

NAJDI.JE – a pošli poštou!

Výzkum parazitů invazního hmyzu za pomoci občanské vědy

Máloco vyvolá v očích veřejnosti ještě větší zděšení než invaze hmyzu – snad jen invaze parazitů či invaze parazitů hmyzu. Je to ale právě veřejnost, která může být ve výzkumu invazních parazitů nesmírně nápomocná. V dnešním globalizovaném světě vědci jen díky využití občanské vědy zvládají monitorovat raketové šíření bezpočtu druhů rostlin i živočichů. Co však víme o jejich parazitech, nenápadných stopařích, které si invazní světoběžníci nosí s sebou při toulkách po planetě? Mohou být nebezpeční pro původní druhy? Nebo naopak mohou brzdit postup svých hostitelů? A co původní druhy parazitů – dokážou se adaptovat na nové přistěhovance? Zodpovězení těchto otázek se neobejde bez úzké spolupráce odborníků a veřejnosti – třeba právě v rámci platformy NAJDI.JE.

Případy zavlečení parazitů nebo patogenů přenášených hmyzem jsou nám z historie dobře známy, ať už jde o evropské morové rány spojené s blechami na šířících se krysách, nebo epidemie nejrůznějších virů přenášených invazními komáry rodu *Aedes*. Tato a jiná hmyzem přenášená onemocnění jsou schopna zahýbat chodem dějin, je jim proto věnována náležitá pozornost. Parazitům hmyzu, kteří člověka nebo jiné obratlovce neinfikují, se však věnuje málokdo. Spolu se svými invazními hmyzími hostiteli se tak nepozorovaně šíří řada cizopasníků, kteří pro zdánlivou bezvýznamnost unikají naší pozornosti. Kde se však nedostává vědeckých kapacit, je možné zapojit veřejnost. S pokrokiem moderních technologií se nálezové údaje dají v některých případech sbírat i bez nutnosti dokumentace sbírkovým materiálem, složitého určování podle klíčů a publikací v odborných časopisech. Můžeme fotografovat, nahrávat zvuky, určovat a zaznamenávat vše, co se nám mihne pod nohama, a přispívat tak k rozšiřování vědeckého poznání. Samozřejmě veškeré nálezy musejí projít kontrolou odborníků, ale sběr

údajů je zapojením veřejnosti nesmírně urychlen.

Platforma NAJDI.JE vznikla s myšlenkou mapování invazních druhů bezobratlých, kterých v globalizovaném světě stále přibývá (více na str. 191–194). Cílem ale nebylo pouze sbírat data o rozšíření druhů, nýbrž hlouběji nahlédnout do života těchto nezvaných návštěvníků. Kromě mapování bezobratlých vypisuje NAJDI.JE i speciální pátrací akce, během nichž mohou dobrovolníci např. sbírat pavouky z hnízd nepůvodních kutilek, podílet se na testování technologií pro odchyt invazní vrtule ořechové (*Rhagoletis completa*) nebo pozorovat hmyz sbírající medovici v koloniích voskovky zavlečené (*Metcalfa pruinosa*). A právě v rámci těchto akcí jsme se rozhodli zkoumat i parazity invazních ploštic.

Pro výzkum parazitů hmyzu smartphony vybavené umělou inteligencí a sebelepším fotoaparátem však nestačí. K řádnému parazitologickému ohledání je mnohdy nutné odchycený hmyz pitvat pod stereomikroskopem a pečlivě prohlédnout s využitím světelného mikroskopu. Pro důklad-

nou pitvu a následně založení kultur parazitů je optimální pracovat s živým (resp. čerstvě usmrčeným) hmyzem a ještě živými parazity. Obtížné je i určování parazitů – zatímco někdy se pro identifikaci musejí pracně zhotovovat trvalé preparáty, jindy se neobejdeme bez molekulárních metod a sekvenace DNA. V obou případech je zapotřebí přístup do laboratoře.

Stáli jsme proto před obtížným úkolem – jak využít potenciál stovek občanských vědců při takto specializovaném výzkumu? Řešením se ukázalo být rozdělení práce. Zatímco o sběr hostitelů – invazních ploštic – se postará poučená veřejnost pod hlavičkou projektu NAJDI.JE, pitvy a laboratorní analýzy parazitů zajistí vědci Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Přes počáteční obavy spojené s přepravou hostitelů poštou se ukázalo, že ploštice mají tuhou kořinek a bez problému transport přežívají. Stačí je umístit do libovolné plastové nádoby s malým kouskem vlhkého kapesníku (obr. 1) a co nejdelší možnou dobu uchovávat v chladu.

