



Česká zemědělská univerzita v Praze



Ústřední komise Biologické olympiády

BIOLOGICKÁ OLYMPIÁDA

48. ročník

školní rok 2013–2014

Studijní text

k tématu: Světlo a barvy v přírodě

kategorie C a D

Jana Dobroruková, Ivo Králíček

Praha 2013

Milí soutěžící,

tématem letošního ročníku Biologické olympiády je „Světlo a barvy v přírodě“.

Zabývá se jevy na první pohled velice známými. Každý přece chápe slovo světlo a uvědomujeme si barevnost přírody.

- *Jak ale tyto pojmy spolu souvisí?*
- *Jak světlo ovlivňuje živou přírodu?*
- *Jaký má pro ni význam?*
- *Jaký smysl má různobarevnost organismů?*
- *S čím souvisí barevná krása různých nerostů?*

Na tyto a mnoho dalších otázek najdete odpověď ve studijním textu. Dovíte se mnoho zajímavého, často to pro vás budou poznatky zcela nové a jejich vysvětlení není vždy jednoduché.

Nechceme vás hned na začátku odradit od tohoto nesmírně poutavého tématu velkým rozsahem studijního textu, a proto se nemusí soutěžící, kteří se zúčastní školního kola, zabývat hned od počátku celým jeho obsahem.

Důležité informace pro práci se studijním textem:

Text je rozdělen do tří částí a ty pak do jednotlivých kapitol. Ve všech kapitolách najdete mnoho internetových odkazů, kde si můžete doplnit další informace, zopakovat text zajímavou formou, podívat se na videa nebo obrázky. Přehled všech doporučených odkazů pak najdete souhrnně na konci textu. Z PDF souboru můžete zvolený odkaz zkopírovat pomocí klávesové zkratky CTRL C a vložit pomocí klávesové zkratky CTRL V přímo do adresového řádku vašeho internetového prohlížeče.

Kapitola I:

Zabývá se obecně světlem, rostlinami, minerály a půdou. Na první pohled je vidět, že text není jednotný. Kromě běžně psaného textu, který je určen pro všechny soutěžící, jsou některé části uvedeny v rámečcích a jsou psány kurzívou, jiné jsou podloženy šedou barvou. Co to pro vás znamená?

• **Texty v rámečcích, psané kurzívou**, obsahují témata, která jste již probírali nebo budete probírat při hodinách přírodopisu, jsou tedy součástí učebnic přírodopisu na základní škole. **Jsou určeny pro všechny soutěžící stejně jako základní text.**

- **Texty podložené šedou barvou** jdou doplňkové a jsou určeny pro **soutěžící postupující do okresních, případně krajských kol**. Pro ně je také určena celá kapitola o pedologii – nauce o půdě.
- **Podkapitola o mineralogii** je určena pouze **pro soutěžící v kategorii C** a opět platí informace o textech psaných kurzívou nebo na šedém podkladu.

Kapitola II

Zabývá se živočichy a představuje **základní text**, určený **všem soutěžícím**.

Kapitola III

Zabývá se opět živočichy a představuje **rozšiřující text**, určený pro přípravu jen těm soutěžícím, kteří **postoupí do okresních, případně krajských kol**. K jednotlivým podkapitolám základního textu jsou zde uvedeny další informace.

Věříme, že se při soutěžení v letošní Biologické olympiádě dovíte mnoho nového a budete se na dění v přírodě dívat s větším pochopením.

Přejeme vám mnoho úspěchů i zábavy.

Kapitola I. – světlo, botanika, mineralogie, pedologie

Části textu **podložené šedou barvou** jsou určené soutěžícím, kteří **postupují do okresního kola**.

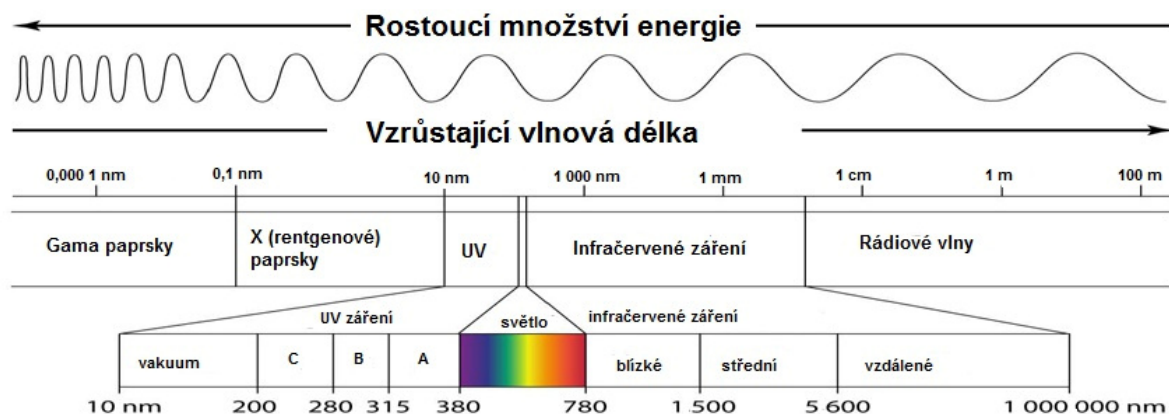
Texty v rámečku bez šedého podložení a psané kurzívou označují témata, která si můžete zopakovat sami z učebnic nebo doporučené literatury. Jsou určena všem soutěžícím.

1. Světlo a fotosyntéza

Potká foton (světelný paprsek) fotona. „Kam letíš?“ „Přímo k zemi. Jsem nabitý energií a čekám, že mě něco pohltí, přál bych si, aby to byl chlorofyl. To by se pak děly věci...“

A) Světlo a jeho vlastnosti

Světlo je pro rostliny jedním z nejdůležitějších zdrojů energie. Rostlina ho může odrážet, propouštět nebo přijmout. Energie, kterou světlo obsahuje, využívá rostlina při fotosyntéze pro tvorbu organických látek (například cukrů).



Obr. 1: Složení světelného záření

upraveno podle: <http://jabberwockreptiles.com/demystifying-light-part-i-let-there-be-light>

Sluneční světlo, které dopadá na zemský povrch, je záření, které se skládá z **elektromagnetických vln**. Každá vlna má určitou délku, při které se vlna začne opakovat (frekvenci), a má také určitou velikost (neboli amplitudu). Světelné záření představuje rozhodující **zdroj energie**, která vstupuje do zemské biosféry. Jeho značná část se sice odráží od atmosféry, ale část záření je pohlcena. Na povrch Země dopadá jen asi 51% slunečního záření. Z hlediska složení je tvořeno ultrafialovým zářením (UV), viditelným spektrem (to, čemu říkáme světlo) a infračerveným zářením (IR).

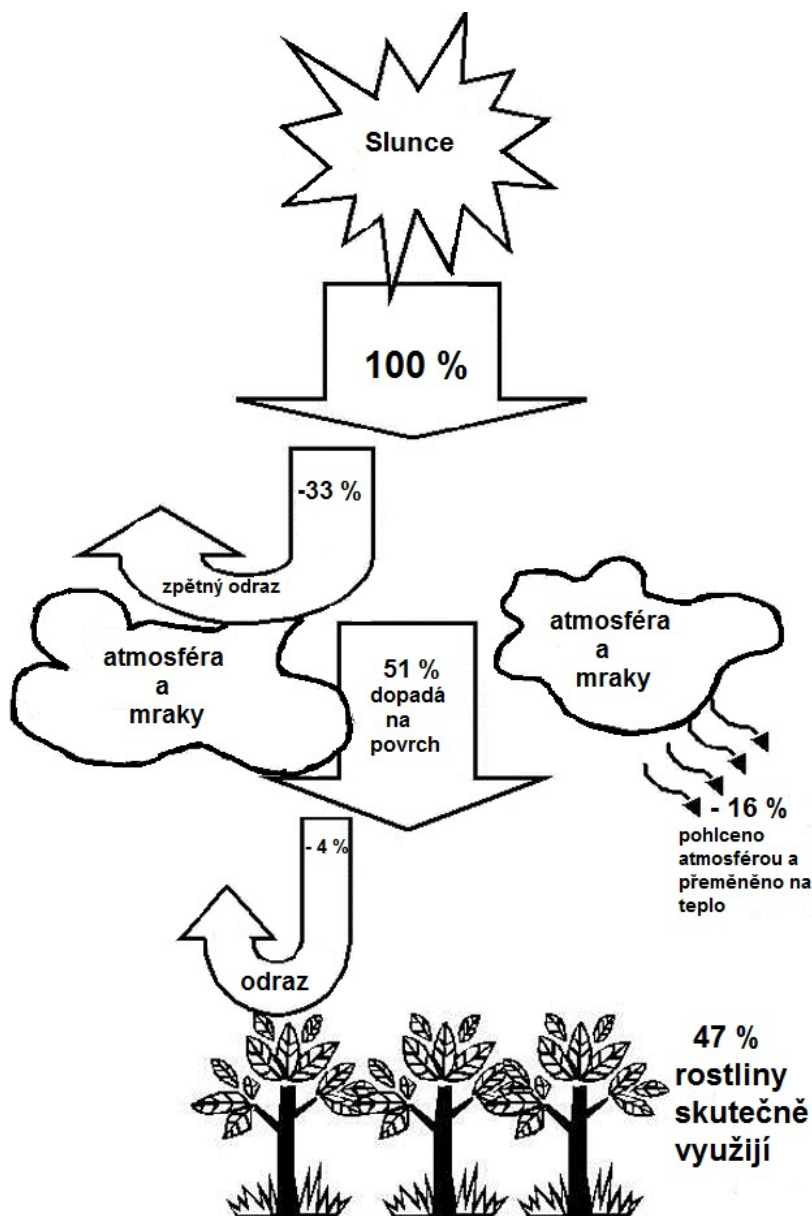
UV záření má rozsah 290–380 nm (čti nanometry, 1 nm představuje jednu miliontinu milimetru, vlny mají kratší délku než u viditelného světla). Představuje pouze 9% z celkového záření (většina UV záření je pohlcena ozónosférou). UV záření podněcuje u rostlin větvení stonku, omezuje růst a urychluje stárnutí.

Infračervené záření představuje 46% slunečního spektra (je to záření o vlnové délce více než 750 nm).

Asi 45% z dopadajícího záření připadá na **viditelné spektrum** (vlnová délka 380–750 nm), které dokáže lidské oko vnímat. Právě toto záření využívají rostliny. Označujeme ho jako **fotosynteticky aktivní** záření (FAR). Ani toto takzvaně bílé světlo ale není jednotné, ale obsahuje různé typy vln. O jejich existenci se můžeme přesvědčit, jestliže **světlo rozdělíme** pomocí hranolu lomem nebo ohybem do **barevného spektra**. Jednotlivé barvy mají velmi malý rozsah vlnových délek (fialová 390–430 nm, modrá 430–485 nm, modrozelená 485–505 nm, zelená 505–550 nm, žlutozelená 550–575 nm, žlutá 575–585 nm, oranžová 585–620 nm, červená 620–760 nm). Vybereme-li záření pouze o určité konkrétní délce, dostaneme tak červené, modré či jinak zbarvené světlo. Červené, modré a zelené světlo jsou barvy, které nemohou vzniknout kombinací jiných barevných světél, ostatní barvy takto vznikají. Smísí-li se ve stejném poměru, vnímá je lidské oko jako neutrální neboli bílé světlo. Jednotlivé barvy vznikají skládáním záření o různé vlnové délce (podobně postupuje malíř při přípravě jednotlivých barev na své paletě).

Barevný odstín předmětu je určen jeho vlastnostmi a chemickou strukturou ve chvíli, kdy se od něj odráží světlo. Jestliže předmět dopadající světlo odráží v celém spektru, jeví se nám jako bílý. Jestliže předmět naopak pohlcuje všechny dopadající paprsky, bude se jevit černým. Jestliže pohlcuje všechny složky záření kromě červené, bude červený.

Zajímavým jevem v atmosféře Země je **duha**. Aby mohla vzniknout, musí být v atmosféře přítomny vodní kapky a zároveň musí svítit Slunce. Sluneční paprsky, které procházejí kapkami, se lámou. Světlo se rozkládá na jednotlivé barevné složky, které se odrážejí na vnitřní stěně kapky a opouštějí ji pod různými úhly. Takovou duhu si můžete vytvořit během slunečného dne na zahradě při kropení záhonů nebo trávníku.



Obr. 2: Využitelnost světelného záření

upraveno podle: http://www.kbi.zcu.cz/OB/studium/ekro/ekro_02.php

- O světle si můžete poslechnout krátký dokument v českém jazyce na stránce:

<http://www.youtube.com/watch?v=goM2hlpkt2k>

- O elektromagnetických vlnách pojednává následující písnička a krátké video v angličtině:

http://www.youtube.com/watch?v=A0un-_jBPPU

<http://www.youtube.com/watch?v=PXBTdBx2hgY>

B) Světlo a listy

Část dopadajícího světla se od povrchu listů **odráží**, přičemž více ho odrážejí hladké listy než listy matné a pokryté chlupy (trichomy) a také listy povadlé a zvadlé odrážejí daleko méně záření než listy s dostatkem vody. **Část záření** listem **prochází**, přičemž množství procházejícího světla závisí na tloušťce listů – tenké listy propouštějí až 40% záření. Jistá část světla je **pohlčena** a může být přeměněna na teplo nebo využita při fotosyntéze.

Průchodem světla tělem rostliny se mění spektrum světla (některé jeho složky mohou být pohlčeny). Tomu se přizpůsobují i rostliny tvořící podrost (mají barviva, která jsou schopna pohlcovat světlo o vlnové délce, které dopadá na jejich listy, což může být důvodem skvrnitosti listů řady tropických rostlin). Těsně u země je světlo ve vzrostlém lese opravdu slabé. Některé rostliny to řeší vytvořením mimořádně velkých listů. Další strategií je zabarvení spodní strany listů barvivem (např. u jaterníku), které zachytí světlo, jež už listem prošlo, a odrazí ho zpátky do listového pletiva. Rostlina má pak možnost využít světlo ještě jednou.

Zopakujte si:

*Jedním z nejdůležitějších procesů, který probíhá na naší planetě, je **fotosyntéza**. Může probíhat jen v buňkách, které obsahují určité typy barviv. Jistě jste o tomto procesu již v hodinách biologie slyšeli. Jestliže dokážete zodpovědět následující otázky, můžete v klidu přejít na další kapitolu.*

- *Které látky vstupují do procesu a jak je rostlina získává?*
- *Jaké látky při fotosyntéze vznikají?*
- *Jak se oxid uhličitý dostává zpátky do ovzduší?*
- *Za jakých podmínek fotosyntéza probíhá?*

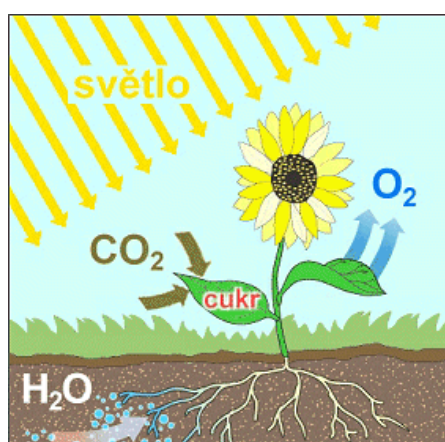
- Proč rostliny označujeme jako producenty a kdo je to konzument?
- Která barviva jsou pro fotosyntézu důležitá a kde je nalezneme?
- V kterých částech rostliny fotosyntéza probíhá?
- Jak se jmenuje děj opačný k fotosyntéze?
- Jak se jmenuje základní zásobní látka rostlin?

Pokud si něčím nejste jisti, podívejte se do učebnice.

- Pomohou vám obrázky a video s písničkou, kterou stáhnete z následujících adres:

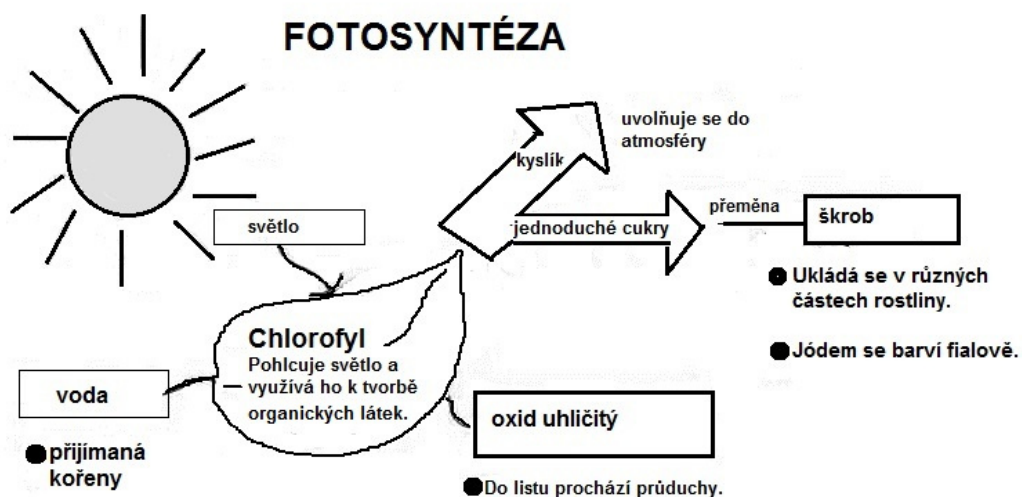
http://www.youtube.com/watch?v=C1_uez5WX1o nebo

<http://www.youtube.com/watch?v=sf9ETlgOaHc>.



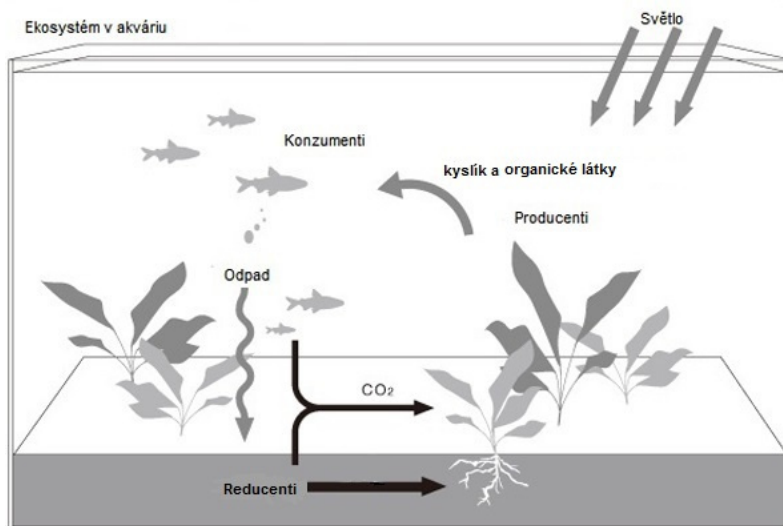
Obr. 3: Jednoduché schéma fotosyntézy

převzato z: <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/obr/f2-1.gif>



Obr. 4: Podrobné schéma fotosyntézy

upraveno podle: <http://newenergyandfuel.com/wp-content/uploads/2012/05/Photosynthesis-Simple-Graphic.jpg>



Obr. 5: Základní koloběh látek na příkladu jednoduchého ekosystému

upraveno podle: <http://www.rostlinna-akvaria.cz/uploads/383-ekosystem%20v%20akvariu.jpg>

2. Buňka

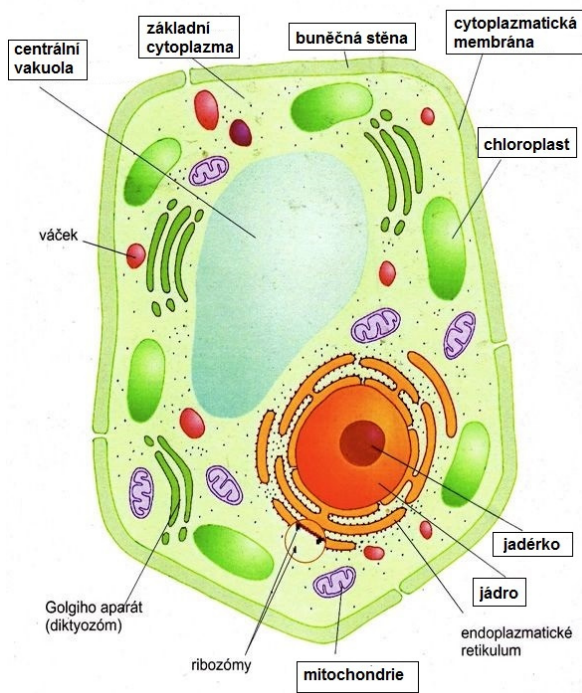
To je teda přístroj. Jestliže odebereme vzorek pletiva z rostlin nebo tkáň živočichů a dáme ho pod mikroskop, můžeme začít objevovat nový svět. To, co vypadá při pohledu pouhým okem jako malá tečka, téměř nic, se ve světle čoček, které mnohonásobně zvětšují pozorované objekty, promění v přihrádky, kolečka, elipsy, obdélníčky a další tvary, které jsou vyplněny nejrůznějšími organelami, zajišťujícími chod něčeho tak malého a titěrného jako je buňka. Mikroskop nám umožňuje úplně nový pohled na věci kolem nás, ukazuje zcela nový svět života kolem nás...

Vše živé se skládá z buněk. Určitě víte, že bakterie jsou vlastně velmi jednoduché buňky. Složitější stavbu mají buňky rostlin, hub a živočichů. Obsahují nejrůznější organely a struktury (jako je buněčná stěna, cytoplazmatická membrána, cytoplazma, ribozomy, chloroplasty, vakuoly, mitochondrie nebo jádro), jejichž funkci jistě dobře znáte a jednotlivé buňky dokážete od sebe odlišit.

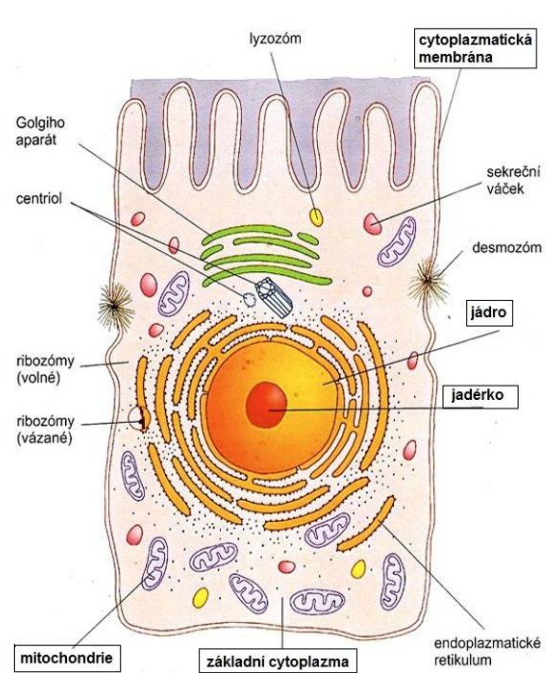
- Při přípravě vám mohou být pomocníky následující videa a obrázky:

<http://www.youtube.com/watch?v=-zafJKbMPA8>,

<http://www.youtube.com/watch?v=rABKB5aS2Zg>



roslinná buňka



živočišná buňka

Obr. 6: Stavba rostlinné a živočišné buňky

V popisu buněk jsou pro vás důležité organely a struktury, které jsou popsány tučným písmem v rámečku.

upraveno podle: <http://www.vyukovematerialy.cz/biol/rocnik8/jedno1.htm>

Uvnitř některých buněčných organel se můžete setkat s různými typy barviv. Jsou obsažena především v plastidech a vakuolách.

Z plastidů znáte jistě **chloroplasty**. Nalezneme je pouze v řasách a v zelených částech rostlin (u žádného jiného typu buněk se s nimi nesečkáme). Pod světelným mikroskopem uvidíte jejich typický čočkovitý tvar.

