

Biogeografie a šíření kudlanky nábožné v Evropě

Díky klimatickým změnám jsme v Evropě v posledních letech svědky rozšíření areálu mnohých druhů živočichů severním směrem. Příkladem mohou být slíďák tatarský (*Lycosa singoriensis*; Živa 2008, 1: 25–27), křižák pruhovaný (*Argiope bruennichi*; Živa 1994, 4: 169), záprednice jedovatá (*Cheiracanthium punctatorium*; Živa 2013, 4: 188–191), tmavorečka bělavá (*Monacha cartusiana*; Živa 2012, 5: 244–245) nebo třeba vlha pestrá (*Merops apiaster*; Živa 2015, 3: 130–132). Kolonizace nových míst na okrajích areálů je výsledkem expanze živočichů z jejich zdrojových populací, ovlivněná schopností usídlit se ve vhodném biotopu. V případě, že daný druh neosídli příznivý biotop, může dojít k jeho vyhnutí na lokalitě v poměrně krátkém čase. Pokud je však úspěšný, vede tato expanze k založení trvale se rozmnožujících populací. Podobně úspěšně kolonizace se daří našemu atraktivnímu druhu – kudlance nábožné (*Mantis religiosa*). Tento hmyz už v České republice dávno není takovou vzácností jako před 15–20 lety. Druh původně žijící pouze v nejteplejších oblastech jižní Moravy se postupně šíří směrem na sever a severozápad, a tak se s ním dokonce nyní můžeme potkat i na několika lokalitách v Polabí.

Rád kudlanky (Mantodea) zahrnuje dnes více než 2 500 popsanych druhů rozšířených převážně v tropických oblastech. Nápadným znakem skupiny jsou protažená předohruď (pronotum), která nese dobře pohyblivou hlavu s nápadnými očima a velkými kusadly, a tzv. loupeživé končetiny prvního páru, do nichž kudlanka uchopuje potravu. Všechny druhy jsou dravé a kořist často loví ze zálohy. Kudlanka nábožná se většinou živí zástupci z řádu rovnokřídlých (Orthoptera). Je to nápadný a bizarně vypadající druh hmyzu. Dospělé samičky jsou celkově robustnější a dosahují délky těla až 80 mm, samci dorůstají o něco menší velikosti (do 55 mm) a mají štíhlejší zadeček. Dalším rozpoznávacím znakem mezi pohlavími mohou být tykadla, která u samců dosahují téměř do poloviny těla. V našich končinách převažují zelené odstíny zbarvení kudlanek nábožných (obr. 3 a 4). Díky tomu se dokáží téměř dokonale skrýt ve vegetaci a splýnout s prostředím. Maskují

se tím nejen před možnými predátory, ale stávají se nenápadnými i pro vlastní kořist. Poměrně často se rovněž setkáme s hnědě nebo žlutohnědě zbarvenými jedinci (viz obr. 5 a na 1. str. obálky). Dokonce existují záznamy o černě zbarvených jedincích. Co stojí za touto variabilitou kudlanek, není dosud známo, ale má se za to (Battiston a Fontana 2010), že se zbarvení řídí spíše klimatickými podmínkami (zejména průběhem změn teploty a vlhkosti na stanovišti) a množstvím dopadajícího slunečního záření, než že by bylo zakódováno v genech. Konkrétně se zdá, že převládající zelený odstín ve zbarvení kudlanek je spojen s počátkem vegetační sezony (zelenější vegetace, dostatek vlhkosti). Naopak hnědé zbarvení převládá na konci léta, kdy je již vegetace vyprahlá a zelení jedinci se vyskytují pouze vzácněji na místech s vyšší vlhkostí (zavlažovaná místa apod.). Při našem rozsáhlém genetickém průzkumu desítek jedinců (sekvenace tří mitochondriálních genů, podrobněji viz dále)

