

Využití radiotelemetrie v entomologii

Radiotelemetrie představuje technologii pro dálkový přenos dat za použití radiového signálu. Nachází široké uplatnění v mnoha oborech lidské činnosti od kosmonautiky, meteorologie, vojenství až po biologii. Od 60. let minulého stol. byla použita v celé škále zoologických studií, a to hlavně u obratlovců. Jde o unikátní způsob, jak se o životních strategiích živočichů dozvědět více, protože řadu druhů lze ve volné přírodě jen velmi těžko přímo sledovat. Navíc technologický pokrok otevírá v současnosti možnost využití i v entomologii.

Radiotelemetrie pracuje s aktivními vysílači (transmittery neboli tagy) s vlastním zdrojem energie, které se připevní na živočicha. Jsou zalaty do ochranného obalu z plastu, aby citlivé součástky odolaly nepříznivým vlivům prostředí. Vysílačky vydávají vlastní radiový signál (pulzy) o velmi vysoké frekvenci, obvykle mezi 30–300 MHz. Signál je pomocí externí antény zachycen přijímačem, který má u sebe výzkumník (obr. 1). Každá vysílačka používá jedinečnou frekvenci, není proto problém sledovat více jedinců současně. Stačí jen správně naladit přijímač. Síla a směr signálu určí polohu sledovaného zvířete vůči pozorovateli, případně i to, zda se jedinec pohybuje, nebo ne. Ze získaných dat můžeme zjistit celou řadu životních charakteristik zkoumaného druhu – polohu hnízda, úkrytu či nory, velikost domovského okrsku, pohybovou a denní aktivitu nebo migrační schopnosti. Sofistikovanější vysílačky zaznamenávají dokonce tepovou frekvenci, tělesnou teplotu a polohu těla.

Kvůli hmotnosti vysílaček byla radiotelemetrie po desetiletí doménou zejména zoologů zkoumajících větší druhy obratlovců, jako jsou šelmy nebo kopytníci (např. Živa 2013, 5: 234–237), někteří hlodavci,

větší ptáci a další. Nicméně v posledních letech technický rozvoj umožňuje výrobu stále menších a lehčích vysílaček, což nejen rozšiřuje spektrum studovaných obratlovců např. o menší ptáky nebo plazy (viz Živa 2008, 3: 131–133), ale pozornost se obrací i na bezobratlé. Tím se otevírají nové možnosti využití radiotelemetrie také mezi entomology, kteří si totiž donedávna museli (a často stále musejí) vystačit při studiu biologie a ekologie hmyzu s různými druhy pastí spojenými s mnoha metodickými limity (někdy opomíjenými, Živa 2015, 6: 304–306), odchytáváním a značením jedinců (tzv. capture-mark-recapture) nebo přímým pozorováním.

Vysílačku můžeme na zkoumaného jedince připevnit několika způsoby, záleží na velikosti zvířete a způsobu jeho života. U obratlovců se nejčastěji používají popruhy, ušní známky, obojky nebo implantáty. Další možností je nalepení vysílačky přímo na tělo, což představuje v podstatě jediné východisko u bezobratlých – pevná kutikula k tomu i přímo vybízí (obr. 3).

U vysílačky rozhoduje hmotnost baterie, která určuje její životnost. A zde narážíme na největší problém využitelnosti radiotelemetrie při studiu bezobratlých. Větší hmotnost vysílačky sice zajistí delší

