

Jak se rozmnožují komáři v tůních lužního lesa?

Charakteristickým biotopem lužních lesů v České republice jsou jarní periodické tůně. K jejich zaplavení dochází obvykle v průběhu února, na přelomu jara a léta pak tůně vysychají. V těchto dočasných vodách nacházejí ideální podmínky pro vývoj larvy komárů z komplexu rodu *Aedes* (některé druhy bývají řazeny i do rodu, nebo spíše podrodu *Ochlerotatus*), kteří se mohou u nás podílet rozhodující měrou na vzniku komářích kalamiť. K přemnožení komárů může dojít již v jarních měsících, závažnější ale bývají letní povodně, kdy je v důsledku vyšší teploty vody vývoj larev rychlejší, a kalamita proto může nastat během 14 dní od zaplavení líhnišť. Predikce a následný management kalamitních stavů, který spočívá v aplikaci larvicidních preparátů, vyžaduje na jedné straně dobré znalosti o počtu a délce vývoje komářích larev, které se ve vodních biotopech daného území vyvíjejí, na druhé straně pak vědomosti o hydrologickém režimu sledovaného místa. Nadměrné používání insekticidů pro hubení larev komárů může být nebezpečné pro celé potravní sítě bezobratlých i obratlovců lužního lesa, proto je důležité vhodně načasovat jejich případné použití, aby se kalamita co nejvíce omezila.

V rámci projektu, v současné době řešeného na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci, zkoumáme v lužních lesích chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví (obr. 1), kde se nacházejí vajíčka komárů a jaká je jejich hustota ve

vybraných jednotlivých tůních, věnujeme se odhadu množství larev komárů v tůních a sledujeme rychlost jejich vývoje. Věříme, že podrobnější znalosti biologie larev i dospělců komárů, spolu s informacemi o hydrologickém režimu území této CHKO,

pomohou lépe předpovídat komářích kalamiť a následně účelně aplikovat odpovídající opatření.

Základní fakta z biologie komárů

Komáři (čeleď Culicidae, řád dvoukřídlí – Diptera) patří mezi hmyz s proměnou dokonalou, rozeznáváme u nich stádium vajíčka, larvy, kukly a dospělého jedince (obr. 2). Larvy žijí ve vodě a od dospělců se výrazně liší jak vzhledem a potravou, tak životním prostředím a způsobem života. Z České republiky je doposud známo 44 druhů komárů, ale šíří se k nám další, nepůvodní a invazní druhy, jako jsou např. *Aedes japonicus*, *A. koreicus* nebo *A. albopictus*, které mohou přenášet původce závažných onemocnění člověka. Komáři rodu *Culex* či invazní druhy rodu *Aedes* dávají přednost trvale nebo alespoň dlouhodobě zvodněným biotopům, často antropogenního původu (sudy s vodou, plechovky, pneumatiky), naopak naši původní zástupci rodu *Aedes* jsou svým výskytem primárně vázáni na periodicky zaplavované biotopy lužních lesů a nivních luk.

Další rozdíl spočívá v tom, jak a kam komáři kladou vajíčka – všeobecně je můžeme rozdělit do dvou skupin. První odkládají vajíčka na vodní hladinu – např. zástupci rodu *Anopheles* jednotlivě a každé vajíčko je opatřeno plovacím zařízením, zatímco rody *Culex* a *Culiseta* kladou slepená vajíčka v podobě plovoucích člunkovitých útvarů (obr. 3). Tyto „člunky“ můžeme

1 V jarním období se různé terénní deprese v nivě řeky Moravy plní podzemní vodou a vytvářejí ideální líhniště komárů. Lužní les u Mladče, chráněná krajinná oblast Litovelské Pomoraví





během letních měsíců pozorovat na hladině v otevřených sudech nebo jiných nádobách na vodu v okolí lidských obydlí. Faktory, které určují volbu rozmnožovacích míst, kam samičky nakladou vajíčka, zatím pro celou řadu druhů neznáme. Např. pro našeho nejběžnějšího zástupce této skupiny, komára pisklavého (*Culex pipiens*), hraje významnou roli v lákání samiček přítomnost organických látek ve vodě, resp. plyných sloučenin, jako jsou amoniak, oxid uhličitý a metan, které se uvolňují při rozkladu organického materiálu.

Embrya této první skupiny druhů komárů nevstupují do dormantního stavu či diapauzy a líhnou se hned, jak dokončí embryonální vývoj. Dormance (z latinského dormans – spící) je označení pro přechodné zastavení nebo omezení fyziologických procesů. Hlavní význam spočívá v úspoře energie, která pomáhá organismu přežít nepříznivé období. Může být vyvolána geneticky i vnějšími vlivy, zejména změnami počasí. Naproti tomu diapauza je jedním z projevů dormance a je řízena geneticky. Znamená zastavení vývoje zárodků např. přes zimu nebo v období sucha. Druhy komárů produkující nedormantní vajíčka tak obvykle mají během rozmnožovacího období daného roku několik generací. Jejich počet závisí na délce rozmnožovací sezony, na abiotických a biotických podmínkách prostředí a hlavně na okolní teplotě, která zcela zásadně ovlivňuje rychlost vývoje. Embryonální vývoj začíná téměř bezprostředně po naklazení a v závislosti na teplotě trvá 2–7 dní, poté je embryo plně vyvinuté. Např. při teplotě 30 °C se larvy komára pisklavého líhnou jeden den po naklazení, při 20 °C až po třech dnech a při 10 °C po 10 dnech.