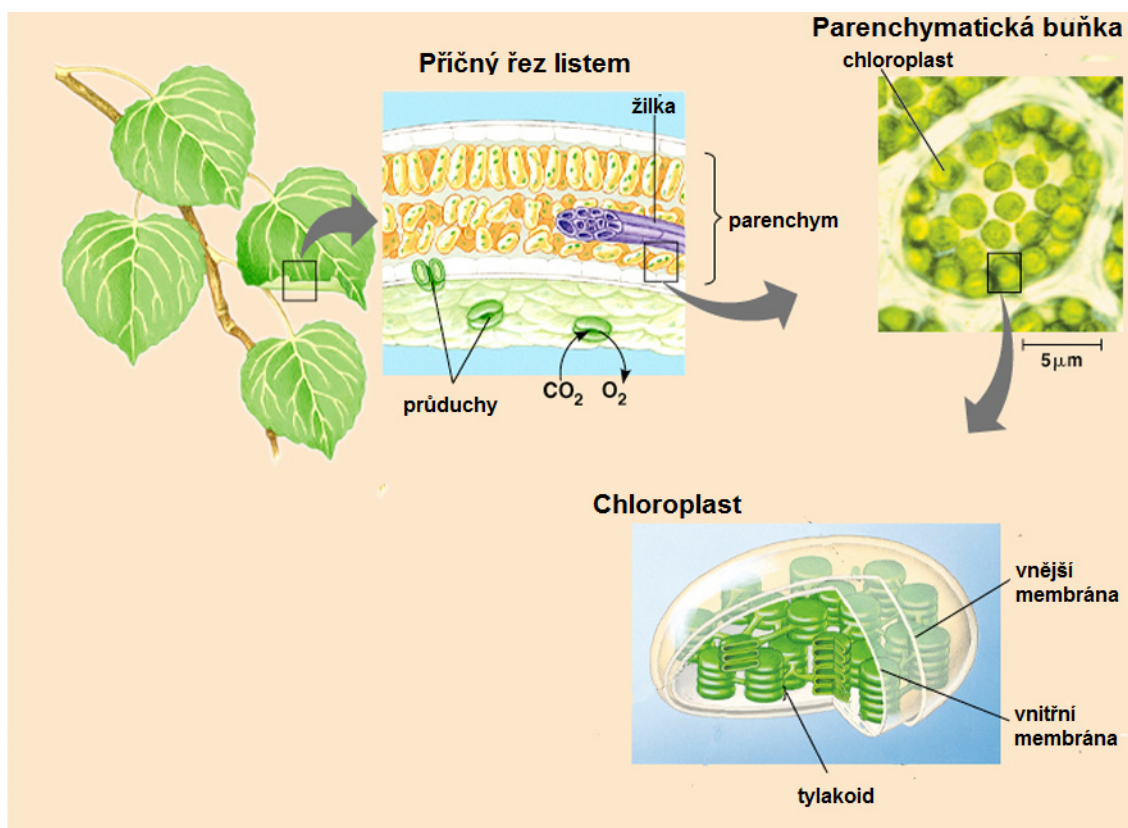
Na vnitřní membráně a uvnitř chloroplastů probíhá fotosyntéza. Chloroplasty obsahují zelená barviva **chlorofyly**. Chloroplasty jsou do jisté míry nezávislé na buňce. Mají totiž vlastní nukleovou kyselinu a v ní uloženou genetickou informaci důležitou pro fungování této organely.

Kdybyste se podívali na chloroplast elektronovým mikroskopem, zjistili byste, že je krytý dvěma membránami. Vnější je hladká, ale vnitřní je zprohýbaná a odškrucují se z ní různé váčky (ty označujeme jako tylakoidy).

Dalším typem plastidů jsou **chromoplasty**, které obsahují především červenožlutá barviva (karotenoidy).

Plastidy mohou někdy plnit zásobní funkci (obsahují zásobní látky). Takové plastidy jsou bezbarvé a nazývají se **leukoplasty**. Nalezneme je především v plodech, kořenech a dalších částech rostliny se zásobní funkcí.

Rostlinné **vakuoly** jsou velké, často vyplňují většinu vnitřního prostoru buňky (v mládí jich bývá více, starší buňky mají jedinou vakuolu). Od zbytku cytoplazmy jsou odděleny membránou. Obsahují především vodu a v ní rozpuštěné nejrůznější látky (cukry, zásobní bílkoviny, enzymy a barviva). **Barviva** obsažená ve vakuolách dávají květům nejčastěji modrou, červenou, fialovou či žlutou barvu.



Obr. 7: Umístění a stavba chloroplastů

upraveno podle: http://www.oskole.sk/index.php?id_cat=55&clanok=9014&rate=4

3. Barviva

„Víte, že každá barva má svůj význam? Oblíbenost určitých barev dokáže prozradit něco o svém nositeli a má řadu významů. Zelená barva bývá symbolem přírody. Pro spojitost s přírodou symbolizuje často různá ekologická hnutí. Naše oko je nejcitlivější právě na zelenou. Tmavozelená uklidňuje a chrání, ale rovněž omezuje. Dává pocit bezpečí a naděje. A jaká je vaše barva?“

Barviva jsou organické látky různého chemického složení. Základem pro třídění rostlinných barviv je jejich rozpustnost v určitých látkách.

a) Barviva rozpustná v tucích nalezneme v plastidech. Jedná se o různé druhy chlorofylu a karotenoidy. Na změnu pH (údaj, který vyjadřuje, zda je prostředí kyselé nebo zásadité) nereagují změnou zbarvení.

A) Karotenoidy způsobují žluté, oranžové nebo červené zbarvení. Vyskytují se v tělech rostlin (listy, květy, plody), ale i hub, mikroorganismů a živočichů (například z karotenů vzniká v lidském organismu vitamin A).

Dělí se na dvě základní skupiny:

- **Karoteny** – způsobují červené zbarvení.
- **Xantofyly** – jsou příčinou žlutého nebo oranžového zbarvení.

V rostlinách se vyskytují v **chromoplastech**, což jsou plastidy, ve kterých neprobíhá fotosyntéza. Ty pak nalezneme například ve zralých plodech (rajče) či v míšku kolem semene tisu. Na podzim způsobují chromoplasty změnu zbarvení listů. Je to důsledek rozpadu chloroplastů, protože chlorofyl jinak žlutou barvu překrývá. Mohou být i v kořenech (mrkev). Nápadně zbarvené části rostlin lákají obvykle živočichy, kteří je buď opylují (v případě květů), nebo pomáhají při rozšiřování plodů (zoochorie).

B) Chlorofyly jsou chemicky složité sloučeniny a existuje jich více typů, které označujeme malými písmeny.

Všechny zelené rostliny obsahují chlorofyl a + chlorofyl b. Chlorofyl a + chlorofyl c jsou charakteristické pro hnědé řasy. Chlorofyl a + chlorofyl d byly zjištěny v červených řasách, zatímco bakterie schopné fotosyntézy obsahují bakteriochlorofyl.

Důležitým prvkem, který je součástí molekuly chlorofylu, je hořčík. Důvodem, proč je více typů chlorofylu, je mimo jiné i to, že každý z nich pohlcuje světelné záření s odlišnou vlnovou délkou. Nejdůležitější roli při fotosyntéze hraje chlorofyl a, který je přítomen v zelených rostlinách i ve všech typech řas.

b) Barviva rozpustná ve vodě označujeme jako **flavonoidy**. Jsou příčinou žlutého, červeného či modrého zbarvení. Nalezneme je především ve vakuolách.

Do skupiny těchto barviv patří **antokyany**, které způsobují modré, červené, fialové až černé zbarvení především plodů (ptačí zob, brusnice borůvka, ostružiník, rulík, meruzalka, švestka, třešeň), květů (rostliny z čeledi brutnákovitých, muškáty, stračky, zvonky, pivoňky), listů (červené zelí, jaterník podléška).

Antokyany **mění barvu v závislosti na změně pH** buněčné šťávy obsažené ve vakuolách. V kyselém prostředí se barví červeně, v neutrálním fialově a v zásaditém modře. **U některých rostlin může proto pH půdy ovlivňovat barvu květů.** Takovým příkladem je hortenzie (v kyselých půdách má květy červené, v zásaditých modré).

Prakticky se o tom přesvědčíte jednoduchým pokusem se zvonky. Položíte-li modrý květ do mraveniště, záhy zrudnou v místech, kde ho mravenci postříkali kyselinou mravenčí.

Antokyany byly nalezeny téměř u všech řádů krytosemenných rostlin. Hlavní funkcí těchto látek u rostlin je zvyšování odolnosti proti mrazu a suchu, ale kromě toho spolupůsobí při rozmnožování a rozšiřování rostlin.

Jiná barviva patřící do skupiny flavonoidů mohou způsobovat žluté zbarvení květů heřmánku, divizny, citrónové kůry, jiřin, hledíku, šafránu, hortenzie, bavlníku či slupky cibule. Nebo modré zbarvení květů chrpy, kosatce sibiřského či plodů švestky. Lidé odedávna využívali rostlinná barviva k barvení potravin i látek. K těm nejčastěji využívaným patří líčidlo obecné, což je severoamerická rostlina s tmavě fialovými až černými bobulemi. Její černá šťáva se používala na barvení vína a zdobení cukrovinek. Plody bezu černého se využívají k barvení potravin na červeno. Slézem se dobarvovala vína. Máslo selky dobarvovaly šťávou z nastrouhaného kořene mrkve. Výluh z hnědých nebo červených obalů cibule se využíval rovněž k barvení potravin. V potravinových výrobcích ho můžete i dnes identifikovat pod označením E163. Používá se také k barvení limonád, alkoholických nápojů, zavařenin, sladkostí, mléčných výrobků a zmrzlin.

4. Ekologie rostlin

„Je zlatá, rudá, fialová, zelená. A zase zlatá, brunátná, modravá, i hnědá hnědí okru, sieny nebo sépie, červená rumělkou, karmínem, benátskou červení, pozzuolou, sírově žlutá, chromově žlutá, indicky žlutá, terakotová, kraplaková, modrozelená, žlutozelená, modrá, temně fialová. – Jedeš vlakem mezi karpatskými háji a koukáš jako blázen, co říjen dovede. Když do toho zasvítí slunce, tu celý topol se zažehne žlutě jako ohromný plamen, buky rozstříknou do široka své drobné oranžové plamínky, já nevím, který keř zazáří jako ohnivě rudá výheň. Zlatá, rudá, fialová, zelená.“

Karel Čapek, fejeton Zlatá země, Lidové noviny 1922

Už víte, že rostliny ke svému životu potřebují světlo, které je pro ně zdrojem energie pro fotosyntézu. **Zajímavé je sledovat, jak rostliny v průběhu kalendářního roku různě kvetou.** Tvorba květů souvisí s fotoperiodou (což je poměr mezi délkou světelné části dne a noci). Podle této charakteristiky můžeme rozdělit rostliny na tři základní skupiny.

- **Rostliny dlouhodobní** vyžadují pro tvorbu květů dlouhý den, trvající déle než 12 hodin. Jsou to rostliny, které kvetou v našem podnebném pásu v letních měsících. Jedná se například o pšenici, žito, ječmen, oves, blín, špenát, tabák, jetel, mátu.
- **Rostliny krátkodobní** vystačí pro tvorbu květů se světelným dnem kratším než 12 hodin. V mírném a subtropickém pásmu se jedná o rostliny, které kvetou brzo na jaře nebo naopak na podzim. Jedná se například o bleduli, sněženku, orsej, sasanku, listopadku, rýži, sóju, jahodník, kávovník.
- Řada rostlin patří mezi **neutrální rostliny**, u kterých délka dne nerozhoduje o době jejich kvetení. Mezi takové rostliny patří například pampeliška, hrachor, lilek rajče, slunečnice a fazol.

Zkuste se zamyslet, do které skupiny budou patřit rostliny z polárních či tropických oblastí (využijte svých zeměpisných znalostí), případně do které kategorie zařadíte salát či ředkvičky (a v kterou roční dobu se proto tyto rostliny pěstují).

Podle vztahu ke světlu dělíme rostliny na světlomilné a stínomilné.

- **Rostliny světlomilné** (heliofyty) vyžadují plné oslunění. Jsou to rostliny horských oblastí, pouští a stepí a patří k nim většina polních plevelů a stromů nebo vodní rostliny s listy splývajícími na hladině. Tyto rostliny obvykle mívají silnější pokožku a ochranné ochlupení.

- **Rostliny stínomilné** (sciofyty) vyžadují zastínění. Rostou pod stromy, v lesních porostech, na severních svazích, v hlubokých údolích nebo pod vodní hladinou. Patří k nim některé mechy (například bělomech), mnoho kapradin (kapraď samec, netíky), šťavel kyselý nebo brčál menší.

Uvědomili jste si, že mezi stínomilné rostliny patří i vodní rostliny, které jsou zcela ponořené? Například vodní mor kanadský...

Jestliže budeme zkoumat listy na jedné rostlině, zjistíme, že se výrazně liší jejich stavba podle toho, zda vyrůstají ve stínu, nebo jsou vystaveny přímo slunci. Osluněné listy mají obvykle menší listovou plochu, čepel je silnější a typický je větší počet průduchů, které jsou menších rozměrů. Zastíněné listy mají naopak více chlorofylu, čímž částečně dohánějí nevýhodu, kterou pro ně znamená menší množství světla.

Reakce na světlo

Jedním ze základních znaků živých organismů je dráždivost, tedy reakce na nějaký podnět. Pojďme se podívat, jak rostliny dokážou reagovat na světlo.

- **Jednobuněčné organismy** (například krásnoočka) se dokážou ve vodním prostředí pohybovat z temnějších míst na místa dostatečně osvětlená. Tomuto pohybu říkáme **photaxe** (jedná se o pohyb z místa na místo, ve dne směřují krásnoočka k hladině, naopak v noci klesají ve vodním sloupci do větší hloubky). K tomu krásnoočka využívají zvláštní organelu – **světločivnou skvrnu**. Krásnoočka se běžně vyskytují v našich vodách, dokonce i ve velmi znečištěných, kde při přemnožení způsobují zelené zbarvení vody.



Obr. 8: Krásnoočko je jednobuněčná řasa, která se pohybuje pomocí bičíku.

upraveno podle: <http://i1.ytimg.com/vi/Md0PtdRxXvw/maxresdefault.jpg>

• **Mnohobuněčné rostliny** reagují na světlo pouze částí těla.

Jestliže se jedná o **neorientovaný pohyb** (rostlina reaguje pouze na intenzitu, nikoliv na směr světla), hovoříme o **fotonastii**. **Typickým příkladem fotonastie je otvírání a zavírání květů či květenství.**

Toho si můžete všimnout na zahradě i v přírodě. K takovým rostlinám patří ocún, šafrán, tulipán, rostliny z čeledi hvězdicovitých – pampeliška, sedmikráska atd.). Jednotlivé druhy rostlin zavírají květy či květenství v určitou dobu, která závisí na světelných podmínkách. Při svých cestách si můžete všimnout, které z květů se zavírají nejdříve a které naopak pozdě večer.

Rostliny mohou reagovat na světlo také **orientovaným pohybem**. Jedná se o pohyb za zdrojem světla nebo od něj. Takovému pohybu říkáme **fototropismus**. Stonek roste směrem ke zdroji světla (tento jev označujeme jako **pozitivní fototropismus**), naopak kořen roste od zdroje světla (**negativní fototropismus**). Velmi známým příkladem pozitivního fototropismu je otáčení květenství slunečnice, ale podobných příkladů v přírodě jistě najdete celou řadu.

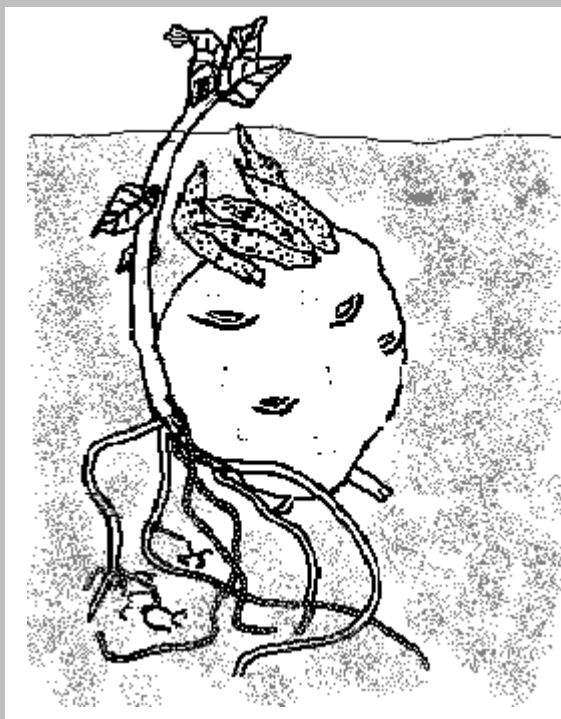
Jestliže se rostlina dostane do prostředí, kde na ni **nepůsobí světlo** (nebo nedostatečně), tvoří orgány, které jsou bledé (je totiž potlačena tvorba chlorofylu), často nápadně prodloužené (snaží se dostat ke světlu), křehké (mají nedostatečně vytvořená zpevňovací pletiva). Tomuto jevu říkáme **etiolizace**. Jeho podstatou je, že rostliny vkládají energii do rychlého růstu, aby se co nejdříve dostaly na povrch ke světlu. V přírodě této strategie rostliny využijí v případě, že jsou zasypány či zavaleny. Možná jste tento jev mohli pozorovat ve sklepě na klíčcích u uskladněných brambor. Jiným příkladem jsou výrazné změny vzhledu rostlin, které jste zakryli podlážkou postaveného stanu. K projevům etiolizace může docházet i v hustých porostech. Člověk se naučil využívat etiolizace v praxi při pěstování některých druhů zeleniny (pórek, chřest, čekanka apod.). Výhodou etiolovaných částí rostliny je, že jsou křehké a velmi dobře požitelné.



Obr. 9: Projevy etiolizace u fazolu

Vlevo jsou výhonky rostoucí v zastínění, vpravo na světle.

převzato z: <http://botit.botany.wisc.edu/Resources/Botany/Shoot/Stem/Phototropism/Etiolation.jpg>



Obr. 10: Projevem etiolizace u bramboru je výhonek, který klíčí pod zemí a rychle se snaží dostat ke světlu.

upraveno podle: http://www.uq.edu.au/_School_Science_Lessons/9.85.GIF

Horské rostliny

V horách je možné se setkat se zajímavým jevem, který souvisí s barvou. Brzo zjara spatříte ve sněhu jamky, ve kterých rozkvétá dřípatka. Její pupeny se vyvinuly již na konci uplynulého krátkého léta a během zimy jsou chráněny sněhovou pokrývkou. Na začátku jara, před začátkem tání, přijímají tmavé pupeny teplo ze slunečního záření, a přispívají tak k tání sněhu v těsném okolí rostliny.

Protože vysoko v horách je poměrně málo hmyzu, mají horské rostliny většinou poměrně velké a sytě barevné květy. Tmavá barva květů pohlcuje teplo, a tak květy nabízejí svým opylovačům nejen nektar, ale i teplo a ochranu před větrem.



Obr. 11: Dřípatka rozkvétá na sněhu.

převzato z:

<http://www.google.cz/imgres?q=Soldanella&hl=cs&biw=1223&bih=570&tbn=isch&tbnid=G2F3P2qOx4PAUM:&imgrefurl=http://www.seemnemaailm.ee/index.php%3FGID%3D8397&docid=U24VF7XoK1zZzM&imgurl=http://www.seemnemaailm.ee/jpg/1Soldanella%252520alpina2.jpg&w=700&h=466&ei=p4nQUZvCDMTpswbr8YHIBg&zoom=1&iact=rc&page=4&tbnh=131&tbnw=191&start=78&ndsp=28&ved=1t:429,r:88,s:0,i:349&tx=115&ty=99>

Rostliny listnatých lesů

Když se budete procházet listnatým lesem v různých ročních dobách, zjistíte, že se v letních a jarních měsících výrazně liší množstvím světla, dopadajícího na půdu. To je důvod, proč mnohé druhy bylin vykvetou a vytvoří semena ještě v době před olistěním stromů. Jedná se například o sasanky, dymnivky, prvosenky, bledule, sněženky a orseje. Tomuto jevu říkáme **jarní vegetační aspekt**. V letních měsících pak rozkvétají stínomilné druhy, které nejsou tak náročné na světlo (lipnice hajní, věsenka nachová, starček hajní a další). Mluvíme o takzvaném **letním vegetačním aspektu**.

Opadavé rostliny

Jistě jste někdy přemýšleli nad tím, proč rostliny na podzim shazují listy. Hlavním důvodem je **zabránit ztrátám vody**. Přes listovou čepel dochází k vypařování vody. V zimních měsících by rostlina ztrácela značné množství vody, ale vzhledem k nízkým teplotám je v této době snížen nebo zastaven příjem vody prostřednictvím kořenů. **Signálem pro barevné změny a shazování listů** je kombinace krátkého dne a nízkých teplot. V místě připojení řapíku ke stonku nebo větvi dojde k vytvoření přehrádky z odumřelých korkových buněk a postupně je přerušeno spojení s cévními svazky, které zajišťují výživu. Do listu se dostává stále méně minerálních látek, a proto přestane tvořit zelené chlorofylové barvivo. Starý chlorofyl se rozpadá a začínají převládat žluté a oranžové barvy (karotenoidy). Někdy můžeme pozorovat i barvy červené a nachové. Ty jsou způsobeny sledem chemických reakcí, kterých se účastní cukry vznikající za nočního chladu, a jsou způsobeny antokyany (v tomto případě mají pro list ochrannou funkci). Spojení listu se stonkem se nadále oslabuje, až dojde k jeho odpadnutí. Jizva, která vznikla po opadu listu, je zacelena vrstvou buněk, které budou rostlinu chránit před ztrátou vlhkosti i před vniknutím parazitických organismů (např. některých hub).

Specializované rostliny

- Existují i skupiny krytosemenných rostlin, které zelené barvivo ve svém těle neobsahují. Jedná se o rostliny **parazitické** (záraza, podbílek, kokotice), které pomocí speciálně přeměněných kořenů (haustorií) získávají organické látky z pletiv svých hostitelů. V tomto případě je celá rostlina nezelená a není schopná fotosyntézy.
- Existují i rostliny **poloparazitické**, jako je jmelí a ochmet. Ty čerpají haustorii pouze vodu a minerální látky, ale listy mají zelené a mohou fotosyntetizovat.

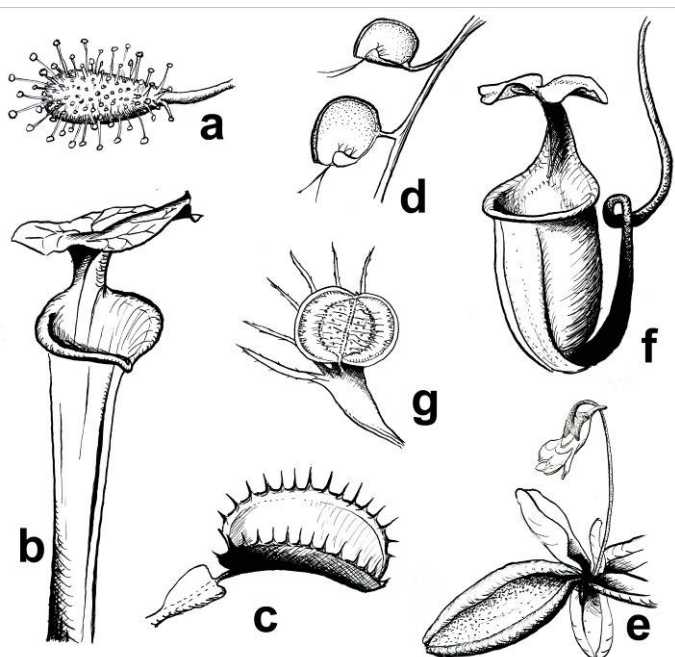
• Zajímavou skupinu rostlin tvoří **masožravé** rostliny. Velmi často se vyskytují v prostředí extrémně chudém na některé minerální látky. Pro jejich doplnění se jim vyvinuly nejrůznější pasti na drobné živočichy, kteří jim slouží jako zdroj některých látek (hlavně dusíkatých). Pasti vznikly většinou přeměnou listů.

Například americké **špirlice** mají z listů vytvořenou svislou trubici, přičemž špička středního žebra listu vybíhá nahoře do zářivé, červeně orámované čepičky, která obsahuje značné množství žláz, jež produkují nektar, a tím lákají kořist.

Láčkovky z tropických oblastí Asie vytvářejí na konci listu nápadné baňkovité útvary – láčky – s hladkým, výrazně zbarveným ústím. Živočichy lákají především na vonný nektar. Uvnitř láček je tekutina, do které rostlina vylučuje trávicí enzymy, a vnitřní stěna je pokryta voskovitými šupinkami, které zabraňují úniku lapených organismů.