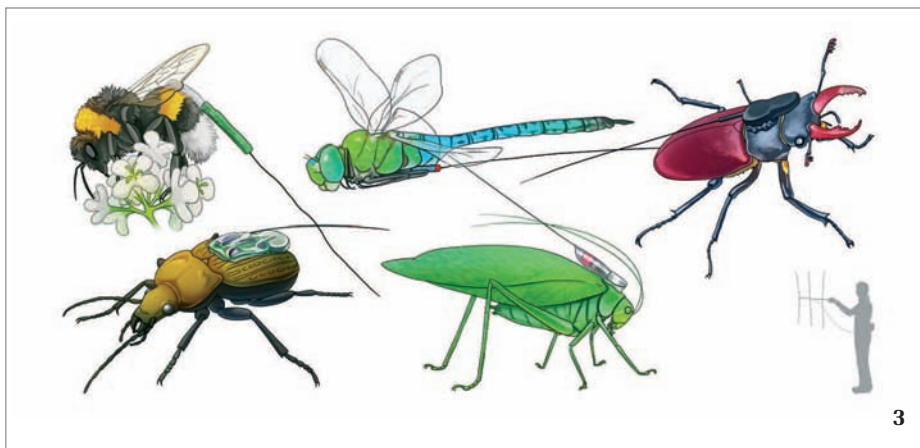
výdrž, avšak pro většinu hmyzích druhů bude příliš těžká a v praktickém výzkumu tudíž nepoužitelná. Kvůli hmotnosti se zatím u bezobratlých nepoužívá ani dnes už běžná metoda sledování větších zvířat – GPS technologie, umožňující určení polohy podle geografických souřadnic za pomoci družice. Proto je potřeba drobný hmyz soustavně sledovat v jeho prostředí a ne prostřednictvím počítače z pohodlné pracovny. V současné době mají nejmenší komerčně vyráběné vysílačky s velikostí pouhých 5 × 12 × 1,5 mm hmotnost zhruba 0,2 g a jejich životnost se pohybuje kolem 7 dnů. Tyto nejmenší vysílačky se dají použít např. pro čmeláky. Při výzkumu hmyzu mají většinou hmotnost do 1 g. U obratlovců bývá pravidlem, že hmotnost připevněného vysílače by neměla překročit 4 % tělesné hmotnosti zvířete. U zástupců hmyzí říše bývá tento poměr vyšší a kolísá od 6 % (u velkých druhů brouků) až do 100 % (u čmeláků). Nabízí se otázka, do jaké míry připevněná vysílačka ovlivní život jedince. Je pravděpodobné, že může mít vliv na chování, energetické nároky nebo metabolismus nositele v kratším či delším časovém horizontu. Např. vysílačkou zatížený čmelák zemní méně létá a více odpočívá. Na druhou stranu pohyblivost kobylky *Anabrus simplex* s vysílačkou a bez ní se významněji neliší. Avšak počet studií v této oblasti bádání je zatím velmi omezený, a proto bude třeba provést rozsáhlejší experimenty.

S nároky na velikost a hmotnost vysílačky souvisí vzdálenost, na jakou zachytíme její signál. Větší a těžší (v hmyzím měřítku) mají silnější signál, maximální vzdálenost detekce se udává až 500 m na rovném terénu. Většinou ale tato vzdálenost bývá mnohem kratší (300–100 m i méně). Svou roli ve výsledné kvalitě signálu hraje topografie terénu, hustota porostu a počasí. Např. po dešti se signál od mokré vegetace odráží a určit správný směr není tak jednoduché jako za sucha.

1 Přijímač a anténa – důležité vybavení při radiotelemetrickém sledování jedince označeného vysílačkou. Foto M. Hykel

2 Louka se sadem a skupinami stromů. Biotop, kde se střevlíci *Ullrichovi* (*Carabus ullrichii*) běžně vyskytují a kde jsme sledovali jejich pohybovou aktivitu. Foto J. Růžicková





3



4

3 Ukázky připevnění vysílačky u různých skupin hmyzu. Zleva nahoře: čmelák zemní (*Bombus terrestris*), americké šídlo *Anax junius*, roháč obecný (*Lucanus cervus*), střevlík Ullrichův a neotropická kobylka *Philophyllia ingens*. Překresleno podle původních studií. Orig. J. Růžičková

4 Střevlík Ullrichův s vysílačkou o hmotnosti 0,3 g. Foto M. Veselý

Přesto byla radiotelemetrie již úspěšně použita v několika entomologických studiích na větších druzích váček, rovnokřídlých, blanokřídlých, střechatek, motýlů a brouků, zejména v oblasti migrace, pohybové aktivity, stanovištních (habitatových) preferencí, velikosti domovského okrsku nebo vybraných aspektů chování zkoumaných druhů. Kvantitativní měření průměrné a maximální vzdálenosti, kterou sledovaný druh urazí v přirozeném prostředí za určitý časový interval, patří mezi nejčastější cíle radiotelemetrických prací. Nelétavé druhy urazí za den desítky, výjimečně stovky metrů, u létajících se tento údaj může pohybovat až v řádu kilometrů. Např. roháč obecný (*Lucanus cervus*) je schopen na jeden zátaž uletět až 1 720 m a americké šídlo *Anax junius* během migrace zvládne v průměru 11,9 km za den.

Z nelétajících brouků se díky své velikosti a zajímavému způsobu života hodí pro radiotelemetrii zejména velké druhy střevlíků rodu *Carabus*. Jsou relativně těžcí, naše největší druhy váží i více než 1,5 g,