Druhá skupina komárů, kam patří zvláště zástupci rodu *Aedes* v širším pojetí (včetně podrodu *Ochlerotatus*), vyvinula jiný mechanismus, kterým reguluje proces líhnutí. Samičky kladou vajíčka, jejichž embrya vstupují do diapauzy. Vajíčka tak nejsou schopná se líhnout během letních měsíců, kdy jsou potenciální líhniště suchá. To platí pro jarní druhy s jednou generací v roce, u letních vícegeneračních druhů je situace složitější (podrobnosti viz dále). Jde proto o přímou adaptaci na vysokou fluktuaci abiotických faktorů prostředí. Předpokladem úspěšného vývoje v dočasných vodách totiž je, aby k líhnutí larev došlo v době, kdy jsou zaplavená líhniště a zároveň optimální teplota vody.

Samičky rodu *Aedes* v širším pojetí kladou vajíčka jednotlivě do obnažené vlhké půdy v blízkosti dočasně pokleslé vodní hladiny. Vajíčka jsou kladena přímo do půdy, opadaného listu nebo do detritu na povrchu půdy. Zvýšená vlhkost, kvalita půdy i vegetace v okolí tůní jsou dobrými indikátory zaplavení a významnými faktory určujícími, kam budou samice klást. Čím vyšší vlhkost, tím lépe, protože chrání vajíčka před vyschnutím.

Vajíčka mají protáhle vejčitý tvar a tmavou, černou nebo tmavě hnědou barvu (obr. 4). Vnější obal (exochorion) tvoří na jejich povrchu polygonální struktury, u tupejšího konce je základna poněkud rozšířená. Délka vajíček je variabilní, v rozmezí 500–900 μm. Zevně jsou obklopena třemi obaly, nejvnitřnější je tenká vitelinní membrána, střední vrstvu tvoří endochorion s jemnou polygonální strukturou a na povrchu je exochorion (obr. na 3. str. obálky). Velikost snůšky závisí na řadě faktorů, v jedné naklade samička obvykle 100–400 vajíček, přičemž během života může snůšku několikrát opakovat. Vajíčka se vyznačují velkou odolností vůči nepříznivým zevním vlivům (vyschnutí, vymrznutí). Podle některých autorů mohou být životaschopná 4–7 let (např. Breeland a Pickard 1967), což je v porovnání se žabronožkami nebo perločkami, rovněž využívajícími diapauzu, relativně krátká doba, ale oproti jinému hmyzu (např. pošvatkám) mnohem delší.

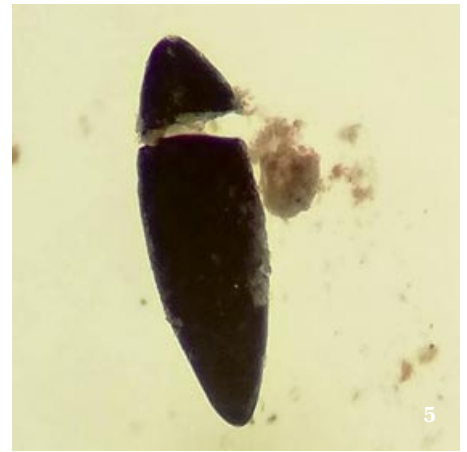
Pro druhy kladoucí vajíčka v zaplavovaných oblastech, kde často kolísá vodní hladina, je strategie a chování samic při kladení stěžejní činností, zabezpečující úspěšný vývoj larválního stadia. Vhodné místo pro kladení by mělo splňovat následující podmínky: dostatečně vlhký substrát, aby čerstvě nakladená vajíčka, která jsou velmi citlivá na ztrátu vody, nevyschla dříve, než je dokončen vývoj nepropustného endochorionu a vytvořena vosková vrstva serózní kutikuly; poté musí dojít k úspěšnému zaplavení půdy, kde jsou vajíčka nakladena; a ve vodním prostředí s vylíhnutými larvami by mělo být co nejméně predátorů. Zatím jsme zcela nepronikli do schopnosti samiček komárů zaplavových oblastí najít vhodná místa pro kladení. Vajíčka nesmějí být nakladena na příliš nízká (nejhlubší) místa tůní, protože ta jsou dlouho pod vodou a nesplňují podmínku střídání periody sucha a zaplavení. Navíc biotopy se stálou vodní hladinou obsahují zpravidla mnohem více přirozených predátorů, jako

jsou ryby, a riziko pro vylíhlé larvy by bylo vysoké. Vajíčka však nemohou být nakladena ani na místa s velmi krátkou dobou zaplavení, protože by zde byla vystavena vysokému riziku vyschnutí během embryonálního vývoje a nedošlo by včas k dokončení larválního stadia. Výsledkem této selektivity je proto nerovnoměrná distribuce vajíček v okolí dané tůně.

Jak tedy samičky komárů z lužních lesů poznají optimální místa pro kladení? S největší pravděpodobností dokážou rozlišovat mezi různými typy půdy. Půda většiny niv obsahuje velké procento jílu a nízkou koncentraci humusu nebo organické hmoty. Je také možné, že obsahuje pachové látky funkčně podobné feromonům, které samičky rozpoznají a které je podněcují ke kladení. Tyto pachové látky by mohly pocházet z již nakladených vajíček nebo z určitých rostlinných druhů, představujících indikátory specifické úrovně vlhkosti v půdě a výskytu pravidelných záplav.