V České republice se na rašeliništích můžeme setkat s **rosnatkami** nebo **tučnicemi**. Na jejich listech jsou drobné chloupky, zakončené lesklou lepkavou tekutinou. Celý list vypadá na pohled jako půvabná tretka z benátského skla, představuje ale smrtonosnou past. Jestliže na něj hmyz usedne, přilepí se k některému z chloupků a ve snaze se vyprostit se postupně přilepuje k dalším chlupům. Zářivé kapičky obsahují mimo jiné trávicí tekutinu, která hmyzí tělo postupně rozkládá.

Červeným zbarvením na listech vábí kořist i **mucholapka**. Hmyz láká na nektar nebo na červené zbarvení. Jestliže se živočich dotkne tělem alespoň dvakrát za sebou některého z mála štětinovitých chlupů na rozevřeném listu, list se uzavře a živočicha uvězní v důmyslné pasti. Jak se živočich zmítá, poloviny listu se k sobě tisknou pevněji a samotný list začíná po čase produkovat trávicí látky, které jsou bohaté na kyselinu chlorovodíkovou. Vodní masožravé rostliny **bublinatky** mají speciální lapací zařízení v podobě váčků, do kterých mohou chytit různé druhy drobných vodních živočichů.



Obr. 12: Lapací zařízení masožravých rostlin:

a) rosnatka; b) špirlice; c) mucholapka; d) bublinatka; e) tučnice; f) láčkovka; g) aldrovandka

podle: Biologická olympiáda 2008/2009 – zadání školního kola

Následující videa Vám mohou pomoci v přípravě.

- Krátkou prezentaci o masožravých rostlinách najdete na:

<http://www.youtube.com/watch?v=-kN7ZaK-UIM>,

<http://www.youtube.com/watch?v=XFgxtz4JDs0>,

- Pohyb krásnoočka můžete vidět na videu:

<http://www.youtube.com/watch?v=J3sgoy22lj4>,

- Tropismy a nastie vysvětlují tato videa:

<http://www.youtube.com/watch?v=Q8GmUddzR6k>,

<http://www.youtube.com/watch?v=DDMLvtjh8MY>

- Změnu barev u listů dřevin vysvětlují tato videa:

http://www.youtube.com/watch?v=cyj7kyYX_gQ,

<http://www.youtube.com/watch?v=ljPU1nDVq-0>.

5. Květy

Zkuste si představit, že jste v květnu někde na louce. Tiché bzučení a bzikání tisíců včel, čmeláků a další hmyzí drobotiny místy přerušuje pronikavý cvrkot cvrčků. Slunce svítí a záplava květů, které vás obklopují, oslňuje svojí pestrostí...

Určitě víte, že květ je pro krytosemenné rostliny základním orgánem rozmnožování.

Zopakujte si pojmy, které souvisejí se stavbou květu a jeho umístěním na rostlině (kalich, koruna, okvětí, tyčinka, pestík, čnělka, semeník, blizna, nitka, prašník, jednopohlavné a oboupohlavné květy, jednodomé a dvoudomé rostliny).

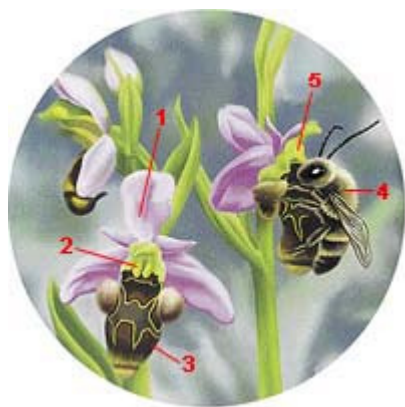
Možná vás upoutala krása barev rozkvetlé louky a možná jste přemýšleli, proč tomu tak je.

Většina rostlin láká barevnými květy opylovače, kterými jsou nejčastěji různé druhy hmyzu. Pro opylování každá z rostlin zvolila trochu jinou strategii. Někdy jsou to vůně, jindy se k vůním přidá ještě výrazná barva a velikost květů.

Pro příklady nemusíme chodit daleko. Tak třeba nerozvité **květy vlašovičníku** nebo **třezalky** neodrážejí UV paprsky (na rozdíl od rozvinutých). **Květy starčku** po opylení hnědnou, podobně u **jírovce** se mění žlutá barva na červenou. Květy **plicníku** jsou v poupěti červené, při rozkvetu fialové a nakonec zmodrají. Takto odlišně zbarvené květy se pak stávají pro opylovače nezajímavé či dokonce neviditelné.

Rostliny opylované ptáky mívají červené nebo růžové květní plátky. Ptáci mají totiž velmi dobré barevné vidění.

S velmi zajímavým způsobem opylování se setkáme u některých vstavačovitých, konkrétně u **tořičů**. Květy těchto rostlin připomínají celkovým vzhledem své typické opylovače. Často dokonce vylučují chemické látky, které jsou podobné feromonům těchto živočichů. A tak se stává, že se samečkové snaží s takto rafinovanými květy pářit. Rostlina při těchto pokusech zanechává na těle samečků náklad v podobě pylových zrn, která dopraví na další rostlinu. Tořičů existuje v Evropě mnoho druhů a každý z nich má charakteristickou kresbu, která odpovídá příslušnému druhu hmyzu (nejčastěji ze skupiny blanokřídlých), který chce přilákat.



Obr. 13: Tořič a jeho opylovač

- 1 – Květ vylučuje vůni, která přitahuje včely.
- 2 – Pylové váčky
- 3 – Pysk připomíná tvarem i kresbou zadeček včely.
- 4 – Včela opyluje květ.
- 5 – Pylové váčky

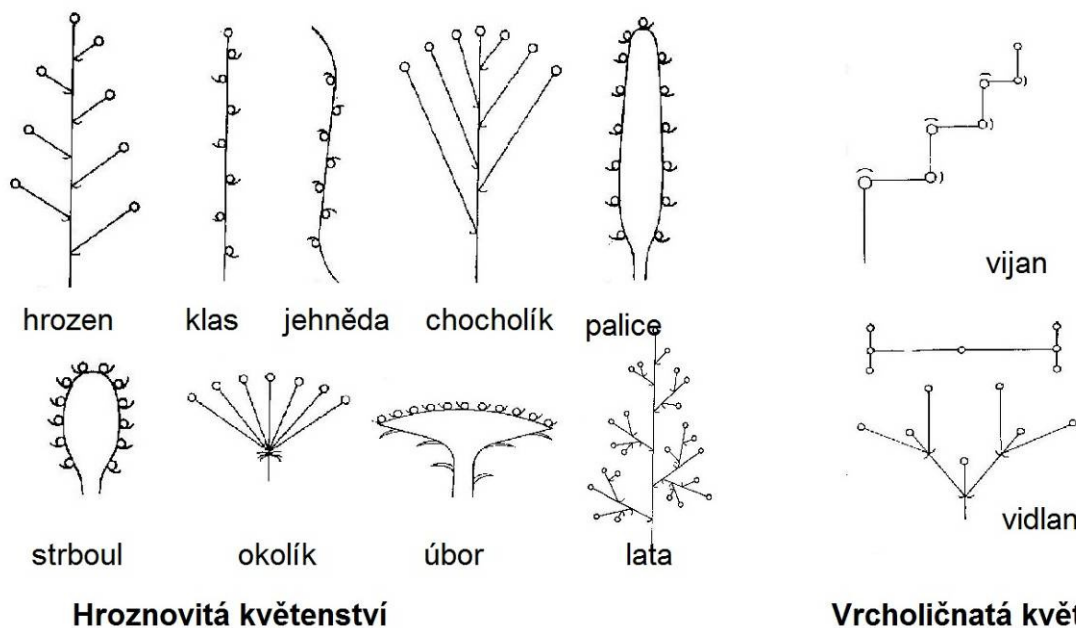
převzato z: <http://www.abicko.cz/clanek/casopis-abc/2261/osizeni-napadnici.html>

- Opylování tořiče můžete shlédnout na stránkách:

<http://www.youtube.com/watch?v=GV0oLYLgSJs>

<http://www.youtube.com/watch?v=7ZswVjGQ6fk>

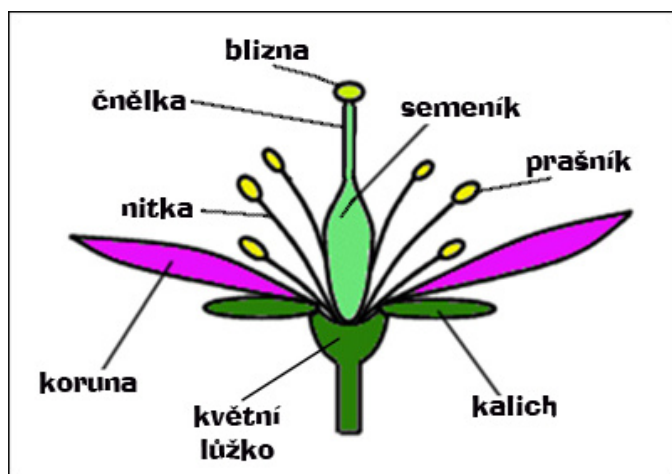
Mnoho rostlin sdružuje květy do souborů, kterým říkáme **květenství**. Zvyšuje se tak šance rostlin na opylování. Květenství se dělí do dvou skupin – **vrcholičnatá** (postranní větve přerůstají stonk hlavní) a **hroznovitá** (postranní větve nepřerůstají hlavní stonk).



Obr. 14: Schematický přehled základních typů květenství

hrozen – penízek rolní, kokoška pastuší tobolka; klas – pšenice, ječmen, jitrocel; jehněda – bříza, líska; chocholík – hrušeň; palice – kukuřice, árón; strboul – jetel; okolík – prvosenka, miřkovité rostliny; úbor – hvězdnicovité rostliny; lata – ptačí zob; vijan – kostival, pomněnka, brutnákovité rostliny; vidlan (na obrázku je i pohled shora) – hvězdíkovité rostliny, kohoutek luční

upraveno podle: http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/index1.html



Obr. 15: Základní stavba květu

převzato z: <http://cbartuv.blog.cz/en/1101/kvet>

Velmi zajímavým typem květenství je **úbor**. Jedná se o charakteristické květenství **hvězdnicovitých** rostlin. Jednotlivé květy vyrůstají z rozšířeného **květního lůžka**, které je podepřeno srostlými listy (ty tvoří **zákrov**). V jeho středu (neboli terči) se nacházejí **trubkovité květy**, které se účastní rozmnožování (obsahují tyčinky a pestík). Na okraji se

nacházejí **jazykovité květy**, které mají zvětšené květní plátky. Jsou někdy sterilní a jejich hlavní funkcí je přilákat opylovače. Některé druhy rostlin mají v úboru pouze jeden typ květů (pouze trubkovité květy má starček obecný, pouze jazykovité květy, které ale nejsou sterilní, tvoří jestřábník a čekanka).

Některé rostliny mají drobné a nenápadné květy, a přestože vytvářejí květenství, není nijak výrazné. Aby rostlina přilákala pozornost opylovačů, má často zvětšené a nápadně zbarvené listy, které se pak stávají součástí květenství (nazývají se **listeny**). Výrazně červeně zbarvené listy mají některé tropické druhy bromélií, které rostou jako epifyty v korunách stromů. Jasně červené listeny nejspíš znáte z vánoční výzdoby, protože se jimi pyšní **pryšec vánoční hvězda**.

Velmi dekorativní listy má jihoamerická tropická rostlina **užovník**, které se v její domovině přezdívá „andělská křídla“. Listy jsou velké, nádherně žilkované a barevné, aby přilákaly hmyz k poměrně nenápadnému květenství.



Obr. 16: Užovník

převzato z: <http://en.academic.ru/pictures/enwiki/66/Brandywine1.jpg>

Podobně nápadně barevný a velký listen mají rostliny ze skupiny áronovitých (**árón a d'áblík**), s kterými se můžete setkat i v naší přírodě.

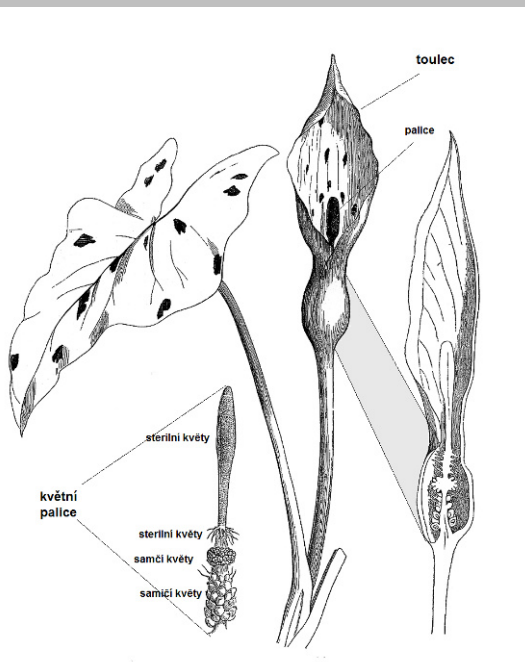
Vlastní květenství tvoří palice, která nese řady samičích a samčích květů a někdy také kartáčkovitě pozměněné květy sterilní. Palici obaluje větší či menší toulec, který bývá výrazně zbarvený. Někdy je jeho spodní část svinutá a vytváří jakousi trubičku či baňku, kterou opět uzavírají kartáčkovitě sterilní květy. Vzniká tak důmyslná past na hmyz.

Hlavním lákadlem této rostliny je nevábná vůně, která přitahuje opylovače, zejména dvoukřídlý hmyz.



Obr. 17 A: Áron plamatý

převzato z: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/Jack_in_the_Pulpit_\(Arum_maculatum\)_-_geograph.org.uk_-_1288449.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/Jack_in_the_Pulpit_(Arum_maculatum)_-_geograph.org.uk_-_1288449.jpg)



Obr. 17 B: Áron plamatý – schéma květenství

upraveno podle: <http://delta-intkey.com/angio/images/arace831.gif>

U této rostliny nejprve dozrávají samičí květy ve spodní části, zatímco samčí květy ještě v té době nemají zralý pyl. Opylovači jsou lákáni barevným toulcem a sterilním zakončením květenství. Hmyz je přitahován kromě zápachu a barvy i zvýšenou teplotou na dně toulce. Poté se přes dolů obrácené štětky květů dostane do dolní části toulce a obvykle přináší na svém těle zralý pyl z jiné rostliny. Tím dojde k oplození samičích květů. Ty začnou vylučovat nektar a hmyz je určitou dobu uvězněn v květenství. Když dozraje pyl v samčích květech, sterilní květy povadnou a uvolní hmyzu cestu ven.

Podobné pasti vytvářejí i **podražce**. Většinou se jedná o tropické liány (rostliny byste mohli vidět v botanické zahradě), ale i u nás ve volné přírodě se můžete setkat s **podražcem křovištním**. Na obrázku je zachycena past podražce křovištního. Chloupky uvnitř trubkovitého květu fungují podobně jako sterilní květy árónů – usměřují hmyz k prašníkům a pestíkům a nedovolí mu květ opustit, dokud nesplní svou opylovací povinnost.



Obr. 18: Podražec křovištní

převzato z: http://www.erbe.altervista.org/images/aristolochia_clematitis.jpg

- Na podražec se můžete podívat na video: <http://www.youtube.com/watch?v=HS8ewmHr2To>.

Existují i rostliny, které vytvářejí **nenápadné květy a květenství** téměř bez květních obalů. Mezi takové rostliny patří většina **lipnicovitých** a některé naše **dřeviny** (např. líska, dub, buk, a topol), které při přenosu pylu využívají vítr. Jejich pylová zrna jsou velmi lehká a malá. Na rozdíl od pylových zrn hmyzosprašných rostlin, která jsou poměrně velká a s různými osténky, lištami a výčnělky, aby se snáze uchytila na těle přenašeče, mají lipnicovité tyčinky s takzvanými vrtivými prašníky, které již při lehkém vánku uvolňují pylová zrna. Blizna je pérovitá – má zvětšený povrch pro uchycení pylových zrn.

Úžasná je ohromná **rozmanitost květů**. Květ každého rostlinného druhu má svoji **charakteristickou stavbu**. Jednotlivé části květů jsou různě velké, mohou být zakrnělé, vyskytují se v různém množství, mohou být vzájemně srostlé nebo volné, dosahují různých tvarů. Přesto jsou určité typy květenství nebo stavba květu charakteristické pro jisté skupiny rostlin.

Někdy mohou barvy květu působit i jako **ochrana proti okusu**. Jedná se o výrazné, zářivé barvy, které sice lákají opylovače, ale na ostatní živočichy působí jako varovný signál, který upozorňuje případné strážníky na jejich jedovatost (například pryskyřníky, blatouchy).

6. Plody

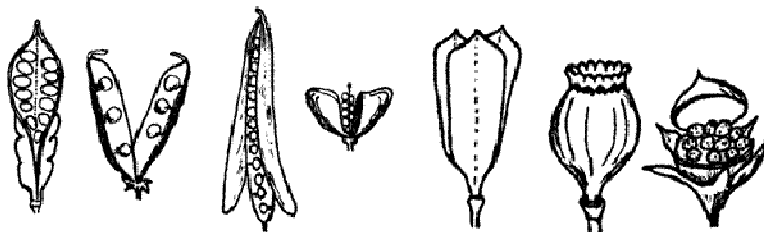
„Vstávej semínko holala, bude z tebe fiala“ zpívají ve večerníčku Křemílek s Vochomůrkou. Dokonce i pohádkové postavičky zjistily, že jedním z faktorů, který výrazně ovlivňuje růst a život rostlin, je světlo. Křemílkovi s Vochomůrkou nakonec nevyrostla fiala, ale Verbascum. A to proto, že zasadili semínko této světlomilné rostliny. Je zajímavé, že autor použil latinský název naší běžné rostliny, kterou máte zařazenou do našeho seznamu – divizny.

U krytosemenných rostlin se poprvé setkáváme s útvarem, který označujeme jako plod. Vzniká po oplození přeměnou pestíku. Podstatou oplození je splynutí pohlavních buněk. **Samičí pohlavní buňka** je uložena ve vajíčku. **Samčí pohlavní buňky** se nacházejí v pylovém zrnu. Po jejich splynutí (**oplození**) se z vajíčka vyvíjí semeno a pestík se mění v plod. Jestliže se na stavbě plodu podílejí také další části květu (například tyčinky nebo květní lístky), označujeme ho jako **plod nepravý**. Příkladem je malvice (jablko, hruška). Jestliže se důkladně podíváte na „bubák“, uvidíte zbytky tyčinek a kališních lístků. Plody vzniklé pouze z pestíku se nazývají **pravé plody** a jejich přehled najdete na následujícím obrázku.

Obr. 19: Základní typy plodů

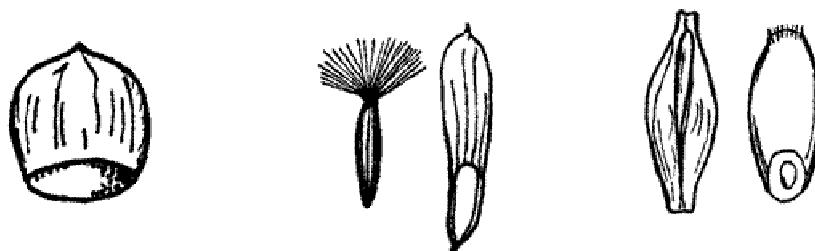
upraveno podle: http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/index1.html

Zopakujte si základní **klasifikaci a stavbu plodů** (dužnaté x suché, pukavé x nepukavé, bobule, peckovice, malvice, lusk, tobolka, šešule, oříšek, nažka, obilka). Podívejte se, pro které skupiny rostlin jsou typické dužnaté plody.



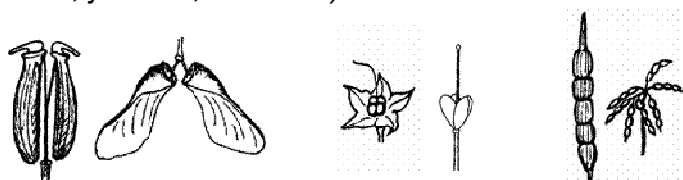
A měchýřek lusk šešule šešulka tobolky

A) příklady: měchýřek (blatouch, pivoňka), lusk (bobovité rostliny: hrách, fazol, vikev), šešule (brukvovité rostliny: brukev) šešulka (brukvovité rostliny: kokoška, penízek), tobolka (kohoutek, silenka, kosatec)



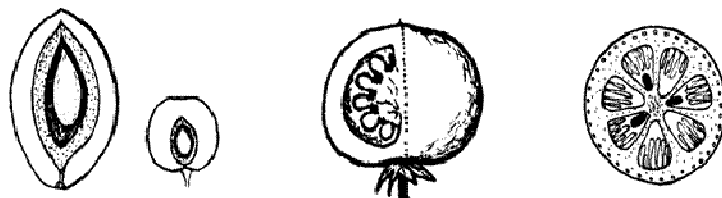
B oříšek nažky obilky

B) příklady: oříšek (líška), nažka (měsíček, slunečnice, pupava, devětsil), obilky (lipnicovité rostliny: pšenice, ječmen, kukuřice)



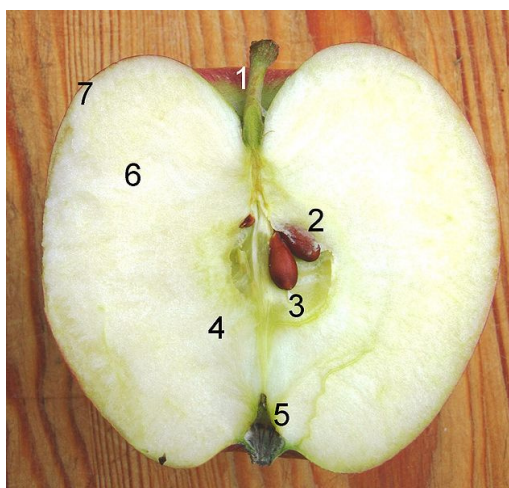
C dvounažky tvrdky struky

C) příklady: dvounažka (javory), tvrdka (brutnák, hluchavkovité rostliny), struk (čičorka, jerlín)



D peckovice bobule hesperidium

D) příklady: peckovice (růžovité rostliny: slivoň), bobule (pámelník, lilek), hesperidium (zvláštní typ bobule typický pro citrusové plody)



Obr. 20: Řez malvicí (jablko)

1: stopka; 2: semena (jádra); 3: jádřinec; 4: blanité oplodí; 5: zbytky kalicha; 6: dužinaté oplodí; 7: slupka

převzato z: <http://skolaazdomu.wikispaces.com/Anatomie+a+fyzologie+roslin>

Jestliže budete pozorovat **dozrávajcí ovoce**, zjistíte, že u plodů často dochází k výrazným **barevným změnám**. Nezralé ovoce bývá zelené (v důsledku přítomnosti chlorofylu, který obvykle překrývá další barviva, jako jsou karotenoidy). Změna barvy je tedy způsobena podobně jako zbarvení listů na podzim, kdy chlorofyl mizí a zůstávají karotenoidy, které jsou chemicky stálejší než chlorofyl. Žlutá barva zralého ovoce není tedy dána nějakým novým barvivem, které by v něm nebylo již dříve přítomno. Červenání ovoce je naproti tomu způsobeno antokyanem, který se objevuje v plodech až v době jejich dozrávání. Mimo jiné dokazuje přítomnost kyselin v plodech (antokyany se v kyselém prostředí barví do červena). Červená barva plodů je lákavá zejména pro ptáky. Možná nyní budete schopni vysvětlit, proč při dozrávání zmodrají borůvky nebo proč zčervenají květy plicníku, když jimi podráždíte mravence v mraveništi.

7. Mineralogie (tato kapitola je určena pro soutěžící kat. C)

Kámen je nerozlučně spojen s historií lidského rodu. Když pravěký člověk objevil pevnost kamene, stal se pro něj první zbraní a zároveň i prvním nástrojem. Tím kamenem byl pazourek. Kromě zbraně potřeboval pravěký člověk i oheň. V mladší době kamenné objevili naši předkové krásu a kouzlo jantaru. A postupně se stávaly módními a ceněnými nerosty stříbro, zlato a drahé kameny.

Mineralogie je věda, která se zabývá nerosty. Nerost (minerál) je neústrojná stejnorodá přírodnina, je tvořen jedním prvkem nebo sloučeninou a jeho složení lze vyjádřit chemickou značkou nebo vzorcem. Horniny jsou neústrojné nestejnorodé přírodniny složené z více nerostů, jejichž složení nelze vyjádřit jednou chemickou značkou nebo jedním vzorcem.

