

## **Zachraňte našeho největšího modráška – modráška černoskvřnného. Aneb případ rodu Phengaris.**

V hlavních rolích: *Phengaris arion*, *Myrmica sabuleti*, *Thymus praecox*

Ve vedlejších rolích: *Ovis aries*, *Myrmica scabrinodis*, *Homo sapiens*

Pozor ve Velké Británii na počátku 50. let 20. století 100 000 jedinců, v roce 1972 250 kusů, v roce 1979 0. Snahy o reintrodukce selhávají. Počty na evropském kontinentě rapidně klesají. Pomozte! Najděte 3 klíče k ochraně modráška černoskvřnného. Pospěšte si, čas je neúprosný.

K definování klíčů Vám pomohou následující texty. Odpovězte i na průběžné otázky.

1. Klíč:
2. Klíč:
3. Klíč:

## Myrmekofilie

Na světě je popsáno asi 18 000 druhů motýlů. Více než jedna třetina patří do čeledi Lycaenidae. Téměř všichni motýli z čeledi Lycaenidae projevují nějaký vztah k mravencům během larválního a pupálního vývojového stádia. Asi 97% těchto vztahů má charakter mutualistický, tzn. že mravenci housenky nenapadají, naopak je hlídají a chrání před jinými predátory. Fytofágní housenky jim na oplátku poskytují sladké výměšky s hodnotnými aminokyselinami. Několik druhů je afytofágních (entomofágních) po část svého života - žerou buď mšice a červce obvykle v okolí mravenišť, nebo žijí uvnitř mraveniště, kde požírají mravenčí plod, nebo jsou přímo krmeny dělnicemi. V tomto případě mluvíme o myrmekofilii. Vztah k mravencům může být rozdílně vyhraněný, počínaje situacemi, kdy mravenci od vývojových stádií motýla odeženou parazitoida či predátora (fakultativní myrmekofilie), až po tzv. obligátní myrmekofilii, kdy modrásek nemůže bez mravenců ukončit svůj vývoj. I obligátní myrmekofilie může být různě úzká, tj. od volného vztahu motýla k více druhům mravenců až po specializovanou vazbu daného druhu modráška na jediný druh mravence. Tato vyhraněná trofická vazba na jeden druh mravence (resp. několik málo druhů daného rodu) se vyvinula například mezi modrásky rodu *Maculinea* a mravenci rodu *Myrmica* a je povahy parazitické.

Co myslíš, jak se chová housenka modráška černoskvřelá (*Maculinea arion*) ke svým hostitelským mravencům?

## Charakteristika rodu *Maculinea*

Rod *Maculinea* van Eecke, 1915 zahrnuje 7 druhů, z toho 5 se vyskytuje v Evropě: *Maculinea arion* (Linnaeus, 1758), *Maculinea teleius* (Bergsträsser, 1779) *Maculinea nausithous* (Bergsträsser, 1779) *Maculinea alcon* (Denis a Schiffermüller, 1775) a *Maculinea rebeli* (Hirschke, 1904). Poslední jmenovaný byl dříve považován za poddruh *M. alcon* a není vyloučeno, že se druhový status *M. rebeli* opět vrátí k původnímu pojetí.

Motýli r. *Maculinea* jsou univoltinní (resp. semivoltinní) a žijí v uzavřených populacích. Všechny druhy r. *Maculinea* mají podobný životní cyklus, který byl poznán teprve v 70. letech 20. stol. Dospělce, vajíčka a první tři larvální instary je možno vidět po 2 měsíce v létě; v těchto stádiích se neprojevuje vztah s mravenci. Samičky kladou vajíčka na specifické živné rostliny, na jejichž pupenech se mladé housenky krátce živí. Rychle se vyvíjí, avšak až do třetího svlékání dosahují jen malé hmotnosti. Po dosažení finálního čtvrtého larválního instaru housenka opustí živnou rostlinu a zůstane v klidu schovaná tak, aby byla nalezena mravenci r. *Myrmica* shánějícími potravu. Mravenec housenku považuje za ztracenou mravenčí larvu, a tak ji odnese do svého mraveniště, kde housenka žije po dobu 10-23 měsíců a získá více než 98% své konečné biomasy tím, že požívá mravenčí larvy nebo se nechá krmit dělnicemi. Stádium kukly rovněž probíhá v mraveništi.

