

Jak vznikají modelové druhy metamorfózy hmyzu – příklad stopčíka rákosního

Jako modelové organismy se označují druhy, které jsou v biologických vědách často využívanými předměty experimentů. Většinou bývají zvoleny pro nenáročnost svého množení nebo získávání, případně pro výhody související s některými typy experimentů. Výsledky pokusů na modelových organismech lze zobecnit. Pokud tedy srovnáváme určité vlastnosti ryb, ptáků a savců, srovnáváme většinou dánío pruhované (*Danio rerio*), zebříčku pestrou (*Taeniopygia guttata*) a myš domácí (*Mus musculus*), a nemusíme se zabírat všemi druhy těchto skupin, které obývají naši planetu. Myš domácí je modelovým druhem savce, stejně jako třeba octomilka obecná modelovým zástupcem hmyzu.

Modelový druh by měl splňovat celou řadu důležitých vlastností. Především by měl být typickým zástupcem dané skupiny a měly by pro něj platit vlastnosti, které platí pro většinu zástupců této skupiny. Proto si jako modelového savce nevybereme netopýra nebo plejtváka, stejně tak nevhodným modelovým ptákem by byl třeba tučňák. U hmyzu je díky jeho obrovské variabilitě situace složitější, modelových druhů máme několik desítek, mezi ty hlavní patří zavíječ voskový (*Galleria mellonella*), bourec morušový (*Bombyx mori*), martináč *Hyalophora cecropia*, potěmník moučný (*Tenebrio molitor*), šváb americký (*Periplaneta americana*) nebo ruměnice pospolná (*Pyrrhocoris apterus*). Na druhou stranu často používaná octomilka obecná (*Drosophila melanogaster*) patří do vysoce odvozené skupiny hmyzu (krátkoroží dvoukřídlí skupiny Calypttrata), má výrazně modifikovaná křídla, tykadla i zadeček a liší se tím od většiny ostatních skupin hmyzu. Svou experimentální oblibu získala už ale před více než 100 lety. Druhým znakem modelového organismu je praktičnost pro výzkum – měl by to být druh hojný a nepodléhající ochraně, snadno získatelný aspoň v určité části světa, dobře chovatelný a rychle se množící. Záleží samozřejmě i na tom, co chceme testovat, např. hlístice háďátka *Caenorhabditis ele-*



1 Samice stopčíka rákosního (*Pemphredon fabricii*)
2 Hnízdo stopčíka rákosního s různě barevnými larvami v hálce zelenušky *Lipara lucens*. Snímky: P. Bogusch

gans je velmi dobrým modelovým druhem v oblasti výzkumu ontogeneze, protože má poměrně malý, vždy stejný počet tělních buněk, a tudíž se u něho dá sledovat, z čeho, kdy a za jakých podmínek daná buňka vzniká.

Pro řešení nových vědeckých otázek se paleta modelových organismů neustále rozšiřuje. V oblasti entomologie je jedním z nejdiskutovanějších témat úbytek hmyzu a jeho příčiny. Jednou z nejdůležitějších příčin je znečištění prostředí, a to prede-

vším různými chemickými látkami, které používáme na obranu proti zemědělským nebo lesnickým škůdcům (označovanými jako pesticidy, lépe biocidy). Abychom mohli vyhodnotit význam takových látek pro hmyz, je vhodné vybrat dobrého modelového zástupce a aplikovat na něj příslušné látky. Laboratorně se dlouhodobě k testování nejrozličnějších chemických látek používají zavíječ voskový nebo octomilka. Nyní máme ještě další model (Heneberg a kol. 2019 a 2020).

