

Hmyz v extrémním prostředí



Mgr. Jiří Procházka



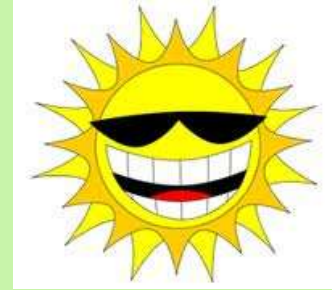
Masarykova univerzita,
Přírodovědecká fakulta,
Ústav botaniky a zoologie

Hmyz v extrémním prostředí

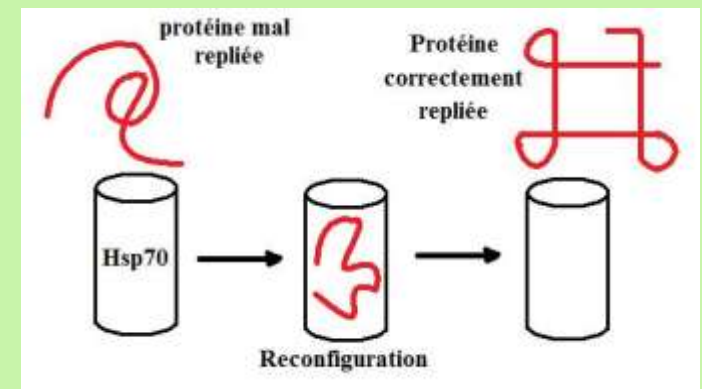
HORKO



Hmyz v extrémním prostředí



- **tepelná tolerance** (heat tolerance) – často měřená jako kritické teplotní maximum – je teplota, kterou je hmyz schopen fyziologicky vydržet v aktivním stavu (tj. ne jako vajíčko nebo během diapauzy)
- **protein teplotního šoku (HSP - heat shock protein)** je označení pro skupinu proteinů, které zajišťují univerzální stresovou odpověď buněk, například při vystavení buňky vysoké teplotě, extrémnímu pH nebo třeba těžkým kovům
- váží se na nesbalené proteiny, chrání je či pomáhají jejich správnému sbalení, jsou prevencí změn souvisejících s denaturací bílkovin
- dramatické zvýšení koncentrace HSP je klíčovou součástí šokové reakce a je vyvolána primárně transkripčním faktorem teplotního šoku



Hmyz v extrémním prostředí

Pouštní mravenci

- nejméně 3 rody pouštních mravenců v Africe a Austrálii se přizpůsobily strategii „pouštních mrchožroutů“, kteří sbírají těla jiného hmyzu, který zahynul díky teplotnímu stresu

Přizpůsobení horku:

- 1) **rychlost** (*Cataglyphis* 1 m/s) – minimalizuje vystavení slunci, čímž tepleji, tím rychlejší
- 2) **dlouhé nohy** zvyšují vzdálenost těla od substrátu (teplota 4 mm nad povrchem je o cca 6–7°C nižší než na povrchu)
- 3) jejich **sběrací chování** zahrnuje zastávky na stoncích suché vegetace a v teplotních úkrytech (až 75% sběracího času)



Hmyz v extrémním prostředí

- mravenec r. *Cataglyphis* na Sahaře sbírá potravu při teplotě těla přes 50°C a teplotě povrchu až 70°C
- v přírodních podmínkách sbírají tito mravenci potravu v úzkém teplotním okně blízko svého teplotního maxima, pokud jejich teplota dosáhne CTM, musí vyhledat úkryt
- ostatní mravenci a jejich predátoři, paještěrky rodu *Acanthodactylus*, se ukrývají do podzemních nor při teplotách povrchu 35–45°C, kdy *C. bombycina* teprve zahajuje svoji aktivitu
- teplotní okno *C. bombycina* je tak vymezeno predáčním tlakem na dolní a CTM na své horní hranici
- extrémní tolerance – únik kompetici a predaci