Jestliže budeme chtít určovat nerosty, musíme znát jejich fyzikální a chemické vlastnosti, které jsou pro každý druh typické.

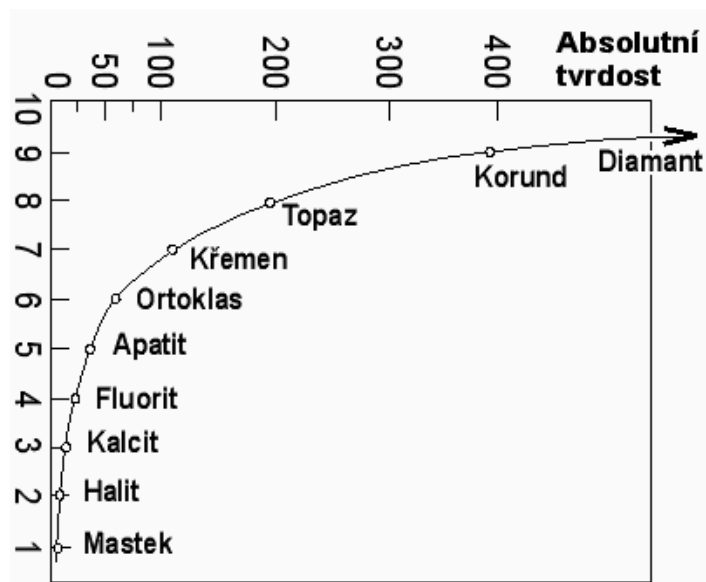
Hustota (měrná hmotnost) se značí řeckým písmenem ρ (čti ró) a vyjadřuje podíl hmotnosti látky (m) a jejího objemu (V).

Tedy $\rho = m/V$, jednotkou je gram na centimetr krychlový (g/cm^3), případně kg/m^3 .

Tvrдость (t) udává schopnost odolávat mechanickému působení. Pro určení tvrdosti nerostů se často používá desetistupňová Mohsova stupnice tvrdosti.

Tvrđost	Nerost	Charakteristika
1	Mastek	Nerost lze snadno rýpat nehtem.
2	Sůl kamenná	Nerost lze obtížně rýpat nehtem.
3	Kalcit	Nerost lze rýpat mědí (hranou měděného plíšku).
4	Fluorit	Nerost lze snadno rýpat nožem.
5	Apatit	Nerost lze obtížně rýpat nožem.
6	Živec	Nerost lze rýpat pilníkem na železo, rýpe do skla.
7	Křemen	Nerost lze obtížně rýpat pilníkem na železo, rýpe do skla.
8	Topaz	Nerost nelze rýpat pilníkem na železo, rýpe

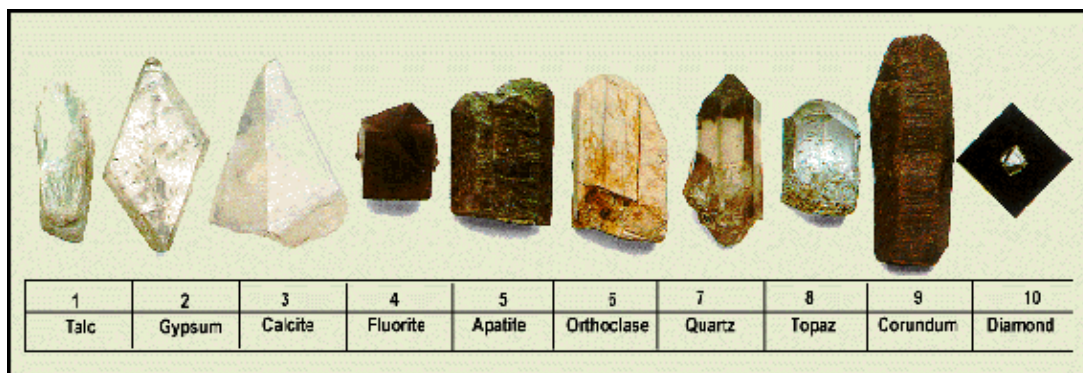
		do skla.
9	Korund	Nerost nelze rýpat pilníkem na železo, rýpe do skla.
10	Diamant	Nerost nelze rýpat pilníkem na železo, rýpe do skla i všech předchozích nerostů.



Obr. 21: Grafické vyjádření stupnice tvrdosti

převzato z: <http://web.natur.cuni.cz/ugmnz/mineral/vlastnosti.html#tvrdost>

Tento graf vyjadřuje rozdíly mezi jednotlivými stupni v Mohsově stupnici tvrdosti. Všimněte si, jak malé jsou rozdíly mezi prvními pěti nerosty, a že rozdíl mezi osmým a devátým stupněm je větší než mezi prvním a osmým stupněm. Nejedná se tedy o lineární závislost.



Obr. 22: Mohsova stupnice tvrdosti

převzato z:

<http://www.google.cz/imgres?q=mohs+scale+of+hardness&hl=cs&biw=1223&bih=570&tbn=isch&tbnid=KXzFghdSzCk2hM:&imgrefurl=http://invsee.asu.edu/nmodules/engmod/prophardness.html&docid=IU5HaAPuq417RM&imgurl=http://invsee.asu.edu/nmodules/engmod/images/Mohmin.gif&w=569&h=194&ei=k3DQUZH-G4KbtAaxiYCYCQ&zoom=1&iact=rc&page=1&tbnh=93&tbnw=272&start=0&ndsp=20&ved=1t:429,r:7,s:0,i:101&tx=155&ty=57>

Tuto stupnici sestavil Friedrich Mohs (1773–1839). Platí pro ni, že každý tvrdší nerost rýpe do předcházejícího měkčího. Například minerál s tvrdostí 4 rýpe do kalcitu (tvrdost 3), ale do apatitu (tvrdost 5) nerýpe. Tvrdost neoznačujeme jednotkami, ale stupni. Rozdíly tvrdosti mezi jednotlivými stupni jsou různé. Největší rozdíl je mezi 9. a 10. stupněm.

Optické vlastnosti nerostů

Mezi tyto vlastnosti patří:

a) Propustnost světla udává, jaké množství světelných paprsků propouští čistý krystal.

Průhledné nerosty – lze přes ně číst (křišťál, slída, kalcit, sádrovec, sůl kamenná).

Průsvitné nerosty – světlo jimi proniká, ale text je nečitelný (chalcedon, záhněda).

Neprůhledné nerosty – nepropouštějí žádné světelné paprsky (krevel, tuha, pyrit).

Při určování propustnosti světla u nalezených minerálů je třeba vzít v úvahu vliv příměsí a velikost vzorku. Rovněž je důležité si uvědomit, že nerosty často nenacházíme v podobě čistých krystalů.

b) Barva nerostu patří k charakteristickým vlastnostem. Některé z nerostů dokonce dostaly název podle barvy, například azurit (francouzsky azur – modrý) nebo rubín (latinsky ruber – červený).

Nerosty, které mají vždy stejnou barvu, nazýváme **barevné** (síra, rumělka, tuha, malachit, azurit a další).

Některé z nerostů mohou mít různou barvu, zbarvení je dáno přítomností určité příměsí.

Například fluorit může být bezbarvý, zelený, fialový nebo žlutý. Podobně máme určité odrůdy křemene (čirý křišťál, fialový ametyst, žlutý citrín, hnědou záhnědu, růžový růženín nebo černý morión). Takové nerosty označujeme jako **zbarvené**. Jejich barva závisí na obsahu prvku, který je nositelem barvy.

Řada nerostů je v čisté formě **bezbarvá**, například křišťál, sůl nebo kalcit.

c) Barva vrypu

Vryp je stopa, kterou zanechává nerost na podložce (nejčastěji porcelánová destička bez glazury). Některé nerosty mohou mít barvu vrypu odlišnou od svého zbarvení (např. pyrit má vryp černý nebo šedočerný, černý hematit má červenou barvu vrypu). Barva vrypu nám umožňuje odlišit zbarvené nerosty od barevných. Barevné nerosty mají vždy

barvu vrypu barevnou, u zbarvených nerostů bývá vryp bílý nebo našedlý. Bezbarvé a bílé nerosty mají barvu vrypu vždy bílou.

Drahé kameny začali lidé používat již před mnoha tisíci lety. Ve starých egyptských hrobech byly objeveny umělecké předměty ze smaragdu, granátu i ametystu. Již před 10 000 lety se ženy i muži z oblasti dnešního Myanmaru (Barmy) zdobili chalcedony, acháty a nefrity. Smaragdy byly známé 2 000 let před naším letopočtem, safíry a rubíny z nalezišť na Srí Lance 600 let př. n. l. Někteří odborníci se domnívají, že dobývání drahokamů bylo zřejmě nejstarším druhem hornictví, které se rozvinulo hned po rýžování zlata.

Drahým kamenům je přisuzována magická moc, často jsou spojeny s přírodními božstvy. Možná jste slyšeli o tom, že lidem bývá přiřazen určitý kámen podle toho, v jakém měsíci se narodili. Jeden ze seznamů „měsíčních kamenů“ uvádí kniha *Klenoty přírody* takto: leden – granát, únor – ametyst, březen – akvamarín, duben – diamant, květen – smaragd, červen – safír, červenec – rubín, srpen – chryzolit, září – safír, říjen – opál, listopad – topaz, prosinec – tyrkys. Zpočátku byly kameny nošeny jako amulety, které měly svého nositele chránit, teprve později se staly kameny drahocennými ozdobami.

Pro oceňování drahých kamenů se používá na celém světě jednotka zvaná **karát**. Toto označení je odvozeno od hmotnosti semene rohovníku obecného, což je strom rostoucí například ve Středomoří. Jeho plody se k nám v minulosti dovážely jako tzv. svatojánský chléb. Semena této dřeviny mají vždy stejnou hmotnost, která je 0,2 g (přesněji řečeno kolísá mezi 0,197 a 0,216 g). Označení karát pochází z arabského slova pro semena této rostliny „kharrub“, přes řecké „karation“ až k anglické verzi „carat“. Další jednotkou, která se používá při vážení drahých kamenů, je **unce** (= 144 karáty). K vyjádření **ryzosti zlata** se rovněž používají karáty. Jeden karát zlata znamená, že z celkové hmotnosti kovu představuje jeho jedna čtyřadvacetina zlato. Proto čtyřadvacetikarátové zlato představuje čisté (tzv. ryzí) zlato.

Vyhledejte si v literatuře zbarvení těchto druhů nerostů: zlato, stříbro, korund a jeho odrůdy (safír, rubín, leukosafír), topaz, beryl a jeho odrůdy (smaragd, akvamarín), zirkon, diamant, český granát, olivín, křemen a jeho odrůdy (křišťál, ametyst, citrín, záhněda, morión, růženín, tygří oko, chalcedon, achát, opál), malachit, jantar.

8. Pedologie – určeno pro postupující do okresních a krajských kol

Pedologie je věda zabývající se půdami.

Matečná hornina (tedy ta, ze které půda vzniká) má základní význam pro vytváření přirozené zásobárny minerálních látek v půdě. Množství a typ těchto látek závisí na chemickém složení nerostů, které horninu tvoří. Matečná hornina má vliv na řadu dalších vlastností půdy (barvu, zrnitost, schopnost zadržovat vodu, atd.).

Podle **půdní reakce** můžeme dělit půdy na kyselé, zásadité a neutrální. Typ matečné horniny tuto charakteristiku značně ovlivňuje. Výskyt určitých typů rostlin či zbarvení květů může naznačovat, jaké jsou chemické poměry půdy.

Kyselé (acidické) půdy bývají na matečné hornině typu žula, rula, svor, pískovec, slepenec a břidlice (rovněž často na píscích a štěrku). Tyto horniny jsou bohaté na oxid křemičitý. Mezi **acidofilní rostliny**, kterým se daří na tomto typu půdy, patří kostřava ovčí, vřes obecný, bika hajní, rosnatka okrouhlolistá, brusnice borůvka, vřesovce, lupina, bříza bělokorá, janovec, většina mechorostů (např. bělomech sivý, rašeliník) a řada dalších rostlin.

Zásadité (bazické) půdy jsou chudé na oxid křemičitý, prakticky neobsahují křemen, ale ve velkém množství jsou v nich často zastoupeny živce. Vyskytují se na vápenci, dolomitu, čediči, gabru, andezitu či opuce (často na spraších). Mezi **bazofilní rostliny**, kterým se na zásaditých půdách daří, patří třemdava bílá, lomikámen latnatý, kalina, dryádka osmiplátečná, krušík tmavočervený, pěchava vápnomilná, bělozářka liliovitá, vojtěška, ostřice nízká a řada dalších rostlin.

Jestli jste někdy kopali nějakou jámu, určitě jste zjistili, že na odkrytém svislém řezu půdou můžete odlišit určité vrstvy, které se liší barvou i strukturou. Těmto vrstvám říkáme **půdní horizonty**. Vznikly z původně jednotné zvětralinou (neboli substrátu) horninového podkladu, který byl různě obohacován nebo ochuzován o určité jemné částice, které mohly mezi sebou různě reagovat.

Podle uspořádání půdních částic, obsahu živin a půdní reakce rozlišujeme určité **půdní typy**. Mezi základní patří: podzolové půdy, černozemě, hnědé půdy, rendziny a nivní půdy.

Podzolové půdy jsou typické pro horské oblasti a pro oblasti s vyššími srážkami. Vznikají často na kyselých horninách, dávají tedy i kyselou reakci. Svrchní humusový horizont bývá ochuzen o minerální látky. Půdy nejsou příliš úrodné, proto se hodí spíše na pěstování plodin méně náročných na živiny (např. brambory).

Černozemě jsou nejúrodnější půdy typické pro sušší oblasti. Charakteristický je mocný humusový horizont. Vznikají na sprašových pokryvech, spíše v nižších nadmořských výškách (do 300 m n. m). Reakce půdního roztoku bývá neutrální nebo slabě zásaditá. Jsou vhodné pro pěstování pšenice a cukrové řepy.

Hnědozemě jsou na našem území nejrozšířenější (obvykle se nevyskytují v horských oblastech), mají nižší úrodnost než černozemě.

Rendziny jsou půdy vzniklé na vápencích nebo dolomitech, jsou charakteristické pro krasové oblasti. Dávají zásaditou reakci. Mají poměrně tenkou humusovou vrstvu.

Nivní půdy jsou půdy v okolí řek. Nejsou ještě dostatečně vyvinuté. Jejich matečné horniny mohou být různé.

Kapitola II: Zoologická část – základní studijní text

Tento text je určen všem soutěžícím přihlášeným do školního kola Biologické olympiády.

1. Vnímání a význam světla

Světlo je životně důležité nejen pro rostliny, ale i pro živočichy. Pravda, nepotřebují ho k tvorbě živin, protože je získávají již hotové z potravy, ale jednotlivé složky světla jsou pro ně nezbytné k orientaci v prostoru, k dorozumívání, k získávání potravy a dokonce i k některým dějům, probíhajícím v jejich těle. Živočichové tedy musejí světlo nějak vnímat, zpracovávat a reagovat na světelné podněty.

2. Kdo vidí bez očí?

Žížala zvolna prolézala podzemními chodbičkami v záhonku, na kterém zahrádkář právě kypřil půdu. Po jednom nabrání motyčkou se žížala ocitla na povrchu. Ihned začala zalézat zpět do půdy.

Žížaly nemají žádné zrakové orgány. Jak tedy naše žížala poznala, že je na světle?

Vnímat světlo lze totiž i bez očí. V pokožce žížaly jsou rozptýlené jednotlivé světločivné buňky, které jí umožňují rozlišovat světlo a tmu. Žížala patří mezi **fotofobní** živočichy, to znamená mezi ty, kteří se za běžných okolností vyhýbají světlu (fotos – světlo, fobie – strach z něčeho). Vylézá na povrch pokud možno jen v noci, ve dne jedině z nutnosti, například když vydatný déšť zaplaví podzemní chodbičky. Žížala sice nedokáže rozeznávat tvary, ale vždycky pozná, kterou částí těla je na světle a kterou ve tmě.

Určitě znáte suchozemské korýše – stínky a svinky. Patří také oni mezi fotofobní živočichy?

Ano! Naleznete je vždy ukryté ve tmě pod nějakým předmětem – cihlou, kusem dřeva či kůrou pařezu – nebo jsou schované v půdní hrabance. Když je vystavíte světlu, snaží se co nejrychleji zase zmizet ve tmě.

Schopnost vnímat světlo bez specializovaného zrakového orgánu nemají jen bezobratlí živočichové.

Světločivné buňky mají na povrchu těla také některé ryby, například úhoři a bahníci, přestože mají normálně vyvinuté oči. Umístění těchto buněk je velice zvláštní – mají je na ocase. Proč? Vysvětlení najdeme v jejich způsobu života. Úhoři i bahníci se ve dne často ukrývají do děr nebo dutin a světločivnými buňkami se mohou přesvědčit, zda mají už schované celé tělo, nebo zda jim ještě část vyčnívá a mohla by se stát potravou nějakého predátora.

3. Není oko jako oko

Na listu rákosu seděla vážka. Najednou se nad ní mihla moucha. Vážka se k ní rozletěla, ale aby ji mohla chytit nohama, musela se dostat nad ni. Rychle mouchu polapila a odletěla s ní zpět na list rákosu.

Asi vás napadne: co je na tom zvláštního?

Odpověď zní: vážka dokázala využít velmi zvláštní stavby složených očí. Jednotlivá očka nejsou úplně stejná, ale některá jsou větší a jiná menší. Nejprve uviděla mouchu většími očky na pozadí oblohy jako tmavou skvrnu. Když vylétěla nad mouchu, aby ji mohla polapit, moucha splýnula s pestrým prostředím pod ní. A nyní se uplatnila menší očka, která vnímají i barvy a tato očka mouchu od podkladu rozlišila.

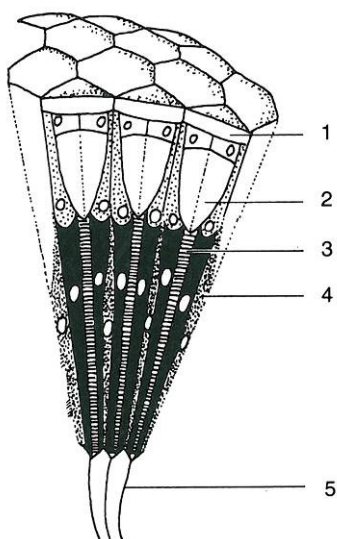
Mnozí živočichové se ale musí orientovat pomocí daleko jednodušších očí, než má vážka,

někteří mají naopak oči mnohem dokonalejší.

Když se podíváte do zrcadla, možná si ani neuvědomujete, že ze svého oka vidíte jen malou část. Říkáte: „Spadlo mi něco do oka!“ nebo „Podívej se mi do očí!“ A přitom vám může smítko spadnout jen na povrch oka a do nitra oka se vám může podívat speciálním přístrojem pouze oční lékař. Co je to vlastně oko?

Oko je orgán, který vnímá světlo a vysílá pak signály do nervové soustavy. Obsahuje světločivné buňky a zvláštní barvivo neboli pigment.

a) Oko složené (Obr. 1) se skládá z mnoha jednoduchých oček neboli omatidií, kterých může být několik desítek (např. hrotnatka má 22 jednoduchá oka) až několik tisíc (u hmyzu – obvykle kolem 5 000, ale například některé vážky mají až 28 tisíc omatidií). Jednotlivé oko má sítnici složenou z několika buněk, dále vlastní světlolomný aparát a pigmentovou izolační vrstvu. Obraz okolí je vnímán jako mozaika jednotlivých plošek. Vidění složeným okem tedy poskytuje obraz neostrý, ale zato umožňuje velmi dobré vnímání pohybu.

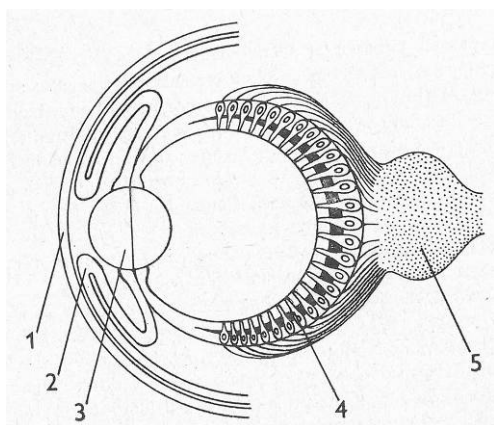


Obr. 1: Schéma části složeného oka

- 1 – čočka; 2 – křišťálový kuželík (sklivec);
- 3 – sítnicové buňky; 4 – pigmentové buňky;
- 5 – nervové vlákno

(převzato z: Jelínek, Zicháček 1998)

b) Komorové oko, které se vyskytuje u hlavonožců nebo obratlovců, je uzavřené do tvaru koule a je tvořeno soustavou průhledných světlolomných útvarů a prostředí – rohovkou, komorovou tekutinou, čočkou a sklívcem (Obr. 2).

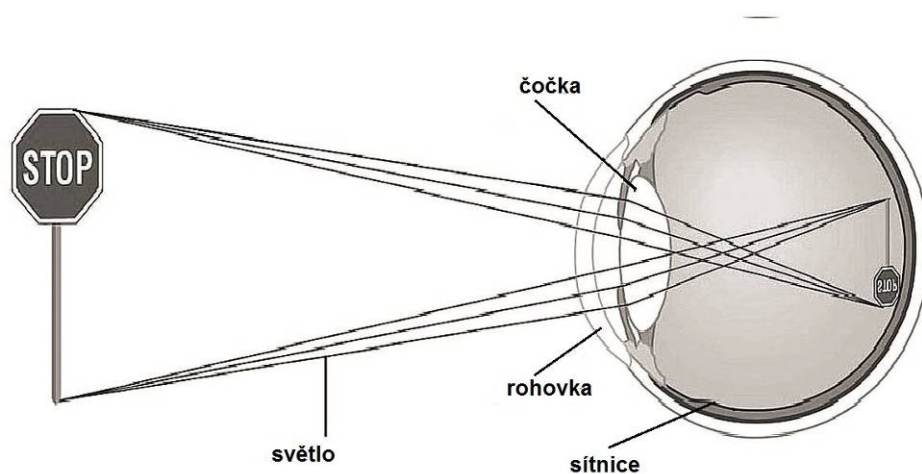


Obr. 2: Řez okem hlavonožce

1 – rohovka, 2 – duhovka, 3 – čočka, 4 – sítnice se světločivnými buňkami a vrstvou pigmentu, 5 – zraková zauzlina (převzato z: Kubišta, 1978)

Srovnáme-li oko hlavonožce (třeba chobotnice) s okem obratlovců, pak je zřejmé, že zraková zauzlina u obratlovců chybí, z oka vychází přímo oční nerv.

Komorové oko pracuje tak, že soustřeďuje paprsky vycházející z jednoho bodu v prostředí do jednoho bodu na sítnici, kde vzniká převrácený obraz okolí (Obr. 3). Informace ze světločivných buněk se zpracovávají v centrální nervové soustavě, a tím je umožněno správné prostorové vidění.

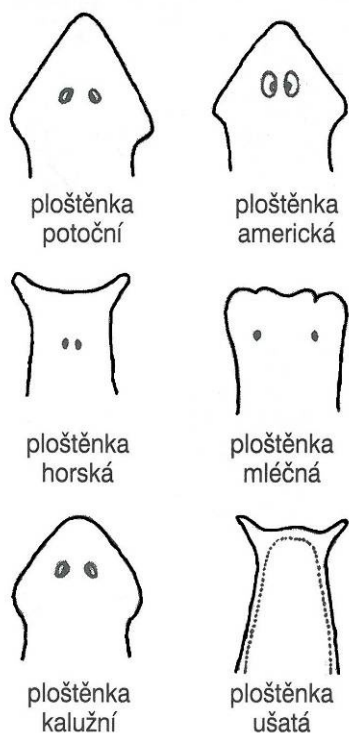


Obr. 3: Schéma vzniku obrazu na sítnici

4. Zajímavé umístění a počty očí, zvláštní typy očí

Po listu trávy lezla páskovka. Prvním, kratším párem tykadel ohmatávala cestu, druhý, delší pár tykadel nesl na konci jednoduché oči. Náhle přes ni přeběhl stín. Její oči se ihned zatáhly dovnitř tykadel, která se celá smrštila. Po chvíli se tykadla opět roztáhla, na jejich koncích se objevily oči a páskovka pokračovala v cestě. Na kterých dalších částech těla nalezneme u živočichů oči?