Každý druh r. *Maculinea* si vytvořil odlišný způsob adaptace pro život v mraveništi. Tyto způsoby lze rozdělit na primitivní a pokročilý parazitismus podle toho, jak moc jsou housenky schopny napodobovat mravenčí larvy. *Maculinea rebeli* and *Maculinea alcon* patří do první skupiny. Jejich housenky jsou stále opečovávány a krmeny dělnicemi vývržky potravy, vajíčky nebo mrtvou kořistí. Jedná se o tzv. kukaččí druhy. Housenkám *Maculinea arion* a *Maculinea teleius* se nedostává příliš pozornosti ze strany mravenců. Uvnitř mraveniště predují mravenčí plod.

P ř e ž i j e h o u s e n k a m o d r á s k a č e r n o s k v r n n é h o v k a ž d é m m r a v e n i š t í ?

## Adopce a přežití v mraveništi

První tři týdny života se housenka živí biomasou květů. Vyvíjí se rovnoměrným tempem, dvakrát se svléká. Nabírá pouze 1% své konečné hmotnosti<sup>1</sup>. Na mateřidoušce je až 70-75% housenek zabito buď kanibalisticky jinou housenkou<sup>2</sup> nebo predátorem z řady bezobratlých nebo v případě, že rostlina i s housenkami je pozřena velkým herbivorem.

Housenka I3 se svléká v kteroukoliv denní dobu, avšak zůstává skryta v pupenech květenství mateřidoušky až do podvečerních hodin. Tehdy rostlinu opustí. V tuto dobu totiž mravenci rodu *Myrmica* vykazují nejvyšší aktivitu shánění potravy za celý den. Aktivita mravenců vrcholí mezi 18<sup>00</sup> a 18<sup>30</sup> hod. Naproti tomu v tutéž hodinu oba druhy rodu *Formica*<sup>3</sup> již aktivní nejsou. Housenka I3, která se svléká po 19. hodině, na rostlině zůstane přes noc a následující den seskočí na zem opět až mezi 17. – 18. hodinou.

Poté, co housenka I4 opustí květenství živné rostliny, se usadí ve vegetaci tesně na zemi nebo v chráněné skulině v zemi. Neprojevuje tendence k pohybu přes mravenčí teritoria<sup>4</sup>. Specifickou roli hraje i to, v jaké výšce nad zemským povrchem se usadí. Preferované výšky, v nichž se mravenci různých druhů pohybují při sběru potravy, vykazují vertikální stratifikaci v rámci 1-3cm vysokého vegetačního pokryvu. Před třetím svlékáním se housenka drží ve výšce  $\geq 0,75$ cm. Před adopcí sleze do výšky v 0,5-0,25cm nad zemí, což odpovídá výškám, v nichž se pohybují mravenci rodu *Myrmica* a naopak se zde minimálně vyskytují mravenci rodu *Formica*, kteří hledají potravu ve vrcholových partiích vegetace.

Popsané adaptivní chování housenek výrazně snižuje mortalitu. Housenka zvyšuje pravděpodobnost, že bude objevena a adoptována dělnicí hostitelského druhu mravence a nikoliv druhem jiným<sup>5</sup>. Housenky se „naučily“ využívat mikroniku, kterou obsadili mravenci r. *Myrmica* a

---

<sup>1</sup> Počáteční růst je omezen zřejmě proto, aby housenka I4 nebyla větší než mravenčí larvy, které napodobuje

<sup>2</sup> Nachází-li se v jednom květenství více housenek, dochází mezi nimi ke kanibalismu. Obvykle přežívá jen jedna.