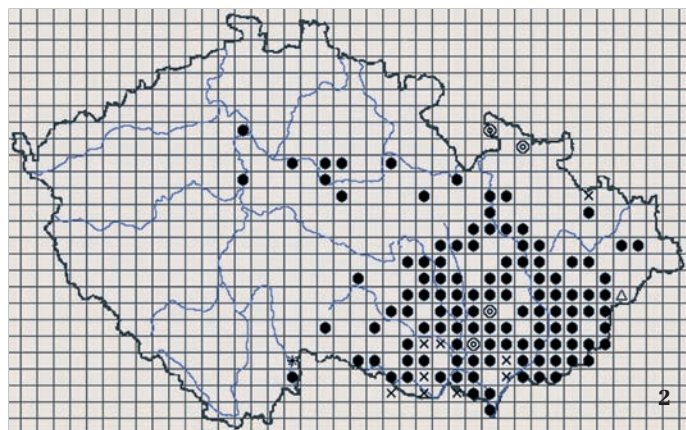
se ukázalo, že jednotlivé barevné formy skutečně nepředstavují samostatné vývojové linie. Totéž se prokázalo pro variabilitu ve zbarvení skvrny mezi předními kyčlemi (obr. 5). Někteří jedinci totiž mohou mít tuto černou skvrnu s bílou tečkou uprostřed, zatímco u jiných bílá skvrna chybí. Za zmínku v souvislosti s hodnocením variability zbarvení stojí, že např. W. Bazyluk (1960) rozlišil celkem 7 poddruhů kudlanky nábožné. Na základě námi zjištěné fylogeneze druhu se však zdá, že uvedené členění nemá opodstatnění, jednotlivé poddruhy netvoří samostatně oddělené větve, a taxonomie kudlanky by tedy měla být přehodnocena se synonymizací většiny z dříve použitých jmen.

Kudlanka nábožná se páří po dosažení dospělosti, tj. koncem léta a začátkem podzimu (srpen až září). Samička vždy kopuluje s několika samci a občas se stane, že svého partnera při páření sežere. K tomu sexuálnímu kanibalismu ale nedochází tak často, jak se traduje. Výzkumy v zajetí i ve volné přírodě ukázaly, že samice usmrtí a pozou přibližně 30 % samců v dané populaci (Lawrence 1992). Po páření samička naklade vajíčka do ootěky, podlouhlé pěnovité schránky na první pohled připomínající kapku montážní pěny, která rychle tuhne (viz obr. 9). Schránku s oblibou lepí pod kameny, na suché spadané větve nebo stonky statnějších bylin. Pěnu tvoří sekrety přídatných pohlavních žláz a samice do ní uloží až 200 vajíček, z nichž se na jaře (v květnu) líhnou přibližně 1 cm dlouhé nymfy (obr. 10). Během dospívání se kudlanka celkem 6× svléká (v každém stadiu postupně rostou také základy křídel), než dosáhne dospělosti (pohlavní zralosti) s plně vyvinutými křídly. Několikrát již bylo prokázáno, že dospělé samičky se rozmnožují i partenogeneticky, bez páření se samci. Kudlanka naklade ootěku, do níž uloží neoplozená, ale diploidní vajíčka (s dvěma sadami chromozomů). Z těch se na jaře líhnou pouze samice. Právě partenogeneze představuje pravděpodobně jeden z faktorů úspěšného šíření kudlanek a osídlování nových lokalit.

Kudlanka nábožná obývá poměrně široké spektrum převážně otevřených biotopů s dostatečně vysokou roční průměrnou teplotou – nejméně 8 °C (Liana 2007). V mírném pásu jsou typickými stanovišti převážně otevřené xerothermní lokality (obr. 1), včetně ruderalních. Ve středo-mořské oblasti také křovitá vegetace typu garrigue. Kudlanky rády vyhledávají i lokality s ostrůvkovitým výskytem různých



1



2



1 Typický xerothermní biotop kudlanky nábožné (*Mantis religiosa*) v národní přírodní památce Švarec v okrese Žďar nad Sázavou. Září 2010. Foto P. Janšta

2 Mapa rozšíření kudlanky nábožné v České republice. Pozorování do r. 1960 znázorněna křížkem, hvězdičkou do r. 1980, bílé kroužky do r. 2000, černé kroužky výskyt po r. 2000, trojúhelník introdukce.