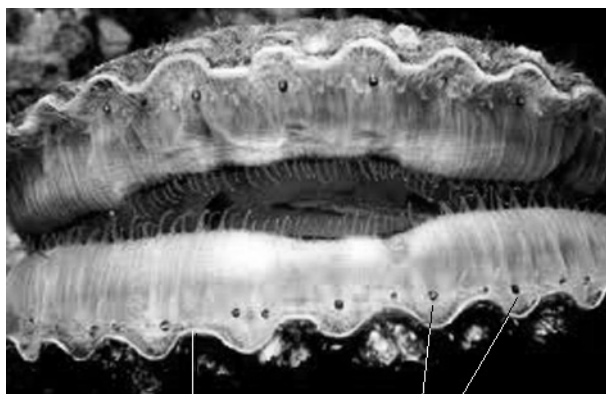
Většina ploštěnek z kmene ploštěnců má dvě jednoduché oči (např. ploštěnka potoční nebo ploštěnka mléčná), jejichž velikost a postavení na hlavové části se liší. Ale ploštěnka ušatá má mnoho malých oček umístěných do oblouku (Obr. 4).



Obr. 4: Umístění očí u některých druhů ploštěnek

(převzato z: Dobroruka, Cílek, Hasch, Storchová 1999)

Měkkýši mají nejen nejrůznější typy očí (případně jsou zcela bez zrakových orgánů), ale mají je i různě umístěné. Z plžů má oči umístěné jako páskovka například hlemýžď, slimáci, plzáci a další plži se dvěma páry tykadel. Tyto oči, které se zatahují do tykadel a zase se z nich vysunují, nazýváme **teleskopické**. Naši sladkovodní plži, např. okružák nebo plovatky, mají jednoduché oči umístěné při základně jediného páru tykadel. Mlži většinou oči nemají, jen u některých jsou jednoduché oči umístěné například v záhybech na okraji pláště (hřebenatka – Obr. 6).



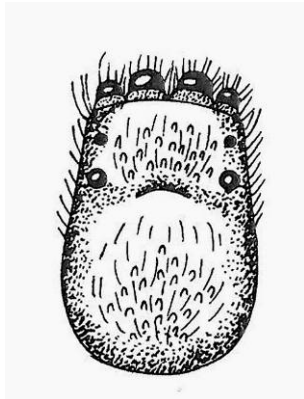
okraj pláště

oči

Obr. 6: Umístění očí hřebenatky

převzato z: <http://www.schnecken-und-muscheln.de/galerie/illustrationen/pecten-jacobaeus-wiki-250.JPG>

Členovci mají oči umístěné na hlavě nebo hlavohrudi, jejich počty se ale různí. Například **pavouci** mají jednoduché oči, nejčastěji jich je osm (např. křížáci, slíďáci, skákavky), méně často šest (šestiočky). Mnoho pavoučích druhů, které žijí trvale v podzemních prostorách, má oči zakrnělé. Kromě toho pavouci nemusejí mít všechny oči stejné. Například skákavky mají první čtveřici očí nápadně větší než zbývající dvě dvojice, umístěné na temeni hlavohrudi (Obr. 7).



Obr. 7: Umístění očí na hlavohrudi skákavky

(převzato z: Buchar, Kůrka 1998)

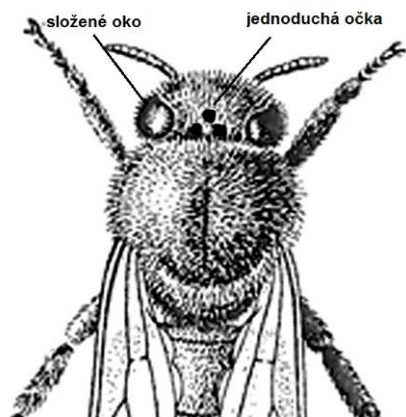
Podívejte se také na stránku:

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id884/pos42,21/?type=1>

Perloočky (například hrotnatky, nosatičky a další) mají vpředu na hlavě jedno velké složené oko, vzniklé splynutím dvou původně samostatných očí. Na oko jsou připojeny okohybné svaly, takže se složené oko může pohybovat. Perloočky mají v oku různý počet omatidií, což souvisí se způsobem jejich života. Hrotnatce, která se živí hlavně řasami, filtrovanými z vody, stačí v oku 22 omatidia, zatímco perloočka raménka, která je aktivní lovec, má více než 300 omatidií.

Hlava hmyzu nese většinou pár složených očí a někdy až čtyři jednoduchá očka.

Například blanokřídlí, kam patří včela medonosná, mají kromě složených očí ještě tři očka jednoduchá (Obr. 8, 9).

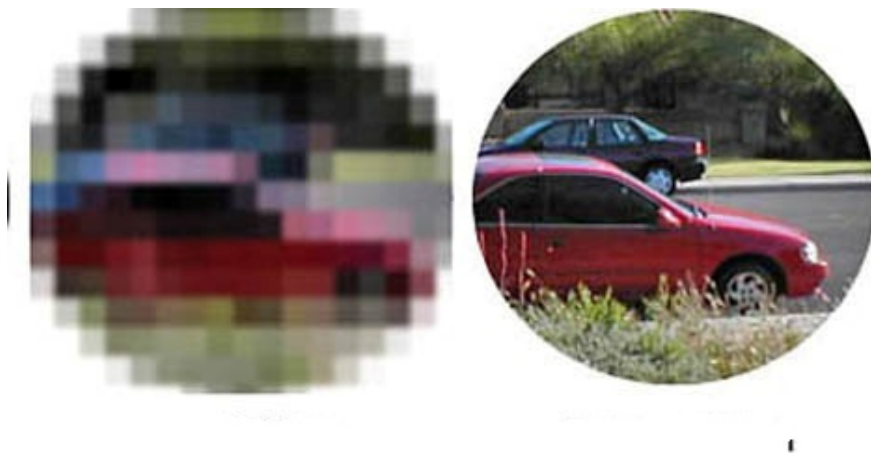


Obr. 8: Umístění očí na hlavě včely medonosné.

(převzato z: Lang, Pravda, Doskočil, Hůrka 1974)

na fotografii je najdete zde:

http://i3.squidoo.com/resize/squidoo_images/590/draft_lens10826521module98773831photo_1272970279bee_profile.jpg



Obr. 9: Jak vidí stejný obraz včela (vlevo) a člověk (vpravo).

převzato z: http://askabiologist.asu.edu/sites/default/files/hollywood_insect_human_vision.jpg

5. Barevné vidění

Přicházíte k přechodu na silnici, kde je provoz řízený semaforem. Na semaforu u přechodu naskočí červená barva. Téměř automaticky se zastavíte, počkáte, a teprve až naskočí zelená, pokračujete v cestě. Máte schopnost barevného vidění – ale jak vlastně barvy vnímáte?

Na sítnici jsou dva typy světločivných buněk – **tyčinky a čípky**. Tyčinky vnímají intenzitu světla, pomocí nich zjišťujeme, zda je světlo, šero nebo tma. Čípky umožňují barevné vidění, pracují nejlépe za plného osvětlení. To si můžete snadno ověřit. Pokud za slunečného dne vstoupíte do setmělého průchodu, ztratí jakoby najednou vaše oblečení původní zářivé barvy, barvy jsou nevýrazné, často těžko od sebe odlišitelné. Každý druh čípku vnímá určitou barvu (tedy vlastně část barevného spektra). Částečně ale vnímá i jiné barvy. Proto živočich nerozeznává jen základní barvy, ale jejich kombinace, a tím i velké množství barevných odstínů.

Barevné vidění je známé například u hlavonožců, členovců a obratlovců, ale ne vždy u všech jejich zástupců. Navíc nevnímají čípky různých živočichů stejné barvy (stejný rozsah spektra). Například u hmyzu je vnímání barev výrazně posunuté do oblasti ultrafialového záření. Včela dělnice vnímá kromě modré a zelené barvy běžného viditelného spektra také ultrafialové záření, ale červené světlo nevnímá.

Proč je tedy tolik květů červených, když včely červenou barvu nevnímají?

Vysvětlením je opět schopnost včely vnímat ultrafialové záření i více barev najednou. Například květ vlčího máku odráží i ultrafialové světlo a včelám se jeví čistě ultrafialový. Červený jetel odráží i trochu modré barvy, takže je pro včely modrý. V tropech se ale vyskytují čistě červené rostliny, které neodrážejí žádné ultrafialové světlo. Včely je zcela přehlížejí, ale přesto mají tyto květy své opylovače. Jsou to kolibříci, kteří červenou barvu velice dobře rozlišují. Čistě červené květy bez ultrafialové barvy rostou i u nás, např. kohoutek luční. Včely na jeho červenou barvu nereagují, ale motýli ji vnímají, a patří tak k jeho opylovačům. Z obratlovců rozlišují barvy mnohé ryby a obojživelníci, mnoho plazů a převážná většina ptáků. Mezi savci není barevné vidění vyvinuto tak dokonale jako u ptáků, což pravděpodobně souvisí s tím, že první savci byli původně přizpůsobeni k nočnímu životu.

6. Ochranné zbarvení, aneb jak nebýt viděn...

Koroptví rodinka se pohybovala po poli. Vtom slepička zpozorovala nebezpečí. Zvláštním způsobem zavolala a celé hejno kuřátek náhle zmizelo. Jak se to mohlo stát? Na povel matky se kuřátka okamžitě přestala pohybovat a přitiskla se k zemi.

foto: <http://www.arkive.org/grey-partridge/perdix-perdix/image-A2385.html>

V tomto i v mnoha jiných případech mají živočichové zbarvení, které jim umožňuje zcela splynout s prostředím. Málokdo si všimne bekyně mnišky nebo přástevníka, pokud sedí bez hnutí na kůře stromu.

Bekyně na kmene břízy: <http://www.warrenphotographic.co.uk/photography/big/16105-Black-Arches-Moth-camouflaged-on-Birch-bark.jpg>

Další příklady si prohlédněte na internetu:

Bukač velký se doslova ztrácí mezi stébly rákosu:

<http://www.juzaphoto.com/me.php?l=it&pg=31660>

Na květenství kopretiny snadno přehlédneme běžníka:

<http://www.biodiversityexplorer.org/arachnids/spiders/thomisidae/thomismus.htm>

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id817/?type=1>

Nikdo nerozezná kuňku, pokud se v mělké vodě u břehu rybníka nezačne pohybovat:

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id22307/?taxonid=316&type=1>

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id194428/?taxonid=316&type=1>

A když nám téměř pod nohama vyskočí zajíc, nemůžeme pochopit, jak jsme tak velkého živočicha mohli přehlédnout:

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id42708/?taxonid=20562&type=1>

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id151940/?taxonid=20562&type=1>

U ptáků, zejména u těch, kteří hnízdí na zemi nebo v otevřených hnízdech, jsou samice většinou velice nenápadné, i když jejich partneři jsou výrazně zbarvení, jako je tomu například u bažanta obecného, tetřeva hlušce nebo tetřívka obecného z řádu hrabavých.

U těchto ptáků se o potomstvo starají samice.

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8566/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8559/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8558/>

Někdy jsou nenápadní oba rodiče, jako v případě křepelky, kde se o mláďata starají samec i samice.

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8564/>

U koroptví se sice samec od samice barevně liší tmavohnědou podkovou na hrudi, ale z hřbetní strany je také velmi nenápadný.

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8562/>

Z pěvců mají ochranné zbarvení například na zemi hnízdící skřivani.

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8824/>

Ale i zdánlivě nápadné barvy a vzory mohou mít v přirozeném prostředí ochrannou funkci. Vzpomeňte si na křečka a jeho skvrny. Mimochodem – víte, že křeček má jako jediný náš savec černě zbarvené břicho a světlejší hřbet, což rozhodně není u savců běžné?

Podobné zbarvení má například i medojed. Souvisí s tím, že tito savci se snaží zastrašit predátora tak, že se vztyčí na zadní a předvedou kontrastní kresbu na břiše.

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id20687/>

Určitě si také vybavíte pruhy tygrů a zeber, různé typy skvrn na srsti levharta, jaguára, geparda nebo žiraf.

<http://conservationreport.wordpress.com/2011/03/26/can-you-see-me-animal-camouflage-82/>

(foto 1 – zebra, 2 – gepard, 2 – slon africký, 4 – žirafa)

<http://now.msn.com/leopard-hard-to-spot-in-amazing-camouflage-pic> (levhart)

<http://www.mnn.com/earth-matters/animals/photos/14-amazing-camouflaged-animals/jaguar> (jaguár)

<http://9wows.com/camouflaged-animals/tiger-camouflage/> (tygr)

A dokonce v tropickém lese, který hýří květy, mohou jako ochranné zbarvení působit i zdánlivě křiklavé barvy papoušků.

<http://www.csse.monash.edu.au/~carlo/IMAGES/Rainbow-Lorikeets-Noble-Park-CKopp-2011-5.jpg> (lori mnohobarvý)

<http://birdingcraft.com/wordpress/2011/03/08/scarlet-macaw-in-a-beach-almond/> (ara ararauna)

Mnozí živočichové se v rámci ochranného zbarvení „nespokojili“ jen s jedním vzorem nebo barvou na celý život, ale střídají je.

Ke změně zbarvení může dojít u savců při výměně srsti neboli línání. To probíhá nejnápadněji v oblastech, kde se pravidelně střídají období chladu a tepla, doprovázené velkými teplotními rozdíly. Zimní srst je hustší, často delší a někdy dokonce i odlišně zbarvená a tím lépe plní ochrannou funkci. Např. liška polární, hranostaj nebo zajíc běláček vykazují ve zbarvení letní a zimní srsti nápadné rozdíly (Obr. 10, 11, 12, 13).

Liška polární neboli pesec má letní srst hnědavou až kouřově šedou, zimní sněhobílou. Část lišek si ale ponechává i v zimě tmavší šedomodré zbarvení a proto se jim říká „modré“ lišky. V Kanadě jsou vzácné, ale v Grónsku je jich asi polovina populace.



Obr. 10: Liška polární v zimě

http://1.bp.blogspot.com/_W90V87w3sr8/TRQg52Akg_I/AAAAAAAAAg4/bzych11X1dA/s1600/arctic-fox-canada.jpg



Obr. 11: Liška polární v létě

http://wild-facts.com/wp-content/uploads/2010/07/ArcticFox.ashx_.jpg

Hranostaj (lasice hranostaj) je v letní srsti svrchu hnědý, naspodu bílý až nažloutlý, špičku ocasu má černou. V zimní srsti je celý bílý, jen špička ocasu zůstává černá. Někteří jedinci ale přelínávají do bílé barvy jen částečně, nebo nepřebarvují vůbec.



Obr. 12: Hranostaj v letní srsti (1) a v zimní srsti (2)

(převzato z: Dobroruka 2004)

Zajíc bělák má v létě srst svrchu šedavě hnědou a naspodu bělavou. Ocas má bílý, špičky ušních boltců černé. V zimě je kromě černých špiček uší celý bílý.



Obr. 13: Zajíc bělák v zimní srsti (vlevo) a v letní srsti (vpravo)

(převzato z: Dobroruka 2004)

U savců se mohou zbarvením lišit i mláďata a dospělci. Najděte si na internetu nebo v literatuře obrázky pruhovaných selat prasete divokého i skvrnitých mláďat srnce obecného a jelena lesního. V těchto případech mláďata při dospívání přelínávají do jednobarevné srsti.

Změna zbarvení živočicha může ale proběhnout i velice rychle, jak se dočtete v další kapitole.

7. Barvoměna, vliv prostředí na zbarvení

Nad písčitém dnem mělkého moře zvolna plavala sépie, barevně zcela splývala se světlým pískem. Ve směru jejího pohybu přecházel písek v kamenité dno. Jak se sépie ocitla nad tmavým podkladem, její tělo prudce ztmavlo.



Obr. 14: Sépie mění zbarvení podle prostředí.

http://1.bp.blogspot.com/_k6eeB1_t1Wc/S8QK8-EjPaI/AAAAAAAAAYY/GjGbC4y0uFU/s400/Cuttlefish+Camouflage.jpg

http://www.bionat.unipi.it/deee/immagini/img_image008p.jpg

Jak to sépie dokázala? Díky **barvoměně**. V její pokožce jsou **pigmentové buňky** neboli **chromatofory**, které obsahují zrna žlutých, hnědých, červených nebo modrých barviv (pigmentů). Ta se mohou v buňkách shlukovat nebo rozptýlovat, chromatofory samotné se mohou smršťovat a roztahovat. Barvu podkladu vnímá sépie očima, signál jde do mozku a odtud jsou pigmentové buňky informovány, co mají udělat. A jde to neuvěřitelně rychle!

Ani obratlovci nezůstávají se schopností barvoměny pomocí chromatoforů pozadu.

Rosnička zelená je zelená na zeleném listu, pokud přeskočí na hnědou kůru, rychle zhnědne (Obr. 15). Barvu podkladu vnímá jako sépie očima a stejnou cestou jako u sépie jsou řízeny i její chromatofory.



Obr. 15: Rosnička zelená v různém prostředí

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id12270/?taxonid=327&type=1&termflt=4843>

http://publicphoto.org/pics/2011/12/20/European-Tree-Frog-on-Leaves_Hyla-Arborea__51854-480x338.jpg

Z našich **čolků** mění zbarvení podle prostředí čolek obecný, někdy je světlejší, někdy tmavší. Jeho barevné změny jsou při změně stanoviště daleko pomalejší a méně výrazné než u rosničky.

Z plazů je schopností barvoměny nejvíce proslavený **chameleon** (Obr. 16). Pokud řeknete svému kamarádovi, že se chová jako chameleon, není to žádná pochvala, i když chameleon je v tom nevinně. Tento „kamarád“ mění své názory podle toho, s kým mluví, za zády vás pomlouvá a do očí se vám snaží zavděčit. Chameleon sice dokáže změnit barvu i na základě změny nálady, ale určitě tím nikomu neublíží. Ale ani on nedokáže za pomoci barviv vytvořit jakékoli zbarvení, pouze kombinace žlutého, hnědého a černého pigmentu. Někdy je čistě žlutý, jindy tmavý, změny jsou rychlé. Kromě **zbarvení pomocí pigmentů** dokáže využívat i tzv. **fyzikálního zbarvení**, které není způsobeno pigmenty, ale lomem světla v buňkách. Může být v důsledku tohoto jevu i zelený, což umožňují krystaly v buňkách svrchní vrstvy kůže, které lámou světlo.



Obr. 16: Chameleon obecný (<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id59138/?type=1>)

K barvoměně nedochází u živočichů vždy jen při změně barvy prostředí, ale, jak bylo již zmíněno u chameleona, také při pocitové změně, např. **při úleku**. Některé ryby mění zbarvení **podle různých motivací**, zejména v době páření, kdy obhajují své teritorium. Agresivní naladění je nejtmavší, podřízená ryba naopak zesvětlá. Nejnápadnější barevné změny lze pozorovat u nádherně zbarvených korálových ryb.

Různé zbarvení pomce císařského najdete na

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id156873/?type=1>

Někteří živočichové se pomocí barevných změn mohou velice konkrétně dorozumívat. Samec sépie projevuje např. barevným vzorem zájem o páření, samice změnou zbarvení odpovídá.

8. Pozor! Nejez mě!!!

Vylíhlo se kuře. S hejnem sourozenců pobíhalo za matkou kvočnou a vedeno instinktem klovalo do všeho, co se pohybovalo. Zaujala ho jakási červenočerná zvířátka u paty stromu. A kolik jich tam bylo pohromadě! Hladové kuře se do nich rychle pustilo. Ale co to? Odkud se vzala v jeho zobáku ta odporná chuť? Začalo od červenočerných zvířátek couvat a od té doby se takto zbarvené potravě raději vyhýbalo.

Zdálo by se, že jedovatí nebo nepříjemně chutnající živočichové mají vzhledem k této skutečnosti dostatečnou obranu před predátory. Ale není tomu tak. Aby predátor tuto jejich vlastnost zjistil, musí je sežrat nebo alespoň ochutnat.

Jak je ale má při dalším setkání rozeznat, aby se jim mohl vyhnout? Jednoduše – těmto živočichům se vyvinulo **výstražné neboli varovné (aposematické) zbarvení**, které je založeno na nápadné kombinaci výrazných barev (uplatňuje se zejména černá a žlutá či oranžová, černá a červená, černá a bílá, případně kombinace tří z těchto barev). Toto zbarvení upozorní predátora, aby se znovu neotrávil, nebyl bodnut žihadlem nebo nespolkнул potravu odporné chuti. Zároveň chrání i tyto nebezpečné nebo nepříjemné živočichy – samozřejmě z hlediska přežití celého druhu, protože ten první, který se stane kořistí nezkušeného predátora, byl vlastně „obětován“ pro prospěch celé populace. Některý hmyz s výstražným zbarvením má navíc tak silnou kutikulu, že může útok predátora – pokud není přímo spolknut – přežít.

Určitě si vybavíte mnoho živočichů, kteří do výše zmíněné kategorie patří. Jsou to především zástupci **blanokřídých** (Obr. 17, 18). Žlutočerné (příp. žlutohnědé) zbarvení mají např. vosy, vosíci, sršně nebo včely, kombinací i s oranžovou až červenou barvou jsou nápadní čmeláci nebo kutilky. Jejich společným znakem je žihadlo spojené s jedovou žlázou.



Obr. 17: Vosík francouzský

převzato z: http://www.priroda.cz/detail_foto.php?id1=303&id2=328



Obr. 18: Kutilka písečná

převzato z: <http://www.naturfoto.cz/kutilka-pisecna-fotografie-6537.html>

Pavouci sice nemají žihadlo, ale jejich klepítka (chelicery) jsou spojena s jedovou žlázou, takže se jed dostává do kořisti kousnutím. Všeobecně je známo, že mimořádně silný jed mají snovačky zvané černé vdovy (Obr. 19). Pravá černá vdova je obyvatel Ameriky, ale s podobnými druhy se můžeme setkat i v jižní Evropě. Jsou opravdu černé, ale samice vždy mají na těle několik červených skvrn.



Obr. 19: Snovačka jedovatá

převzato z: <http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id132153/?type=1>

Nápadným červenočerně skvrnitým zbarvením upozorňuje na svou nepoživatelnost známá **plošnice** ruměnice pospolná, podélným černočerveným páskováním jiná plošnice – kněžice páskovaná (Obr. 20, 21).



Obr. 20: Ruměnice pospolná

převzato z: <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id71942/>



Obr. 21: Kněžice páskovaná

převzato z: <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id72158/>

Výstražné zbarvení ale nemusí být stoprocentní obranou proti všem predátorům. Všechna **slunéčka** mají výstražné zbarvení – červenočerné nebo žlutočerné. Při podráždění vylučují mezi holeněmi a stehny končetin ostře páchnoucí tekutinu, která může vyvolat mírnou otravu a zvracení. Pokud vám zanechalo slunéčko kapku této tekutiny na prstě, neolizujte ji! Některé druhy dravého hmyzu a ptáků ale na výstražné zbarvení slunéček nereagují a požírají je. Patrně jsou proti účinkům této látky imunní.

Foto slunéčka sedmitečného najdete zde:

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id10848/>

Oranžovožluté skvrny na hřbetě **mloka skvrnitého** (<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id307/>) upozorňují predátora už na dálku, že není vhodné tohoto obojživelníka zařadit do jídelníčku. Jed, produkovaný žlázami na hřbetě mloka, je nebezpečný všem zvířatům. Pokud by mloka snědl pes nebo kočka, může je v několika hodinách usmrtit.

Také **kuňka žlutobřichá** a **kuňka obecná** produkují kožními žlázami jed podobného složení jako mlok, ale výstražné zbarvení mají umístěné na spodní straně těla. Kuňka žlutobřichá má žluté a kuňka obecná oranžové až červené skvrny na břišní části těla a na spodní části končetin a hrdla. Jak může tato výstraha fungovat? Je spojena s velice zajímavým chováním těchto žab v ohrožení. Kuňka se prohne ve hřbetě a zvedne hlavu i končetiny, takže se náhle objeví barevné výstražné skvrny (Obr. 22). Je to něco

podobného, jako když vy děláte v tělocviku „kolíbku“. V případě kuněk působí na predátora také moment překvapení, protože výjimečně se žába dokonce převrátí břichem vzhůru.