Komáry, kteří se rozmnožují primárně v záplavových územích, dělíme na univoltinní (mají pouze jednu generaci za rok) a multivoltinní (vytvářejí více generací – obvykle dvě až tři). Většina našich druhů má jednu generaci do roka. U tzv. časně jarních druhů dochází k líhnutí larev brzy na jaře (březen, začátek dubna), u pozdně jarních koncem dubna nebo v květnu. V posledních letech ale nemusí být toto rozdělení tak striktní, jak bývalo, kvůli výkyvům jarního počasí. K časně jarním druhům u nás patří *Aedes (Ochlerotatus) communis*, *O. cataphylla*, *O. leucomelas*, *O. diantaeus* a *O. intrudens*. K pozdně jarním druhům se řadí *Aedes (Ochlerotatus) excrucians*, *O. flavescens*, *O. cantans* a *O. annulipes*. Jarní druhy jsou v angličtině označovány snowmelt mosquitoes, jejich líhništěm bývají tůně vytvořené v různých terénních depresích a příkopech, které jsou brzy na jaře zaplaveny na delší dobu relativně studenou vodou, pocházející z tání sněhu (jarní periodické tůně). Vývoj a diapauza univoltinních komárů je plně závislá na kolísání vodní hladiny v tůních. V podmínkách CHKO Litovelské Pomoraví bývají líhniště zaplavena již během února, kdy na horách taje sníh, a vodní hladina v tůních dosáhne maxima brzy na jaře (koncem února až začátkem března). Poté postupně a pomalu klesá, dokud tůně během začátku léta zcela nevyschnou (na konci května až začátkem července, obr. 1).

Jarní komáři jsou na tyto podmínky adaptováni svou diapauzou a přiměřenou



2 Dospělec komára rodu *Aedes* v širším pojetí po vylíhnutí z kukly.

Foto H. Habrman

3 Na hladině plovoucí „člunky“ se splepenými vajíčky komárů rodu *Culex*

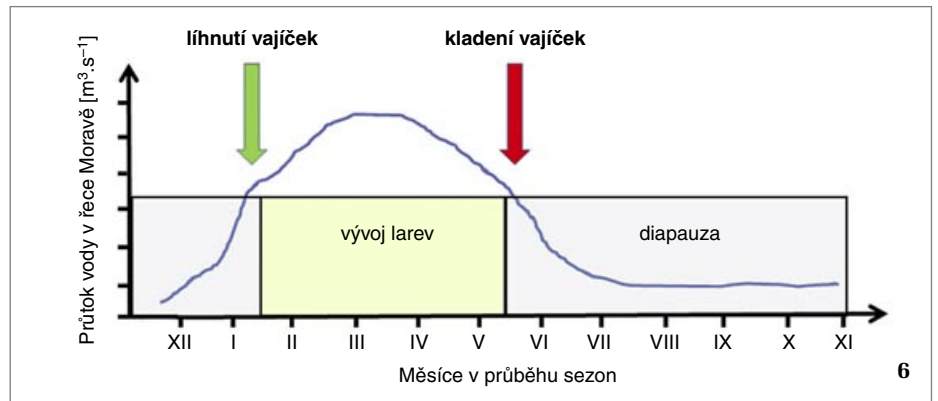
4 Vajíčka jarních komárů z komplexu rodu *Aedes*

5 Odklápění víčka vajíčka larvou při líhnutí. Foto L. Fišarová (obr. 4 a 5)

6 Vývojové fáze jarních druhů komárů v CHKO Litovelské Pomoraví. Modrá linka značí průtok vody v řece. Začátkem února začíná postupné zvodnění tůní a líhnutí vajíček, vývoj larev trvá podle teploty vody zhruba 7–8 týdnů. Obvykle začátkem května dospělí komáři opouštějí vodu a tůně rychle vysychají. Na obnažené partii samičky začínají klást vajíčka.

reakcí na stimuly líhnutí. K přerušení diapauzy dochází během podzimu, kdy klesne teplota. Larvy jsou pak připravené se líhnout během následujícího jara, kdy taje sníh a tůně se opět zaplaví. Tyto druhy mají schopnost líhnutí ve velmi studené vodě (obvykle s teplotou nižší než 2–3 °C) a s vysokým obsahem rozpuštěného kyslíku. V oplozených vajíčkách probíhá embryonální vývoj a poté se vyvíjí larva prvního stadia (instaru) s vejčným zubem na hlavě, který jí pomáhá odklopit víčko vajíčka během líhnutí (obr. 5). Ochranné obaly vajíčka opouští až po zaplavení vodou a za vhodných podmínek prostředí. Z hlavních činitelů jde o teplotu, na níž závisí rychlost vývoje larvy – s vyšší teplotou je rychlejší. Dalším činitelem je nezbytná přítomnost mikroorganismů ve vodě a produktů jejich rozkladné činnosti. Pokud se ve vodě vyskytují rozkládající se rostlinné látky, dochází k líhnutí larev v mnohem větším procentu, než když jsou vajíčka zatopena pouze čistou vodou. Proto jsou dna tůní s velkou vrstvou listového opadu vhodným místem pro kladení vajíček a líhnutí larev. Po vylíhnutí poskytují periodické tůně larvám komárů ideální podmínky pro pomalý vývoj. V CHKO Litovelské Pomoraví, podobně jako v jiných záplavových oblastech střední Evropy, obvykle probíhá vývoj této jarní generace od února do poloviny května, kdy se objeví první dospělci (obr. 6).

