

Saranče horská – glaciální relikv a indikátor změn v prostředí

Živočichové a rostliny přizpůsobené k životu v extrémních podmínkách se u nás vyskytují např. v horách nad hranicí lesa, v alpínských ekosystémech. Zde se musejí vypořádat s rychlou proměnlivostí prostředí (teplota nebo vítr) a s omezenou délkou vegetačního období. Tyto podmínky vyhovují glaciálním relikvům, v České republice známe např. vrbu laponskou (*Salix lapponum*), všivec krkonošský (*Pedicularis sudetica*), ostružiník morušku (*Rubus chamaemorus*), okáče horského (*Erebia epiphron*) nebo šídlo rašelinné (*Aeshna subarctica*, blíže k tématu viz např. Živa 2013, 4: 171–179). Tyto druhy osidlovaly velká území střední Evropy během dob ledových (glaciálů) v pleistocénu. Dnes je však jejich rozšíření většinou sporadické. K těmto relikvům řadíme také saranči horskou (*Miramella alpina*).

Alpínské bezlesí

Alpínská hranice lesa je biogeografická hranice oddělující lesní porost od míst trvalého bezlesí (horské tundry). V anglické literatuře se používá výraz treeline (hranice možného růstu stromů) nebo timberline, nejde však přímo o linii, nýbrž o přechodovou zónu či ekoton (pás mezi dvěma odlišnými prostředími) s hranicemi danými mikroklimatickými faktory. Nemůžeme přesně určit nadmořskou výšku, kde se bude les měnit v alpínské bezlesí, ale vytváří se mozaika přechodů z lesa do bezlesí (vedle horní hranice lesa se rozlišuje i horní hranice výskytu stromů), kterou ovlivňují podmínky nevhodné pro vývoj stromů (orientace svahu, výška a délka trvání sněhové pokrývky, intenzita záření, kvalita půd, množství živin, vítr, voda atd.). V této přechodové zóně dochází k výměně stromových druhů za keřové, klečové až keříčkové formy dřevin a dále k postupné převaze bylin, mechorostů a lišejníků. Hlavní příčinou je stres,

např. klimatický (intenzita sněhových nebo větrných disturbancí), edafický a organický (míra rozkladu organických materiálů v půdě a množství humusu, zimní vysychání), orografický (tvar terénu, lavinové svahy) nebo antropogenní (odlesňování, znečištění – kyselá deště neboli acidifikace). Za primární faktor omezující růst dřevin a vytvářející alpínské bezlesí se obecně považuje teplota ve vegetačním období, resp. minimální průměrná teplota, jež ovlivňuje a zpomaluje ukládání zásobních látek (asimilátů) do rostlinných pletiv. Organismy z lokalit s těmito podmínkami mají různé adaptace umožňující jejich přežívání, což platí i pro saranči horskou.

Bionomie saranče horské

Alpínská tundra jako azonální biot je na našem území zastoupena jen na nejvyšších vrcholech Krkonoš, Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. Saranče horská (obr. 1 a 2) představuje jediný glaciální relikv ze skupiny rovnokřídlého hmyzu