<sup>3</sup> Rozumí se *Formica fusca* a *Formica rufa*, druhy, které se nachází na typických stanovištích *M. arion*.

<sup>4</sup> Dřívější domněnky, že housenky aktivně vyhledávají mravence sledováním pachových stop vedoucích do hostitelského mraveniště či putováním na delší vzdálenosti od živné rostliny, byly vyvráceny. Respektive náznaky takového chování byly pozorovány pouze v laboratorních podmínkách při experimentech prováděných Schrothem a Maschwitzem (1984), a opětovně Fiedlerem (1990) u *M. telesius* (Thomas et al. 2002).

<sup>5</sup> Pod mateřidouškami na stanovištích *M. arion* lze nalézt několik druhů mravenců různých rodů. Nejčastěji se jedná o *M. sabuleti*, *M. scabrinodis*, *M. ruginodis*, *Formica fusca*, *Formica rufa*.

kteřá souvisí s časovým a prostorovým využitím prostředí pro aktivitu shánění potravy<sup>6</sup>.

Čerstvě svlečená housenka I4 má jak pórovité kupolovité orgány (PCOs), tak dobře vyvinutý dorsální nectarový orgán (DNO), naproti tomu ji chybí tykadlový orgán (TOs)<sup>7</sup>. Mravenci r. *Myrmica* mohou detekovat housenku do vzdálenosti 0,5cm. Je pravděpodobné, že sekrety z DNO či jiné netěkavé sekrety vylučované housenkou *M. arion* obsahují látky, které lákají mravence r. *Myrmica*, čemuž nasvědčuje skutečnost, že kontakt s dělnicí r. *Formica* trvá průměrně jen 1-2s, zatímco s dělnicemi r. *Myrmica* 45 min a déle<sup>8</sup>.

Jestliže housenku najde jako první dělnice r. *Formica*, saje asi 2s sekret z DNO a pak housenku opustí. Někdy se dělnice r. *Formica* pokusí vystrnadit dělnici r. *Myrmica*, která již housenku „dojí“. Dochází k bojům. Je-li zahrnuta dělnice r. *Formica*, dělnice r. *Myrmica* pokračuje v „dojení“ housenky. Zvítězí-li dělnice r. *Formica*, je housenka po několika sekundách opuštěna.

Když dělnice r. *Myrmica* objeví housenku, začne okamžitě zkoumat tykadly housenku v místech, kde se nachází DNO. Housenka reaguje uvolněním sekretu, který dělnice pije. Přitom ohmatává tykadly i zbytek těla housenky a líže sekret také z pórovitých kupolovitých orgánů roztroušených po celém povrchu těla. Zřídka dělnice housenku opustí za účelem verbování dalších dělnic. Po 15 - 225 minutách, během nichž dělnice saje sekret z DNO a neustále housenku „bičuje“ tykadly, se najednou housenka povytáhne z úkrytu pod listem a zkroutí své tělo na 3-5s do tvaru písmene S. Hlavu a hrud' při tom zvedne, hrud' se počne nadouvat, přičemž jsou nápadně odhaleny mezisegmentální membrány. Dělnice se velmi vzruší. Dotkne-li se zduřené hrudi, uchopí housenku a odnese ji do mraveniště. Pokud je dělnice příliš zaujata „dojením“ posteriorních DNO a nedotkne se zduřené hrudi, opakuje housenka celý proces zkroucení a zduření hrudi po více než 60 min znovu<sup>9</sup>. Někdy se stane, že dělnice housenku opustí, např. po půtce s dělnicí mravence jiného druhu. Housenka potom čeká na dalšího mravence. Nezřídka se přihodí, že housenka, která byla zprvu nalezena dělnicí *Myrmica sabuleti*, je nakonec adoptována dělnicí *Myrmica scabrinodis*. Nebyly zaznamenány žádné mechanismy, kterými by housenka upřednostňovala adopci *M. sabuleti* oproti adopci *M. scabrinodis*<sup>10</sup>.

Pokud není housenka nalezena a adoptována do dvou dnů po opuštění živné rostliny<sup>11</sup>, umírá hladem.