U multivoltinních druhů, vytvářejících více generací do roka, zpravidla dvě až tři, dochází k prvnímu líhnutí vajíček většinou v květnu a pokračuje ve stejném roce až do podzimu po každém vyschnutí



a novém zaplavení. Tyto druhy komárů lze označit jako letní (v angličtině floodwater mosquitoes) a patří k nim druhy *A. vexans*, *A. cinereus* a *O. sticticus*. Označení jarní či letní druh je třeba chápat ve vztahu k období jejich nejčastějšího přemnožení, ne jako dobu skutečného výskytu dospělců, která může být delší. Zatímco kalamity způsobené jarními a pozdně jarními druhy jsou relativně vzácné, letní komáři kalamity, především spojené s druhy *A. vexans* a *O. sticticus*, bývají víceméně pravidelné a v našich podmínkách je známe zejména z jižní Moravy.

Líhnutí těchto letních komárů probíhá podstatně sofistikovaněji ve srovnání s jarními druhy a opět závisí na kolísání vodní hladiny v nivě. Ovlivňuje ji primárně rychlé a nápadné kolísání průtoku vody v řece, nejčastěji zvýšeného intenzivními dešťovými srážkami na začátku a během letního období. Líhnutí těchto druhů jsou tak charakteristická dočasnou vodou, kdy dojde k rychlému zaplavení drobných terénních depresí na loukách, ve vyjetých kolejkách apod. a následně k jejich rychlému vyschnutí. Protože pozdní léto a zima jsou obdobím s nízkými průtoky, nejlepší podmínky pro vývoj larev letních komárů se vyskytují v dubnu až srpnu. Jejich diapauza proto nastává během podzimu a přetrvává přes zimu až do brzkého jara následujícího roku. S ohledem na extrémně variabilní podmínky průtoků v řece se letní komáři musejí vylíhnout v létě, kdy vysoká teplota umožňuje rychlý vývoj. Např. embryonální vývoj u larev *A. vexans* může být dokončen za 15 dnů za konstantní teploty 15 °C, při teplotě 20 °C, resp. 25 °C trval 4–8 dní. Z ekologického pohledu pak dává smysl i jejich vícegenerační charakter, protože mohou projít několika fázemi masového vývoje v souvislosti

s kolísáním vodní hladiny. Tento faktor je odpovědný za hromadnou komáří reprodukci a vede často ke značným nepříjemnostem spojeným s přemnožením a kalamitními stavy. Líhnutí povodňových druhů komárů je ovlivňováno do značné míry následujícími faktory – spouštěčem je rychlý pokles obsahu kyslíku ve vodě tůní; zásadní roli hraje teplota vody, předčasné líhnutí během chladného počasí by mohlo značně zpomalit vývoj larev. U druhu *A. vexans* bylo zjištěno, že v různých říčních systémech existují rozdíly v líhnutí a tento druh je adaptován na specifické hydrologické charakteristiky příslušného říčního systému. Tam, kde má řeka nízké průtoky a doba zaplavení niv trvá krátce, musí vývoj proběhnout velmi rychle. Proto komáři rozmnožující se v těchto oblastech mají rozšířenou diapauzu až do léta, po které následuje rychlejší vývoj při obvykle vyšších teplotách.

Ve srovnání s jižní Moravou v CHKO Litovelské Pomoraví tyto letní kalamity nastávají sporadicky, nicméně všechny tři kalamitní druhy (*A. vexans*, *A. cinereus* i *O. sticticus*) se zde běžně vyskytují. V některých letech se tyto druhy (především *O. sticticus* a *A. cinereus*) mohou dokonce líhnout dříve, někdy již v průběhu dubna či května v tůních, které jsou typické spíše pro jarní druhy komárů. Záleží na průběhu daného jara, zvláště na době zvodnění, resp. vysychání konkrétní tůně a na teplotě vody. Délka vývoje komárů je značně rozdílná a spolu s dobou trvání záplav do jisté míry závislá na druhovém složení. Daleko větší význam však má teplota vzduchu a především vody. Na počátku jara, kdy se teplota vody v tůních pohybuje kolem 2–3 °C, trvá celkový vývoj larev několik týdnů (zpravidla 8–10), ale při letních záplavách není výrazně delší



než jeden týden. O vývoji jednotlivých druhů, případně sukcesi v líhnutí v rámci konkrétních tůní zatím mnoho nevíme. Důvodem je, že přesná determinace larev do druhu je možná až u larev čtvrtého instaru, kdy jsou dobře vyvinuté všechny důležité znaky, které najdeme především na posledních dvou zadečkových člancích. Ačkoli tedy při pravidelných odběrech v tůních občas narazíme na larvy, které se nacházejí v různých vývojových fázích (instarech) a liší se velikostí, nejsme schopni říci, zda jde o různě staré larvy téhož druhu, nebo o později vylíhlé larvy jiného druhu, preferujícího teplejší vodu, a tedy i pozdější dobu líhnutí. To komplikuje i měření růstových rychlostí larev, protože i když se délka larev v průběhu času zvětšuje, přítomnost menších jedinců ve vzorku snižuje celkovou průměrnou délku, a ovlivňuje tak daný přírůstek za určitý čas – růstová rychlost pak může během celého vývoje značně kolísat. Jinými slovy, larvy čtvrtého instaru přítomné ve vzorku umožní udělat si představu o složení komářích společenstva v dané tůni, ale nemůžeme si být zcela jisti, že měření rychlosti růstu larev provádíme vždy skutečně s larvami příslušného druhu. Není proto možné v případě jednotlivých tůní mluvit o populaci určitého druhu komára, protože v mnoha tůních se líhne druhů více, a pak tedy jde o komářích společenstvo.