Obr. 22: Kuňka žlutobřichá ve výstražném postavení

převzato z: <http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id315/?type=1>

Podobně reaguje v případě ohrožení motýl **přástevník medvědí**. Roztáhne přední pár nenápadně hnědo-bíle mramorovaných křídel a pod nimi se objeví oranžově-černá zadní křídla. Jejich výstražným zbarvením upozorňuje na svou schopnost vylučovat na předohrudi kapky čpavé tekutiny.

Obrázek najdete na <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id54922/>

Prudce jedovatí američtí hadi **korálovci** mají na těle kombinaci černých, červených, žlutých, případně bílých příčných proužků. Velmi podobně jsou ale zbarvené i mírně jedovaté nebo zcela neškodné užovky **korálovky**, které žijí ve stejných oblastech. To už ale patří do další kapitoly, která se nazývá...

9. Zloději a podvodníci v živočišné říši

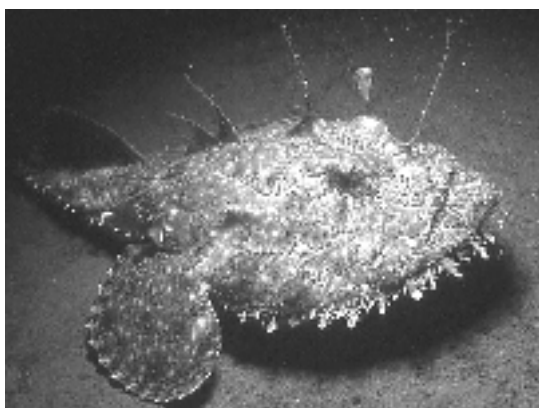
Na rostlině seděla kudlanka nábožná (Obr. 23; <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id402/>). Seděla bez hnutí, s předními nohama složenými pod dlouhou a úzkou předohrudí. Zeleným zbarvením a tvarem těla připomínala část rostliny. Její velké oči umístěné po stranách trojúhelníkovité hlavy jí umožňovaly dobře sledovat okolí. Na větvičku stonku vedle kudlanky usedla moucha. Přední nohy kudlanky se bleskurychle vymrštily, pomocí řady trnů na holeních a stehnech mouchu sevřely a podaly k ústům kudlanky.



Obr. 23: Kudlanka nábožná

převzato z: <http://menoba.files.wordpress.com/2011/11/mantis-religiosa.jpg>

Mořské ryby **d'asové** (Obr. 24) leží nejčastěji na dně a svým tvarem i hnědavým zbarvením splývají s okolím. Nespokojí se ale jako kudlanky s trpělivým čekáním na náhodnou kořist. Před velice širokými ústy mávají volným dlouhým prvním paprskem hřbetní ploutve, který má na konci ztluštěninu. U některých druhů je zakončen dokonce světelným orgánem. Rybu přiláká pohyb, případně i světlo paprsku. Poté d'as prudce rozevře ústa a rybu doslova nasaje.



Obr. 24: Ďas mořský

převzato z: <http://zivazeme.cz/atlas-ryb/das-morsky>

Uvedení živočichové klamali svou kořist vzhledem i zbarvením. Jiní živočichové, kteří jsou zcela neškodní pro predátora, si „půjčují“ výstražné zbarvení jedovatých a nechutných živočichů. Pro příklady nemusíme chodit daleko. Kromě korálovce (<http://www.terareptilium.estranky.cz/img/picture/104/1.jpg>) a korálovky (<http://www.naturfoto.cz/fotografie/sevcik/koralovka-sedlata--lampropeltis-triangulum.jpg>) poslouží i zástupci našeho hmyzu.

Mouchy **pestřenky** (Obr. 25) nebo motýl **nesytka** (Obr. 26) napodobují žlutočerné zbarvení vos, sršňů a jiných blanokřídlých, kteří se mohou bránit žihadlem s jedovou žlázou. Své blanokřídlé příbuzné napodobuje zbarvením také neškodná **pilořitka velká** (Obr. 27).



Obr. 25: Pestřenka pruhovaná

převzato z: <http://fotoblog.in/galerie/albums/uvahy-a-nezarazene/65459.jpg>



Obr. 26: Nesytka sršňová

převzato z: <http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id6400/>



Obr. 27: Pilořitka velká (veliká)

převzato z: <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id63073/>

Také jeden z našich největších pavouků, **křížák pruhovaný** (<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id1487/>), původem z teplých oblastí Evropy, který se v posledních desetiletích šíří téměř po celém našem území, má na zadečku žlutočerné výstražné proužky a přitom by určitě nebyl ptačím predátorům nebezpečný.

Kořist může predátora zajímavým zbarvením a vzory i zastrašit. Mnozí živočichové využívají skvrny ve tvaru očí, které na mnoho predátorů působí výhrůžně. Všichni znáte **babočku paví oko**. Další motýl, **lišaj paví oko** (<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id51167/>), při napadení rozevře přední pár křídel, která mají ochranné nenápadné zbarvení, a tím odhalí

zadní křídla, na kterých se náhle objeví dvě velké oční skvrny na barevném červenavém podkladě. Výrazně zbarvené **housenky lišajů** mají na přední části těla nápadné černé oční skvrny a při ohrožení navíc zdvíhají předek těla. Africká sova **kulíšek perlový** (<http://www.arkive.org/pearl-spotted-owlet/glaucidium-perlatum/image-G60472.html>) má na týle dvě tmavé skvrny připomínající oči, které mohou odradit predátora od útoku zezadu. Navíc kulíšci jako všechny sovy dovedou rychle otočit hlavu o 180 stupňů. Pro případného útočníka je jistě matoucí, když na něj hledí zářivé oči a vzápětí „oči“ tmavé, aniž se sova pohne. Stejně klame predátora i náš **kulíšek nejmenší** (<http://www.arkive.org/pearl-spotted-owlet/glaucidium-perlatum/image-G60472.html>).

Klamat zbarvením se někdy může vyplatit i při rozmnožování. Při tření některých **ryb**, kdy velký, nápadně zbarvený teritoriální samec vybere místo ke tření a hájí ho před dalšími velkými samci, se může k samici, která už na místě tření je, připojit menší samec, který se zbarví nenápadně jako samice. Tím unikne pozornosti velkého samce a může se mu podařit část jiker oplodnit.

Většina druhů **kukaček** hnízdí a o potomstvo se stará. Několik druhů, mezi nimi i naše **kukačka obecná**, je známých hnízdním parazitismem, kdy samice kukačky snáší vejce po jednom do hnízd drobných pěvců. Její vajíčka jsou většinou velikostí i zbarvením podobná vajíčkům nedobrovolného hostitele a tím uniknou jeho pozornosti. Pěstouny vychované dospělé kukačky (samice) budou vyhledávat opět hnízdo stejného druhu drobného pěvce a klást tam vejce barevně podobná.

10. Kdo je kdo?

V jarním lese se v pozdním odpoledni rozezpívala červenka (Obr. 28). Samec tak dával najevo, že zde je jeho území, kde právě sedí na hnízdě jeho samička. Po chvíli slétl na paseku. Ale co to? Na větvi ozářené posledními slunečními paprsky svítí rezavá skvrna! Že by některý ze samců nedbal jeho varování? Prudce se tím směrem rozletěl a začal na drzého protivníka útočit. Vůbec si přitom nevšiml, že tam nesedí červenka, ale že je na větev připevněn jen chomáček červeného peří. Samec červenky se stal nechtěně součástí pokusu, co stačí k vyvolání jeho agresivní reakce.



Obr. 28: Červenka obecná

převzato z: <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8864/>

Jak od sebe poznáte různé druhy živočichů? Nejspíš podle tvaru, velikosti a v mnoha případech vám pomůže i jejich zbarvení. Živočichové samozřejmě nejsou různě barevní proto, abyste se je mohli dobře naučit pro poznávačku, ale aby se lépe poznali jedinci téhož druhu. Je to důležité pro živočichy žijící v nějakých formách společenství a také pro jejich dobrou orientaci v době rozmnožování, kdy je třeba nejen poznat partnera, ale i případného soka při obhajování teritoria. Živočichové se poznávají i pomocí ostatních smyslů, ale u dobře vidících druhů je optická orientace velmi významná.

Na příkladu červenky bylo popsáno vrozené (instinktivní) chování, které je za normálních okolností vyvoláno podnětem, který nazýváme spouštěcím nebo vyvolávacím. Podobně reaguje i samec ryby **koljušky** pouze na barvu, ne na tvar nebo chování jiného samce. Břišní část těla samce koljušky se v době tření zbarvuje do červena. Pokud k němu v této době ponoříme do akvária na červeno obarvenou zátku upevněnou na drátě, začne na ni divoce útočit.

(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Gasterosteus_aculeatus_1879.jpg)

V každé prodejně se zvířaty si můžete koupit papouška **andulku**. Pokud budete chtít dospělého samce, poznáte ho podle modrého ozobí. Samice má ozobí hnědé. Pokusně bylo samici ozobí nabarveno na modro a pak byla vrácena k partnerovi, který se jí předtím něžně dvořil. Jakmile ale spatřil modré ozobí, začal ji zuřivě pronásledovat. Takhle ale reagoval jen samec, který byl se samicí krátce. Pokud byl pár už dlouho spolu, sice se samec nějakou dobu tvářil udiveně, ale pak se choval k samici jako dřív. Kromě jednoduchého spouštěcího podnětu – modrého ozobí – se zde uplatnily i další, zkušeností poznané znaky partnera. V případě živočichů, kteří se orientují i čichem, by byl tento „podvod“ rychle odhalen.

([http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Melopsittacus_undulatus_-Henry_Doorly_Zoo_-two-8a.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Melopsittacus_undulatus_-_Henry_Doorly_Zoo_-two-8a.png))

Rozeznat na první pohled samce a samici, kteří vykazují nápadnou pohlavní dvojtvárnost (sexuální dimorfismus) a liší se třeba tvarem některých částí těla nebo délkou a zbarvením ocasních per, je velice snadné. Někdy se samec od samice pozná podle celkového zbarvení nebo jen podle jinak zbarvené určité části těla, je ale mnoho druhů, kde na první pohled není mezi vzhledem dospělého samce a samice rozdíl (např. volavky, čápi, labutě, lysky, čejky, rackové, sovy, rorýsi, ledňáčci, sýkory modřinky, stehlíci, červenky, straky, sojky, kavky, vrány, havrani, krkavci).

Podle obrázků na internetu nebo podle atlasu ptáků zjistěte, jak se od sebe liší samec a samice následujících ptáků:

vrubozobí: kachna divoká, čírka obecná, rzohlávka rudozobá, polák velký, polák chocholačka

šplhavci: datel černý, strakapoud velký

pěvci: ůhýk obecný, rehek domácí, rehek zahradní, kos černý, sýkora koňadra, pěnkava obecná, křivka obecná, hýl obecný.

Jak jsme již zmínili, nápadné zbarvení může být u mnoha živočichů znakem, podle kterého si samice vybírají při námluvách svého partnera. Nejnápadnější je to právě u ptáků.

Během toku se u mnoha druhů ptáků samci před samicemi předvádějí nápadným peřím, které v této době bývá nejvýrazněji zbarvené, a často v náznakových soubojích soupeří o samičky. Příkladem jsou mnozí hrabaví – **pávi, bažanti, tetřevi, tetřivci**. Zvláštní tok má jespák bojovný. Samcům těchto bahňáků v době toku narůstá na krku nápadně široký límec z peří, jehož zbarvení se u jednotlivých samců dokonce liší.

(<http://www.phototrip.cz/content/bojovni-svatebcane>)

Zbarvení peří se může změnit při **pelichání** (na něco podobného jsme již narazili v kapitole o savcích). Mladí ptáci mohou mít úplně jiné zbarvení než dospělí (například hnědě zbarvení mladí raci, mláďata sov nebo dravců apod.), samci kachny divoké (i některých jiných druhů kachen) přepeřují z nenápadného, takzvaného prostého šatu do velice okázalého svatebního zbarvení. Ke změně zbarvení může dojít i odíráním nebo odlamováním okrajových částí per, např. u samců pěnkavy tímto způsobem do jara zmodrá temeno hlavy (<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8999/>), špačci jsou v zimě a v předjaří kropenatí, v létě jsou po otření šedavých konců per převážně černí (<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8989/>).

U savců, kteří mají méně dokonalé barevné vidění ve srovnání s většinou obratlovců, se při rozlišování druhů a vyhledávání partnera uplatňují barvy poměrně málo. Oproti ptákům jsou savci v této souvislosti také mnohem méně barevní. Výjimkou jsou např. sysli, veverky nebo primáti. **Primáti**, jak již bylo dříve řečeno, mají na sítnici tři typy čípků (na rozdíl od ostatních savců, kteří mají většinou jen typy dva). Dobře rozlišují zelenou, modrou a červenou barvu. Opice využívají mnoha různých zrakových signálů, např. pestře zbarvené pohlavní orgány nebo jejich okolí používají samci mnohých primátů, např. kočkodanů, k imponování. Podobně působí i barevný obličej a barevně zbarvené sedací hrboly mandrilů (<http://www.arkive.org/mandrill/mandrillus-sphinx/>). Barevné sedací hrboly samicím některých druhů opic v době říje navíc zduří, takže jsou viditelné i z větší dálky.

Také v oblasti **péče o mláďata** se uplatňují barevné nebo obecně zrakové signály. **Mláďata krmivých ptáků** mají ústní koutky většinou zduřelé a nápadně žlutě nebo oranžově zbarvené. Tyto barvy působí v otevřeném zobáku žebrajících mláďat jako spouštěcí podnět, který u rodičů vyvolává krmicí reflex. Zvláště sytě zbarvené jsou okraje a vnitřky zobáků mláďat kukaček, o jejichž potomstvo se starají adoptivní rodiče (<http://www.arkive.org/cuckoo/cuculus-canorus/image-A15222.html>). Malá kukačka je pro ně vlastně ideální dítě, její otevřený zobák vyvolává velice silný krmicí reflex. To je pro přežití kukačky důležité, protože dospívající mládě kukačky je často několikanásobně větší než jeho pěstouni.

U ptáků hnízdících v dutinách jsou vnitřky zobáků mláďat zvláště nápadně zbarvené. Mláďatům některých pěvců, např. astrildů nebo amadin, vyrůstají v ústních koutcích odrazové svítící bradavky, u některých druhů odráží světlo i vnitřek zobáku (Obr. 29).



Obr. 29: Pohled do ústní dutiny mláděte amadiny Gouldové

převzato z: <http://www.arkive.org/gouldian-finch/erythrura-gouldiae/>

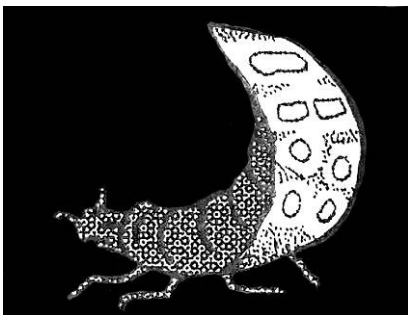
11. Poznáme se i ve tmě?

V každé pohádce, kde hrdina vstoupí za letní noci do lesa, se objeví množství tajuplných světel. Svítící pařezy a houby, mihotavá světélka. Někdy jen dokreslují romantickou krásu noci, jindy jsou to zlé bludičky, které unaveného poutníka vlákají do bažiny. V pohádkách jsou ale i hodní svatojánští broučci, kteří svítí ostatním v noci lucerničkami na cestu.

Co z toho je pohádka a co skutečnost? Málokdo asi viděl svítící pařez. Většina z vás, pokud nesedíte v létě celé večery u počítače, mohla ale vidět světlušky – „svatojánské broučky“ – svítit v trávě nebo poletovat nad loukou (Obr. 30). **Světlušky jsou opravdu brouci.** V trávě nalezneme nelétavé samičky, které za soumraku teplých letních večerů lezou na vysoká stébla trávy, ohnou měkký zadeček nad hlavu a rozzáří světelné orgány na jeho spodní straně. Samečkové létají pomalu a nízko nad loukou, také svítí a hledají samičky. Pokud je objeví, vznášejí se chvíli nad nimi, aby zaujali co nejpřesnější postavení, a pak se k nim spustí prudce jako kámen. Jakmile se partneři setkají, světlo obou zhasne.

<http://www.ireceptar.cz/res/data/187/022410.jpg>

<http://www.ireceptar.cz/zahrada/okrasna-zahrada/cas-svatojanskych-broucku/>



Obr. 30: Svítící samička světlušky

(převzato z Dröscher 1970)

Co je vlastně zdrojem světla světlušek? Jedná se o takzvané studené světlo, kdy se při jeho vzniku na základě chemického děje neuvolňuje naprosto žádná tepelná energie. Tento jev označujeme jako bioluminiscenci. Povel „zapnout“ a „vypnout“ přichází do světelného orgánu patrně z hlavové nervové zauzliny.

Také pohádkové světlo trouchnivějších pařezů je skutečností, je způsobeno světélkujícím podhoubím václavek.

12. Světlo jako ukazatel směru, jako bezpečná navigace

Za bezmračného dne vyletěla včela dělnice již po několikáté z úlu. Letěla vždy přímo na vzdálenou louku, kde sbírala pyl. S nákladem žlutých hrudek pylu na zadních končetinách se opět přímou cestou vracela. Při jejím posledním letu se obloha zatáhla souvislými mraky, ale když se spustil liják, byla již schovaná v bezpečí úlu.

Jak včely poznají, kam mají letět pro pyl a kudy se vracet? Směr a vzdálenost jim sdělila včela průzkumnice zvláštním tancem (<http://www.n-vcelari.sk/sal/VCELY48.html>).

Jak ale trefí zpátky? Orientují se podle úhlu slunečních paprsků, které na ně při letu na louku dopadají. Ale než nasbírají dostatek pylu, paprsky již na ně dopadají pod jiným úhlem. Zjistilo se, že včely jsou schopné „propočítat“, jak se během dne úhel slunečních paprsků mění, a tedy pod jakým úhlem mají na ně paprsky při cestě zpět dopadat.

Co když se ale obloha zatáhne? Paprsky viditelného světla sice přes mraky prochází špatně, ale ultrafialové záření, které včely také vnímají, je propouštěno lépe, takže jsou stále schopny najít správný směr. Jen když je obloha zatažena velmi silnou vrstvou mraků, zůstávají včely doma. Podobnou schopnost orientace mají i mravenci.

13. Jak ještě ovlivňuje světlo život živočichů?

Na okraji paseky seděl na dubu lelek, zcela nehybný a celou délkou těla přitisknutý k silné větvi. Vzhledem ke zbarvení, podobnému kůře stromu, při běžném pohledu s větví zcela splýval. Po západu slunce otevřel velké oči, vzlétl a začal kroužit nad pasekou. Lovil noční hmyz, hlavně motýly. Jakmile dostihl kořist, otevřel krátký, ale velmi široký zobák a hmyz spolkl. Lovil celou noc, jen asi s dvouhodinovou přestávkou kolem půlnoci. K ránu opět usedl na větev, a jako kdyby náraz zmizel.

U všech živých organismů, nejen u živočichů, byly zjištěny **denní rytmy**. Vnímání délky dne a noci umožňují živočichům nejen již známé světločivné buňky, ale ještě další speciální buňky v sítnici. Protože intenzita světla se většinou pravidelně mění, zahrnuje denní rytmus opakované aktivity živočicha a je řízený tzv. biologickými hodinami. U volně pohyblivých živočichů je součástí denního rytmu i střídání doby aktivity s dobou klidu. Zkrácováním délky světelné části dne je ovlivněn i nástup **zimního spánku** savců, přezimování živočichů s proměnlivou tělesnou teplotou nebo tahy ptáků. Působí zde ale i další vnější vlivy, jako je pokles teploty, úbytek potravy apod. Z evropských savců upadají do pravého zimního spánku (hibernují) například ježkové, netopýři a vrápenci, sysli, svišti,

myšivky a plši (Obr. 31). Zkracování délky osvětlení je pro ně signálem k tomu, aby se důkladně vykrmili a vyhledali zimní úkryt. Ten mohou před nástupem skutečné zimy ještě několikrát opustit a zase se krmit. Během zimního spánku mají sníženou tělesnou teplotu (i na 5 °C) a zpomalenou dýchací a srdeční frekvenci.



(převzato z: Krejča, Korbel 1993)



převzato z: <http://www.glis.lt/?pid=124>

Obr. 31: Pich velký je pravý zimní spáč.

Mezi tyto pravé zimní spáče ovšem nepatří **jezevci a medvědi**. Jezevci (Obr. 32) sice na podzim ztloustnou a při mrazivé zimě i nějakou dobu spí, jejich tělesná teplota ale neklesá, takže nejde o pravý zimní spánek. Stejně tak u medvědů klesá tělesná teplota jen asi o 4–5 °C a dechová i srdeční frekvence klesá jen nepatrně. Během neobvykle teplé zimy se jezevci i medvědi mohou i několikrát probudit a shánět něco k snědku. Samice medvědů navíc uprostřed zimy přivádějí na svět mláďata, s kterými zůstávají v úkrytu až do jara.



Obr. 32: Jezevec je nepravý zimní spáč.

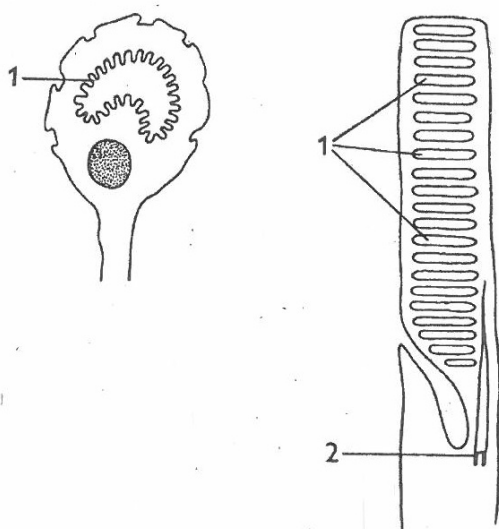
(převzato z: Krejča, Korbel 1993)

Studijní text III. – doplňkový

Text je určený pro postupující do okresního a krajského kola a rozšiřuje základní text.

1. Vnímání a význam světla

Světlo má schopnost vyvolat chemickou reakci, pokud pronikne do zvláštních buněk, kterým říkáme **světločivné buňky** neboli **fotoreceptory**. Způsob, jakým světločivná buňka odpoví na podráždění světlem, je v celé živočišné říši stejný bez ohledu na to, jak vlastně zrakový orgán vypadá. Světločivná buňka má na cytoplazmatické membráně určité citlivé místo, které je značně zvětšeno různými výběžky.



Obr. 1: Citlivá zakončení zrakových buněk

(vlevo u pijavky, vpravo u savce – tyčinka)

1 – zvětšený povrch citlivé membrány; 2 – zbytky bičíků, ze kterých se tyto struktury vyvinuly (převzato z: Kubišta 1978)

V této specializované části membrány je vždy přítomný **zrakový purpur** neboli **rodopsin**, což je barvivo, které pohlcuje viditelnou část světla. Rodopsin je sloučenina bílkoviny opsinu a látky odvozené od vitamínu A. Při osvětlení pohltní rodopsin určité množství světla, dojde k chemické reakci a následnému řetězci dějů, které způsobí podráždění zrakového nervu.

2. Kdo vidí bez očí?

Schopnost vnímat světlo bez očí nemá jen žížala. Například **šváb** nebo **potemník** se bude vyhýbat světlu, i když mu znemožníme využít zrakový orgán, a to díky světločivným buňkám rozmístěným po celém těle. Také pokožka **larev potápníků** je světločivná po celém povrchu těla. Nejcitlivější na světlo je v oblasti průduchů na konci zadečku, v místě, které se při nadechování larvy dostává do styku s vodní hladinou.