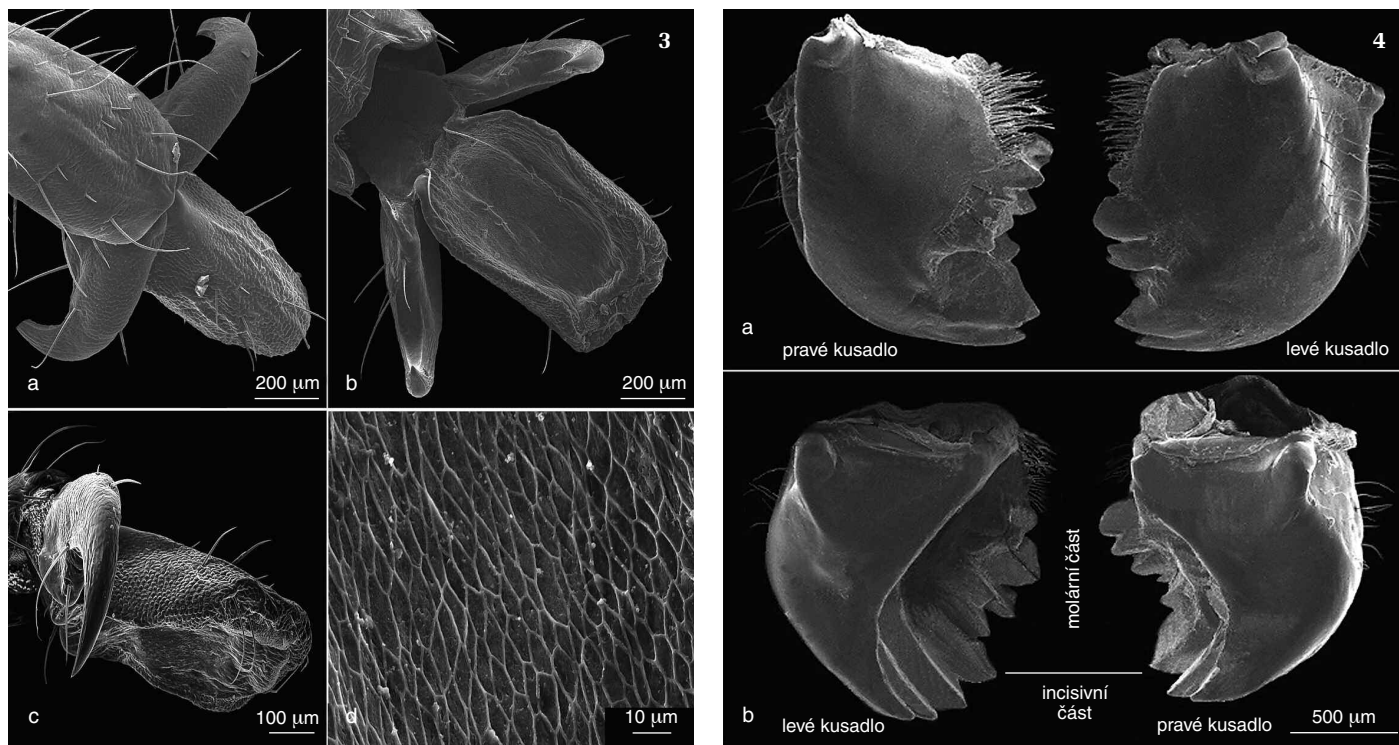
(*Orthoptera*) žijící v České republice. Nevyskytuje se ve všech zmíněných alpínských bezlesích, ale pouze lokálně v Hrubém Jeseníku (Pradědská hornatina, viz obr. 6–8), kde může osidlovat i horské louky (které jsou však podmíněny lidskou činností – kosením) a paseky ve smrkových porostech, a dále obývá několik rašelinišť v jižních Čechách (např. Chlum u Třeboně, Vltavský luh – Mrtvý luh). Jde o evropský horský mezotopní druh rozšířený v Pyrenejích, Alpách a Karpatech, jež nachází optimální podmínky pro život v subalpínském a alpínském stupni. V okolních státech se vyskytuje lokálně a podobně jako u nás je pokládán za vzácný. K přežívání v podmínkách rašelinišť a horských bezlesých stanovišť od 500 do 2 200 m n. m. se výborně přizpůsobil a využívá hned několik strategií.

Kryptické zbarvení najdeme u mnoha zástupců rovnokřídlých, včetně čeledi *Acrididae*, kam saranče horská patří, a kde se projevuje zvláštními způsoby. Např. saranče *Cornops aquaticum* z Jižní Ameriky má schopnost během svého života měnit barvu těla, a to podle změn zbarvení obývaného substrátu. Příkladem kryptického druhu z našeho území je saranče modrokřídlá (*Oedipoda caerulescens*). Barvu jejího těla ovlivňuje charakter obývaného substrátu tak, aby jedinci splyvali s okolím. Lze se proto setkat se žlutými, hnědými, šedými až téměř černými jedinci. Změna zbarvení během života ale už není možná. Saranče horská nepatří mezi barvoměnné druhy, ale její světle zelené základní zbarvení těla s černými podélnými pruhy umožňuje v travnatém biotopu splýnout s prostředím.

Dále má specificky adaptovaná chodidla, resp. arolia (přísavné polštářky mezi drápkami na chodidlech, obr. 3). Kutikula dorzální (svrchní) části polštářku není

1 a 2 Saranče horská (*Miramella alpina*, rovnokřídlá – *Orthoptera*), samice (1), samec (2). Jde o vzhledově nezaměnitelný světle zelený druh s podélnými černými pruhy na štítu. Zadeček má tmavě skvrnitý, krytky (první pár křídel) světle hnědé. Zadní stehna jsou černě skvrnitá, s výrazným červeným lemem na spodní straně.