Hmyz v extrémním prostředí

Termální prameny

- některé bakterie se vyskytují až do teploty blízké bodu varu, někteří drobní zástupci mnohobuněčných živočichů tolerují teploty až k 60°C, avšak není znám jediný živočišný druh schopný dokončit svůj celý životní cyklus při teplotě vyšší než 50°C
- horní teplotní limit pro hmyz v aktivní životní fázi je 50°C
- charakteristická společenstva bezobratlých se vyskytují ve vodách teplejších než 40°C po celém světě



pakomár *Chironomus tentans*



břežnice *Ephydrella thermanum*

Hmyz v extrémním prostředí

Sucho

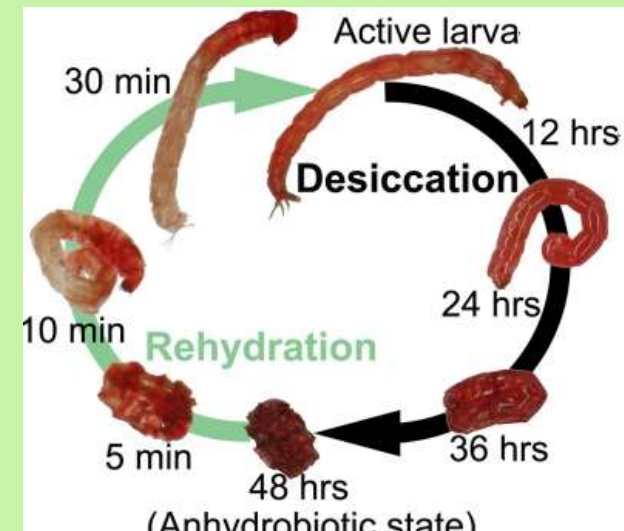
- **tolerance k vysychání** je schopnost organismu snášet extrémní sucho nebo obdobné podmínky
- rezistence vůči vysychání se obvykle měří změnou hmotnosti v suchém období
- existují tři hlavní strategie zvyšující odolnost k vysychání:
 - 1) zvýšení celkového obsahu vody v těle
 - 2) snížení rychlosti ztrát tělní vody
 - 3) tolerance větších ztrát tělní vody



Hmyz v extrémním prostředí

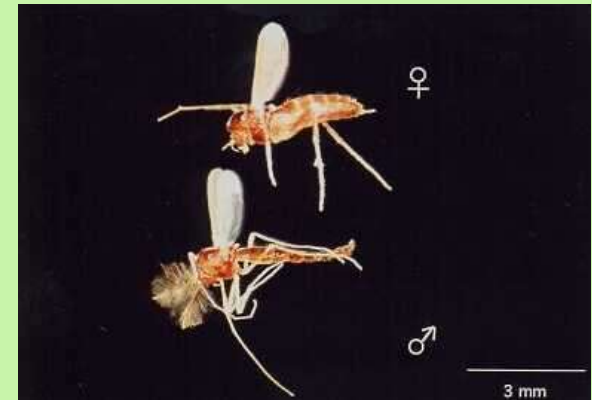
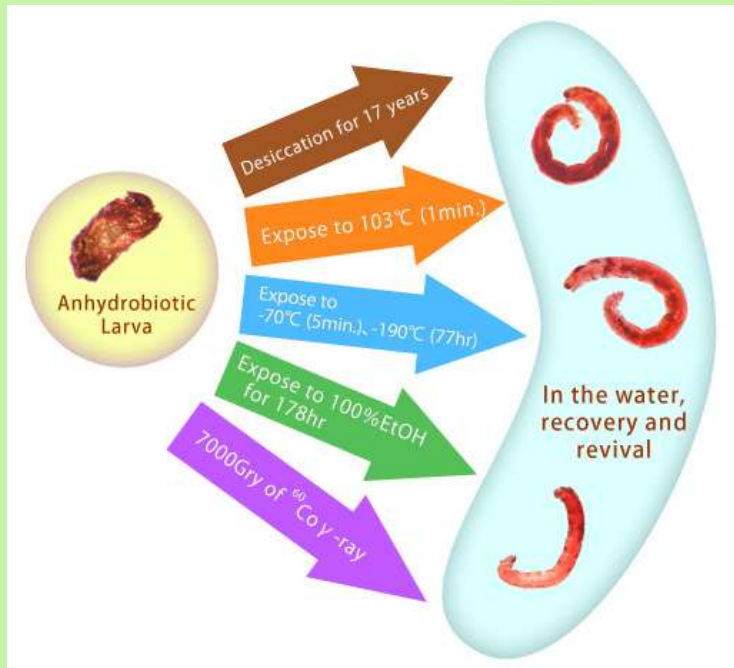
pakomár *Polypodium vanderplanki*