Během zaplavení substrátu se nelíhnou všechna přítomná vajíčka. Jde o typický příklad životní strategie označované jako bet-hedging, česky bychom řekli sázka na jistotu, případně hatching in instalments neboli líhnutí po částech, která je charakteristická pro nestálá prostředí s velmi nejistým přežitím vylíhlého potomstva. Je známa i u dalších obyvatel dočasných vodních biotopů, které mohou nepředvídatelně a náhle vyschnout (např. u zábronožek a listonohů). Jaká část komářích vajíček se však při každoročním zaplavení vylíhne, dosud přesně nevíme. U letního a kalamitního druhu *A. vexans* bylo např. zjištěno, že po prvním zaplavení se z vajíček nakladených v půdě vylíhlo 57 % larev, po druhém zaplavení 10 %, po třetím 25 %

a po čtvrtém 8 % (Becker 1989). Strategie bet-hedging zajišťuje dlouhodobé přežití komárů v dočasných vodách. Pokud by se vylíhly všechny larvy najednou, mohlo by se stát, že kvůli náhlému suchu a předčasnému vyschnutí líhnišť by celá populace daného druhu mohla vymizet. Při líhnutí po částech však může potenciální katastrofická situace přežít. Nevylíhlá vajíčka zůstávají jako vaječná banka či vaječná zásoba do dalších let.

Larvy komárů jsou beznohé a zdržují se u hladiny, kde dýchají atmosférický kyslík, do tracheálního systému ho nabírají pomocí dýchacího sífa na konci zadečku. Procházejí postupně čtyřmi vývojovými instary a živí se filtrováním organických zbytků a mikroorganismů z vody a vodní hladiny nebo jejich seškrabáváním z povrchů předmětů ve vodě. Významnou složku jejich potravy tvoří řasy a sinice. Larvy se jimi živí bez vyhraněné preference a bez ohledu na velikost a tvar. U rodu *Aedes* byly nejčastěji nalézány benthické rozsvivky, např. rodů *Navicula*, *Nitzschia*, *Frustulia* a *Eunotia* (Rettich a kol. 2001). Délka vývoje komárů je v jarních měsících ovlivněna především teplotou vody. Dlouhodobější záplavy, které se udrží alespoň do konce dubna, zpravidla stačí k dokončení vývoje většiny z nich. Krátkodobé ochlazení až zamrznutí líhnišť vývoj často pouze zpomalí, na výskytu komárů se příliš neodrazí. Mnohem významněji může množství komárů ovlivnit sucho – při malém rozsahu záplav vyschnou zaplavované plochy dřívě, než larvy dokončí vývoj. Komářích larvy trvale vyschnutí nesnášejí, ale některé druhy se adaptovaly – larvy a kukly zalézají pod listy, kameny nebo větve, kde vydrží naživu, dokud jejich tělo obklopuje vrstvička vody. Udržují si při tom aktivitu a část může vývoj dokončit. Vysychání biotopu spojené se zahušťováním populace s největší pravděpodobností urychluje larvální vývoj. Kukly vznikají ze čtvrtého larválního instaru, jsou pohyblivé a nepřijímají žádnou potravu. Většinu času se zdržují u hladiny, kde přijímají vzdušný kyslík pomocí dýchacích trubiček. Pouze při podráždění (např. otřesením hladiny, deštěm) velmi rychle klesnou ke dnu.

Výlety dospělců rodu *Aedes* v širším pojetí nastávají v závislosti na zaplavení líhnišť a průběhu teplot obvykle na přelomu dubna a května. Po spáření a oplození vyhledávají samičky hostitele, na nichž sají krev. Zatímco jarní druhy komárů se vzdalují od místa vylíhnutí poměrně málo, samičky letních druhů mohou překonávat značné vzdálenosti, a jejich aktivitou tak mohou být zasažena lidská sídla a obyvatelstvo vzdálené až několik kilometrů od líhnišť.

Vývojový cyklus komárů v lužním lese CHKO Litovelské Pomoraví

● Líhnutí a hustota komářích larev

Ačkoli je teplota vody primárním faktorem ovlivňujícím embryonální vývoj, klíčová je výška zaplavení líhniště, tedy hloubka vody. Tůně v CHKO Litovelské Pomoraví patří mezi potamolmy – tůně, které jsou primárně plněné podzemní vodou nebo přímým zaplavením povodňovou vodou. Vertikální pohyb podzemní vody ve šterkopískových náplavech říční nivy je ovlivněn průtokem řeky Moravy a funguje na principu spojených nádob v rámci hyporeální zóny (podrobněji v Živě 2022, 5: 258–260). Pokud je v Jeseníkách dostatek sněhu, při jeho jarním odtávání má řeka velký průtok a infiltrací do přilehlých náplavů dotuje podzemní vodu ve svém okolí, která vystoupá až nad úroveň dna tůní a zaplaví je. Jaká bude hloubka v těchto tůních, kam až dosáhne hladina vody, záleží na průtoku a trvání zvýšeného vodního stavu v řece. Pokud je zvodnění nivy infiltrovanou vodou jenom částečné, zaplaví se pouze nejnižší části tůní, kde nebývá větší množství komářích vajíček. Nepřítomnost vajíček v největší hloubce tůně můžeme vysvětlit tím, že komářích samičky mohou klást vajíčka ještě před úplným vyschnutím tůně, kdy se voda nejdéle zdržuje právě v nejhlubších partiích. Vylíhlé larvy pak dosahují nízké hustoty a při kontrolním odběru napočítáme jen několik málo larev na plochu 1 dm² hladiny.