Důležitým krokem byl i výběr cílových hmyzích hostitelů – je vhodné zvolit takové druhy, se kterými se veřejnost často setkává a které může snadno identifikovat. Zároveň je potřeba, aby přežily transport poštou. Tedy je lépe volit velké, nápadné a odolné druhy, vyskytující se ve městech i v domácnostech. A takové invazní ploštice v České republice máme, a to hned tři druhy!

„Padouši“ se představují

O zvoleném triu invazních ploštic – vroubenice americké (*Leptoglossus occidentalis*), kněžici mramorované (*Halyomorpha halys*) a kněžici zeleninové (*Nezara viridula*) – již v Živé články vyšly (2007, 5, 2008, 3, 2016, 3 a 2019, 2). Všechny se k nám dostaly až po přelomu tisíciletí a pro jejich potenciální škodlivost v zemědělství a lesnictví bylo šíření bedlivě sledováno. Nejprve se objevovaly ve velkých městech, kam byly (a stále jsou) zavlékány

- 1 Dobrovolníci nám zasílali ploštice v nejroztodivnějších nádobkách. Osvědčily se téměř všechny, až na krabičku od sirek, která nezadržuje dostatečně vlhkost a ploštice v ní rychle vysychají.
- 2 Nymfy i dospělci vroubenky americké (*Leptoglossus occidentalis*) vysávají dozrávající semena borovic přímo ze šišek. Často se jich vyskytuje na jedné šišce hned několik, což zřejmě přispívá k snadnějšímu šíření jejich parazitů.





3



4

spolu s dopravou. Odtud se postupně šířily do menších obcí, přičemž vroubenky pronikají už i na polopřírodní stanoviště.

Vroubenka americká přicestovala do Evropy ze Severní Ameriky na přelomu tisíciletí, u nás pobývá už asi 15 let. Za tu dobu se stihla rozšířit po celé republice – setkáme se s ní od nížin do podhůří, ve městech i mimo zástavbu. Potravně se specializuje na semena borovic, která dlouhým sosačem vysává přímo v dozrávajících šiškách (obr. 2). Na podzim vyhledávají dospělci místo k přezimování a houfně naletují do lidských příbytků – právě tehdy máme největší šanci se s nimi setkat.

Kněžice mramorovaná vzala Evropu ztečí z východu, ze své východoasijské domoviny sem dorazila poprvé r. 2004. S invazí do české kotliny si dala poměrně na čas, první nálezy od nás pocházejí až z r. 2018. Od té doby se úspěšně šíří v teplejších oblastech ČR, na rozdíl od vroubenky americké je však výskytem stále vázána na městské prostředí, kde může dosahovat značných početností (např. v Praze, Brně, Českých Budějovicích). Kněžice mramorovaná rozhodně nepatří mezi vybíravé strážníky, seznam jejich živných rostlin čítá více než sto druhů (obr. 3), mezi nimiž převládají dvouděložné dřeviny (např. jasaný a ovocné stromy). Rovněž dospělých kněžic si nejčastěji všimneme, když se nám koncem podzimu nastěhují do bytu.

Kněžice zeleninová zahájila ofenzivu na jižní frontě. Ze své pravlasti, ležící nejspíše ve východní Africe, nebo ve Středozeří, se začala šířit na sever v polovině 20. století. Postupovala rozvážně spolu s oteplováním se klimatem, a tak do našich končin dorazila až jako poslední, v r. 2020. Zatím nestihla osídlit celou ČR, vyskytuje se především na Moravě a v Praze, zkušenosti z okolních států ale napovídají, že plošný výskyt je jen otázkou času. V oblíbě má plody nejrůznějších dvouděložných rostlin (obr. 4), často bobovitých či rajčat. Na rozdíl od předešlých dvou druhů na zimu nevyhledává lidská obydlí, přezimuje v listovém opadu a pod kůrou. Proto se s ní většinou nepotkáme na sklonku podzimu, ale spíše v létě, kdy početné agregace nápadně zbarvených nymf (obr. 5) na zahradě nepřehlédneme.