a až na výjimky zcela bezkřídlí (apterní). Proto nehrozí, že by dokázali odletět z dosahu přijímače. Je až s podivem, že do současné doby byly pomocí radiotelemetrie studovány pouze dva druhy velkých střevlíků. Výsledky výzkumů přinesly zajímavé novinky pro jejich biologii (Riecken a Rath 1996, Negro a kol. 2008). Např. jaký biotop vyhledává endemit italských Alp střevlík *C. olympiae* – znalost habitatových preferencí je důležitá pro efektivní ochranu tohoto ohroženého druhu, vedeného v červeném seznamu jako zranitelný. Nebo že střevlík kožitý (*C. coriaceus*) nepatří mezi druhy s typicky noční aktivitou, jak se dříve běžně předpokládalo. Případně, jakou vzdálenost dokáže jedinec urazit za 12 hodin (u střevlíků kožitých je rekord 51 m), resp. za celou dobu sledování (389 m za 17,5 dne). Něco takového by se dříve dalo zjistit jedině pomocí padacích zemních pastí a označením velkého množství jedinců. Radiotelemetrií lze dohledat zkoumaného živočicha v jakoukoli denní dobu s přesností na několik centimetrů. Avšak je třeba si dávat pozor, abychom hledaného jedince nezašlápli.

V r. 2015 jsme poprvé využili radiotelemetrii při výzkumu pohyblivosti velkých střevlíků i my (Růžičková a Veselý 2016). Jako modelový druh jsme vybrali střevlíka Ullrichova (*C. ullrichii*, obr. 4), měděně zbarveného 22–33 mm velkého brouka, který je relativně běžným druhem střední a východní Evropy. Svým výskytem zasahuje od jihozápadního Německa po západní Ukrajinu, Rumunsko a Bulharsko.

U nás je zaměnitelný s dalšími dvěma podobně zbarvenými druhy. Znamější a zhruba stejně velký střevlík měděný (*C. cancellatus*) se liší tím, že má červená stehna a první články tykadel. Střevlík zrnitý (*C. granulatus*) je štíhlejší a menší. Střevlík Ullrichův patří k původním druhům listnatých lesů, můžeme ho ale nalézt i v čistě nelesních biotopech – v zahradách, sadech, na loukách a polích, od nížin do podhůří. Na podzim vylíhlí jedinci přezimují a v květnu a červnu se rozmnožují. Během léta v červenci a srpnu se setkáme s larválními stadii nebo se starými jedinci, v závěru sezony potom i s čerstvými dospělci.

V naší pilotní studii jsme se zaměřili zejména na použitelnost radiotelemetrie při výzkumu střevlíka Ullrichova. Dalším, neméně důležitým cílem bylo zjistit, jak se brouci pohybují v konkrétním biotopu a jakou vzdálenost v něm dovedou překonat. Výzkumnou plochou byl pozemek o velikosti 0,7 ha v obci Jarcová na levém břehu Vsetínské Bečvy na Valašsku. Šlo o zahradu s loukou, sadem a skupinami stromů, kde se tyto střevlíci běžně vyskytují (obr. 2). Na čtyři jedince (samce a tři samice) jsme pomocí vteřinového lepidla připevnili vysílačky o hmotnosti 0,3 g s 2,5 cm dlouhou anténou (obr. 4). Transmitter představoval zhruba 20–30 % hmotnosti brouka. Signál bylo možno zachytit až ze vzdálenosti 50 m, polohu jedinců jsme zaznamenávali každé tři hodiny ve dne i v noci po dobu 10 dnů.

Brouci se během výzkumu pohybovali na louce a pod stromy v sadu. Jejich průměrná rychlost kolísala od 1,7 do 13,4 m za den. Přesto byli schopni urazit za tři hodiny až 14,1 m. Neměli problém se zahrabat do země nebo nalézt potravu. Běžně jsme v prostoru, z něhož vycházel signál, nacházeli natrávené žížaly, které tvoří obvyklou potravu střevlíků (podobně jako potápníci nebo pavouci mají mimotělní trávení). Další výsledky naznačují, že pohybová aktivita tohoto druhu nezávisí na denní době. Podobně jako zmíněný střevlík kožitý ani námi sledovaný střevlík Ullrichův nepředstavuje typicky noční druh. Jeho aktivitu ovlivňují jiné faktory, velmi pravděpodobně teplota. Během sledování jsme zaznamenali vrchol aktivity mezi 15–17,4 °C. Nicméně závěry založené na pouhých čtyřech jedincích nechceme považovat za konečné, a proto plánujeme v dalším výzkumu ověřit naše výsledky na větším počtu brouků, ve více biotopech a s dalšími faktory prostředí. Jen pro úplnost – na konci sledování jsme všechny jedince vyhledali, vysílačky sundali a brouky pustili zpět do přírody.

Technický pokrok jde mílovými kroky kupředu a dává naději na další miniaturizaci a zvyšování životnosti vysílaček. Nadcházející roky tak nejspíše přinesou nové entomologické studie využívající i tuto progresivní metodu.

Projekt byl financován interním grantem Univerzity Palackého v Olomouci (IGA PrF 2015 018).

Seznam použité a doporučené literatury je uveden na webové stránce Živy.