Podle: K. Chobot (2016), upraveno

3 a 4 Samice zelené formy kudlanky nábožné z našeho území. NPP Švarec. Foto P. Janšta

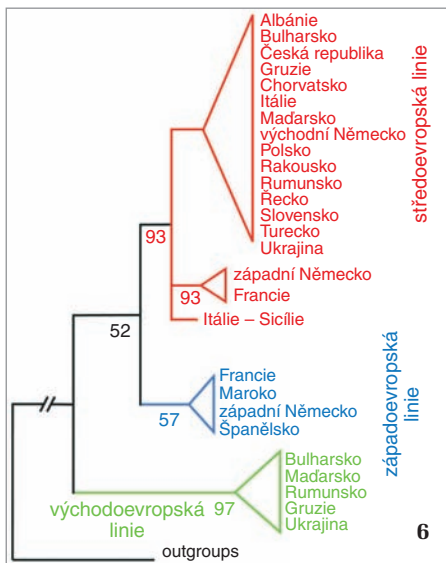
5 Samice hnědé formy z Makedonie. Foto P. Šípek

6 Schematizovaný fylogenetický strom dokládající příbuznost západno-, středo- a východoevropské linie kudlanky nábožné, včetně středoevropské sublinie, která pravděpodobně ve středním holocénu pronikla až do západní Evropy a udržela se tu díky mikrorefugiu dodnes (čísla vyjadřují statistickou podporu). Orig. P. Janšta

keřových porostů, zejména s trnitými druhy (např. ostružiníky – *Rubus* nebo růže – *Rosa*), které jim poskytují ochranu před většími predátory a zároveň lákají jejich přirozenou potravu. Výše zmíněné ootěky jsou velmi odolné vůči nízkým teplotám, raná vývojová stadia v nich dokáží přečkat teploty klesající hluboko pod bod mrazu. Na druhou stranu, ootěka ochrání kudlanky rovněž před suchem a vysokými teplotami končícího léta. Právě odolnost tohoto stadia spolu s vysokými letními teplotami, které vyhledávají dospělci, jsou důležitým faktorem v úspěšném osídlování nových biotopů.

Šíření kudlanky

Původně se kudlanka nábožná vyskytovala zřejmě jen v Evropě, Asii a Africe (včetně tropických oblastí – tyto nálezy jsou však taxonomicky diskutabilní a je nutné ověřen). Nicméně postupně byla introdukována do Severní a Jižní Ameriky (Bolívie, Jamajka, USA a Kanada) a do Austrálie. V Evropě je rozšířena ve Středozeří a severní okraj jejího areálu zasahuje přibližně k 53. rovnoběžce. Okrajové části výskytu jsou typické neustále probíhajícími procesy šíření na nové lokality a zároveň vymíráním