- skalnaté oblasti v semiaridních oblastech střední Afriky, střídání období sucha (až 8 měsíců) a dešťů
- larvy žijí v tůňkách na žulových skalách v bahně na jejich dnech, živí se organickou hmotou a bakteriemi
- teplota vody v tůňkách může během dne dosahovat 40°C a pokud neprší, vyschnou během týdne (→ vyloučení konkurence)
- larvy spojují bahno svými slinami a vytváří si trubičkovitá hnízda, ve kterých přečkávají suché období
- larva chráněná hnízdem postupně vysychá až obsah vody v těle klesá na 3 % tělesné hmotnosti (kryptobióza, anhydrobióza)
- po naplnění tůňky vodou larvy ožívají již během 1 hodiny a začínají znovu růst; s dalším vyschnutím a deštěm se proces opakuje



Hmyz v extrémním prostředí

pakomár *Polypodium vanderplanki*



- osmoprotektanty– malé molekuly fungující jako osmoticky aktivní látky (osmolyty), pomáhají organismům přežít extrémní osmotický stres
- sacharid trehalóza obsažený v hemolymfě – normální koncentrace je 0.5–1 %, během vysychání je rychle syntetizována až do koncentrace 20 %
- stabilizuje buněčné membrány

Hmyz v extrémním prostředí

Nivální fauna



Männliche Schneemücke der Gattung *Chionea*
© Cosmin O. Mancu



Hmyz v extrémním prostředí

Antarktida

- extrémní teploty (od -34°C do $+10^{\circ}\text{C}$, letní povrchové teploty skal a mechu dosahují $+21^{\circ}\text{C}$), extrémně prudké větry, dehydratace díky vystavení velmi suchému vzduchu během zimy
- velmi krátká vegetační sezóna, kdy teplota dovolí rostlinám růst
- velké výkyvy pH prostředí (pH 3–12), ponoření do guána tučňáků v jejich koloniích během léta
- zaplavení sladkou vodou (tající sníh a led, déšť) i mořskou vodou (příboj)
- vystavení intenzivnímu UV záření (ozonová vrstva je zde přirozeně tenčí + ozonová díra)
- nedostatek kyslíku v období, kdy jsou organizmy uvězněny po dlouhé období v ledu, nebo v guánu, kde kyslík odčerpávají aerobní bakterie



Hmyz v extrémním prostředí

Antarktida

10 druhů chvostoskoků:



Hmyz v extrémním prostředí

Antarktida

ektoparaziti obratlovců: blechy, vši, péřovky

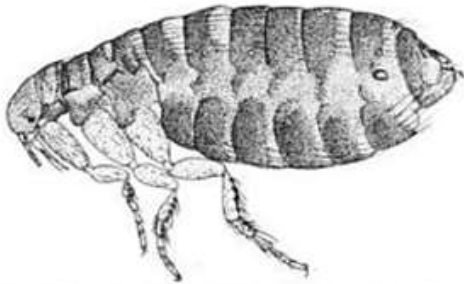
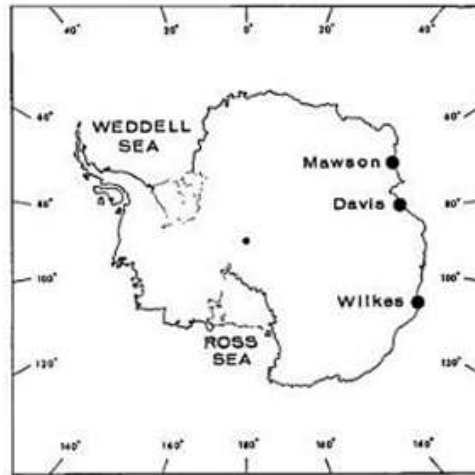


Fig. 1. The antarctic flea, *Glaciopyllus antarcticus* Smit and Dunnet (after Cressitt, 1965, "Biogeography and ecology in Antarctica," W. Junk, p. 464).



Hmyz v extrémním prostředí

Antarktida

ektoparaziti obratlovců: blechy, vši, péřovky



Hmyz v extrémním prostředí

Antarktida

pakomár *Belgica antarctica*

- největší čistě suchozemský živočich (2-6 mm)
- žije cca 10 dní; bezkřídlý - zamezuje odvíatí na nepříznivá místa a šetří energii
- larva přežívá zmrznutí tělních tekutin, životní cyklus trvá dva roky
- černé lesklé zbarvení pomáhá absorbovat tepelné záření a možná blokuje i nebezpečné UV záření



Hmyz v extrémním prostředí

Anaerobní prostředí

- dvě ekologické skupiny organismů čelí problému se získáním kyslíku pro potřeby aerobního metabolismu:

