců, netopýřů) i vodním prostředí (především u kytov- ců). K výhodám akustického monitorování patří bezpochyby neinvazivnost, tj. mini- mální dopady na sledovaná zvířata. Při tradičních odchycích do živolovných pas- tí mohou být zvířata stresována, zejména u rejsků nejsou dokonce výjimkou velké počty uhynulých jedinců.

Pokud se akustický monitoring provádí za účelem zjištění biodiverzity, je žádou- cí, aby se jednotlivé druhy podle svých hlasů daly snadno rozeznat. Ačkoli exis- tuje množství prací popisujících mezidru- hové rozdíly v hlasech u různých skupin savců, např. u opic (viz Živa 2010, 6: 288–290), u sýslů (Živa 2013, 5: 245–247) nebo u nosorožců (Živa 2015, 3: 133–136), studii o rejskovitých bychom mezi nimi až donedávna hledali marně. Teprve v r. 2015 bylo podrobně popsáno a porovnáno ště- betání dvou rejsků – r. černého (*Neomys anomalus*), r. vodního (*N. fodiens*, obr. na 3. str. obálky), dvou rejsků – r. obecného, r. malého (*S. minutus*, obr. 2), a dvou bělo- zubek – b. bělobřiché (*Crociodura leuco- don*) a b. tmavé. Ukázalo se, že v rámci jed-



notlivých druhů vykazuje štěbetání velkou variabilitu, znemožňující spolehlivé vzá- jemné rozlišení všech 6 studovaných dru- hů (Zsebök a kol. 2015). Je tedy málo prav- děpodobné, že by štěbetání mohlo být úspěšně použito k identifikaci druhů na stanovištích s neznámým nebo větším poč- tem druhů. Teoreticky by ale mohlo být použito na lokalitách s menším počtem známých druhů, neboť úspěšnost přiřazení štěbetání ke správnému druhu mnohdy přesahovala i více než 90 %, pokud byly na výběr pouze dva druhy. Pro zajímavost

Tab. 1 Přehled zvuků a hlasů vydávaných rejskovitými hmyzožravci (Soricidae) při samostatném průzkumu prostředí, včetně behaviorálních kontextů, v nichž byly zaznamenány. Upraveno podle I. Schneiderové (2014)

Zvuk/hlas	Anglický název/ synonyma	Druhy	Popis	Behaviorální kontext
Cvakání	click	<i>Blarina brevicauda</i> , <i>Cryptotis parva</i> , <i>Neomys fodiens</i> , <i>Sorex araneus</i> , <i>S. cinereus</i> , <i>S. minutus</i> , <i>S. palustris</i> , <i>S. vagrans</i> , <i>Suncus murinus</i>	Krátký zvuk s širokým frekvenčním rozsahem vydávaný jednotlivě nebo v sériích. Na spektrogramu horizontální čára	Průzkum prostředí, páření, vzájemné potyčky, čištění. Mláďata cvakají, když sají mléko, karavanují nebo jsou izolována mimo hnízdo.
Štěbetání	twitter, chuck-like sound, position call	<i>B. brevicauda</i> , <i>C. parva</i> , <i>Crociodura leucodon</i> , <i>C. russula</i> , <i>Diplomesodon pulchellum</i> , <i>N. fodiens</i> , <i>Sorex caecutiens</i> , <i>S. daphaenodon</i> , <i>S. minutus</i> , <i>S. palustris</i> , <i>S. tundrensis</i> , <i>S. unguiculatus</i> , <i>Suncus murinus</i>	Série několika krátkých a tonálních hlasů s variabilní frekvencí mezi druhy i v rámci druhu. Frekvence stoupající nebo klesající, někdy na spektrogramu tvar obráceného písmene U	Průzkum prostředí, rozrušení, krmení, transport hnízdního materiálu nebo mláďat, společný odpočinek v hnízdě. Samice někdy po návratu mláďat do hnízda
Dunění	boom, put	<i>Suncus murinus</i>	Tichý zvuk s velmi nízkou frekvencí vydávaný téměř kontinuálně	Samostatný průzkum prostředí nebo setkání s jinými jedinci