Když ploštice stůně

Asi nejčastějšími parazity ploštic jsou u nás prvoci ze skupiny Trypanosomatida – a právě na ty jsme se ve výzkumu zaměřili. Tyto cizopasníky, česky občas nazývané

3 Kněžice mramorovaná (*Halyomorpha halys*, na obr. nymfa) je vskutku nevybíravá a napadá více než sto druhů rostlin.

4 V dospělosti většinou celá světle zeleně zbarvená kněžice zeleninová (*Nezara viridula*). Občas můžeme narazit na jedince se světle zbarvenou přední částí štítu a hlavy (var. *torquata*).

bičivky, znají snad všichni už ze školních lavic. Někteří zástupci napadají obratlovce, člověka nevyjímaje, a způsobují závažná onemocnění, jako je spavá nemoc, Chagasova choroba nebo leishmanióza. K přenosu mezi hostiteli zpravidla využívají krevsajících hmyz, u uvedených lidských onemocnění mouchy tse-tse (*Glossina*), ploštice zákeřnice (podčeleď Triatominae) a dvoukřídlé flebotomy (*Phlebotomus*). Takové druhy označujeme jako dvouhostitelské – v životním cyklu cizopasí střídavě v obratlovci a v bezobratlém hostiteli.

Většina trypanosomatid je však jednohostitelská a parazituje pouze v bezobratlých, nejčastěji ve dvoukřídlém hmyzu a plošticích. Nalézáme mezi nimi jak druhy s nízkou hostitelskou specifitou, napadající zástupce různých hmyzích řádů, tak druhy specializované pouze na jednu čeleď, nebo dokonce jediný rod hmyzu. Infikují zejména trávicí trakt, výjimečně se objevují ve slinných žlázách či Malpighiho tubicích. Mezi hmyzími hostiteli se šíří pomocí (odolných) stadií, která se dostávají s trusem ven a kontaminují potravu (např. květní nektar a listy rostlin) nebo nakladená vajíčka, případně se mohou přenášet z kořisti na predátora (u dravých ploštic). Výjimku z tohoto schématu představuje rod *Phytomonas*. Jak už název naznačuje, jde o parazita rostlin – plodů, semen a cévních svazků. K přenosu využívá býložravé ploštice, u nichž se vyskytuje kromě zažívacího traktu ve slinných žlázách. Při sání vypouští ploštice do živné rostliny koktejl slin plný trávicích enzymů, s nimiž se do pletiv dostávají i odolná stadia parazita.

Otázka patogenity jednohostitelských trypanosomatid zůstává stále otevřená. Těžko si představit, že miliony hladových parazitů, často kompletně vyplňujících střeva nebohého hostitele, nemají na jeho zdraví žádný vliv. Zdá se, že za optimálních, laboratorních podmínek cizopasníci svému chlebováři opravdu příliš neškodí. Avšak v reálném světě se hmyz musí potýkat s řadou dalších stresorů (s nedostatkem potravy, insekticidy, infekcemi dalšími parazity a patogeny), v kombinaci

s nimiž může nákaza trypanosomatidy představovat pomyslný poslední hřebíček do rakve zuboženého hostitele.

Že takové otázky nezůstávají pouze v akademické rovině, potvrdí leckterý včelař, protože jednohostitelská trypanosomatida mohou za určitých podmínek negativně ovlivňovat včelstva. Na druhou stranu se naskytá možnost využití těchto cizopasníků v biologickém boji proti hospodářským škůdcům. Jednohostitelská trypanosomatida se vyplatí zkoumat i proto, že při jejich studiu se můžeme dozvědět leccos o buněčné podstatě života – dobře se pěstují v laboratorních kulturách, nejsou nebezpečná pro člověka a vynikají hned několika molekulárními zvláštnostmi, např. editací RNA, trans-splicingem či pozměněným genetickým kódem (viz také Vesmír 2023, 3: 158–161).