1) endoparaziti

2) vodní hmyz

- existují dva základní mechanismy jak problém s nedostatkem kyslíku řešit:

1) získávání kyslíku z atmosférického zdroje, buď díky přímému spojení s atmosférou nebo nepřímo, zprostředkovaně

2) spoléhání se pouze na kyslík rozpuštěný v příslušném mikrohabitatu



Hmyz v extrémním prostředí

Endoparaziti

- žaludeční střečci – paraziti lichokopytníků (koňovití, nosorožci)
- vajíčka kladou na vegetaci nebo na chlupy na nohách a plecích, odkud se vajíčka nebo i vylíhnuté larvy dostanou při olizování do dutiny ústní a přes podslizniční vrstvu jazyka do žaludku, kde probíhá jejich další vývoj
- dospělé larvy odcházejí z těla spolu s trusem do vnějšího prostředí, kde se kuklí
- larvy obsahují hemoglobin



Hmyz v extrémním prostředí

Vodní hmyz



Hmyz v extrémním prostředí

Vodní hmyz

- zatímco vzduch obsahuje přibližně 21 % kyslíku, voda i při nasycení obsahuje méně než 0.4 % volného kyslíku
- prostá difuze, tracheální žábra, hemoglobin
- Bajkal – pakomár *Sergentia koschowi* až do hloubky 1360 m

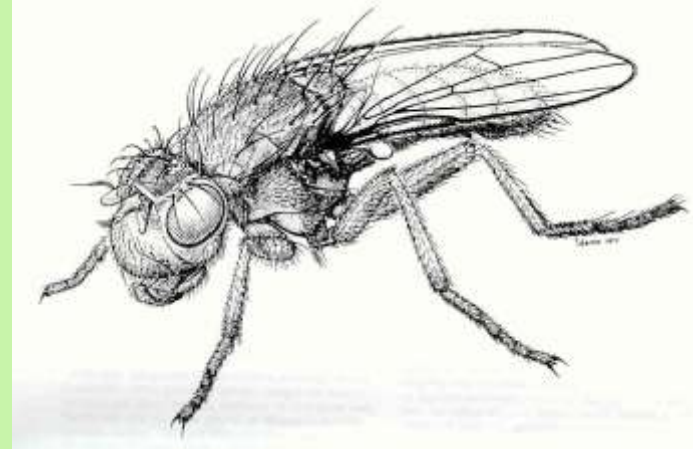


pakomár *Chironomus plumosus*

Hmyz v extrémním prostředí

SŮL

- v běžném případě je tělo hmyzu vůči prostředí hypertonické a z okolního prostředí do něj po koncentračním spádu proniká voda, zatímco soli unikají z těla
- v brakické a slanné vodě je proces opačný, tělo fyziologicky vysychá (ztráta vody, hromadění iontů)
- osmoregulace spočívá ve schopnosti vylučovat nadbytečnou vodu z těla a zadržovat ionty v těle v hypotonickém prostředí (tvorba hypotonické moči)
- v hypertonickém prostředí hmyz musí zadržovat vodu (pití) a vylučovat ionty (hypertonická moč)



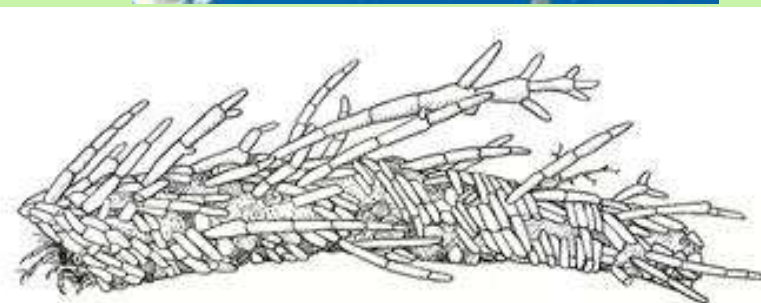
břežnice *Ephydra hians*
toleruje salinitu 5-200 g/l