3 Spektrogram (dole) a oscilogram (nahore) štěbetavého hlasu (anglicky twitter) nahraného od bělozubky hnědé z chovu. Tento tonální hlas sestávající ze základní frekvence a několika jejích násobků, tzv. harmonických tónů, vzniká v hlasívkách a vydávájí ho mnohé druhy rejskovitých při průzkumu prostředí nebo při mírném rozrušení. Dosavadní výzkumy ukazují, že jim možná slouží k orientaci v prostoru.

4 Spektrogram (dole) a oscilogram (nahore) dunění (boom) nahraného od bělozubky hnědé. Tento zvuk můžeme téměř soustavně slyšet, když bělozubky prozkoumávají prostředí. Zatím nevíme, jakým způsobem zvuk vzniká a zda má pro ně nějaký význam.

5 Spektrogram (dole) a oscilogram (nahore) cvaknutí (click), které v chovech vydávaly dospělé bělozubky hnědé, ale i jejich mláďata v nejrůznějších situacích (tab. 1). Orig. I. Schneiderová, pokud není uvedeno jinak

6 Schéma experimentálního zařízení, pomocí něhož byla u rejsků (rod *Sorex*) prokázána schopnost echolokace. Tunelem (A) se rejskové dostali na kotouč (B), z něho pravděpodobně pomocí echolokačních zvuků (cvakání v naprosté tmě) lokalizovali plošinu (C), na kterou seskočili a poté se přes rampu (D) dostali k boxu s odměnou (E). Podle: E. Gould a kol. (1964) kreslila M. Chumchalová

7 Bělozubka pouštní (*Diplomesodon pulchellum*) z moskevské zoologické zahrady umístěná na membránu bubínku, pomocí něhož bylo možné snímat vibrace těla, které tento druh bělozubky používá, hlavně když přechází mezi různými typy povrchu. Foto I. Volodin

ještě uvádím, že nejzaměnitelnější štěbetání měli při takových párových porovnáních rejsec vodní a rejsec obecný (úspěšnost správného přiřazení 69 %), zatímco nejméně zaměnitelné se ukázalo být štěbetání rejse černého a bělozubky bělobřiché (úspěšnost správného přiřazení 97 %). Zejména oba druhy bělozubek mohly být od zbylých zkoumaných druhů, ale i od sebe vzájemně, odlišeny s velkou úspěšností (více než 90 % správných přiřazení).



Dále je potřeba v případě využití akustického monitorování u rejskovitých zohlednit, že jejich hlasy mohou být zaznamenány na omezenou vzdálenost, asi jen na 1–2 m.

Dunění

U průzkumu prostředí ještě chvíli zůstaneme, neboť vysokofrekvenční cvakání a člověku slyšitelné štěbetání nejsou jedinými zvuky, které můžeme u rejskovitých v tomto kontextu zaslechnout. Během svého doktorského studia jsem zahájila vedlejší projekt, v rámci něhož jsem se snažila popsat hlasový repertoár bělozubek hnědých z chovů. Všimla jsem si, že při pohybu prostředím tyto bělozubky téměř soustavně „duní“ (boom). Dunění lze popsat jako velmi krátké zvuky (průměrná délka trvání kolem 12 ms) s nízkou frekvencí (průměrná frekvence s maximální amplitudou kolem 200 Hz), vydávané rychle za sebou (průměrná délka intervalu 80 ms; viz obr. 4, Schneiderová 2014). S podobným duněním jsem se v chovech setkala i u madagaskarských bodlínů Telfairových (*Echinops telfairi*), dříve řazených rovněž k hmyzožravcům (Insectivora či Eulipotyphla), nově vyčleňovaných v samostatném řádu Afrosoricida – a ježků ušatých (*Hemiechinus auritus*). Nicméně v tomto případě ho vydávali spíše rozrušení nebo podráždění jedinci. Podivného „dunění“ si u několika druhů bělozubek a bodlínů všiml již v r. 1969 Edwin Gould, který také zjistil, že čím má druh delší a kuželovitěji tvarovaný čenich, tím hlasitější zvuk vydává. Je zřejmé, že dunění nevzniká v hlasívkách jako třeba štěbetání, ale jak ho tato zvířata tvoří, přesně