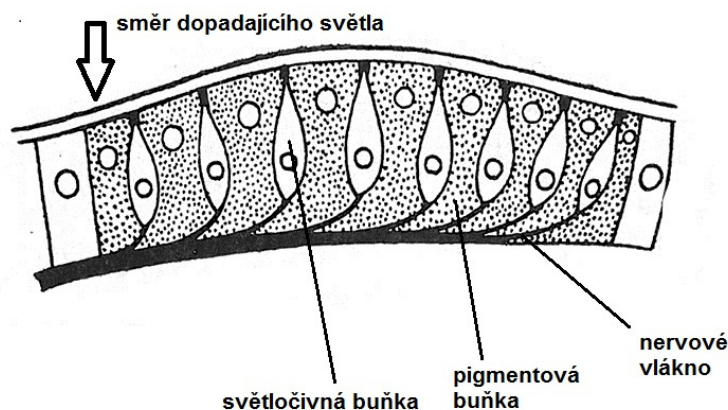
Vnímání světla, lépe řečeno vnímání délky světelného dne, souvisí také s takzvanými biologickými hodinami. Přemýšleli jste například někdy o tom, jak pozná **kukla**, zda se má na konci léta nebo na podzim ještě vylíhnout, nebo zda má přezimovat? Jak poznají bezkřídlé **mšice**, že mají začít klást vajíčka, ze kterých se vylíhnou okřídlení samečkové a samičky, které po páření nakladou mrazuvzdorná vajíčka?

V těchto případech hmyz vnímá zkracující se délku světelného dne. Světlo působí na světločivné sloučeniny v kutikule na povrchu těla a látky, které vznikají, sdělují délku dne nervovým buňkám v hlavové části těla. Některé tmavě zbarvené kukly motýlů martináčů mají dokonce na hlavové části průsvitné okénko, kterým světlo lépe proniká na povrch těla budoucího motýla.

3. Není oko jako oko

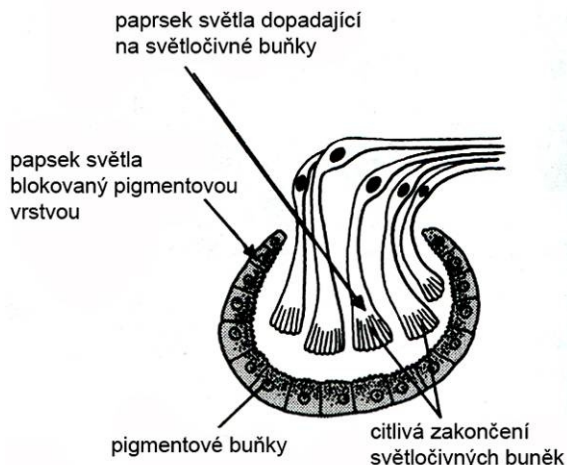
Pokud se vyskytne větší počet světločivných buněk vedle sebe, vytvářejí **sítnici**. S postupným uzavíráním oka od miskovitého až po váčkovité a komorové se zmnožuje počet světločivných buněk v sítnici, u obratlovců je jich několik milionů.

Nejjednodušší oči – **oční skvrny** – mají například **žahavci** (obr. 2). Obvykle mají opravdu jen podobu skvrny na povrchu těla a obsahují světločivné a pigmentové buňky.



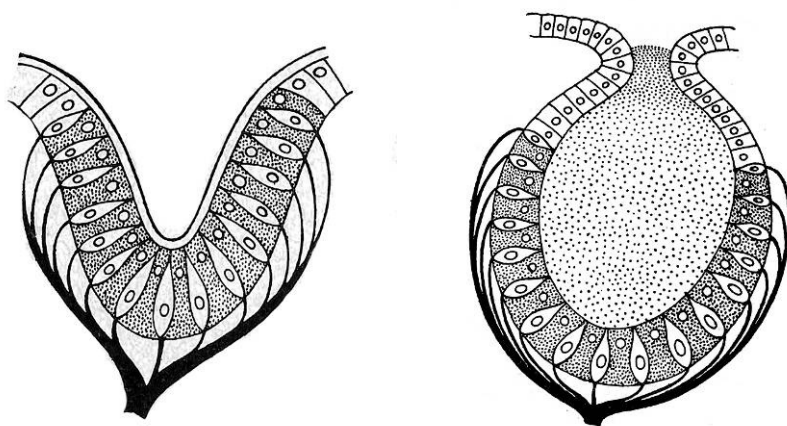
Obr. 2: Jednoduché oko většiny medúz (převzato z: Kubišta 1978)

Poněkud složitější oči mají **ploštěnci** (obr. 3). Pigmentové buňky tvoří **pohárek**, do něhož jsou svrchu zanořeny světločivné buňky, odvrácené citlivými zakončeními od zdroje světla. Vzniklý obraz je neostří. Stejně tak i v komorovém oku obratlovců jsou citlivá zakončení odvrácená od zdroje světla.

**Obr. 3: Oko ploštěnky**

(převzato z: Rupert, Fox, Barends 2004)

Jiný typ pohárkových očí mají například **mořští plži** (obr. 4). Pigmentové buňky opět tvoří různě uzavřený pohárek, světločivné buňky jsou ale citlivými zakončeními přivrácené naopak ke světlu, ne od něj.

**Obr. 4: Schematický řez okem některých mořských plžů** (převzato z: Kubišta 1978)

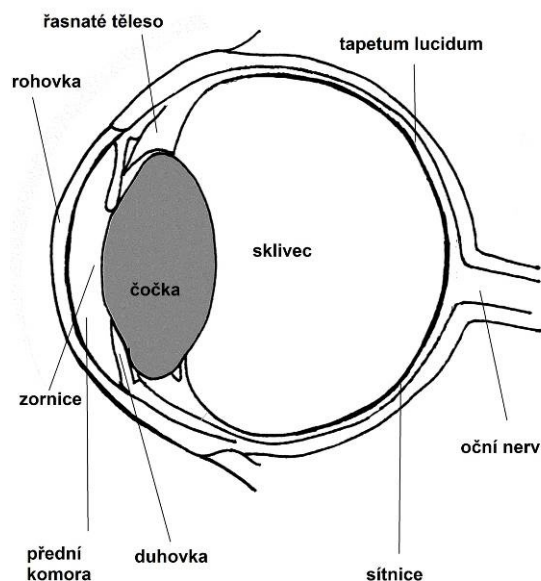
Stejně jsou otočená citlivá zakončení světločivných buněk u **komorového oka hlavonožců**.

Mnozí **soumravní a noční savci** mají slabě vyvinutou schopnost **rozlišovat barvy**, ale o to více vnímají **intenzitu** světla. Umožňuje jim to **odrazová vrstva** v oku (zvaná tapetum lucidum), která jako zrcátko směřuje dopadající světlo zpět do oční koule, takže jsou světločivné buňky podrážděny intenzivněji. Proto oči šelem nebo sudokopytníků při osvětlení ve tmě světélkují. To můžete dobře pozorovat, když reflektory auta v noci ozáří na okraji silnice kočku nebo srnu.



Obr. 5: Světélkující oči malých kočkovitých šelem.

(Ivana Hanzlíková)



Obr. 6: Schematický řez okem kočky

(Ivana Hanzlíková)

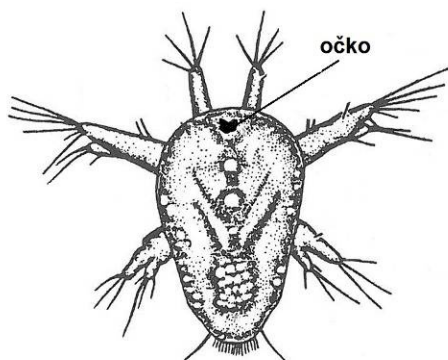
Oko složené může mít větší **zorné pole** než oko komorové, protože přijímá současně podráždění ze širšího okolí. To je důležité zejména proto, že většina složených očí (např. u hmyzu) je nepohyblivá a také hlava živočicha je často velice málo pohyblivá.

4. Zajímavé umístění a počty očí, zvláštní typy očí

Medúzy z třídy medúzovců mají na okrajích zvonu útvary zvané ropálie, ve kterých jsou kromě statocysty, která vnímá polohu, a kromě chuťových buněk umístěny i zrakové orgány. Mohou to být oční skvrny i jednoduchá očka. Zajímavé je, že čtyřhranky mají oči podobné komorovým očím hlavonožců.

(<http://blogs.discovermagazine.com/notrocketscience/files/2010/07/Cladomena.jpg>)

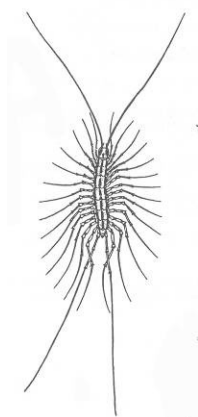
U **korýšů** jsou vytvořeny zrakové orgány dvou typů. Prvním typem jsou jednoduchá **očka zvaná naupliová** (larva většiny nižších a některých vyšších korýšů se nazývá nauplius), která jsou typická pro larvální stádia (obr. 7). Mohou se vyskytnout i u dospělců, např. buchanky mají tři až šest oček.



Obr. 7: Naupliová larva má jen jedno jednoduché očko.

(převzato z: Sedlák 2005)

Mnohonožky mají po stranách hlavy skupiny jednoduchých oček, stonožky většinou také (výjimkou jsou strašníci, kteří mají oči složené).



Obr. 9: Strašník dalmatský

(převzato z: Sedlák 2005)

Dospělci hmyzu mají oči složené. Jinak je tomu u mnohých jejich larev. **Housenky motýlů** mají jen skupiny jednoduchých oček, **larvy much** mají pouze nepárové oko, tvořené hrudkou pigmentu, které není zvenčí vůbec vidět.

Hlava housenky je nakreslená v tomto odkazu:

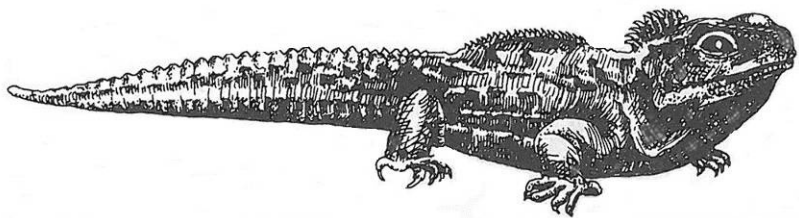
http://th02.deviantart.net/fs71/PRE/i/2011/068/0/0/caterpillar_head_anatomy_by_hedwighestrange-d3b6cuq.jpg

Oči jsou pod označením „stemmata“. Dobře jsou viditelná čtyři malá modrá očka na fotografii zde: <http://m2.i.pbase.com/u38/crocodile/large/32106362.cecropiahead1.jpg>

Obratlovci měli původně, kromě dvou postranních očí, ještě jedno **oko temenní**, které však ztratilo pro většinu dnešních obratlovců význam. Temenní oko je zachované u některých žab, ještěřů a nejlépe u hatérie, kde je zejména v mládí citlivé na světlo. Je schopné rozlišit světlo a tmu a uplatňuje se při řízení aktivity a tělesné teploty živočicha.

Obsahuje primitivní čočku, sklivec a sítnici.

Více najdete na <http://www.zivocich.com/clanky/seznamte-se-s-zivocichem/d:haterie-novozelandska-aneb-krok-zpet-do-prehistorie>



Obr. 10: Hatérie

(převzato z: Jelínek, Zicháček 1998)

5. Barevné vidění

V první části studijního textu jste se dočetli, že **včely** nevnímají červenou barvu, ale vnímají ultrafialovou část slunečního světla. **Jak tedy vidí včela barvy květů?**

Profesor Karl von Frish, který za výzkumy v oblasti chování včel obdržel Nobelovu cenu, si to představuje takto: „Je to svět, v němž neexistuje žádná červená barva, svět, v němž se jako modrozelené hvězdy třpytí sedmikrásky, které my vidíme jako bílé, v němž bílé květy jabloní, bílé zvonky, bílé svlačce a bílé růže září v nejrozmanitějších barvách.“

Jak je to možné? Květy, které my vnímáme jako bílé, odrážejí i ultrafialovou barvu. Další barevné kombinace vznikají současným vnímáním i jiných barev. Bezpečně od sebe odliší i květy, které jsou pro nás prostě žluté, jako jsou květy ohnice, hořčice a řepky. Pro včely je žlutá jen ohnice. Květy řepky odrážejí trochu ultrafialové barvy, a proto dostávají lehce purpurový nádech. Květy hořčice odrážejí mnoho ultrafialové barvy a jsou tedy pro včely intenzivně purpurově červené.

Zajímavé obrázky na toto téma najdete například na těchto stránkách:

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-473897/A-bees-eye-view-How-insects-flowers-differently-us.html> (Vlevo je květ tak, jak ho vidíme my, vpravo je v ultrafialovém světle, tedy tak, jak ho vnímá hmyz.)

<http://www.hmyz.net/ocihmyzu.htm>

<http://visianinfo.com/what-animals-see/> (Anglická stránka o vidění, ale je v ní dost názorných obrázků, mnozí z vás anglicky umějí nebo vám pomohou rodiče.)

Karl von Frish se zabýval v létě pokusy se včelami a v zimě studoval **barevné vidění ryb**. Pomocí důmyslných pokusů prokázal, že ryby barvy rozpoznávají dobře, zjistil, při jaké intenzitě světla ryby ještě barevně vidí a kdy přestanou rozlišovat různé barvy od barvy šedé. Na sítnici ryb našel jak tyčinky, tak čípky.

V praxi to zná velmi dobře každý rybář. Vyrazí-li na ryby v oblečení jasných barev, téměř jistě nic nechytí.

Většina savců, kteří barevně vidí, má obvykle dva typy čípků, které rozlišují světlo o určité vlnové délce. Je dnes už všeobecně známo, že toreador má při býčích zápasech muletu červené barvy spíš pro upoutání pozornosti diváků, ale ne býka. Ten totiž červenou barvu nevnímá, vnímá pohyby mulety.

Člověk a vyšší primáti mají v sítnici tři typy čípků, jeden pigment je citlivý na modrou, druhý na zelenou a třetí na červenou barvu. Schopnost rozlišovat barvy se nazývá barvocit. Genetickou poruchou může vzniknout **barvoslepost**, jednodušší forma barvosleposti je neschopnost rozlišovat zelenou a červenou barvu.

Ptáci mají nejdokonalejší barevné vidění, vyskytují se u nich čtyři typy čípků. Jejich způsob vnímání barev je určitě rozmanitější než u člověka. Někteří ptáci vnímají i ultrafialové světlo v oblasti vlnové délky 350 nm.

O tom, jak ptáci vidí, se dočtete více zde: http://hobby.idnes.cz/ochrana-ptaku-pred-narazy-do-skel-dq1-/hobby-mazlicci.aspx?c=A130129_141038_hobby-mazlicci_mce

6. Ochranné zbarvení, aneb jak nebýt viděn

Pokud jezdíte na dovolenou do Středomoří, určitě jste mnohokrát šli kolem keře s ostružinami. Nejspíš vás na něm nic zvláštního nezaujalo. Ale zkuste si na takovýto keř někdy posvítit v noci. S úžasem zjistíte, že se na něm většinou hemží podivné „větvičky“ – pakobylky. Jejich ochranné zbarvení je činí ve dne prakticky neviditelnými. Kromě toho nejen větvičky napodobují, ale také se jako větvičky ve dne chovají – jsou zcela bez pohybu.

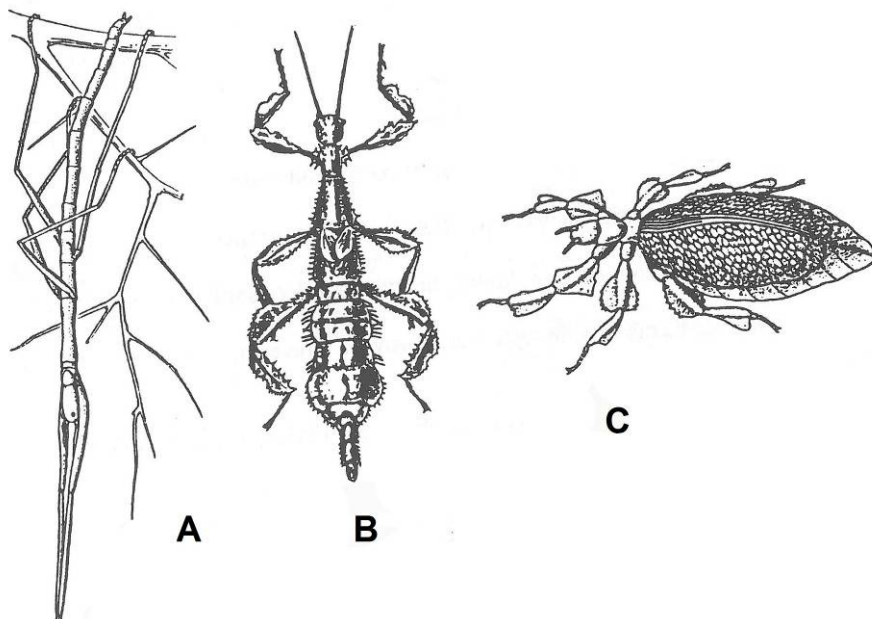
Do příbuzenstva pakobylek patří i tropická lupenitka zelená, která zploštělým tělem s rozšířenými částmi napodobuje k nerozeznání listy. Ale ani ona se nesmí – pokud má uniknout predátorům – ve dne pohybovat.

Podívejte se, jaké další druhy pakobylek, strašilek a lupenitek existují:

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id16962/?type=1>

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id133089/?type=1>

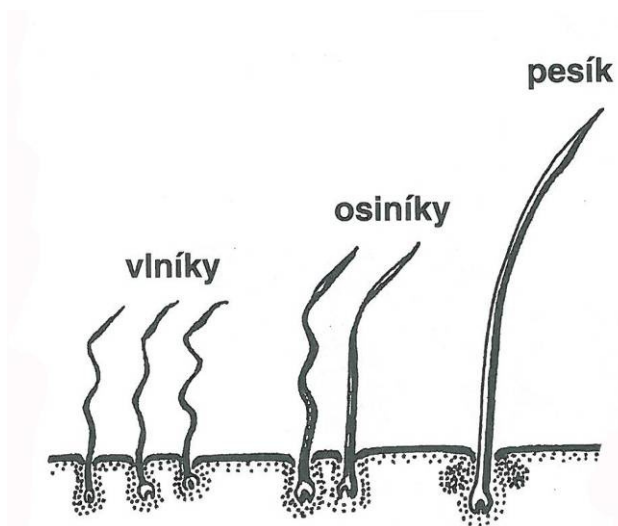
<http://www.phasmidsincyberspace.com/PhylliumSiccifolium.html>



Obr. 10: Pakobylka (A), strašilka (B) a lupenitka (C) napodobují části rostlin.

(převzato z: Sedlák 2005)

U savců se významně podílejí na celkovém zbarvení srsti pesíky, dlouhé rovné chlupy, které mají krycí funkci. Pod nimi je podsada, kterou tvoří vlníky a osiníky. Podsada má termoregulační funkci - dobře izoluje a je velmi důležitá pro udržení stálé tělesné teploty.



Obr. 11: Základní typy chlupů

(převzato z: Dobroruka, Cílek, Hasch, Storchová 1999)

7. Barvoměna, vliv prostředí na zbarvení

Schopnost poměrně rychlé barvoměny podle prostředí mají kromě sépie, zmiňované v základní části studijního textu, i někteří **korýši**, například krevety nebo langusty. V jejich chromatoforech se nachází červený, žlutý a černý pigment.

Zbarvení **některého hmyzu nebo jeho vývojových stádií** může ovlivnit barva prostředí, ve kterém se vyskytují. Na louce i na vřesovišti můžete chytit stejný druh saranče, například saranči měnlivou (<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id273/?type=1>). Na louce bude více jedinců zbarvených do zelena, na tmavším vřesovišti jich bude více hnědých. Zbarvení **kukel bělásky zelného** se také liší podle podkladu. Neodpovídá sice přímo barvě okolí, ale je buď světlejší, nebo tmavší, většinou v různých zelených odstínech. Současně má zde vliv i sluneční záření, světlá barva kukly na silně osluněných místech brání jejímu přehřátí, naopak tmavší barva na více zastíněných místech pohltí lépe tepelné paprsky.

8. Pozor! Nejez mě!!!

Vřetenušky, motýli s krásně zbarvenými křídly s kovovým leskem v barvě černé, červené, zelené a žluté, jsou jedovatí. V jejich těle se vyskytuje malé množství jedovatého kyanovodíku. Ten se dostává do housenek z jejich živných rostlin (většinou z čeledě bobovitých) a po zakuklení přechází do těla dospělého motýla. Při napadení vylučuje vřetenuška ústním ústrojím tekutinu, která sice neobsahuje kyanovodík, ale ostře páchne. Pokud toto predátora neodradí, vyloučí vřetenuška ještě jasně žlutou tekutinu chodidly. Přítomnost výstražných signálů vřetenušek, které je chrání před predátory, se odráží i na jejich chování – létají nápadně pomalu a po doteku často ani nevzlétají. (<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id273/?type=1>)

9. Zloději a podvodníci v živočišné říši

Snaha predátorů napodobit okolní prostředí s cílem oklamat kořist je u některých tropických druhů kudlanek dovedena až k naprosté dokonalosti. Krásná malajská **kudlanka** *Hymenopus bicornis* napodobuje tvarem i barvou růžový uvadající květ rostliny *Melastoma polyanthum*, navštěvovaný často hmyzem, jiná tropická kudlanka *Phyllocrania paradoxa* napodobuje suchý list.



Obr. 12: Kudlanka *Phyllocrania paradoxa*

převzato z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Phyllocrania_paradoxa_Morphology.jpg

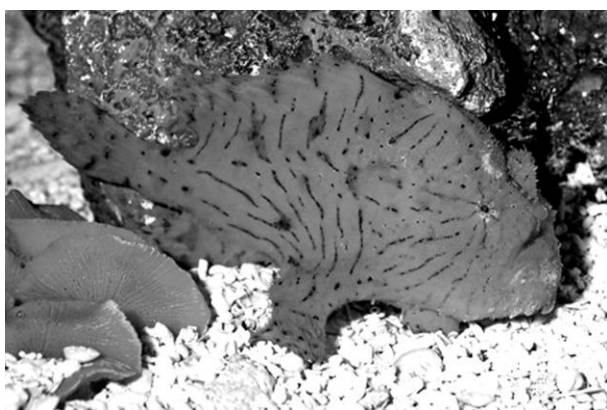
<http://www.toskar.org/wp-content/uploads/2013/04/EMD4N1.jpg>

<http://www.mantiskingdom.com/>

<http://mantiskingdom.com/images/ghost.JPG>

Zajímavý způsob lákání kořisti a jejího nasátí do širokých úst používají nejen d'asové mořští, ale i podivné ryby **rozedranec**, kteří žijí většinou v okolí korálových útesů nebo v houštinách mořských řas. Vzhledem ke svému tvaru těla, ze kterého vyrůstají různé výrůstky, a různým barvám jsou ve svém velice barevném prostředí téměř neviditelní. Stejně jako kudlanka čekají bez pohybu na kořist, někteří používají jako d'asové "návnadu" v podobě dlouhého výrůstku.

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Phyllocrania_paradoxa_Morphology.jpg



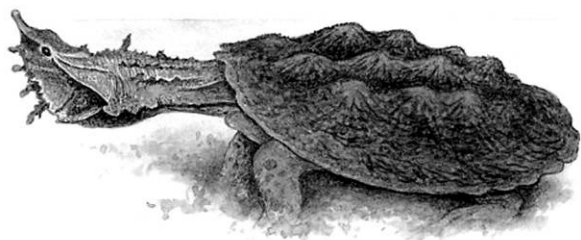
Obr. 13: Rozedranec

převzato z: http://www.aquatab.net/_files/Image/clanky/0062/04.jpg

Ti, kdo měli možnost pozorovat ve volné přírodě želvu **matamatu třásnitou**, se shodují v tom, že je prakticky neviditelná. Leží bez hnutí na říčním dně, zčásti je ukryta mezi odumřelými rostlinami. Její hrbolatý krunýř je pokrytý vrstvou řas. Obrysy hlavy a krku jsou nezřetelné vzhledem k roztřepeným třásnitým lemům silně zvrásnělé kůže. Uniká tak snadno pozornosti rybek, obojživelníků a bezobratlých, které prudce nasává rychlým otevřením široké tlamy.