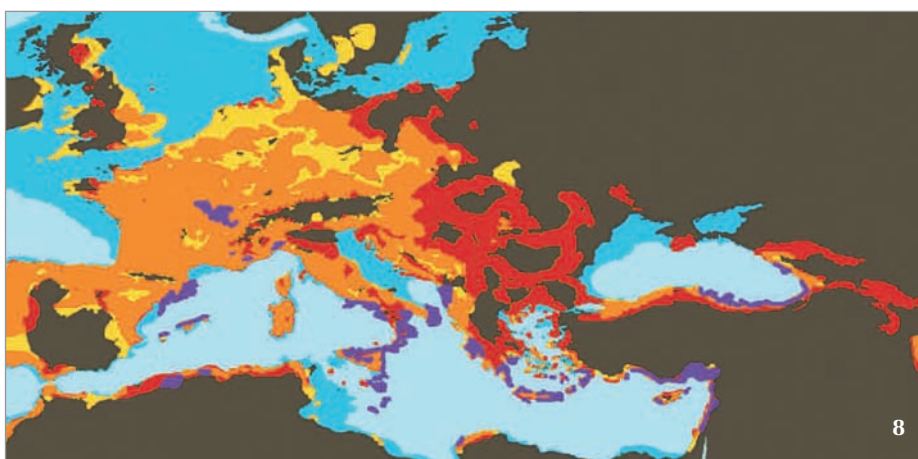
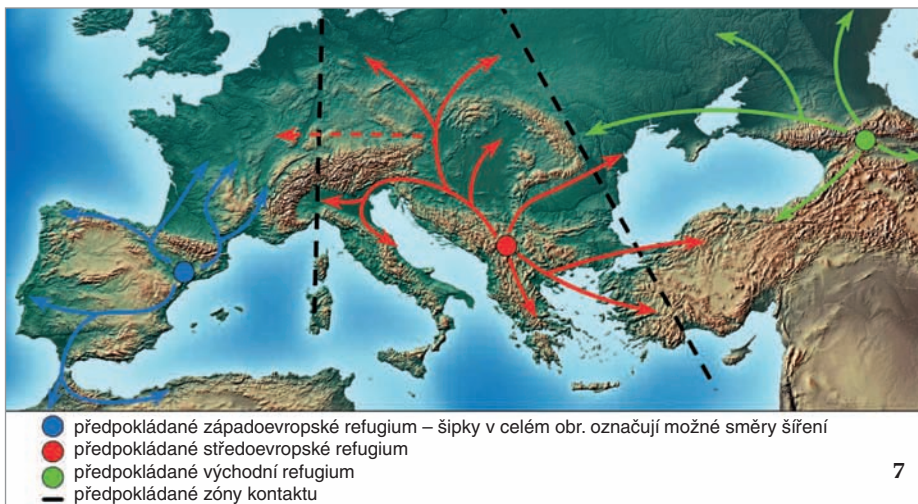
(nemusí jít vždy o celé populace, ale často o nálezy migrujících nebo zavlečených jedinců), pokud klimatické podmínky zcela nevyhovují. Mapování současného rozšíření kudlanky nábožné v České republice probíhá na portálu BioLib.cz (obr. 2, blíže na <http://www.biolib.cz/cz/speciesmappingtaxa/id3/?sectid=3>).

Dnešní molekulárněfylogenetické metody umožňují tyto migrace odhalit a rekonstruovat jejich pravděpodobné směry. Dobře zmapovaný výskyt kudlanky nábožné máme doložen v Německu (viz Linn a Griebeler 2015), kde dlouhodobě existuje stabilní populace v jihozápadní oblasti v údolí Rýna (podrobněji viz dále). V posledních desetiletích se však objevují i na klimaticky vhodných lokalitách ve východní části Německa. Do těchto nových míst kudlanky doputovaly nejspíše přes Českou republiku. Nejsevernější německá lokalita se nachází v okolí Hamburku. Dále je kudlanka nábožná známa již několik desetiletí z jižního Polska (Liana 2007), ojediněle nálezy byly v literatuře popsány také z Lotyšska (Pupinš a kol. 2012).

