

prozrazovat stupeň i typ znečištění. Z dalších druhů se využívají četné okrasné rostliny, některé pícniny, brukvovité rostliny apod. K významným živočišným indikátorům antropogenních i přirozených změn vlastností terestrického prostředí patří žížalovití, stěvlíkovití, denní motýli, někteří rovnokřídlí, z obratlovců někteří obojživelníci, hlodavci a zajíc polní (*Lepus europaeus*). Indikátory čistoty vod jsou mnohé druhy ryb, např. vranky (*Cottus* spp.), pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*), někteří koryši (perloočky, stejnonožci, raci) a vodní larvy hmyzu (larvy jepic, pošvatek, komárů), z rostlin mnohé druhy řas, sinic, okřehek menší (*Lemna minor*) a vodní mor kanadský (*Elodea canadensis*). Podle přítomnosti a početnosti některých druhů vodních organismů lze určit také orientačně stupeň saprobity (str. 163) i celkovou kvalitu tekoucích vod.

Jsou známy také případy hromadění některých prvků v pletivech rostlin, jsou-li tyto prvky obsaženy v půdě. Takovým způsobem může být indikován například zinek, rtuť, olovo, uran, selen nebo síra. Stejně tak se mohou některé prvky přirozeně obsažené v prostředí i jedovaté látky antropogenního původu kumulovat v tělech živočichů a tak se stát snáze zjištělnými (**bioakumulace**).

Podle změny nebo vlastnosti prostředí (přítomnost určitého prvku, jedovaté látky, působení určitého faktoru) vyvolávají zcela charakteristickou, nezaměnitelnou reakci (patologické příznaky) indikátorového druhu, hovoříme o tzv. **specifické indikaci**. V případě **senzitivní indikace** reaguje organismus okamžitě, u **kumulativní indikace** se účinky stupňují. Při **pasivní indikaci** se využívá přirozeného výskytu citlivých druhů, při **aktivní indikaci** je indikátorový druh (druhy) záměrně vystavován účinkům příslušného faktoru.

3.8 Adaptace

Za **adaptace** zde považujeme veškerá přizpůsobení, ke kterým u organismů došlo v průběhu evoluce. Adaptace mohou být morfologického, fyziologického a etologického charakteru a usnadňují nebo umožňují existenci organismu v příslušných podmínkách. Vyvinuly se jak u druhů jako celku, tak v omezeném rozsahu u jednotlivých populací téhož druhu. Kromě dědičných adaptací jsou známy i fenotypové, nedědičné odchylky, nazývané **modifikace (ekomorfózy)**. Ty jsou bezprostřední reakcí organismu na stávající podmínky a v jiném prostředí se ztrácejí. Jde-li o pouhé přizpůsobení organismu při přechodu z jedné podmínky do druhé bez zjevných změn, hovoříme o **aklimatizaci**. Vliv prostředí na vznik nejrůznějších vývojových změn nemá pouze ekologický význam, ale je jedním z rozhodujících faktorů v procesech speciace, tedy při vzniku nových druhů.

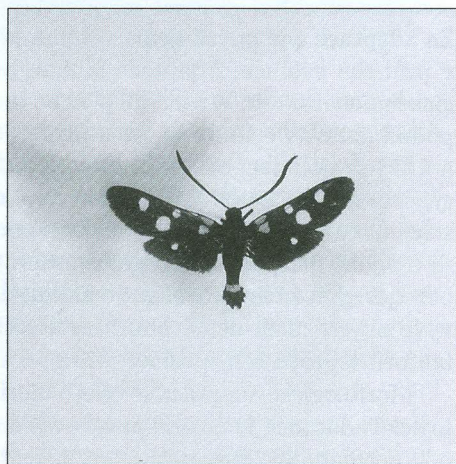
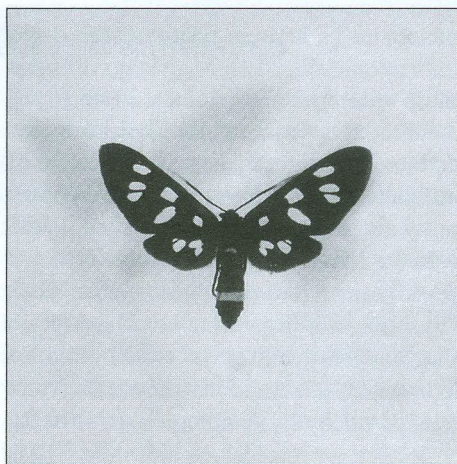
Morfologické adaptace se týkají morfologie celého těla nebo jeho části. Za fyziologické adaptace je možné považovat nejrůznější odchylky fyziologických procesů od „normálního“ stavu, většinou u druhů žijících v extrémních podmínkách. Etologické adaptace souvisejí s chováním živočichů a projevují se například zvláštnostmi při lovu potravy, při vyhledávání úkrytů a ochraně před predátory.

Přechod do vodního prostředí vedl k celkové změně morfologie kytovců, ploutvonožců a dalších vodních savců. Nápadnou adaptací je hrabavá noha krtka obecného (*Talpa europaea*), stejně jako bílé zbarvení lasice hranostaje (*Mustela erminea*) v zimě nebo zahnuté zobáky a silné pařáty dravců. Zobák i nohy jsou u všech skupin ptáků různě adaptovány podle charakteru přijímané potravy a způsobu jejího získávání. U rostlin je nápadnou adaptací například vznik sukulentů nebo existence dvou nebo více typů listů (u vodních rostlin).