nevíme. Ani není jasné, zda nese pro bělozubky nějaký význam, a pokud ano, nemáme zatím ponětí jaký.

Seismické vibrace

Někteří savci používají k orientaci v prostoru, komunikaci s ostatními jedinci svého druhu nebo vyhledávání kořisti seismické vibrace (Randall 2001). Až donedávna nebylo podobné chování známo u žádného zástupce z řádu hmyzožravců (Eulipotyphla). Během výzkumu hlasové komunikace středoasijské bělozubky pouštní (*Diplomesodon pulchellum*) v moskevské zoologické zahradě bylo u některých jedinců pozorováno, že při manipulaci vibrovali podobně jako mobilní telefon, a toto chování se zdálo být spojené s jejich náhlým přechodem na jiný typ povrchu. Když byly bělozubky přeneseny na membránu bubínku (obr. 7), daly se vibrace zaznamenat a analyzovat. Zvířata během pokusů vibrovala opakovaně v sériích, s průměrnou frekvencí vibrací 160,5 Hz (Volodin a kol. 2012). Na rozdíl od jiných savců, kteří vibrace vytvářejí částmi těla (např. hlavou nebo končetinami), bělozubky zjevně používaly svaly celého těla. Staly se tak prvními hmyzožravci, u nichž bylo toto chování zachyceno. Vzhledem k tomu, že jde o jedny z mála rejskovitých, kteří jsou schopni hrabat vlastní nory, vibrace jim možná pomáhají odhadovat vlastnosti substrátu a vyhnout se energeticky náročnému a někdy zbytečnému hrabání v hustém písku. Není rovněž vyloučeno, že citlivost k vibracím umožňuje lokalizovat kořist pod zemí.

Vnitrodruhová komunikace

Sluch patrně náleží k nejlépe vyvinutým smyslům rejskovitých a není pochyb, že v jejich životě hraje zásadní roli. Kromě zvuků vydávaných za účelem orientace v prostředí vydávají tyto drobní savci množství dalších, lidskému uchu slyšitelných hlasů, které se uplatňují při komunikaci s ostatními jedinci vlastního druhu. V příštím díle se zaměříme na tyto hlasy, přičemž si důkladněji přiblížíme repertoár již zmiňované bělozubky hnědé.

Použitá literatura uvedena na webové stránce Živa.

Vyšlo v nakladatelství Karolinum

Lubomír Hrouda a kolektiv: Průvodce po Botanické zahradě Přírodovědecké fakulty UK

Botanická zahrada Univerzity Karlovy v Praze se primárně orientuje na zachycení co největší různorodosti domácí středoevropské květeny. Skleníkové expozice jsou zaměřeny na typické (a užitkové) zástupce tropické a subtropické flóry a vegetace, zahrnují ale i četné další čeledi semenných rostlin a kapradin významné z výukového hlediska. Venkovní expozice se soustředí hlavně v dolní části zahrady

a jsou rámovány parkovou zelení. Tištěný průvodce se návštěvníkům dostává do ruky po více než půlstoletí. Přináší základní údaje o většině důležitých expozic i o dalších pěstovaných souborech a současně informuje o možném didaktickém a vědeckém potenciálu zahrady.

Karolinum, Praha 2015, 150 str.
Doporučená cena 180 Kč