K určení hustoty (denzity) larev v tůních a následnému odhadu velikosti populace larev se nejčastěji používá zařízení na principu naběračky – dipper. Liší se veli-

7 a 8 Tůň Hejtmanka v národní přírodní rezervaci Vrapač u Mladče – 6. dubna v době nízkého zvodnění (obr. 7) a 28. dubna 2023 v době zvýšení vodního stavu (8)

9 až 11 Dipper – nádoba používaná pro odhad hustoty larev komárů ve sledovaných tůňích. Příklad velmi nízké hustoty larev ze 6. dubna 2023 po prvním jarním zaplavení (obr. 9), masové líhnutí larev 1. května 2023 po zaplavení větší části tůně – vysoká hustota larev s přítomností dvou velikostních kohort (10), a kukly komárů z 18. května 2023 s mnohem vyšší denzitou než v předchozích týdnech v důsledku zmenšení plochy tůně na lokalitě č. 55 (11)

kostí i tvarem – od polévkové naběračky s objemem několik set mililitrů přes smaltovanou mísu až po bílou fotografickou misku s objemem zhruba jeden litr. Pokud chceme porovnat hustotu larev v různých tůňích, potřebujeme standardizovanou nádobu. V posledních letech se celosvětově používá standard pint dipper, což je okrouhlá plastová nádoba kónického tvaru, kterou při odběru larev ponořujeme do vody (obr. 9–11). Nádoba má průměr 11 cm a objem 350 ml. Na jedné straně je vybavena dutou násadou pro přichycení na teleskopickou či jinou delší tyč, umožňující provést odběr ze břehu tak, aniž bychom případným broděním larvy vyrušili. V závislosti na rozloze tůně je vhodné zvolit odpovídající počet jednotlivých odběrů, ze kterých se stanoví průměrná hodnota, obvykle počet larev na 1 dm², případně 1 m².

Výjimkou jsou velmi mělké tůně, které se i při částečném zvodnění nivy zaplaví kompletně. Takové tůně pak mohou vykazovat v porovnání s těmi hlubšími vysokou hustotu larev. Příkladem z r. 2023 byly námi monitorované tůně č. 8 a č. 10 v blízkosti Šargounského mostu pod Litovlí a na okraji lesa u obce Střeň. Průměrné hustoty zde dosahovaly hodnot v rozmezí 55–65 larev na 1 dm², což je ve srovnání s ostatními tůňemi, navštívenými ve stejný den (6. dubna), mnohem více, protože na zbývajících 8 lokalitách nebyla stanovena hustota vyšší než 7 larev na 1 dm².

Pokud však voda v hlubokých tůňích zaplaví i výše položené partie kolmějších břehů a hloubka je maximální, pak dojde k vylíhnutí podstatně většího množství larev, jejich hustota na ploše 1 dm² může dosahovat několika desítek, výjimečně až stovek jedinců. Při horních okrajích tůní se komáří vajíčka většinou již nenacházejí. Samičky se vyhýbají kladení do nejsvrchnějších částí tůně, protože zde existuje riziko, že při nedostatečném zaplavení zůstanou vajíčka na suchu.

Výše popsanou situaci jsme měli možnost zažít v CHKO během jara 2023. Koncem ledna a na začátku února zde došlo k zaplavení tůní, hloubka vody však byla relativně nízká. Některé mělké tůně a terénní deprese zůstaly prakticky bez vody. První larvy jsme odlovili 25. února, jejich velikost se pohybovala kolem 2 mm. Vzhledem k nízké teplotě vody (6,2 °C) jsme usoudili, že se vylíhly přibližně před 10–14 dny. Jejich hustota byla nízká a zůstala na stejné úrovni až do začátku



dubna, kdy jsme zaznamenali průměrně pět larev na 1 dm² (obr. 9).

K výrazné změně došlo v polovině dubna 2023, kdy se v důsledku silných srážek 14. a 15. dubna zvýšil průtok vody v řece Moravě a již 16. dubna stoupla hladina vody v tůňích – dosud suché tůně byly zaplaveny. Zvýšená hladina vody vedla k zaplavení i do té doby suchých břehových partií, kde se však nacházela mnohem větší zásoba vajíček nakladených v předchozích letech. Masové líhnutí se projevilo obrovskou hustotou larev prvního instaru, které jsme zachytili při odběrech v týdnu od 24. dubna do 1. května. Vedle méně početných starších larev 3.–4. instaru o velikosti kolem 10 mm jsme tak ve vzorku měli náhle kohortu malých larev o velikosti asi 3 mm (obr. 10). Jejich celková průměrná hustota pak dosahovala množství 56 larev na 1 dm², což je zhruba 11krát více než v prvním výše zmiňovaném období. Vzhledem k vyšší teplotě vody vývoj této kohorty pokračoval mnohem rychlejším tempem a larvy dokončily vývoj již po asi 25 dnech, zatímco první kohorta až po asi 56 dnech.