V rámci fylogeografického výzkumu druhu se nám podařilo osekvenovat tři mitochondriální geny (cytochrom oxidáza I a II a cytochrom B) ze vzorků z poměrně rozsáhlého areálu od Gruzie po Maroko. Byly odhaleny celkem tři geograficky dobře

odlišitelné a statisticky vysoce podpořené genetické linie (obr. 6), které se po Evropě opětovně rozšířily pravděpodobně postupně od konce poslední doby ledové z oblastí glaciálních refugií (obr. 7). Západoevropskou linií (na obr. modré šipky) jsme zjistili na území dnešní severozápadní Afriky a západní Evropy (Maroko, Španělsko, Francie a jihozápadní Německo). Východoevropská linie (zelené šipky) naopak zasahuje do Evropy z Gruzie přes Ukrajinu (Krym, západní a střední Ukrajina) až na východní Slovensko, Rumunsko a Maďarsko. Zbytek Evropy osídlila tzv. středoevropská linie (červené šipky), rozšířená od západního Turecka až do jihozápadního Německa, resp. východní Francie a od Sicílie až do Polska a severního Německa. Na základě genetických dat pouze z mitochondriální DNA však nejsme schopni rozlišit, odkud pocházejí konkrétní populace vyskytující se např. na severním okraji současného areálu. Tyto otázky může zodpovědět až analýza mikrosatelitových dat z jaderné DNA, kterou zatím zpracováváme. Nicméně už předběžné analýzy odhalily několik zajímavostí. Díky postupnému šíření kudlanek do nových oblastí neosídlených v posledních desetiletích až staletích se ukazuje, že právě nyní zřejmě dochází k opětovnému styku jednotlivých linií. Nejvýrazněji je tento jev patrný na hranici mezi východní a středoevropskou linií (viz obr. 7). Přestože východní linie je od ostatních geneticky nejvzdálenější, divergence dosahuje sotva 1 % a v místě styku kudlanek z těchto dvou linií asi dochází běžně k opětovnému křížení, a tím i postupnému smazání genetické distance.

Trochu odlišná je situace na hranici mezi středoevropskou a západoevropskou linií. Podle nám dostupných dat o fylogenezi druhu se ukazuje, že některé populace kudlanek z jihozápadního Německa a z některých francouzských lokalit tvoří samostatnou, dobře oddělenou vývojovou větev v rámci středoevropské linie a současně tyto populace nejsou nyní v kontaktu s ostatními populacemi na východě Německa nebo na dalších středoevropských lokalitách. To by mohlo poukazovat na kryptické refugium v této části Evropy. Uvedenou teorii podporují i naše předběžné distribuční modely založené na



(paleo)bioklimatických datech a na současném poznání rozšíření kudlanek (viz obr. 8). Ukazuje se, že vhodná klimatická optima nacházela kudlanka nábožná během posledního glaciálu (před 22 tisíci let) v jižních středozemních nebo pontických refugiích, s možným kryptickým refugiem v oblasti dnešní Francie. Během postupného oteplování klimatu, které dosáhlo teplotního optima ve středním holocénu (před 6 tisíci let), kdy bylo tepleji než dnes, se kudlanka zřejmě rozšířila zpět do severněji položených oblastí. Zdá se, že díky tomuto oteplení mohli jedinci ze středoevropské linie proniknout severně nad Alpami i do západní Evropy. Následné ochlazení v době po středním holocénu zapříčinilo opětovně částečné zatlačení druhu směrem na jih. Nicméně část populací se nad Alpami pravděpodobně udržela. Z modelů tedy vyplývá, že po skončení teplotního optima ve středním holocénu došlo k uvíznutí kudlanek v Předalpi a během dalších pozdějších oteplení k opětovnému rozšíření údolím Rýna do severní Francie. Současný areál ukazuje na opětovnou migraci na sever, přičemž se ale populacím ze středoevropské linie prozatím do západní Evropy znovu proniknout nepodařilo.