Náš modelový druh

Stopčík rákosní (*Pemphredon fabricii*) je donedávna nepříliš známá kutilka, tedy zástupce blanokřídlých (Hymenoptera). Jako samostatný druh je akceptován teprve necelá dvě desetiletí. Dorůstá délky těla okolo 6–8 mm, má širokou hranatou hlavu, tenkou stopku na bázi zadečku a jednolitě černé zbarvení (obr. 1). Od ostatních příbuzných se liší tupě zakončenými drápkami především na třetím páru nohou, což je přizpůsobení ke šplhání po rákosových stéblech. Dospělé kutilky bývají v přírodě těžko k nalezení, vyskytují se jen v rákosinách a blízkém okolí a navíc nelétají na květy. Celý životní cyklus mají vázaný na mšice, kterými samice krmí larvy a dospělci olizují jejich sladké výměšky. Stopčík rákosní si staví hnízda v dutinách, a to v rákosových stéblech a ještě častěji na rákosu v prázdných hálkách zelenušek rodu *Lipara* (z řádu dvoukřídlí – Diptera). Díky našim výzkumům se zjistilo, že v rákosinách je u nás stopčík rákosní téměř všudypřítomný. Vyskytuje se všude, kde najdeme rákos, je početný i v zemědělské krajině (drobné rákosiny mezi poli a podél vodotečí), na okrajích luk, u rybníků, řek a potoků, na okrajích nížinných černav a slatin, dokonce i na kontinentálních slaniskách. Nevyhýbá se ani rákosovým porostům v pískovnách, na úložistiších popílku z elektráren, na důlních výsypkách a dalších stanovištích antropogenního původu. Kvůli tomu jsou populace této kutilky v přírodě vystaveny působení mnoha faktorů souvisejících s činností člověka, které hmyz mohou negativně ovlivňovat. Jedním z nich je přítomnost pesticidů, herbicidů a insekticidů. Těmito látkám jsou vystaveni nejen dospělci kutilek, ale i larvy v rákosových hálkách a stéblech.

A tak jsme dostali nápad vyzkoušet vliv působení některých látek obsažených v pesticidech na larvy stopčíků. Studovali jsme působení čtyř látek používaných jako součást fungicidů proti fytopatogenním houbám – epoxikonazolu, flusilazolu, thiofanát-metylu a thiabendazolu v různých koncentracích. Sledovali jsme jejich vliv na prepupy, tedy larvy, které jsou během zimování připravené se zakuklit a čekají na jarní oteplení – po hibernaci již nedochází k úhynům larev a navíc probíhá rychlý vývoj směrem ke kukle, a tak právě v tomto stadiu lze dobře testovat působení biocidů.

Všechny tyto látky zpomalily metamorfózu, přesněji přeměnu v kuklu, flusilazol navíc nedovolil velké části larev metamorfózu dokončit a způsobil jejich hynutí. Testovali jsme i účinek dalších látek, v současnosti hojně používaných a zároveň mediálně diskutovaných neonicotinoidních



insekticidů (acetamiprid, imidakloprid, thiakloprid a thiametoxam), jak samostatně, tak v kombinaci s již zmíněným thia-bendazolem. Po aplikaci těchto látek jsme zaznamenali mnohem větší úmrtnosti larev než u azolových fungicidů a smrtnost larev a kulek se zvyšovala velmi výrazně při použití kombinace několika látek (kdy dosahovala i více než 90 %). To v praxi souvisí s rizikem nedodržování větších časových odstupů při aplikaci různých biocidů.

Podobné výsledky jsme zjistili u některých těžkých kovů, které se často nacházejí ve velkém množství v substrátech na odkalištích a popílkovištích, kde běžně roste rákos. Tato stanoviště jsou navíc

v současnosti zmiňována jako velmi významná náhradní stanoviště s výskytem řady vzácných druhů včel a vos, a nejen těchto skupin.

Výsledky našich výzkumů ukazují na negativní působení chemických látek využívaných v zemědělství na necílové organismy a podávají částečnou odpověď na otázku, proč v posledních desetiletích zmizela velká část hmyzu ze zemědělské krajiny v České republice i v dalších evropských zemích.

V dalších letech plánujeme s tímto novým modelovým druhem pro studium metamorfózy hmyzu nadále pracovat. Potravní strategií stopčika je predace, bylo by tedy vhodné již etablovaný modelový

druh doplnit o další, s jinou potravní strategií. Jako vhodný kandidát se jeví např. šířící se drobná včela dřevobytky mokřadní (*Heriades rubicola*), která sbírá pyl na květenstvích hvězdnicovitých (*Asteraceae*) a hnízdí také v rákosových hálkách. V připravovaných pokusech budeme na jejích larvách testovat přežívání při krmení pylem z některých druhů invazních hvězdnicovitých rostlin.

Seznam použité literatury najdete na webové stránce Živý.

S tématem souvisejí také články v Živě 2007, 2: 84–86; 2014, 4: C–CII a 6: 285–289 nebo 2017, 3: 126–129.