Zajímavou skupinou jsou četné adaptace umožňující ochranu kořisti před predátory. Nejznámější z nich je tzv. **mimikry**, napodobování druhu s žihadlem, jedovatého nebo zapáchajícího druhem bezbranným (tzv. Batesovské mimikry, obr. 24), nebo vzájemné napodobování jedovatých druhů (tzv. Müllerovské mimikry, obr. 25). Například mnohé druhy pestřenek z řádu dvoukřídlí, někteří tesaříci a další brouci, nesytky z řádu motýli napodobují vosy a jiné druhy bodavých blanokřídlých. Předpokladem pro vznik mimikry je společný výskyt obou druhů během evoluce



Obr. 24 Nesytky sršňová (*Sesia apiformis*) napodobuje dokonale sršeň obecnou (*Vespa crabro*)



Obr. 25 Vřetenuška čiřorečková (*Zygaena ephialtes* – čelad' vřetenuškovití – vpravo) a běloskvrnák pampeliškový (*Amata phegea* – čelad' přástevníkovití) jsou příkladem „Müllerovského“ mimikry. Oba druhy jsou chemicky chráněny, ale predátor (mladý pták) si jejich nepoživatelnost musí vyzkoušet. Vřetenuška se objevuje o 2–3 týdny později než běloskvrnák, navíc vždy v podstatně nižší hustotě a je tak dokonale chráněna. Foto J. Říčný

a zpravidla podstatně větší populační hustota napodobovaného. Jiným typem ochrany je tzv. **mímeze**, napodobování živých nebo neživých objektů, kamínků, listů, větviček (např. housenka pídalky). Sem patří i tzv. **krycí (ochranné) zbarvení**, kdy živočich svou morfologií a zbarvením splývá s podkladem, např. kůrou stromu. U mnohých jedovatých druhů došlo ke vzniku tzv. **výstražného (aposematického)**, tj. většinou červeno- nebo žlutočerného zbarvení, které předem upozorňuje útočníka na nebezpečnost kořisti (např. vosy).

Rozmanité podmínky prostředí uvnitř areálu některých druhů vedly ke vzniku tzv. ekotypů. **Ekotypy** jsou morfologicky, fyziologicky nebo etologicky vyhraněné soubory populací. Jejich vznik mohl být podmíněn charakterem jednotlivých stanovišť a vyskytují se mozaikovitě v celém areálu, nebo mají podobu geografické subspecie, jak to známe například u vrány obecné (*Corvus corone*). Ta se v Evropě vyskytuje ve dvou morfologicky nápadně odlišných poddruzích, vrána obecná černá (*Corvus corone corone*) a vrána obecná šedá (*C. corone cornix*). Jejich vznik byl patrně spojen s vývojem v odlišných podmínkách útočišť (refugií) v jihozápadní a jihovýchodní Evropě po glaciálním roztržení původně spojitého areálu. Po oteplení se oba ekotypy rozšířily zpět do střední Evropy a právě na našem území v Čechách dochází k jejich kontaktu.

Výrazem morfologických adaptací jsou i tzv. **konvergence** a **divergence** ve vývoji. Ve shodných podmínkách prostředí mohou být některé tělní struktury nebo celková morfologie velmi blízké i u organismů systematicky značně vzdálených. Například již jmenovaní kytovci mají tvar těla blízký rybám, sovy i dravci se vyznačují téměř stejným zobákem, zajáci a hlodavci podobným chrupem, protože se žíví shodnou potravou, sukulentní utváření těla se vyvinulo nezávisle u kaktusů, pryšců, rozchodníků a dalších rostlin. Ve všech uvedených případech jde o konvergence. Naopak pod vlivem různých podmínek může dojít ke značnému rozrůznění – divergenci u zástupců evolučně velmi blízkých. Vodní ploutvonožci (lachtani, tuleni, mrož lední) jsou vývojově velmi blízcí řádu šelmy a dokonce jsou někdy mezi šelmy řazeni, i když jejich morfologie je výrazně odlišná. Známým příkladem divergence je i morfologické a funkční rozrůznění (adaptivní radiace) „Darwinových pěnkav“ (Geospizidae) na ostrovech Galapágy.

Pozoruhodným jevem je tzv. **ekologická vikariace**. Jde o zastupování druhů systematicky blízkých na odlišných biotopech téže oblasti nebo druhů s podobným funkčním zapojením v různých oblastech. Známým příkladem jsou evropský krtek obecný (*Talpa europaea*) z čeledi krtkovití, jihoafrický zlatokrt kapský (*Chrysochloris aurea*) z čeledi zlatokrtovití a australský vačnatec vakokrt písečný (*Notoryctes typhlops*) z čeledi vakokrtovití.

Mnohé druhy hmyzu, ale také někteří hlodavci žijící v prostředích s nedostatkem vody mají schopnost vytvářet vlastní metabolickou vodu a současně ji využívají daleko hospodárněji než živočichové, kteří mají vody dostatek. Tato fyziologická adaptace je známá např. u pouštních druhů, ale také u druhů vyvíjejících se v uskladněném suchém materiálu (obilí, mouka).