Hmyz v extrémním prostředí

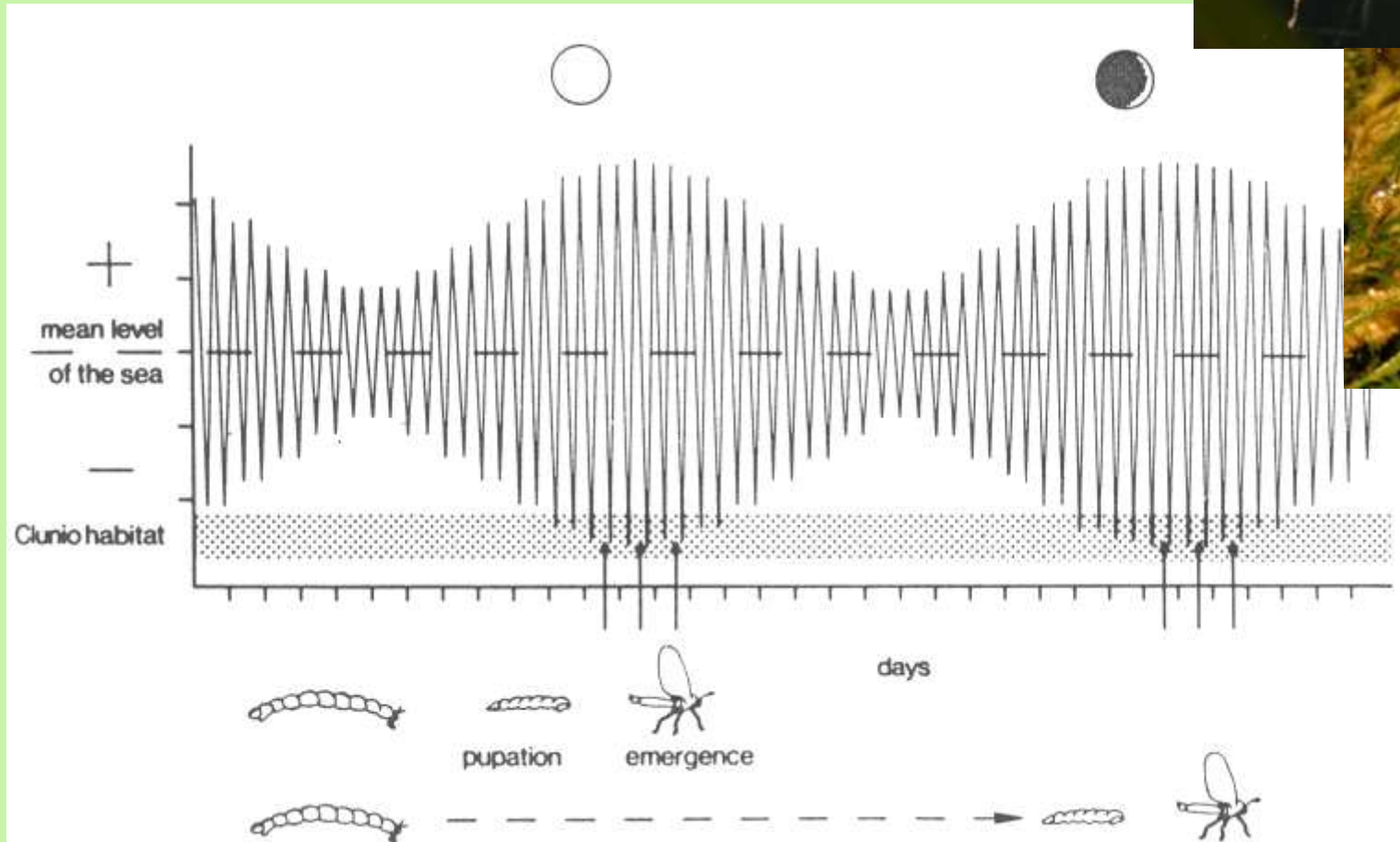
MOŘSKÉ PROSTŘEDÍ

Proč je hmyz v tomto prostředí neúspěšný?

- 1) turbulence
- 2) změny hydrostatického tlaku
- 3) střídavé zaplavování a obnažování při přílivu
- 4) hloubka
- 5) salinita
- 6) dostupnost potravy
- 7) kompetice
- 8) predace



pakomár rodu Clunio



Semilunární periodicitu líhnutí *Clunio marinus* ilustruje časovou souvislost mezi fázemi měsíce, přílivem a obnažováním habitatu tohoto druhu. Šipky znázorňují líhnutí (podle Neumann 1975).