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id24865/>

http://www.fotohanc.com/albums/rept/Chelus_fimbriatus_9526.JPG



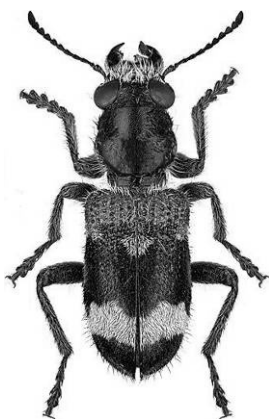
Obr. 14: Matamata třásnitá

převzato z: <http://leccos.com/pics/pic/matamata.jpg>

Další možnost „podvádění“, tedy napodobování jedovatého nebo nechutného živočicha, jste už poznali u much pestřenek nebo blanokřídlých pilořítek velkých. Podobným příkladem je brouk **pestrokrovečník větší**, který připomíná tvarem těla, zbarvením i ochlupením kodulku evropskou. **Kodulka** je blanokřídlý hmyz, jehož samci jsou okřídlení a unikají často pozornosti, ale bezkřídlé samice lezou po zemi a vypadají jako velký červeno-černobílý mravenec. Pokud si budete chtít kodulku prohlédnout zblízka, dejte pozor, může vás žihadlem citelně bodnout.

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id9996/> (pestrokrovečník)

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id69550/> (kodulka)

**Obr. 15: Pestrokrovečník****Obr. 16: Kodulka**

převzato z: <http://www.entomologie-stuttgart.de/ask/node/5023&menu=ste>
<http://www.entomologiitaliani.net/public/forum/phpBB3/viewtopic.php?t=35826>

10. Kdo je kdo?

Zbarvení ptačího peří je většinou způsobováno **pigmenty**, jejichž zrna část světla určité vlnové délky pohlcují a jinou část světla odrážejí. Právě toto odražené světlo vnímáme. Existuje ale také **fyzikální zbarvení**, o kterém jsme se zmínili u chameleona. Toto zbarvení není vyvoláno existencí pigmentů. Známé je například u **motýlů**. V jejich šupinkách (což jsou přeměněné chlupy na křídlech) se sice také nacházejí barviva, ale kromě toho se na vnitřním i vnějším povrchu šupinek světlo láme či odráží, a tím vznikají různé měňavé odstíny. U některých motýlů pigment v šupinkách zcela vymizel, a přesto jejich křídla hrají všemi barvami, protože šupinky rozkládají bílé světlo na jeho barevné složky, které vnímáme. Zajímavé fotografie najdete na <http://petr.juracka.eu/semiv/>. Jistě znáte **modrá pírká z křídla sojky**. Můžete se snadno přesvědčit, že to je další příklad fyzikálního zbarvení. V dopadajícím světle vypadá příslušná část pírká opravdu modře, což je vyvoláno lomem světelných paprsků v dutinkách paprsků praporu pera, vyplněných vzduchem. Když ale zdvihnete pero nad hlavu a podíváte se proti světlu, modrá barva zmizí a pero je v tom místě nevýrazně šedé.

Barevnost peří se nejvíce uplatňuje v době rozmnožování. Snad nejpůsobivější tok, při kterém samec předvádí peří i velice zajímavé chování, můžeme najít v australské oblasti.

Samec lyrochvosta (velechvosta) si v lese vyčistí několik „tanečních parketů“ o rozměrech asi 1 m², na kterých toká. Přeshlapuje, volá a překlápí přes hřbet překrásná ocasní pera, která vypadají jako záplava kraje.

(<http://www.nhptv.org/wild/forthebirdsMenuridae.asp>)

film: <http://www.youtube.com/watch?v=PO5pmrUEdDs>

Naproti tomu pestrébarvní **samci rajek** s velice dlouhými pery „tančí“ na větvi stromu, nad kterou dokonce otrhají listy, aby jejich barvy zářily ve slunci.

(<http://www.planetazvirat.cz/110226-rajky-mistri-ptaci-one-man-show-1.html>

<http://www.biolib.cz/cz/gallery/dir2911/>)

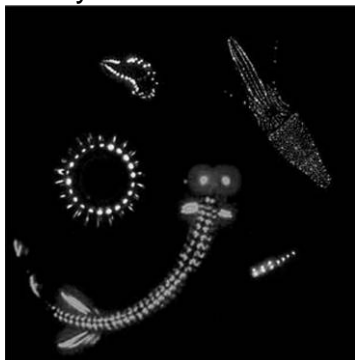
Při námluvách se uplatňují barvy nejen u ptáků, ale i u jiných živočichů. Například **samci našich čolků** (čolka obecného, velkého a horského) se kromě velikosti odlišují v době rozmnožování i tvarem, velikostí a zbarvením hřebenu a lemu na ocasu. Liší se i zbarvením spodní části těla. Tyto odlišnosti jsou velice důležité, protože samice při námluvách následuje samce a odložené spermatofoxy („balíčky“ spermií) sbírá kloakou. Přitom dva i případně všechny tři tyto druhy mohou obývat společné lokality. K rozlišení jednotlivých druhů vám opět pomohou obrázky na internetu nebo různé atlasy.

11. Poznáme se i ve tmě?

O **bioluminiscenci** jsme se zmínili již v základním textu v souvislosti se světluškami. Dodejme ještě několik dalších příkladů.

Z **hmyzu** kromě světlušek světélkují například i mnozí tropičtí brouci. Nádherně světélkují i mnohé **mořské houby, medúzy, koráli, mořští ploštěnci, mnohoštětinatci, plži, mlži a hlavonožci**. Pro **hlubinné ryby** a další hlubinné organismy je světélkování jediným možným dorozumívacím prostředkem. Vysílají světlo v určitém časovém sledu, který je kódem pro daný druh. Na jejich těle přitom vznikají typické a – jak uvádějí potápěči v batyskafech – až strašidelné obrazce. Světélkující orgány produkují světlo buď nepřímo pomocí symbiotických bakterií, nebo světlo vzniká přímo chemickými přeměnami v těchto orgánech.

Zajímavé čtení i fotografie najdete na <http://www.national-geographic.cz/detail/zarici-organismy-umi-rozsvitit-lesy-i-oceany-jsou-nadhernou-podivanou-i-genialni-hrickou-prirody-37126/>



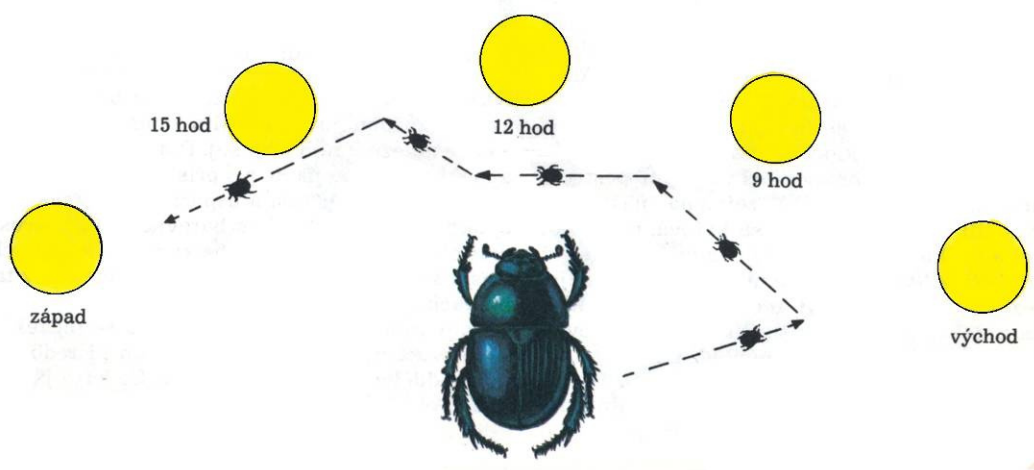
Obr. 17: Světélkující mořské organismy

převzato z: <http://cdn.zmescience.com/wp-content/uploads/2012/02/underwater-bioluminescence-150x150.jpg>

12. Světlo jako ukazatel směru, jako bezpečná navigace

Vliv slunce na pohyb živočichů si ukážeme ještě na jednom příkladě. **Pokusy se špačky** prokázaly, že se tyto ptáci řídí za tahu podle postavení slunce a to podle denní doby, kterou jim sledují jakési „vnitřní hodiny“. Když byl změněn směr paprsků zrcadly nebo byl použit silný reflektor, snažili se pokusní ptáci v kruhových voliérách vyletovat jiným směrem. Na rozdíl od včel však ztráceli schopnost orientace při zatažené obloze nebo při zakrytí zdroje světla. Co platí pro špačky, to už nelze tvrdit o všech tažných ptácích. **Způsobů orientace** je mnoho, včetně zemského magnetismu, orientace podle hvězd nebo přímé orientace podle nápadných útvarů na zemském povrchu. A jednotlivé možnosti se navíc mohou kombinovat.

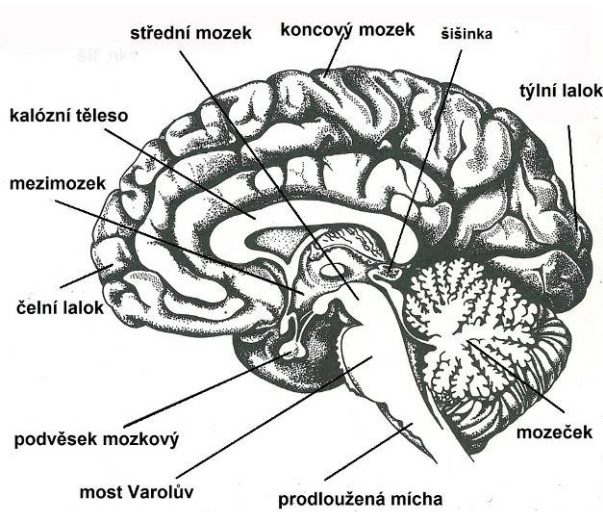
Dosud ale není jasné, proč reaguje na směr slunečních paprsků **chrobák**. Ráno leze směrem k východu. Kolem deváté hodiny se otočí tak, aby měl při svém pohybu slunce šikmo před sebou, aby mu paprsky směřovaly do pravého oka. Přibližně v poledne se jeho směr pohybu změní tak, že mu paprsky svítí na pravou stranu těla. Pak opět mění směr a slunce svítí vlevo od něj. Okolo patnácté hodiny mu slunce svítí šikmo zleva do levého oka a k večeru se vydá přímo k západu. Tuto skutečnost, že směr pohybu lezoucího chrobáka závisí na směru slunečních paprsků, lze ověřit, když budete pohybuujícímu se chrobákovi měnit směr paprsků pomocí zrcátka. Ale co je smyslem tohoto chování? Můžeme si myslet, že je to proto, aby se při svém pohybu nevzdálil příliš daleko z určitého prostoru.



Obr. 19: Pohyb chrobáka podle slunce.

převzato z: Dobroruka, L. J., J. Dobroruková: Malá tajemství přírody

13. Jak ještě ovlivňuje světlo život živočichů?



Obr. 20: Hlavní části mozku

(převzato z: Trojan 1983)

S délkou světelného dne je spojena u savců funkce žlázy s vnitřním vyměšováním – podvěsku mozkového, který je součástí mozku.

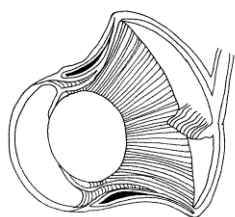
Světelný podnět ovlivňuje tvorbu hormonu melatoninu, jehož množství informuje organismus o délce dne a noci. Při osvětlení tvorba hormonu klesá, ve tmě narůstá. Tím je ovlivňován i spánek a aktivita živočichů.

V našich zeměpisných podmínkách, kdy se na podzim zkracuje délka dne, je vysoká hladina melatoninu pro živočichy informací, že **přichází podzim a zima**. V souvislosti s tím dochází například u ptáků k tomu, že se na podzim velice zmenší samčí pohlavní orgány, s prodlužujícím se dnem se na jaře opět zvětšují, obnovují svou činnost a ptáci začínají tokat.

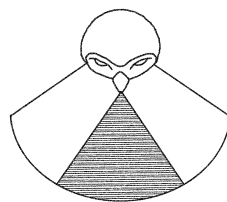
Vnější světelné podmínky ale nepůsobí stejně na **aktivitu všech živočichů**. Podle počtu vrcholů aktivity během 24 hodin rozlišujeme druhy **s více vrcholy aktivity** (polyfázické), se **dvěma vrcholy aktivity** (bifázické) a s **jedním vrcholem** (monofázické).

Většina původně **vodních obratlovců** (například ryby) mají několik vrcholů aktivity, které nemusí být během 24 hodin rozloženy rovnoměrně. Tato skutečnost je známá mnoha sportovním rybářům, kteří ze zkušenosti vědí, kdy které ryby odpočívají a „neberou“ a kdy jsou aktivní. Ze suchozemských obratlovců vykazují tento typ aktivity většinou druhy malé velikosti, vázané životem na povrch země, jako jsou někteří obojživelníci, plazi, hlodavci, hmyzožravci.

Dva vrcholy aktivity má většina ptáků, veverky nebo opice. **Denní druhy** jsou nejaktivnější v ranních, případně v dopoledních hodinách, a druhý vrchol mají v odpoledních, případně ve večerních hodinách. **Noční druhy**, což je většina savců a noční ptáci (sovy, lelkové) jsou nejaktivnější po západu slunce a pak před jeho východem. Denní nebo noční způsob života se projevuje v souvislosti s množstvím světla v době jejich aktivity i ve velikosti očí živočichů. V poměru k velikosti hlavy mají např. sovy mnohem větší oči než dravci a mají je navíc umístěné směrem dopředu, což jim umožňuje prostorové vidění. Mohou tak lépe zaostřovat na kořist. U sov ale pomáhá v této souvislosti i sluch.



Obr. 21A: Oko sovy



Obr. 21B: Zorné pole sovy (šrafovaně oblast prostorového vidění)

(oba obrázky: Ivana Hanzlíková)

Aktivita živočicha se může soustředit také jen **do jednoho vrcholu**. Těchto takzvaných monofázických živočichů je ale velice málo. Na přechodnou dobu se k ní uchylují někteří živočichové v době nedostatku potravy, protože jejich aktivita souvisí s dobou, kdy je jejich potrava nejnáze dostupná.

14. Barviva uvnitř těl živočichů

Krev, tělní tekutina, která v nás obíhá v cévách, je tvořena krevní plazmou, ve které plavou červené a bílé krvinky a krevní destičky. Naše **cévní soustava je uzavřená**, krev za normálních okolností neopouští cévy (což platí pro všechny obratlovce). Červené krvinky, ve kterých je červené krevní barvivo **hemoglobin**, přenášejí díky němu z dýchacích orgánů k vnitřním tkáním kyslík.

Je ale mnoho živočichů, kteří nemají krevní barvivo vázané na krvinky, ale volně rozpuštěné – ale v čem? Je to krev, když neobsahuje krvinky? U **bezobratlých živočichů** se setkáváme s pojmem **hemolymfa**, česky by to byla „krvomíza“, tedy tělní tekutina, která plní funkci krve i mízy. Většina bezobratlých živočichů má na rozdíl od nás **cévní soustavu otevřenou**, tedy jejich „krev“ se jen zčásti pohybuje v cévách, ze kterých se

volně vylévá mezi vnitřní orgány, a jinými cévami je opět nasávána. Pro zjednodušení budeme v dalším textu používat i pro tělní tekutiny, ve kterých je krevní barvivo rozpuštěno, pojem krev, i když to není přesné.

V zásadě jediná barviva, která se nacházejí uvnitř těl živočichů (když pomineme barvu duhovky), jsou právě **krevní barviva**, která se, jak bylo řečeno, účastní přenosu dýchacích plynů (kyslíku a oxidu uhličitého).

Hemocyanin je krevní barvivo, které obsahuje **měď**. Je rozpuštěno v krvi některých živočichů, není vázáno na krvinky. Po okysličení má krev s hemocyaninem modrou barvu.

Hemoglobin obsahuje **železo**. Může být rozpuštěn v krvi, nebo je vázán na krvinky. Okysličená krev je světle červená, odkysličená je tmavě červená.

Výjimečně se u bezobratlých živočichů vyskytuje smaragdově zelené krevní barvivo rozpuštěné v krvi (**chlorkruorin**).

Mnoho **vodních bezobratlých** živočichů nemá pro přenos kyslíku **žádná krevní barviva**, přijímají kyslík z vody povrchem těla a odtud prochází do tkání (žahavci, volně žijící ploštěnci a hlísti). U **ostnokožců** je celým tělem vedena **soustava vodních cév**, která mimo jiné i rozvádí kyslík po těle.

U **členovců**, kteří mají **vzdušnice** (např. hmyz), také **nejsou v krvi krevní barviva**. Z rozvětvených vzdušnic (trubiček, které jsou otvory spojeny s vnějším prostředím) přechází vzdušný kyslík přímo k tkáním.

Velké množství bezobratlých živočichů ale má v krvi krevní barviva. U většiny **měkkýšů** je v krvi rozpuštěný **hemocyanin** nebo vzácně **hemoglobin** (např. u plžů z čeledě okružákovitých).

Většina **kroužkovců** (např. žížala) má v krvi **hemoglobin**, někteří ze skupiny **mnohoštětinatců** (mořští kroužkovci) mají v krvi rozpuštěno **zelené barvivo**.

U **členovců** je krev obvykle **bezbarvá**. Někteří nižší korýši mají v krvi hemoglobin, někteří vyšší korýši (např. rak) hemocyanin. **Larvy pakomárů**, tzv. patentky, mají v krvi rozpuštěný **hemoglobin**, ale není jisté, zda je využíván k přenosu kyslíku.

V případě **obratlovců** je krevní barvivo **hemoglobin vázáno na červené krvinky**.

Přehled doporučených internetových odkazů

Studijní text I. – světlo, botanika, mineralogie, pedologie

1. Světlo a fotosyntéza

<http://www.youtube.com/watch?v=goM2hlpkt2k>

<http://www.youtube.com/watch?v=A0un-jBPPU>

<http://www.youtube.com/watch?v=PXBTdBx2hgY>

http://www.youtube.com/watch?v=C1_uez5WX1o <http://www.youtube.com/watch?v=sf9ETlgOaHc>

2. Buňka

<http://www.youtube.com/watch?v=-zafJKbMPA8>, <http://www.youtube.com/watch?v=rABKB5aS2Zg>

4. Ekologie rostlin

<http://www.youtube.com/watch?v=-kN7ZaK-UIM>, <http://www.youtube.com/watch?v=XFgxtz4JDs0>,

<http://www.youtube.com/watch?v=J3sgoy22ij4>,

<http://www.youtube.com/watch?v=Q8GmUddzR6k>, <http://www.youtube.com/watch?v=DDMLvthj8MY>

http://www.youtube.com/watch?v=cyj7kyYX_gQ, <http://www.youtube.com/watch?v=ljPU1nDVq-0>.

5. Květy

<http://www.youtube.com/watch?v=GV0oLYLgSJs>

<http://www.youtube.com/watch?v=7ZswVjGQ6fk>

<http://www.youtube.com/watch?v=HS8ewmHr2To>.

Studijní text II: Zoologická část – základní studijní text

4. Zajímavé umístění a počty očí, zvláštní typy očí

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id884/pos42,21/?type=1>

http://i3.squidoo.com/resize/squidoo_images/590/draft_lens10826521module98773831photo_1272970279bee_profile.jpg

6. Ochranné zbarvení, aneb jak nebýt viděn...

<http://www.arkive.org/grey-partridge/perdix-perdix/image-A2385.html>

<http://www.warrenphotographic.co.uk/photography/big5/16105-Black-Arches-Moth-camouflaged-on-Birch-bark.jpg>

<http://www.juzaphoto.com/me.php?l=it&pg=31660>

<http://www.biodiversityexplorer.org/arachnids/spiders/thomisidae/thomisus.htm>

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id817/?type=1>

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id22307/?taxonid=316&type=1>

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id194428/?taxonid=316&type=1>

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id42708/?taxonid=20562&type=1>

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id151940/?taxonid=20562&type=1>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8566/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8559/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8558/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8564/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8562/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8824/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id20687/>

<http://conservationreport.wordpress.com/2011/03/26/can-you-see-me-animal-camouflage-82/>
<http://now.msn.com/leopard-hard-to-spot-in-amazing-camouflage-pic>
<http://www.mnn.com/earth-matters/animals/photos/14-amazing-camouflaged-animals/jaguar>
<http://9wows.com/camouflaged-animals/tiger-camouflage/>
<http://www.csse.monash.edu.au/~carlo/IMAGES/Rainbow-Lorikeets-Noble-Park-CKopp-2011-5.jpg>
<http://birdingcraft.com/wordpress/2011/03/08/scarlet-macaw-in-a-beach-almond/>

7. Barvoměna, vliv prostředí na zbarvení

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id156873/?type=1>

8. Pozor! Nejez mě!!!

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id10848/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id307/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id54922/>

9. Zloději a podvodníci v živočišné říši

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id402/>

<http://www.terareptilium.estranky.cz/img/picture/104/1.jpg>

<http://www.naturfoto.cz/fotografie/sevcik/koralovka-sedlata--lampropeltis-triangulum.jpg>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id1487/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id51167/>

<http://www.arkive.org/pearl-spotted-owlet/glaucidium-perlatum/image-G60472.html>

<http://www.arkive.org/pearl-spotted-owlet/glaucidium-perlatum/image-G60472.html>

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Gasterosteus_aculeatus_1879.jpg

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Melopsittacus_undulatus_-_Henry_Doorly_Zoo_-_two-8a.png

<http://www.phototrip.cz/content/bojovni-svatebcane>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8999/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id8989/>

<http://www.arkive.org/mandrill/mandrillus-sphinx/>

<http://www.arkive.org/cuckoo/cuculus-canorus/image-A15222.html>

11. Poznáme se i ve tmě?

<http://www.ireceptar.cz/res/data/187/022410.jpg>

<http://www.ireceptar.cz/zahrada/okrasna-zahrada/cas-svatojanskych-broucku/>

12. Světlo jako ukazatel směru, jako bezpečná navigace

<http://www.n-vcelari.sk/sal/VCELY48.html>

Studijní text II. – Zoologie doplňkový text

4. Zajímavé umístění a počty očí, zvláštní typy očí

<http://blogs.discovermagazine.com/notrocketscience/files/2010/07/Cladomena.jpg>

4. Zajímavé umístění a počty očí, zvláštní typy očí

<http://blogs.discovermagazine.com/notrocketscience/files/2010/07/Cladomena.jpg>

http://th02.deviantart.net/fs71/PRE/i/2011/068/0/0/caterpillar_head_anatomy_by_hedwigthestranged3b6cuq.jpg

<http://m2.i.pbase.com/u38/crocodile/large/32106362.cecropiahead1.jpg>

<http://www.zivocich.com/clanky/seznamte-se-s-zivocichem/d:haterie-novozelandska-aneb-krok-zpet-do-prehistorie>

5. Barevné vidění

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-473897/A-bees-eye-view-How-insects-flowers-differently-us.html>

<http://www.hmyz.net/ocihmyzu.htm>

<http://visianinfo.com/what-animals-see/>

http://hobby.idnes.cz/ochrana-ptaku-pred-narazy-do-skel-dq1-/hobby-mazlicci.aspx?c=A130129_141038_hobby-mazlicci_mce

6. Ochranné zbarvení, aneb jak nebýt viděn

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id16962/?type=1>

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id133089/?type=1>

<http://www.phasmidsincyberspace.com/PhylliumSiccifolium.html>

7. Barvoměna, vliv prostředí na zbarvení

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id273/?type=1>

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimages/id273/?type=1>

<http://www.toskar.org/wp-content/uploads/2013/04/EMD4N1.jpg>

<http://www.mantiskingdom.com/>

<http://mantiskingdom.com/images/ghost.JPG>

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Phyllocrania_paradoxa_Morphology.jpg

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id24865/>

http://www.fotohanc.com/albums/rept/Chelus_fimbriatus_9526.JPG

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id9996/>

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id69550/>

10. Kdo je kdo?

<http://petr.juracka.eu/semiv/>

<http://www.nhptv.org/wild/forthebirdsMenuridae.asp>

<http://www.youtube.com/watch?v=PO5pmrUEdDs>

<http://www.planetazvirat.cz/110226-rajky-mistri-ptaci-one-man-show-1.html>

<http://www.biolib.cz/cz/gallery/dir2911/>

11. Poznáme se i ve tmě?

<http://www.national-geographic.cz/detail/zarici-organismy-umi-rozsvitit-lesy-i-oceany-jsou-nadhernou-podivanou-i-genialni-hrickou-prirody-37126/>

BIOLOGICKÁ OLYMPIÁDA

48. ročník

Školní rok 2013–2014

Studijní text kategorie C a D

Autoři: RNDr. Jana Dobroruková

PhDr. Ivo Králíček

Redakce: RNDr. Romana Anděrová

Vydal: Česká zemědělská univerzita v Praze

Praha 2013