K adopci v přírodě dochází od konce července do poloviny srpna. Stádium housenky I4 trvá 10 měsíců (od srpna do května). Housenka se v mraveništi stává obligátním predátorem mravenciho

<sup>6</sup> Jinými slovy: „Housenka je ve správnou dobu na správném místě.“

<sup>7</sup> Jedná se o specializované epidermální žlázy.

<sup>8</sup> Je tedy možné, že housenka vylučuje sekret výhradně mravencům r. *Myrmica*.

<sup>9</sup> Při pozorování na lokalitě v Dartmooru (UK) čekala larva pod mateřidouškou průměrně 23 min, než byla objevena mravenci rodu *Myrmica*. Interakce s dělnicí před vlastní adopci trvala 66 min .

<sup>10</sup> Oba druhy mají stejnou šanci k nalezení housenky čekající na adopci, neboť využívají stejnou mikroniku - stejný čas a místo pro sběr potravy.

<sup>11</sup> Například z důvodu, že v okruhu 2-4m není žádná vhodná mravenčí kolonie.

plodu<sup>12</sup>. Housenky po většinu dne leží stranou od mravenčího plodu, odpočívají na upředěných hedbávných výstélkách stěn mravenčí komůrky. Toto místo pravidelně opouští a predují mravenčí larvy. Když jsou malé, zavrtávají se mezi ostatní larvy. Vlastní predace larev je poněkud stížená a nezřídka vyústí do krátkého souboje s larvou, který trvá do okamžiku, než se housence podaří propíchnout larvě kutikulu. Větší housenky se již mezi mravenčí larvy nezavrtávají a volně je přelézají.

Pro zásobování jedné housenky v mraveništi je potřeba asi 230 velkých larev (z toho na jaro připadá větší polovina, tj. ca 140 kusů) při minimální velikosti hnízda čítajícího 354 dělnic.

Přestože housenky mohou být adoptovány jakýmkoliv druhem r. *Myrmica*, obvykle přežijí jen v mraveništi svého primárního hostitele *M. sabuleti*. Sekundárním hostitelem je *M. scabrinodis*, v jehož koloniích může housenka také úspěšně dokončit vývoj. Přítomnost sekundárního hostitelského druhu je žádoucí, neboť za nepříznivých klimatických podmínek, kdy je nízká densita kolonií *M. sabuleti*, může populaci modráška zachránit před vymřením. Po odnesení do mraveniště jiného druhu r. *Myrmica* je housenka brzy zabita.

Mortalita housenek *M. arion* je téměř třikrát větší v mraveništích, kde je přítomna královna. Je to přisuzováno tzv. efektu královny, který spočívá v tom, že mravenčí dělnice napadají velké mravenčí larvy, které se vyvíjí v nové královny (*gyne* larvy). Chování dělnic je podmíněno produkcí speciálních feromonů, které vylučuje právě královna<sup>13</sup>. Housenky *M. arion* jsou obvykle napadány prvními deset dní pobytu v mraveništi<sup>14</sup>, kdy jejich velikost odpovídá velikosti larev potenciálních mravenčích královen. Vzhledem k tomu, že housenky po adopci predují právě tyto velké larvy potenciálních královen, potřísní se při kontaktu s nimi jejich feromony, které podněcují agresivitu dělnic. Je možné, že housenky na svou obranu vylučují napodobeniny feromonů larev, které jsou předurčeny stát se dělnicemi, nebo feromony trubců.

Mimikry housenek jsou funkční pouze v dobře živěných koloniích, které nejsou vystaveny stresům a nachází se v příznivém fyziologickém stavu.

Dělnice r. *Myrmica* tolerují vetřelce včetně cizích larev r. *Myrmica*, pokud je dostatek potravy. Ale stávají se velmi agresivní, dojde-li ke stresovým stavům. Ihned zabíjí všechny vetřelce, v extrémních situacích požírají i své vlastní larvy včetně housenek modráška.