nijak zvláštní, najdeme zde pouze několik chlupů a silnou vrstvu epidermis. Při pohledu na ventrální (spodní) stranu však uvidíme velmi tenkou, vláknitou a silně rozvrášenou vrstvu. Některé buňky v ní mohou produkovat různé sekrety (vosky). Při dotyku se substrátem je ventrální část arolia poddajná, přizpůsobivá a díky voskům i velice přilnavá. Polštářek na přední končetině saranče horské zaujímá plochu zhruba $0,19 \text{ mm}^2$. Oproti jiným druhům sarančí pohybujícím se po povrchu půdy jsou tyto polštářky značně zvětšené, plní totiž důležitou roli při pohybu jedince v rostlinné vegetaci. Např. u marší rodu *Tetrix* nejsou arolia vůbec vyvinutá, protože se pohybují po povrchu půdy nebo ojedinele v nízké vegetaci (viz např. Živa 2013, 3: 125–127). Celý polštářek chodidla saranče horské je rozdělen do menších útvarů v podobě čtyřúhelníků nebo šestiúhelníků a působí tak dojmem „ok“ v rybářské síti (obr. 3d). Každá tato ploška plní funkci miniaturní přísavky. Pomocí zvětšení v elektronovém mikroskopu ($1\,300\times$) bylo spočteno, že na ploše $0,01 \text{ mm}^2$ polštářku najdeme až 284 ± 6 mikroskopických přehradků. Na celém polštářku se proto může nacházet kolem pěti tisíc útvarů. Míra přilnavosti chodidla se pomocí těchto přísavek zvýší a saranče horské umožňuje udržet se lépe ve vegetaci i v případě silného a nárazového větru.

Obecně jsou saranče pokládána za herbivorní hmyz, což platí i pro sarančí horskou, považovanou za potravního generalistu (využívá široký okruh potravních zdrojů). Podle výzkumů K. Harze (1982), B. F. Hägeleho a M. Rowel-Rahiera (1999, 2000) bylo zjištěno, že saranče horská je výlučně herbivorní a málo vybíravý druh. V potravě byly nalezeny fragmenty dvouděložných rostlin, např. vřesů (*Calluna*) či brusnic (*Vaccinium*), a také jednoděložných, např. suchopýrů (*Eriophorum*) spolu s dalšími šáchorovitými druhy (zjištěno u jedinců odchycených v oblasti Schwarzwald v Německu a v pohoří Jura

ve Švýcarsku). Ústní ústrojí sarančí bývá specializované podle typu potravy, což se hlavně projevuje u sklerotizovaných kusadel, jejichž funkcí je ukusování a žvýkání. Morfologie kusadel saranče horské odpovídá herbivornímu typu (obr. 4). Druhy s takovými kusadly se žíví listy jak trav, tak bylin. Incisivní (spodní) část kusadel je zřetelně oddělená, relativně velká s nepravidelnými, ale ostrými okraji. Ploché a ostré incisivy (zuby) umožňují odřezávání i odtrhávání rostlinných pletiv. Levé zuby jsou delší než pravé. Molární (horní) část tvoří větší či menší hrbolky a zuby, které obklopují centrální část kusadla. Potravní spektrum saranče horské je také ovlivněno pohlavím – samice totiž konzumují zpravidla více druhů rostlin než samci, zřejmě v důsledku vyšších nároků na energii pro tvorbu vajíček i samotné kladení. Rozdíl může souviset s velikostí obou pohlaví, protože samice bývají až o 5 mm větší (délka těla samců bývá 18–25 mm, u samic 24–30 mm).

Saranče horská je univoltinní druh (má jednu generaci za rok). Její vývojový cyklus velmi ovlivňují mikroklimatické podmínky. Doba vývoje a kopulace jedinců přímo závisí na okolní teplotě. Nymfy se líhnou obvykle v polovině června, jejich vývoj trvá v průměru 40–50 dní, kdy procházejí celkem pěti instary. Vzhledem se nymfy podobají dospělcům, liší se především

3 Mikrostruktury na předním chodidle u saranče horské ve skenovacím elektronovém mikroskopu. Dorzální (svrchní, a), ventrální (spodní, b) a laterální (boční, c) pohled na distální, tarsální článek přední končetiny se dvěma drápkami a velkým aroliem (přísavný polštářek). Funkcí arolia je zvýšení přilnavosti (adheze) chodidla k hladkému povrchu. Při pohledu na mikrostrukturu polštářku (d) je celá plocha rozdělena do menších čtyřúhelníkových a šestiúhelníkových útvarů, které vytvářejí dojem „ok“ v rybářské síti. Každá ploška plní funkci přísavky.

4 Dorzální (a) a ventrální (b) pohled na kusadla (mandibuly) saranče horské ve skenovacím elektronovém mikroskopu. Kusadla jsou herbivorního typu, kde incisivní (spodní) část je výrazně oddělena od molární. Incisivní plochu tvoří velké a nepravidelné zuby, molární část se vyznačuje menšími hrbolky a zuby.

5 Boční pohled na oválné, plně nevyvinuté vajíčko saranče horské ve skenovacím elektronovém mikroskopu (vyjmuté z dospělé samice). Pravý vrchol s kanálem pro výživu, uchycení a možné zvětšování vajíčka ve vaječnici samice. Snímky ze skenovacího elektronového mikroskopu JEOL-6610LV.



