

8 (9) HMYZ

➤ Zahrnuje přes milión popsaných druhů – tedy více, než celý zbytek živočišné říše.

(Odhaduje se, že dalších 6 až 20 miliónů druhů hmyzu ještě čeká na své objevení.) Nové druhy se objevují převážně v tropických oblastech, ve kterých hmyz dosáhl největší rozmanitosti.

➤ Na zemi se objevil už v devonu (prvohory) před cca 350 miliony lety. Hmyz můžeme nalézt téměř v každém prostředí naší planety, i když například jen ve velmi malém množství obývá oceány, kde mají převahu korýši.

➤ Hmyz úspěšně soupeří s člověkem při spotřebě kulturních plodin, v tropických oblastech dokáže zkonsumovat nebo znehodnotit až 60% veškeré zemědělské produkce. V současnosti je známo na území České republiky zhruba 30 000 druhů hmyzu a v celé Evropě přes 100 000 druhů. Studium hmyzu se nazývá entomologie.



Anatomie a morfologie hmyzu

➤ Hmyz může dosahovat délky v rozsahu od méně než 1 mm až přes 30 cm (některé strašilky, motýli).

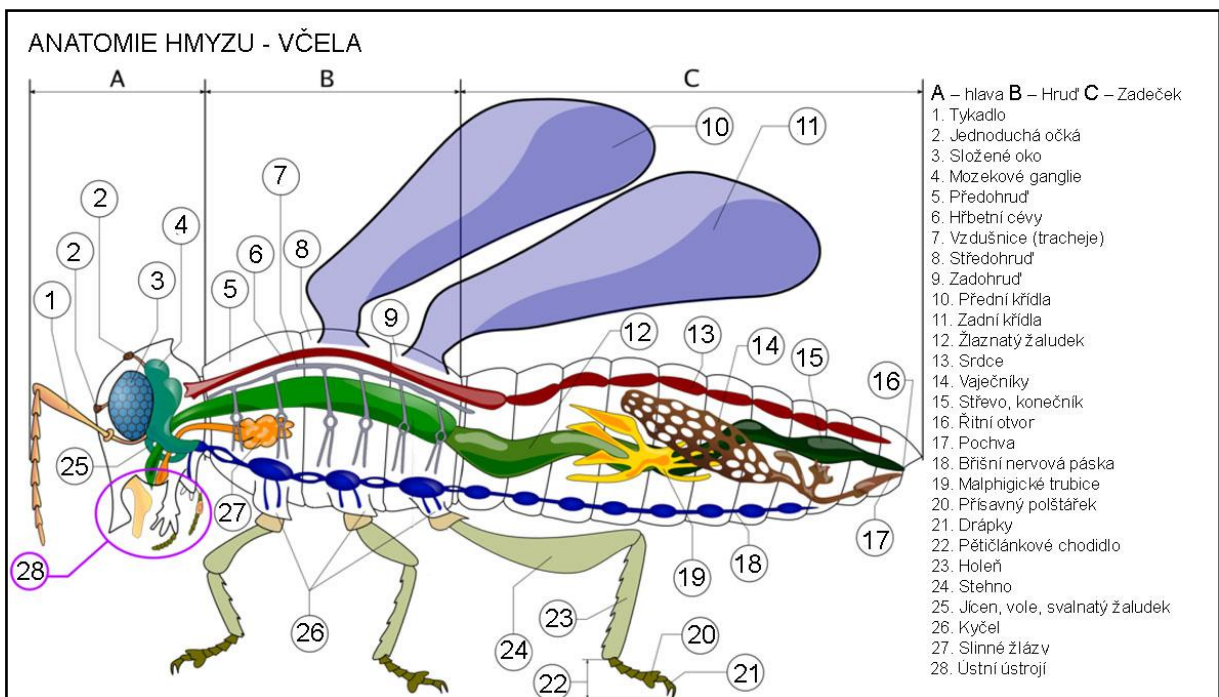
➤ Má článkované tělo pokryté pláštěm tvořeným převážně **chitinem** a bílkovinou **sklerotinem**.