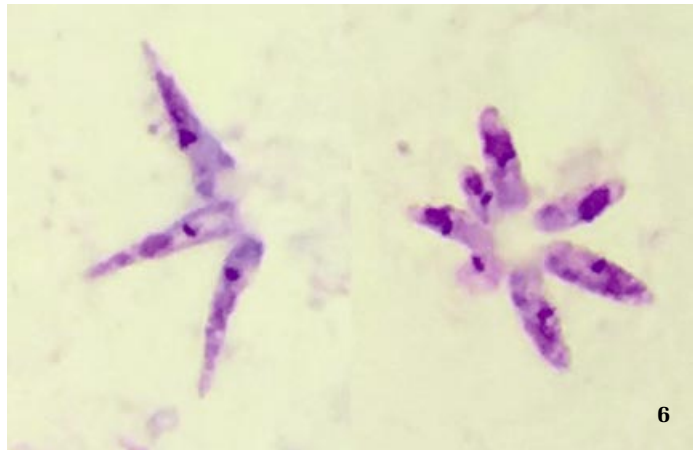
Tři sta ploštic, tři druhy parazitů

Zpočátku projektu nebylo vůbec jisté, zda se podaří zaujmout veřejnost a nashromáždit dostatek materiálu k výzkumu. Naše obavy se však ukázaly být liché. Během necelých dvou let zaslalo na adresu NAJD.JE bezmála 100 účastníků přes 300 ploštic z více než 50 lokalit. Vypracovaný postup se osvědčil, ploštice bez problémů přežívaly transport poštou a ve většině případů bylo možné provést plnohodnotnou parazitologickou pitvu. Rovněž materiál, který se nepodařilo vypítvat začerstva, byl alespoň částečně laboratorně zpracován.

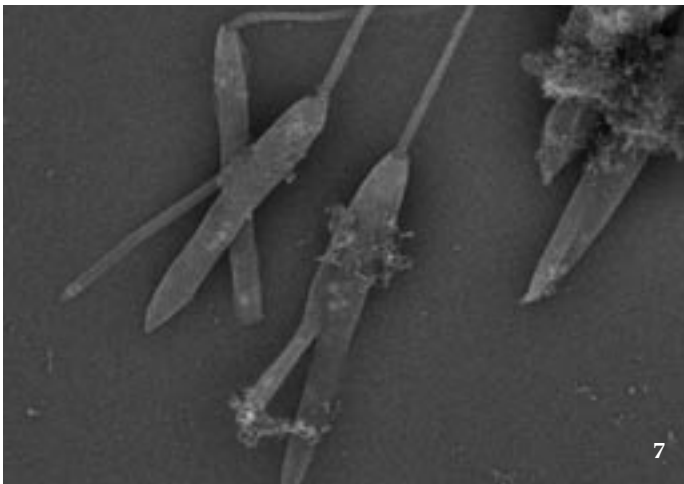
Dvě třetiny nasbíraného materiálu představovaly vroubenky americké, které se ukázaly být z hlediska parazitofauny obzvláště zajímavé. Hostí hned dva druhy trypanosomatid, a to v poměrně vysokých prevalencích (více než 15 %; poměr napačených jedinců ve sledované populaci) – *Phytomonas serpens* (obr. 7) a zatím nepopsaný druh z rodu *Obscuromonas* (obr. 6). Oproti tomu z bezmála 100 jedinců kněžice mramorované nebyl pozitivní ani jeden. Podobné výsledky získali kolegové z evropské části Ruska, kde ze stovek vypitvaných ploštic tohoto druhu bylo jen několik málo jedinců nakažených generalistickým druhem *Blastocrithidia frustrata*. Zdá se tedy, že kněžice mramorovaná se prozatím parazitárním infekcím vyhýbá. Kněžice zeleninové se nám bohužel sešlo jen něco přes 20 jedinců, přesto bylo 7 z nich nakažených zatím nepopsaným druhem rodu *Phytomonas*. V invazích plošticích na území ČR se tedy dosud podařilo najít tři druhy trypanosomatid.



5



6



7



8

Invazní hostitel, invazní parazit?

Jednohostitelským trypanosomatidům se příliš pozornosti nedostává, a tak jsou údaje o jejich diverzitě, rozšíření a hostitelském spektru v lepším případě kusé, povětšinou však chybějí. Přesto jsme se pokusili zodpovědět otázku nadhozenou v úvodu – nakazí se invazní ploštice původními, tuzemskými parazity, či si přinesou své vlastní?