Jan Andreska, Dominik Andreska

Výr velký a jeho nelehký osud

I. Jak výr ke špatné pověsti přišel

*Udal, co viděl, a tak jí ten ukrutník znemožnil návrat.
Zalka královna temnot a svědka zlověstným ptákem učiní;
z Ohnivé řeky mu vodou skropila hlavu, v kratičkový zobák a peří a ve velké oči ji změnil.
Pozbyl tak podoby své; teď v žlutavá křídla se halí, hlava mu roste a roste
a zkříví se dlouhánské drápy, stěží jen mává křídly, jež vyrostla z nečinných paží;
stane se ošklivým ptákem, jenž zvěstuje budoucí smutek,
netečný výr je, to strašlivé znamení pro smrtelníky.*
Ovidius (Proměny, 5, 542–550, Askalafos; přeložil Ivan Bureš, 1974)

Výr velký (*Bubo bubo*) se postupem 20. století stal z živočicha pronásledovaného a téměř vyhubeného druhem chráněným a v krajině početně přítomným. Růst početnosti po zavedení hájení nebo ochrany je sice jev obvyklý a zdánlivě banální, ale i do okamžiku maximálního snížení početnosti populace výra v českých zemích vedla dlouhá cesta. Vzniku nevraživosti člověka k výrovi věnujeme první ze série článků, naváže článek o výru ve starých statistikách a závěrečný díl zrekapituluje vývoj ochrany výra a příčiny jeho mortality. Ačkoli výr velký patří k dobře probádaným druhům, stále lze najít ve vývoji vztahu člověka a této sovy více míst v čase od antiky po dnešek, která stojí za objasnění.

Vztah člověka a sov byl od počátku formován zejména noční aktivitou těchto ptáků a jejich hlasovými projevy. Pohybují se ve tmě zcela neslyšně a přitom se teritoriálně projevují hlučně až „strašidelně“, byli proto lidmi přijímáni v lepším případě rozpačitě, zpravidla ale negativně.

Starozákonní zmínky o sovách se omezují na zákaz jejich pojídání a navíc poukazují na přítomnost sov při líčení zkázy: „[...] nýbrž divá sběr tam bude odpočívát, v jejich domech bude plno výrů, přebývat tam budou pštrosi, běsové tam budou poskakovat“ (Izajáš 13:21). V řecké tradici existuje z našeho pohledu světlá výjimka, a to pozitivní přijímání sýčka Athéňany. Nicméně vnímání výra bylo rozhodně negativní. V řeckém Pseudo-Apollodórově díle Knihovna (Bibliothéké), které je datováno do prvního století př. Kr. a přináší souhrn tehdy známých pověstí, se vyskytuje báje, v níž je potrestán polobůh Askalafos bohyní Démétér za udavačství. Udal totiž, že Persefona, unesená bohem

podsvětí Hádem, snědla v podsvětí zrno granátového jablka, a proto se nesměla vrátit zpět na zem. Zdá se, že udavačství nebylo populární již před dvěma tisíci lety. Trest spočíval v proměně ve výra. Báji také zpracoval Ovidius do svých Proměn. Ovidia v Etymologiích v hesle výr cituje Isidor ze Sevilly: „Výr (*bubo*) má jméno utvořené podle zvuku svého hlasu, je to smuteční pták s hojným opeřením, ale v letu jej zdržuje jeho lenost. Ve dne v noci poletuje mezi hroby nebo se stále zdržuje v jeskyních. Ovidius o něm říká: Ohybný pták je z něho, jenž zvěstuje budoucí smutek, netečný výr – to strašné znamení smrtelným lidem [...]. Podle učení augurů přináší zlo: je-li totiž spatřen ve městě, znamená to prý samotu.“ (Překlad J. Fuksová, 2004.)

Český autor, který se jako první zmínil o výru, byl Bartoloměj z Chlumce, řečený Klet. Ve své Ptačí zahrádce, vzniklé před r. 1366, kombinoval popisy konkrétních druhů ptáků a navazoval na ně veršem,



1 Výr v *Historiae animalium* (1551–58) od Konrada Gessnera

2 Vyobrazení útoku vran na výra z kopie rukopisu Fridricha II. Štaufského O umění lovit s ptáky (vznikl před r. 1248), kterou nechal vytvořit Fridrichův syn Manfréd Sicilský.

vyvozujícím plynoucí mravní ponaučení. U výra je ponaučení spíše obecné, se znalostí Ovidia však vidíme poznámku o zlovolných řečech v jasnějším světle. Nelze doložit, že by Klet Ovidia znal, informace k němu patrně docestovaly