



a podle charakteru stanovišť různě dlouhé přirozené periodicitě, jak bylo zaznamenáno v jiných oblastech jeho rozšíření. Navíc se zdá, že v nivě se brouci chovají poněkud odlišně (při aktivitách před pářením, orientaci na určité potravní zdroje i reakci na jejich nabídku) než na sušších lokalitách v pahorkatině. Ani to není zatím objasněno. Na základě mnohaletých pozorování jak v zámeckém parku v Lednici, tak v Milovické oboře se někteří entomologové domnívají, že na lokální úbytek početnosti tesaříka Schafferova by mohlo mít vliv zastínování bezprostředního okolí pat dubů hlohovými a trnkovými keři.

Střídaté nárůsty a poklesy početnosti populací žijících ve vertikálním dosahu záplavové vody platí obecně pro mnoho druhů hmyzu obývajících lužní lesy a nivy řek. A protože schopnost vyrovnávat se s pravidelnou přemírou vody působí některým skupinám hmyzu potíže, entomofauna všech zaplavovaných nivních luk je trvale druhově i početně chudší. Např. známý otakárek fenyklový (*Papilio machaon*), jehož vývojová stadia potlačuje nejen senoseč (byť jediná v roce), ale také velká voda, se potom na několik let stane vzácným motýlem, než jeho populace opět přechodně vzroste. Nic však nelze

6 Staleté duby, v jejichž odumřelých kořenech se vyvíjejí larvy tesaříka Schafferova, bývají někdy v luzích na Břeclavsku zaplaveny i delší dobu. Víceletá pozorování ale prokazují, že to jeho nedospělá vývojová stadia nijak vážně nepoškozuje. Úbytek druhu tak se záplavami nejspíš nesouvisí. Snímky J. Klváčka

zobecňovat. Záplavy mají na hmyzí populaci většinou pouze jistý čas omezující, ale nikoli zničující vliv. A jakou měrou se jednotlivé druhy v historii své vazby na luh záplavám přizpůsobují, bude otázkou pokračujících výzkumů.

Vítězslav Bičík, Pavel Láska

Poznámky k přípravě experimentů aneb teplota, spotřeba a matematika

Biologové vědí, že jakékoli údaje o délce vývoje ektotermních živočichů (tedy s nestálou tělesnou teplotou) bez udání teplot jsou bezcenné. Chemické i biologické procesy se zrychlují se vzrůstající teplotou. Proto se hodně pokusů dělá v laboratorích při nastavené konstantní teplotě. Vývoj se ale sleduje často i v přirozených podmínkách, kde teploty kolísají. Při těchto pokusech se zapisuje průběh teplot, z nichž pak vypočteme průměr. Někdy se předpokládá, že průměrná teplota nahrazuje konstantní teplotu stejné hodnoty. To však obvykle není pravda a projeví se to poměrně výrazně při větších teplotních rozdílech. Nepřesně chápaný průměr hodnot může vést ke zkreslení výsledků i při jiných typech experimentů. Ukažme si to na několika příkladech, vycházejících z problematiky naší vlastní výzkumné práce.

Zbarvení pestřenek a teplota

Jindra Dušek s druhým autorem tohoto příspěvku již v r. 1974 prokázali, že zbarvení některých druhů pestřenek (*Syrphidae*) se mění při různých teplotách během vývoje pupáří – vnější schránky kukly některých dvoukřídlých (*Diptera*; zajíma-

vé detaily o fyziologickém termálním mechanismu, tedy vlivu teploty při inkubaci na zbarvení na příkladu sluněček – *Coccinellidae* lze najít v Živě 2011, 1: 34–37). Vývoj pupáří pestřenek jsme sledovali při konstantních teplotách 6, 15 a 25 °C. Za okrouhleně doba vývoje byla 80 dnů při

teplotě 6 °C a 8 dnů při teplotě 25 °C. Při nízké teplotě se líhli jedinci velmi tmaví (obr. 4a), při vysoké teplotě naopak světlí (obr. 4c). Také pestřenky, které se vylíhnou z pupáří před zimováním na podzim, bývají zpravidla zřetelně tmavší (obr. 2) než dospělci z léta (obr. 1).

V dalším experimentu jsme pupáří po uplynutí 7 dnů přenesli z 6 °C na 7 dnů do teploty 25 °C. Průměrná teplota během tohoto pokusu byla tedy 15,5 °C. Mohli bychom předpokládat, že vylíhnutí jedinci budou zbarveni podobně jako ti při konstantní teplotě 15 °C, tedy středně světlí (obr. 4b). Ve skutečnosti však byli skoro stejně světlí jako jedinci z 25 °C a k průměrnému zbarvení měli daleko. Vysvětlit tuto skutečnost lze tak, že při teplotě 6 °C trvá vývoj 80 dnů a za 7 dnů proběhlo jen necelých 10 % vývoje. Při teplotě 25 °C došlo k více než 90 % vývoje. Chceme-li získat exempláře středně zbarvené, musí se během každé teploty uskutečnit polovina vývoje. Tato polovina trvá při teplotě 6 °C 40 dnů a při teplotě 25 °C čtyři dny. Opakované pokusy ukázaly, že v tomto případě jsme stejného efektu dosáhli, i když nižší nebo vyšší teploty působily v první či druhé polovině vývoje pupáří.