Zatím to vypadá, že druhá možnost je správně. Vroubenku americkou opakovaně a na různých lokalitách infikovaly druhy *Obscuromonas* sp. a *P. serpens*, které ještě nebyly v ČR nalezeny, jsou však známy z Nového světa z příbuzných ploštic. Také *Phytomonas* sp. z knězice zeleninové jsme doposud nikdy na našem území nenalezli, o velice podobných parazitech ze stejného hostitele však existují záznamy z afrického světadílu. Naopak v žádném ze zkoumaných hostitelů se nepodařilo najít trypanosomatida, která u nás běžně infikují příbuzné druhy ploštic – např. *P. lipae* nebo *Blastocrithidia raabei* u vroubenek nebo *Blastocrithidia* spp. u knězic. Stejně tak jsme u tuzemských ploštic neregistrovali trypanosomatida infikující invazní druhy. Vše tedy svědčí pro hypotézu, že invazní ploštice si k nám (ne)přinesly své cizopasníky a parazitofauny původních a nepůvodních hostitelů zatím zůstávají odděleny. Otázkou je, jak se poměry změní s postupující naturalizací těchto nezvaných hostů.

Nejen ploštice...

Platforma NAJDI.JE však nemá v hledáčku jen invazní ploštice. Dalším rozsáhlým projektem, realizovaným ve spolupráci s belgickým mykologem Danny Haelewa-

5 Nymfy knězice zeleninové jsou na rozdíl od dospělců nápadně zbarveny, často vytvářejí na hostitelské rostlině početné agregace.

6 Dosud nepopsaný druh parazitického prvoka trypanosomatida rodu *Obscuromonas* ze střeva vroubenky americké. V zadní části střeva vytváří rozety buněk spojených bičíky. Barveno podle Giemsy

7 *Phytomonas serpens* občas tvoří v kultuře bizarní formy s rozštěpeným koncem, v hostiteli se naopak nejčastěji vyskytuje ve formě dlouhých, zatočených buněk s krátkým bičíkem.

8 Slunéčko východní (*Harmonia axyridis*) si s sebou do ČR přineslo i parazitickou houbu *Hesperomyces harmoniae*, která se přenáší během páření.

Snímky Š. Zemana

tersem z university v Ghentu a s entomology Michalem Knappem a Michalem Řeřichou z České zemědělské univerzity v Praze, je studium parazitů a parazitoidů slunéčka východního (*Harmonia axyridis*). Tento dobře známý přivandrovalec už dobyt téměř celou republiku a v urbánních oblastech se stal dominantním druhem slunéčka. Pro výzkum parazitů s pomocí občanské vědy bychom těžko našli vhodnějšího kandidáta – slunéčko východní je velké a nápadné, na podzim se vyskytuje ve velkých agregacích, zalétá do lidských obydlí a v současné době je takřka všudypřítomné. Stejně jako výše zmiňované invazní ploštice si s sebou přineslo cizopasníka – sexuální přenosnou parazitickou houbu *Hesperomyces harmoniae* (obr. 8, o ní blíže v Živě 2016, 1 a 2021, 1). Záro-

veň je u nás slunéčko východní napadáno původním druhem lumčíka *Dinocampus coccinellae*. Jak zjistili kolegové z ČZU, tento lumčík se postupem času přeorientoval na dominantního hostitele – slunéčko východní – a díky tomu jsou teď naše původní druhy slunéček lumčíkem méně napadány. Zevrubnou představu o parazitech slunéčka východního v ČR už tedy máme, nyní se proto výzkumný tým zabývá možnostmi, zdali (a případně jak) by cizopasníci mohli ovlivnit jeho šíření.

Stále bádáme – bádejte i vy!

I když se během prvních dvou let projektu zapojením občanských vědců podařilo shromáždit a zpracovat úctyhodné množství materiálu z různých lokalit, stále stojíme teprve na začátku výzkumu. Řada otázek zůstává nezodpovězených. Mohou se invazními parazity nakazit i naše původní druhy ploštic? Mohou pro ně být nebezpečné? Co s sebou přinesou další invazní ploštice, které se zvolna přibližují k českým hranicím? A v neposlední řadě – jak se bude měnit parazitofauna invazních ploštic s postupující naturalizací během následujících desetiletí? Věříme, že s vaší pomocí se nám podaří najít na tyto otázky odpovědi. Chcete-li se zapojit do výzkumu parazitů invazních druhů hmyzu, navštivte internetové stránky NAJDI.JE, kde jsou potřebné informace ke sběru a způsobu zasílání invazních hostitelů. Pak už nezbývá než jen popřát parazitům a lovu zdar!

Výzkum byl podpořen Grantovou agenturou Univerzity Karlovy (projekt č. 180024).

Použitá literatura uvedena na webu Živý.