➤ Tělo je rozděleno na **hlavu**, **hrud'** a **zadeček**.

Hlava nese pár **smyslových tykadel**, pár **složených očí** a **ústní ústrojí**.

Hrud' podpírá **šest nohou** (jeden pár na segment) a dále obsahuje **křídla** (pokud je daný druh má).

Zadeček je složen z jedenácti článků, z nichž některé mohou být redukovány nebo sloučené, a obsahuje **dýchací, vylučovací, trávicí a reprodukční soustavu**.



Nervová soustava

Žebříčkovitou nervovou soustavu tvoří **hlavová ganglia** (nadjícnové a podjícnové) a **břišní nervová páska** zasahující i do prvních 8 článků zadečku.

(Mnoho druhů hmyzu má počet ganglií redukovaný díky jejich sloučení nebo přeměně. Někteří švábi mají v zadečku právě šest ganglií, kdežto **sršeň obecná** má pouze dva v hrudi a tři v zadečku. A u některých druhů, jako je např. **moucha domácí** splynuly všechny tělové ganglie do jednoho velkého hrudního ganglia.)

Hlavová ganglia - nadjícnové a podjícnové **inervují oči, tykadla a ústní ústrojí**. Obsahují také **neurosekreční buňky**, které řídí činnost **endokrinních žláz**.

Trávicí soustava

Hmyz má **velmi výkonný trubcovitý trávicí systém**.

Hmyz denně přijme v poměru ke své hmotnosti obrovské množství potravy. Vzhledem k náročnému způsobu pohybu je obrovský příjem denních kalorií pochopitelný. Základním typem ústního ústrojí je **kousací** a najdeme ho u celé řady hmyzích řádů (brouci, šváby, kudlanky, blanokřídílí, vážky, kobylky apod.)

Rozšířené je i **sací** ústní ústrojí umožňující příjem tekuté stravy (rostlinné šťávy, nektar, krev obratlovců, krvomízu apod.) (mšice cikády, ploštice apod.) Včely a čmeláci mají volná kusadla, ale jejich čelisti a z části i spodní pysk splynuly do tzv. **lízacího** ústrojí.



Vylučovací systém

Tvoří ho tzv. **malpighické trubice**. V nich se **krvomíze** odnímají odpadní látky a jsou přeměňovány na moč, která se ukládá do zadního střeva. Koncovou částí střeva je hmyz schopen **zpětně vstřebávat vodu spolu s ionty**. Proto hmyz většinou nevylučuje se svými výměšky i vodu, ale uskladňuje si ji v těle. Tento postup zpětného vstřebávání jim umožňuje odolávat horkému a suchému prostředí.

Dýchání

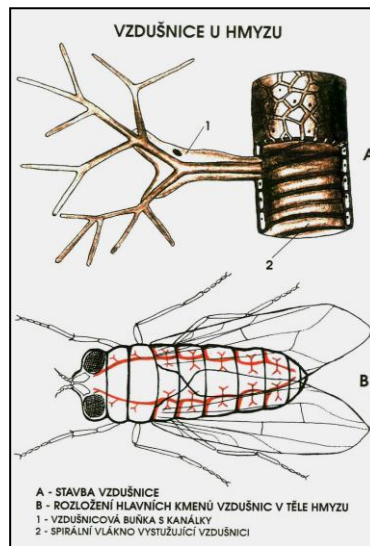
K dýchání hmyz používá systém trubiček - **vzdušnic** (trachejí) otevřených **stigmaty** (průduchy) na straně hrudi a zadečku. Vzduch se u hmyzu dostává přímo k vnitřním tkáním. Vzdušnice mají **zátky** řízené svaly, to umožňuje hmyzu vyhnout se potopení pod vodu, ale také zabraňuje vysušení. **Průduchy** mají často chloupky, které pomáhají filtrovat vstupující vzduch.