---

<sup>12</sup> Housenky „neprosí“ dělnice o potravu a ani dělnice se je nesnaží krmit vývržky vlastní potravy, trofickými vajíčky či mrtvou kořistí.

<sup>13</sup> Královny r. *Myrmica* kladou dva hlavní typy vajíček; vylíhne-li se larva samičího pohlaví, může se vyvinout v dělnici nebo ve větší larvu, z níž se mohou vylíhnout královny. Když kolonie ztratí královnu, podněcují dělnice tyto větší samičí larvy ve vývoji v larvy potenciálních královen, obzvláště pokud je dostatek potravy. Dělnice také kladou životaschopná vajíčka, která se vyvíjí v samce. Ale pokud je v mraveništi přítomna královna, tak dělnice, které se starají o larvy, zanedbávají velké larvy samičího pohlaví, nechávají je hladovět nebo je dokonce napadají. Tím se zastaví jejich růst a uspíší jejich přeměna v dělnice. Larvy, které už prošly kritickou fází, kdy se mohly přeměnit na dělnice, jsou dokonce napadány zuřivěji, často dojde k jejich usmrcení. Efekt královny proti larvám potenciálních královen se nejsilněji projevuje na jaře během růstového období.

<sup>14</sup> Efekt však může doznívat ještě dalších devět měsíců.

Na čem závisí přežití housenky v mraveništi? Jmenujte alespoň 3 faktory.

### **Klíč k ochraně č. 1**

Počáteční ochranná úsilí, datující se od 20. let 20. století<sup>15</sup>, ztroskotala, neboť se nevědělo téměř nic o ekologii druhu, zejména o jeho závislosti na mateřídoušce a mravencích r. *Myrmica*. Úbytek modrásků byl často dáván za vinu špatným faktorům prostředí. Tyto omyly bohužel někdy vedly až k opatřením, která vymírání na konkrétních lokalitách ještě uspíšila. Intenzivní ekologický výzkum nejen *M. arion*, ale i druhů, na nichž závisí, začal v 70. letech 20. století.

Klíčem k ochraně *M. arion* je takový management na lokalitách, který podněcuje vysokou populační hustotu *M. sabuleti* s koexistencí mateřídoušky. K zachování životaschopné populace je nutné, aby se více než 51% živných rostlin nacházelo v dosahu<sup>16</sup> kolonie *M. sabuleti*<sup>17</sup>. Abundance živné rostliny není tak důležitá jako její distribuce na stanovišti. Jsou-li mateřídoušky příliš nahloučeny, pak dochází k tomu, že housenky na nich přítomné jsou adoptovány několika málo koloniemi, které nejsou s to je uživit.

Vhodné teplotní půdní mikroklima vedoucí k dominanci *M. sabuleti* se tvoří pouze na místech, kde je jednak teplé lokální podnebí spojené s jižně orientovanými svahy a jednak nízký drn, který vrhá malý stín a je udržován pastvou. Bez ohledu na lokální klima má *M. sabuleti* mnohem užší niku než živná rostlina modráška *M. arion*. Hustota kolonií *M. sabuleti* je výrazně ovlivněna kompeticí s jinými mravenci r. *Myrmica*, jejichž niky se překrývají s nikou *M. sabuleti*. Proto je důležité si uvědomit, že hustota hostitelských kolonií a hustota nehostitelských kolonií nemůže být manipulována nezávisle na sobě.

Ale tak proč vlastně tak najednou začal mizet?

---

<sup>15</sup> Zmínky o jeho ubývání pochází již z 80. let 19. století.

<sup>16</sup> Dosahem se rozumí vzdálenost 2-3m.

<sup>17</sup> Doporučuje se až 80%.

## Klíč k ochraně č. 2 a 3

Modrásek černoskvřinný žije v uzavřených populacích čí tajících několik desítek až stovek jedinců na stanovišti o rozloze 0,5–5ha. Malé populace (méně než 400 dospělců na 2500 kolonií *M. sabuleti* na 1 ha) mají tendenci periodicky vymírat, načež musí být znovu osídleny z blízkých kolonií (tj. v rozsahu 2km). Pro přežití druhu ve fragmentovaném území<sup>18</sup> je nezbytná existence funkční metapopulace, tj. soubor subpopulací, které jsou lokálně propojené a jejichž jedinci mohou mezi sebou migrovat.