Hydrologická situace daného jara má proto zcela zásadní vliv na to, jaká bude

finální hustota komářích larev v tůni. Na jaře 2023 jsme měli rovněž možnost sledovat a odhadovat hustoty larev v 55 periodických jarních tůňích, přičemž polovinu z nich jsme navštívili v období nízkého zvodnění, druhou pak po zvýšení hladiny vody po silných deštích. Hustoty v prvním období malého zvodnění se pohybovaly mezi 0–11 larvami na 1 dm², naopak ve druhém období od 12 do 1 875 larev na plochu 1 dm². V tůni Hejtmanka v národní přírodní rezervaci Vrapač u Mladče byla hloubka vody 6. dubna asi 10 cm (obr. 7) a odlovem do benthické sítě jsme nenašli ani jednu larvu komára. Při další návštěvě 28. dubna byla průměrná hloubka vody již 30 cm, plocha tůně dosahovala asi 250 m² (obr. 8) a průměrná hustota 40 larev na 1 dm². Po zaplavení větší části dna a přilehlých břehových partií se vylíhla vajíčka nakladená ve výše položených partiích tůně.

● Kolik komářích larev žije v tůni?

Odhadnout, kolik larev se v danou chvíli nachází v dané tůni, není zcela jednoduché. Vše záleží na distribuci vaječné banky z předchozích let, aktuální hydrologické situaci, účinnosti líhnutí larev, na přítomnosti predátorů a konečně i na loveckém úsilí výzkumníka. Pokud je tůň plně zvodnělá, její plocha je několik desítek m² a hloubka se pohybuje třeba mezi 40–80 cm, pak není téměř možné provést srovnatelné odběry larev a odhadnout jejich hustotu. I když provedeme několik odběrů, ať už dipperem, nebo prolovením planktonní sítí, vždy zachytíme pouze část larev. Minimálně proto, že larvy se během dne mohou v rámci tůně přesouvat podle toho, jak na hladinu svítí slunce a kde se koncentruje fytoplankton, který z vody filtrují. Výskyt komářích larev ve vodním sloupci proto není nikdy homogenní. Známe-li hustotu larev na ploše např. 1 dm², nelze tuto hodnotu jednoduše vynásobit plochou tůně, abychom dostali odhad celkového množství larev v tůni. Existují sice různé statistické postupy, jak toto množství v dané tůni co nejpřesněji odhadnout, avšak pro účely běžného monitorování jsou příliš komplikované.

Pěkný příklad složitosti odhadu počtu larev v tůni jsme pozorovali na lokalitě č. 55 ve Štěpánově, kde odběr vzorků probíhal dvakrát na stejném místě s týdenním odstupem. První byl proveden 11. května, kdy jsme po standardizovaném odběru dipperem v rámci 3–5 opakování stanovili průměrnou hustotu 109,1 larev na 1 dm². Jedním z měřených parametrů byla i hloubka tůně, která činila v průměru 30 cm na celou plochu (zhruba 33 m²) této tůně. Při druhém odběru 18. května jsme zjistili, že většina larev se již nachází ve fázi kukly (obr. 11) a průměrná hloubka vztažená na celou plochu (ca 18 m²) klesla přibližně na 13 cm. Průměrná hustota na 1 dm² byla 1 875 kukul/larev, což značí zhruba 53násobný nárůst během jednoho týdne. Pokud bychom zjištěné hodnoty hustot přepočítali na celkovou plochu tůně, pak bychom při prvním odběru dospěli k hodnotě 360 030 larev, zatímco ve druhém jsme dostali hodnotu 787 500 jedinců. Tento příklad názorně demonstrovuje složitost odhadování celkových počtů larev

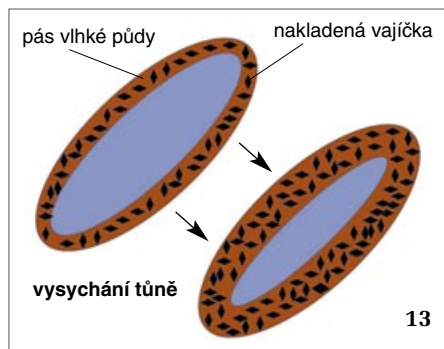


v tůňích. Ideální proto je, pokud dojde ještě během larválního vývoje k takovému poklesu vody v tůňi, že se larvy nebo kukly shromáždí ve zbylém objemu vody a jejich distribuce je víceméně rovnoměrná. Z tohoto důvodu považujeme vyšší hodnotu hustoty larev získanou dne 18. května za relevantnější.

● Kladení vajíček a jejich distribuce

Po spáření a prvním nasátí krve kladou samičky jarních druhů vajíčka především do vlhké půdy, která se obnažuje poté, co klesla hladina vody v tůňi. Tento pokles nastává v CHKO Litovelské Pomoraví obvykle koncem dubna a v první polovině května. Je-li tůň mělká, pak se i při malém snížení hladiny obnaží mnohem větší plocha půdy. Hlubší tůň, v CHKO Litovelské Pomoraví typicky vytvořené v periodicky protékaných ramenech řeky Moravy, nazývaných smuhy, mají většinou vysoké a relativně strmé břehy, které se obnažují nejdříve (obr. 12). První komáři proto kladou vajíčka do půdy na těchto březích, ve vzdálenosti asi 2,3–3,1 m od středu tůně a ve výšce zhruba 25–75 cm nad jejím dnem.