Z proměnlivých teplot nemůžeme proto použít prostý průměr, ale musíme vypočítat vážený průměr. Pracujeme-li s délkou a nikoli s rychlostí vývoje, použijeme vzorec uvedený na str. 135, kde T_x je vážená průměrná teplota, T teplota, t čas vystavení této teplotě ve dnech (hodinách) a d je délka vývoje při dané teplotě:



1 a 2 Světlý jedinec pestřenky pruhované (*Epsirphus balteatus*) v červenci 2010 (obr. 1, Hlubočky) a tmavý jedinec téhož druhu v listopadu 2010 (obr. 2, Valšovský žleb), který může být nezkušeným entomologem pokládán za jiný druh. Postup melanizace může být ovlivňován také delším vývojem.

Ten však zatím vedeme regulovat jen pomocí teploty. Snímky V. Bičíka, pokud není uvedeno jinak

3 Larva pestřenky rybízové (*Syrphus ribesii*) požírající mšici. Larvy mšičožravých (afidofágních) pestřenek patří k významným predátorům mšic, studovaným v různých typech experimentů. Foto z archivu autorů

4 Závislost velikosti žlutých skvrn na zadečku pestřenky *Eupeodes luniger* na vzrůstající teplotě při vývoji pupária (vnější schránka kukly některých dvoukřídlých): a – při 6 °C, b – při 15 °C, c – při 25 °C. Podle: J. Dušek a P. Láska (1974)

$$T_{\bar{x}} = \frac{T_1 \cdot t_1 \cdot \frac{1}{d_1} + T_2 \cdot t_2 \cdot \frac{1}{d_2} + T_3 \cdot t_3 \cdot \frac{1}{d_3} \dots}{t_1 \cdot \frac{1}{d_1} + t_2 \cdot \frac{1}{d_2} + t_3 \cdot \frac{1}{d_3} \dots}$$

Dosadíme-li námi zjištěné hodnoty, dostaneme následující výpočet – tím byla potvrzena správnost uvedeného postupu při zpracování vlivu střídavých teplot na zbarvení dospělců pestřenek:

$$T_{\bar{x}} = \frac{6 \text{ °C} \cdot 40 \cdot \frac{1}{40} + 25 \text{ °C} \cdot 4 \cdot \frac{1}{4}}{40 \cdot \frac{1}{40} + 4 \cdot \frac{1}{4}} = 15,5 \text{ °C}$$

Vliv na zbarvení je speciální případ, ale uvedený vzorec platí pro délku vývoje obecně. Rozdíly mezi účinkem konstantních a kolísajících teplot se snižují, nejsou-li rozdíly mezi teplotami velké. Při polních pokusech bývá však kolísání teplot značné a může dojít i k rozdílu několika stupňů Celsia mezi venkovním průměrem a konstantními teplotami. V této souvislosti vzpomeňme úsměvnou historiku, kdy jedna skandinávská autorka srovnávala kratší vývoj zjištěný na severu v konstantních podmínkách s našimi údaji z polních pokusů. Došla k závěru, že se vývoj zkrátil přizpůsobením se kratší vegetační době na severu.

Popsaný způsob ukazuje rozhodující vliv střídání teplot na výslednou efektivní teplotu, ke které nám stačí základní fyzikální a matematické znalosti. A je správné, když si uvědomíme tuto skutečnost, než aby se hned hledaly neadekvátní příčiny, např. rozdíly mezi sledovanými oblastmi.

Spotřeba mšic predátory

S další logickou nedůsledností jsme se setkali ve studiích, které zjišťovaly spotřebu kořisti predátory a parazitoidy (viz také náš příspěvek v Živě 2005, 2: 75). Princip sledování bývá následující. Do epruvety se pomocí exhaustoru (umožňuje přenášet drobný hmyz) odpočítá určité množství mšic, zpravidla 100 (nebo i méně), k nimž se přidá hodnocený predátor (obr. 3). Zároveň se do jiné epruvety vloží jako kontrola tentýž počet a stejný druh mšic bez predátora. Mnozí autoři pak po uplynutí 24 hodin spočítají živé mšice (snadnější než počítat mrtvé, často porušené jedince). Rozdíl mezi předloženými a živými mšicemi se považuje za počet mrtvých mšic. Kontrolní epruvety ukazují, kolik mšic uhynulo bez vlivu predátora, vypovídají tedy o přirozené mortalitě.

Chyby se lze dopustit, když se upravují výsledky spotřeby predátory právě podle této přirozené mortality – od spotřeby predátora se odečte počet mrtvých mšic v kontrole. Aby však byla upravená spotřeba správná, musely by všechny mšice

zjištěné v kontrole jako mrtvé uhynout ihned po vložení do epruvety. Nebo by musely být konzumovány predátory až na samém konci intervalu. Skutečnost v epruvetách je však jiná. Mšice hynou postupně, takže na počátku intervalu jsou konzumovány i ty, které by do konce pokusu ještě uhynuly a neprávem jsou od spotřeby odečítány.

Pro správné určení spotřeby kořisti lze použít složitější vzorec. Pro tento článek navrhuje pouze zjednodušený postup, který přináší srovnatelné výsledky. Při spotřebě mšic, která se blíží počtu předložených jedinců, se od mrtvých mšic v epruvetě s predátorem odečítá jen 50 % přirozené mortality. Při spotřebě asi 50 % jedinců kořisti se od celkového úhynu odečítá 75 % přirozené mortality.

Závěrem je možné uvést, že při biologické práci je logické uvažování nezbytné. Logicky je třeba uvažovat již při vytyčení metodiky, při pozorování experimentů a zejména pak při tvůrčí interpretaci získaných výsledků. Na druhé straně by neustále se rozrůstající statistické metody neměly výrazněji převyšovat text věnovaný vlastní biologické problematice, jak se někdy stává.