Dýchání je primárně pasivní proces. Výměna vzduchu je však **regulována a kontrolována svaly a může být zvýšena**. U vodního hmyzu se pak vyvinula další modifikace, která mu umožňuje dýchání pod vodou. Tak nalezneme u některých vodních brouků a jiného vodního hmyzu schopnost udržet si na chlupatém povrchu **vzduchovou bublinu** - **fyzikální žábry**. Další druhy využívají k dýchání **objemově stálý plastrón** nebo **dýchací trubičky**.

Především hmyzí larvy, které tráví svůj vývoj ve vodě, se zřekly dýchání pomocí vzdušnic a kyslík přijímají **žábry** nebo kůží.

Krevní oběh

Oběhová soustava hmyzu je, stejně jako u jiných členovců **otevřená**: funkci srdce zastává **velká hřbetní céva**, která pumpuje krvomízu (**hemolymfa**) směrem dopředu k mozgovým gangliím, odkud se hemolymfa dostává dále do celého těla, volně omývá vnitřní orgány a je rozváděna i do křídel. Její zpětná cirkulace se zajišťuje pomocí otvorů po stranách hřbetní cévy. Ty se při uvolnění otevírají a nasávají hemolymfu zpět z tělní dutiny do hřbetní cévy. **Hemolymfou jsou na rozdíl od krve rozváděny pouze živiny a nikoliv kyslík**.



(Některé skupiny hmyzu mají během svého larválního stadia v krvi pravé krevní barvivo podobné **hemoglobinu**. Jejich vzdušnice jsou často redukovány, protože jejich tělo může pohlcovat kyslík přímo z vody, což jim dovoluje žít např. v bahnu, kde je hladina kyslíků nízká).

VÝVOJ

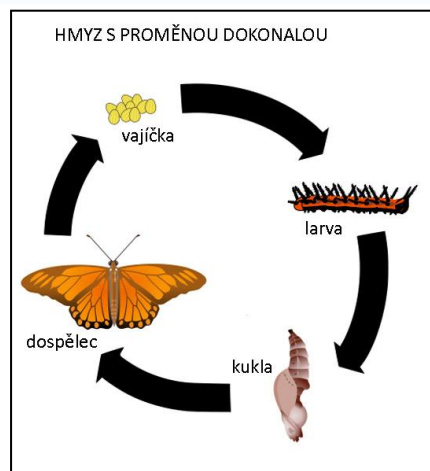
Většina hmyzu se rodí z **vajíček**, ale některé druhy hmyzu jsou i živořodé. Všechny druhy podstupují během svého vývoje a růstu řadu **svlékání**.

Proměna nedokonalá (hemimetabolie) - u některých druhů hmyzu jsou mladí jedinci nazýváni **nymfy** (vážky, kobylky, sarančata atd). Kromě nerozvinutých křídel, která jim dorůstají až v dospělosti se velice podobají dospělým jedincům. Jedinci ve vývoji neprocházejí stádiem kukly.

Proměna dokonalá (holometabolie) - u vývojově pokročilejších skupin hmyzu se **larvy výrazně liší od dospělců** a před vlastní proměnou prochází stádiem **kukly**. V tomto stádiu nepřijímají potravu a jsou v klidu s omezenými možnostmi pohybu. V kukle probíhá zásadní vnitřní přestavba orgánů larvy v orgány dospělého hmyzu. Takováto proměna se nazývá **metamorfóza**. U tohoto hmyzu se z vajíček líhnou larvy v obecné podobě **červa** a tyto larvy mohou být rozděleny různých forem: **housenka** (motýli), **ponrava** (brouci), a **červ** (dvoukřídle hmyz).

Larva postupně roste, svléká se a nakonec se zakuklí v zátočku nebo **kukle**, která může být **pohyblivá** (komáři) i **nepohyblivá** (mouchy). Ke kuklení dochází na zemi, v půdě, mezi vegetací, v různých částech rostlin. Pouzdra nebo zátočky kukel vznikají z výměšků snovacích žláz ústních do ústní dutiny nebo přímo z výměšků slinných žláz.