6 až 8 Příklady biotopů saranče horské v chráněné krajinné oblasti Jeseňníky. Alpínské bezlesí s porosty brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*) – pohled na Velkou kotlinu v národní přírodní rezervaci Praděd (obr. 6). Horská louka na přechodu lesa v bezlesí v blízkosti vrcholu Vysoká hole (1 464 m n. m., obr. 7) a horská holina (paseka) s porostem různých druhů travin (8). Snímky K. Kuřavové

menší velikostí, nevyvinutými krytkami (první pár křídel) a pohlavními orgány. Páření začíná již týden po dokončení nymfálního vývoje. Samec nijak akusticky samici neláká, u tohoto druhu není totiž vyvinutý stridulační aparát a jakákoli akustická komunikace mezi nimi dosud nebyla zaznamenána. Kopulace probíhá u sarančí tak, že samec bývá na zádech samice a předává jí spermatofor, který vloží do samičí spermatéky. Samice tohoto druhu po páření kladou do půdy zpravidla pouze tři ootéky (ochranný obal) s maximálně 30 vajíčky. Vajíčka jsou oválně protáhlá a nažloutlá (obr. 5). Dospělí jedinci žijí většinou jen dva měsíce a po době rozmno-

žování nebo ke konci vegetačního období obvykle hynou. Vajíčka uložená v půdě prodělají zimní diapauzu a noví jedinci se líhnou až v další vegetační sezoně. V případě nepříznivých podmínek je možné, že část vajíček přečkává do dalšího roku.

Saranče horská a změny klimatických podmínek

Kvůli své potravní biologii a výskytu v alpínském bezlesí se saranče horská již několik let využívá při výzkumu vlivu zvýšeného množství oxidu uhličitého na bionomii herbivorního hmyzu v horských ekosystémech. Změny v koncentraci CO₂ ve vzduchu vyvolávají totiž rozdíly v kvalitativním i kvantitativním zastoupení prvků a sloučenin v rostlinném těle a vedou k odchylné distribuci látek v listech. Herbivorové jsou tudíž těmito změnami prostřednictvím potravy ovlivňováni.

U saranče horské se zjistilo, že změna v kvalitě (složení) potravy může mít výrazný vliv nejen na reprodukční úspěšnost, ale také na vývoj jednotlivých stadií – instarů (Asshoff a Hättenschwiler 2005). U rostlin pěstovaných za zvýšené koncentrace CO₂ dochází ke změnám v za-



stoupení látek, kdy se obsah dusíku snižuje a množství škrobů a dalších cukrů zvyšuje. Pro býložravce to znamená, že se mění výživová hodnota konzumované rostliny. Tyto změny měly během experimentu vliv na prodloužení vývojového cyklu u saranče horské až o 8 %. Jelikož druh žije v prostředí s krátkou vegetační sezonou, mohou mít popisované změny výrazný negativní dopad, ale pouze za předpokladu, že se ve větších nadmořských výškách nebude prodlužovat vegetační období. Kromě delšího vývojového cyklu zjistili již dříve citovaní R. Assoffer a S. Hättenschwiler (2005) i výrazné snížení hmotnosti dospělých samic, což se projevilo nižším počtem nakladených snůšek s nižším počtem vajíček. Vylíhnutí jedinci měli nižší schopnost přežívání (až o 98 %). Docházelo i ke kvalitativním změnám vajíček. Jejich stěna byla méně odolná (tenčí, vajíčka obsahovala menší množství žloutku bohatého na glykoproteiny) a nepříznivé vnější podmínky by tak mohly snadno způsobit jejich poškození. V současnosti umíme říct velmi málo o vztahu mezi atmosférou a rostlinou a ještě méně pak o provázanosti na jiných trofických úrovních. Uvedené poznatky u saranče horské však naznačují další možná rizika při probíhajících změnách klimatických podmínek.

I když saranče horská obývá naše území již od poslední doby ledové, je druhem zranitelným, a to v důsledku klimatických změn, které se projevují v kvalitě potravní nabídky. Globální změna podnebí tedy nemusí působit na organismy přímo, ale ukazuje se, že tento problém je mnohem složitější. Jednotlivé trofické úrovně jsou na sobě tak závislé, že i menší změna může znamenat velký vliv na existenci různých druhů.

Seznam citované literatury najdete na webové stránce Živy.

Výzkum byl částečně podpořen Institutem environmentálních technologií (CZ.105/2100/030100, ED 2100/030100) a studentským výzkumným grantem Ostravské univerzity (SGS/PřF/2015).