V naší republice je kudlanka řazena v Červeném seznamu ohrožených živočichů do kategorie zranitelný druh. Dlouhodobě se vyskytovala na stepních lokalitách v nejteplejších částech jižní Moravy. Přibližně od 90. let 20. stol. se však v literatuře objevují záznamy o nálezech i severněji. Dnes už je známa téměř z celé Moravy a objevují se lokality ve Slezsku. Přibližně

7 Předpokládané šíření kudlanky nábožné z refugií v době po posledním glaciálu a místa styku zástupců jednotlivých linií druhu. Orig. J. Vitáček

8 Změny rozšíření tohoto druhu v Evropě od konce posledního glaciálu do současnosti (podle modelů vývoje klimatu). Fialová barva – možný areál během konce poslední doby ledové (před 22 tisíci let). Nižší hladina moří v glaciálu (světle modrý odstín) umožnila rozšíření i na místech nyní zatopených mořem. Žlutá a oranžová barva – předpokládaný areál během středního holocénu (klimatické optimum před 6 tisíci let), pravděpodobnější oblasti výskytu znázorněny oranžově; červeně – doložené a možné rozšíření kudlanky v současnosti (v jižní a v části střední Evropy se mnohdy překrývá s výskytem ve středním holocénu). Podle mapových podkladů J. Vitáčka a P. Janšty kreslila M. Chumchalová

9 Ootéka – pěnovitá schránka s vajíčky kudlanky nábožné. Foto H. Kulíková

10 Vylíhlá nymfa. Foto P. Kočárek



po r. 2000 se kudlanky nábožné začaly objevovat také v Čechách (obr. 2). Jednotlivé nálezy pocházejí z Kolínska, Nymburska, Mělnicka, z Prahy nebo nedávno z Těptína nedaleko Jílového u Prahy (Červen 2015). Stabilní populace byla zatím zaznamenána např. na Přerovské hůře nebo v Žehuňské oboře u Chlumce nad Cidlinou (Janšta a kol. 2008).

Konkrétní způsoby šíření tohoto druhu na relativně vzdálené lokality však nejsou dokonale popsány. Ačkoli mají dobře vyvinutá křídla (na rozdíl od některých jiných druhů kudlanek), zdá se, že nepatří mezi zdatné letce. V literatuře (Chládek 1998, Janšta a kol. 2008 nebo Liána 2007, Pupinš a kol. 2012) se nejčastěji diskutují možnosti různých pasivních způsobů přenosu, např. zanesení větrem při letních bouřkách. Zajímavý by mohl být člověkem zprostředkovaný neúmyslný převoz dopravními prostředky (anglicky hitch-hiking). Tím by se dal vysvětlit občasný výskyt v okolí železničních tratí nebo dálnic (již několik let známe populaci u dálnice D1 v blízkosti Velkého Meziříčí). Totéž platí pravděpodobně pro zmíněné lokality v Čechách.

Podobně jako se kudlanka nábožná šíří severním směrem, objevují se nálezy z větších nadmořských výšek. V srpnu 2015 tak byla zjištěna na lučním stanovišti nedaleko vrcholu Radhoště, což je bezesporu nejvýše položený zdokumentovaný nálež druhu v ČR. Zda se tam kudlanky dostaly přirozeně, nebo jde o náhodné zavlečení člověkem, není známo.

Vzhledem k postupnému oteplování klimatu lze těchto případů očekávat stále více, a nejen u kudlanek nábožné. Není totiž nijak vzácnou výjimkou, pokud jde o šíření bezobratlých na sever v rámci Evropy. Podobnou tendenci sledujeme u jiných druhů hmyzu (ale i pavouků, plžů aj.), které mají centrum rozšíření ve Středomozemí, jako např. kobylka jižní (*Mecanema meridionale*; Vlk a kol. 2012), cvrčivec révový (*Oecanthus pellucens*; Fedor a Majzlan 2001) nebo kobylka malá (*Phaneroptera nana*; Živa 2014, 6: 289–290). V blízké době můžeme tedy očekávat další nálezy dříve vzácných a teplomilných druhů, jimž vyhovuje postupné oteplování klimatu v posledních letech a současně se dokáží dobře šířit, ať už pasivně, nebo aktivně.

Článek vznikl za podpory projektu Grantové agentury Univerzity Karlovy č. 684412.

Použitá a doporučená literatura uvedena na webové stránce Živy.