Jak voda v tůňi postupně klesá, obnažují se další plochy půdy níže a blíže středu. V extrémně suchém období, které zažíváme v posledních několika letech, může tůň vyschnout ještě v době, kdy samice kladou vajíčka, a potenciálně tak mohou klást na celou plochu dna. Hlubší tůň však většinou vysychají později, kladou proto na vyvýšená místa na březích. V takovém případě nacházíme nejvíce vajíček dále od středu a nehlubšího místa tůně. Tím můžeme vysvětlit, proč se při větších povodních líhne tolik larev, že způsobují kalamitní stavy – jsou totiž zaplavena i vajíčka z předchozích let, která byla nakladena výše a zůstávají stále životaschopná. V závislosti na rychlosti vysychání se v okolí tůně vytváří pás vlhké půdy, jehož plocha se postupně zvětšuje s klesající hloubkou vody (obr. 13). Pro čtyři tůně v CHKO Litovelské Pomoraví, které se navzájem lišily morfologií, hloubkou vody i rychlostí vysychání, jsme se pokusili plochu tohoto pásu odhadnout a použít ji pro odhad celkového množství vajíček v tůňi. Dostupná plocha pro kladení se pohybovala v rozmezí 35–168 m².



12 Obnažující se vlhká plocha půdy v okolí vysychající tůně (šípky), do které začínají samičky komárů klást vajíčka. Čím více tůň vysychá, tím větší je plocha pro kladení. Snímky M. Rulíka, pokud není uvedeno jinak

13 Pás vlhké půdy vhodný pro kladení vajíček v závislosti na zvodnění tůně. Čím vyschlejší tůň, tím blíže nehlubší části ke středu vodní plochy samičky komárů vajíčka kladou.

14 Vývojový cyklus jarních druhů komárů v lužních lesích CHKO Litovelské Pomoraví v závislosti na hydrologické situaci v konkrétním roce. Orig. M. Rulík (obr. 6, 13 a 14)

Jaro 2023 nám tak poskytlo nejen ukázkou, jakým způsobem je regulována hustota larev komárů v periodických tůňích, ale zároveň potvrdilo, že distribuce vajíček v příčném transektu tůně je opravdu nerovnoměrná a odráží hydrologickou situaci předcházejících let (obr. 14). V jedné tůňi nedaleko obce Střeň jsme analýzou půdy, odebrané sondou během podzimních měsíců r. 2022, zjistili, že nejvíce komářích vajíček se nacházelo v horních partiích obou břehů, ve vzdálenosti zhruba 2 m od středu tůně a ve výšce průměrně 55 cm nade dnem. Vajíčka byla nejhojnější v horní vrstvě půdy (0–2 cm), kde jejich hustota nabývala hodnot 98 na 1 dm², což je srovnatelné s dosud publikovanými údaji (Knoz a Vaňhara 1991, Merta 2005). Za předpokladu, že dostupná plocha pro kladení v této tůňi byla zhruba 97 m², by potenciální počet vajíček na této ploše dosahoval 950 600. Jde o velmi hrubý odhad, který navíc vychází z předpokladu, že hustota nakladených vajíček bude po



celé ploše pásu víceméně rovnoměrná. Pokud bychom odhadovali počet vajíček na základě zjištěné distribuce v příčném profilu tůně, pak by kolísal v rozmezí od 12 do 98 vajíček na 1 dm², což na dostupnou plochu vychází přibližně 116 400 až 950 600 vajíček. Celkové množství vajíček v tůňi a jejím nejbližším okolí nám sice může napovědět, kolik komárů by se mohlo v příštím roce v dané tůňi vylihnout, ale jak jsme již zmínili, vše záleží na hydrologické situaci a účinnosti lihnutí. Informace o distribuci vajíček však mohou pomoci předpovědět, při jaké hloubce zaplavení tůně lze očekávat spíše větší hustoty komářích larev, a dopředu naplánovat případné preventivní zásahy, jako je likvidace larev v tůňích pomocí cílených přípravků.

Závěrem

Komáři bezpochyby představují velmi zajímavé obyvatele lužního lesa. Jejich larvy tvoří potravu pro nejrůznější predátory v tůňích (larvy a dospělce brouků, vážky, obojživelníky), vylétující imaga pak pro bezobratlé (např. pavouky) i pro hmyzožravé ptáky a netopýry. Likvidace komářích larev v tůňích za účelem snížení rizika vzniku kalamitních stavů a následného nepříznivého vlivu na obyvatelstvo v okolních obcích tak vede k odstranění obrovské biomasy, což může v dlouhodobějším horizontu mít potenciální dopad na fungování celého ekosystému lužního lesa (blíže též Brus 2023). Aplikaci larvicidních preparátů, působících přímo na larvy komárů, by proto měly být ošetřeny v optimální době pouze vybrané tůně v blízkosti lidských sídel a tam, kde v závislosti na výšce a době zaplavení dosahují komáři velkých hustot a hrozí jejich masový vylét s následným dopadem na obyvatele.

Výzkum jarních tůně s výskytem komárů byl podpořen projektem MOSPREMA (registrační číslo 3211100011), prostřednictvím Norských fondů.

Použitou literaturu a odkaz na dokumentární film Hugo Habrmana Tajemství jarních tůně (2014) uvádíme na webové stránce Živý.