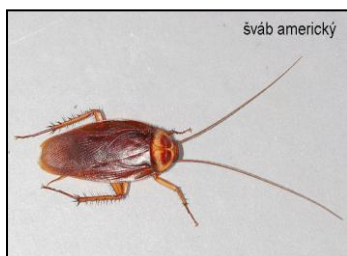
Některé druhy hmyzu (parazitické vosy, lumci) provádí **polyembryonii**, kdy jednotlivé oplodněné vajíčko může být rozděleno na mnoho (i tisíc) samostatných embryí.



POHYB

Let - Hmyz je jedinou skupinou bezobratlých, která má schopnost letu. (V karbonu dosáhly některé vážky rodu *Meganeura* až 50 cm rozpětí křídel.) Dnešní největší létající hmyz je o hodně menší a zahrnuje několik druhů můr a dalších motýlů jako jsou například martináčovití (až 18 cm). Hmyzí let je předmětem velkého zájmu z hlediska aerodynamiky. Lišajové létají rychlostí až 80 km/h.

Chůze - Mnoho hmyzích dospělců používá svých šest nohou pro běh a jsou adaptováni na **tripedální** chůzi. **Tento způsob chůze umožňuje rychlý pohyb při maximálním zachování stability**. Hmyz také dokáže svou chůzí přizpůsobit ztrátě jedné nebo více končetin.



Švábi jsou nejrychlejším běhavým hmyzem a v plné rychlosti vlastně přechází v **bipedální** pohyb, čímž dosahují vysoké rychlosti (až 30 km/h) vzhledem k jejich velikosti těla. Hmyzí chůze je předmětem zvýšeného zájmu také proto, že je možné ji použít jako alternativu k pohybu robotů pomocí kol. Některé končetiny hmyzu jsou adaptované pro: **hrabání** – např. *krtonožka*, **skákání** – *blechy*, *sarančata*, *kobylky*, nebo **lovu kořisti** tzv. **loupeživé nohy** – *kudlanky*.



klesťenka



potápník vroubený

Plavání - Významná část hmyzu žije částečně nebo po celý život pod vodou. Nedospělá stádia hmyzu prožijí i několik let ve vodě, zatímco dospělí jedinci ve vzduchu nebo na zemi (*vážky*), jiné druhy tráví pod či nad vodou pouze část svého dospělého života.

Mnoho z těchto druhů se adaptovalo na pohyb pod vodou. Potápníci a vodní plošnice mají nohy přizpůsobené k pádlování. Některé larvy řádu síťokřídlých se pohybují pomocí vody vytlačované z rektální komory.

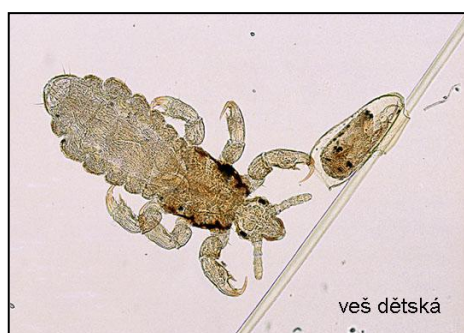
BIOTOPY

Hmyz můžeme s výjimkou oceánů nalézt ve všech biotopech a částech Země. **Největší rozmanitost hmyzích druhů se nachází v tropech**, zatímco v extrémních biotopech, jako jsou např. polární krajiny, velehory nebo mořská pobřeží žije pouze malé množství vysoce specializovaných druhů. (Tak lze nalézt např. v Antarktidě *pakomára Belgica antarctica* nebo na mořské hladině k pohybu po ní přizpůsobené *bruslačky patřících do řádu ploštíc nebo komáry rodu Clunio*).