Vzhledem k tomu, že jsou finanční zdroje na ochranu přírody limitované a jejich využívání často závisí na vztahu veřejnosti k ochraně přírody, existuje snaha chránit několik málo charismatických druhů, jejichž ochrana pokryje zároveň mnoho dalších druhů s obdobnými stanovištními nároky. Učebnicovým příkladem takového druhu je modrásek černoskvřinný (*Phengaris arion*, dříve *Maculinea arion*). Ve Velké Británii došlo v 70. letech 20. stol. k jeho vymizení v důsledku opuštění tradiční pastvy ovcí na jeho lokalitách. Obnova využívání umožnila úspěšnou reintrodukcii druhu, což je jeden z pozoruhodně úspěšných příkladů ochrany přírody. Mezitím ale došlo ke zhoršení stavu populace i v kontinentální Evropě v důsledku ztráty biotopu způsobené jednak intenzifikací zemědělství, jednak opuštěním od hospodaření. Jako druh spjatý s tradiční kulturní krajinou může být zachován pouze zachováním tradičních forem hospodaření.

Modrásek černoskvřinný býval v ČR široce rozšířeným druhem až do poloviny minulého století. Od té doby došlo k jeho rychlému úbytku. V roce 2006 proběhl průzkum na 166 lokalitách s travnatými biotopy během letové periody modráska, tj. od 4.7. do 28.7. Modrásek černoskvřinný byl zjištěn na 65 ze 166 sledovaných lokalit. Nejčastěji se vyskytoval na jižně či jihozápadně orientovaných svazích s velkou variabilitou trávníků, vysokým zastoupením živné rostliny a přítomností jednotlivých křovin. Takové biotopy byly ale častěji nalézány na opuštěných než aktivních pastvinách. Rovněž přítomnost dřevin poskytujících úkryt před větrem měla kladný vliv

---

<sup>18</sup> Tj. většina známých lokalit, na kterých se druh vyskytuje.



na přítomnost modráska. Nejvyšší početnosti dosahoval modrásek na trávnicích s vysokým zastoupením nektaronosných rostlin a určitým zastoupením dřevin; tzn. na lokalitách pasených nepříliš intenzivně nebo plochách ponechaných dočasně ladem. Modrásek černoskvřinný vyžaduje různorodou mozaiku pastvin a lad s křovinami, zatímco chybí v monotónně obhospodařované krajině ať už pasené či kosené. Heterogenní krajina omezuje vliv negativního vlivu jednotlivých typů managementu (nebo nehosподаření), protože zahrnuje mozaiku různých stanovišť na poměrně malé ploše. Zachování populace modráska černoskvřinného proto vyžaduje zachování jemné mozaiky existujících ploch s časově a místně proměnlivým managementem. Ohrožení tohoto tradičního využití krajiny představuje podpora zemědělců z agro-environmentálních programů a dotační tituly na zalesňování.

K doplnění doporučuji podívat se na následující videa:

[https://www.youtube.com/watch?v=BM8TczDI0g0&ab\\_channel=BBCEarth](https://www.youtube.com/watch?v=BM8TczDI0g0&ab_channel=BBCEarth)

do mozaiky životního příběhu vstupuje další parazit?

[https://www.youtube.com/watch?v=GCo2uCLXvhk&ab\\_channel=BBCStudios](https://www.youtube.com/watch?v=GCo2uCLXvhk&ab_channel=BBCStudios)

Dle počtu správně odhalených klíčů můžete získat 0-3 body. Pokud budete mít zodpovězeny i meziotázky (vzhledem k tomu, že jsou některé tipovací, nemusí jít o odpovědi správné), můžete získat 1 bonusový bod.