Hmyz v extrémním prostředí

TOXICKÉ PROSTŘEDÍ

- tolerance k alkoholu u druhů vyvíjejících se v kvasících látkách (ovoce, houby)
- etanol je v nízkých koncentracích přirozeným zdrojem energie, ve vyšších koncentracích toxinem (max. 7 %)



Hmyz v extrémním prostředí

TOXICKÉ PROSTŘEDÍ

- březnice *Halaeomyia petrolei* žije v asfaltových jezírkách
- prostředí bohaté na organická rozpouštědla
- larva žije ponořená v asfaltu, dýchá vzdušný kyslík; voda je přítomná v podobě kapének v asfaltu nebo jako vrstvička na jeho povrchu
- potrava: zbytky hmyzu a dalších organismů v asfaltu
- trávicí soustava je plná asfaltu, ten se ale nedostává do přímého kontaktu s tkání díky kutikulární výstelce a peritrofické membráně v trávicím traktu



Hmyz v extrémním prostředí

JESKYNĚ

- **absence světla** a denního rytmu
- **stabilní klima**, teplota se nemění mezi dnem a nocí, rozdíly mezi létem a zimou jsou jen mírné
- absence silného větru a bouřek
- minimální spojení s vnějším světem (ústí, komíny, podzemní toky)
- omezený prostor a svoboda pohybu
- **omezené zdroje živin** – materiál přinesený toky, spadený komíny, trus a mrtvá těla netopýrů a dalších živočichů žijících se mimo jeskyně



Hmyz v extrémním prostředí

ADAPTACE NA JESKYNNÍ PROSTŘEDÍ



Hmyz v extrémním prostředí

OBYVATELÉ JESKYNÍ

- **troglobiont** – pravý a výhradní obyvatel jeskyň, nikdy se nevyskytuje mimo ně
- **troglofil** – druh, který se může vyskytovat i jinde, ale jeskyně preferuje
- **trogloxen** – druh neschopný dlouhodobého nebo trvalého života v jeskyni, ale občas se v jeskyni vyskytuje a určitý čas přežívá = druhy přezimující v jeskyních nebo vyhledávající letní úkryt před vedrem)



Hmyz v extrémním prostředí

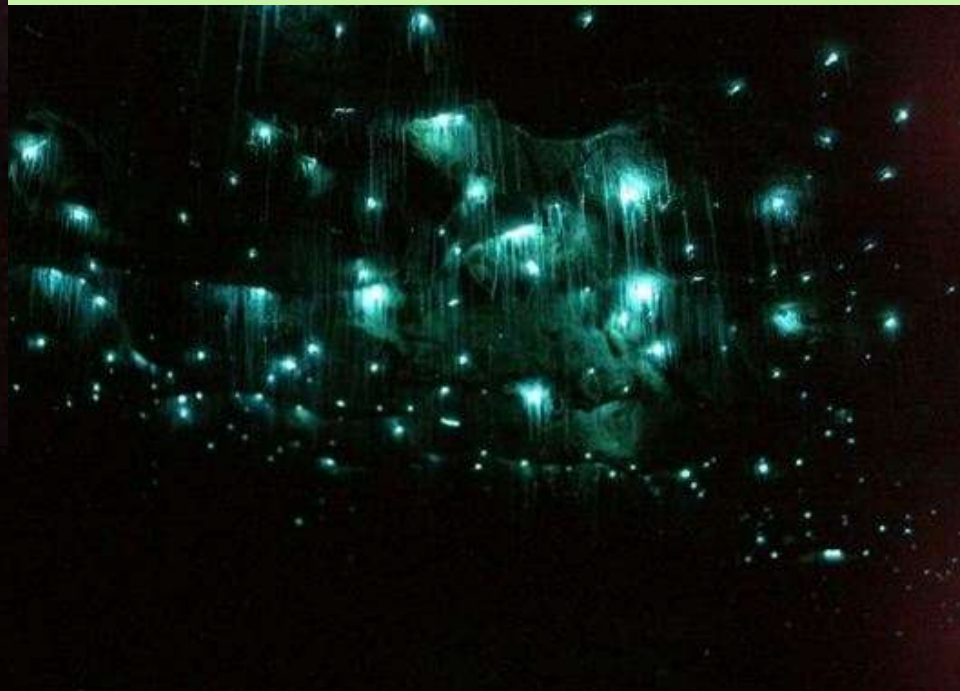
JESKYNNÍ HMYZ



Hmyz v extrémním prostředí

JESKYNNÍ HMYZ

larvy bedlobytek *Arachnocampa luminosa*



Hmyz v extrémním prostředí



Děkuji za pozornost...