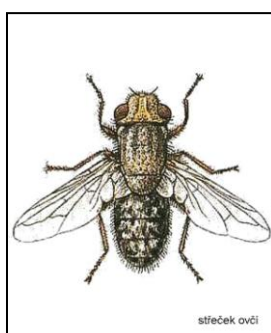


Pakomár - Belgica antarctica

Endemické druhy – jsou vysoce specializované druhy. Žijí pouze ve zvlášť vhodných biotopech, často jen na jediném místě na světě. Nejvíce endemitů nacházíme na Madagaskaru.



veš dětská



střeček ovčí



včela medonosná



mravenec travní



žlabatka dubová

Kosmopolitní druhy - mohou žít v nejrůznějších biotopech ve vícero zeměpisných pásech s výjimkou těch nejextrémnějších. Často jsou rozšiřovány samotnými lidmi této skupině hmyzu patří různé druhy **much**, **švábů**, **mravenců**, **much a termitů**, ale i hmyz užitečný jako např. **včely medonosné**.

Parazitické druhy - Některé druhy hmyzu se stali parazity rostlin i živočichů. Člověk při tom nepředstavuje žádnou výjimku. Nejznámější vnější parazité člověka (**ektoparaziti**) z hmyzí říše jsou **vši a blechy**. Mnohem vzácnější u hmyzu jsou vnitřní parazité (**endoparaziti**). Patří sem především k dvoukřídlým náležející **střečkovití**, jejichž larvy cizopasí a vyvíjí se v hltanu (střeček hltanový), v chřípí (střeček ovčí) apod. Nákaza je běžná u koní, ovcí a skotu, který se pase v blízkosti smčích zvířat.

CHOVÁNÍ

Mnoho druhů hmyzu má velmi **citlivé orgány vnímání**. Některý hmyz, jako např. včely, může vidět v ultrafialovém spektru záření, jiné druhy vnímají změny elektromagnetického pole, směr zemské tíže, vlhkost vzduchu atd.

Komunikace hmyzu

Chemická – slouží k hledání sexuálních partnerů - samci můr mohou detekovat samičí **feromony** na vzdálenost mnoha kilometrů.

Zvuková – označujeme ho jako **bzučení** – je **neúmyslné** a vzniká třením křídel při letu – komáři, mouchy, **stridulace** – cvrčení – jde o **úmyslný zvuk**, který vyluzují především samci - vzniká třením zdrsňené části končetiny o křídla (sarančata, kobylky), nebo kmitáním kutikuly zadohrudí (**cikády**).



Optická – Hmyz se dorozumívá prostřednictvím očí vnímaných pohybů. Nejznámější příklad je **včelí tanec** (dělnice opakovanými a stále stejnými pohyby informují ostatní o směru a vzdálenosti potravy), **světélkování** – (**bioluminiscence**) – slouží k vyhledávání sexuálního partnera, nebo vábení kořisti - brouci světlušky.



Smysl pro počet - U některého hmyzu se také vyvinula schopnost počítat. Zvláště je to zřetelné mezi soliterními (samostatně žijícími) **vosami**. (Vosí matka pokládá vejce do jednotlivých schránek a každému z nich poskytuje přesně určený počet živých housenek, které slouží larvám po vylíhnutí jako potrava. Některé druhy vos připravují pro jednu schránku pět, jiné dvanáct a některé dokonce čtyřicet housenek. Počet housenek se liší podle druhu vosy, ale také podle pohlaví larvy).

Sociální hmyz, jako **mravenci**, **termity** a **včely** jsou nejdůvěrněji známí sociálně žijící živočichové. **Žijí společně ve velkých koloniích**, jejichž organizace je na takové výši, že tato společenství jsou někdy považována za **superorganismus**.



Mimikry – Tyto projevy souvisí se schopností hmyzu přizpůsobovat se svému okolí. Některé druhy zcela splývají se svým prostředím nebo dokonce napodobují suché listy a větévky (strašilky, pakobylky, atd.) Jindy **neškodný hmyz napodobuje zbarvením a tvarem hmyz jedovatý** (pestřenky napodobují vosy a včely)

