

Európska únia
Európsky sociálny fond

Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť / Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

Erika Fryková

Nové témy vo vyučovaní biológie

2013

Publikácia bola vydaná a financovaná z prostriedkov ESF
v rámci národného projektu Profesijný a kariérový rast
pedagogických zamestnancov.
ITMS kód projektu 26120130002
ITMS kód projektu 26140230002

NOVÉ TÉMY *vo vyučovaní biológie*

Erika FRYKOVÁ

OBSAH

Predhovor	5
Úvod	7
1/ Zmeny vo vyučovaní biológie	8
1.1 Zmeny v predmete biológia v rámci ISCED 2	9
1.2 Zmeny v predmete biológia v rámci ISCED 3A	10
2/ Nové témy vo vyučovaní biológie na druhom stupni ZŠ	12
2.1 Ekosystémy	12
2.2 Schopnosti a osobitosti človeka	13
2.3 Dráždivosť, citlivosť a pohyb rastlín	16
2.4 Rozmnožovanie a individuálny vývin rastlín	17
2.5 Životné prejavy a správanie stavovcov	20
2.6 Zdravý životný štýl	21
2.7 Pohyb živočíchov	29
3/ Nové témy vo vyučovaní biológie na štvorročnom gymnáziu	31
3.1 Vysokohorské spoločenstvá	31
3.2 Život v extrémnych podmienkach	33
3.3 Život v mori	36
3.4 Geneticky modifikované organizmy	37
Záver	44
Zoznam bibliografických odkazov	45
Príloha	47

Predhovor

Reforma školstva legislatívne podložená zákonom č. 245/2008 o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov priniesla dvojúrovňový model výchovy a vzdelávania v podobe štátneho a školského vzdelávacieho programu.

Štátny vzdelávací program okrem iného stanovuje vzdelávacie štandardy pre jednotlivé predmety. Od roku 2008 prešli vzdelávacie štandardy drobnými zmenami, väčšie zmeny – úpravy, doplnenia, aktualizácie sa pripravujú k 1. 9. 2014.

V rámci reformy sa zmeny výrazne dotkli prírodovedných predmetov, ktoré mali podstatne zníženú časovú dotáciu. Zmeny postihli aj obsah jednotlivých predmetov – učivo bolo redukované, mnohokrát však v neprimeranom pomere k zníženému počtu hodín. V obsahovom štandarde sa navyše objavili témy, ktoré sa dovtedy nevyučovali, samotné učivo malo zmenenú štruktúru v porovnaní s pôvodnou. Všetky uvedené zmeny boli následne zapracované do nových učebníc, ktoré postupne vychádzajú.

Vzhľadom na to, že sa tieto zmeny týkajú aj predmetu biológia, rozhodli sme sa vytvoriť program kontinuálneho vzdelávania *Nové témy vo vyučovaní biológie* a v nadväznosti naň učebný zdroj pre účastníkov vzdelávania, ktorý im môže poskytnúť informácie o uvedených zmenách.

Úvod

Štátny vzdelávací program pre biológiu v rámci ISCED 2 a ISCED 3 v porovnaní s pôvodným obsahom učiva predstavuje zásadné zmeny.

Zmeny sa týkajú jednak štruktúry, osnovania učiva (prechod na učenie po ekosystémoch v nižších ročníkoch 2. stupňa ZŠ i SŠ), zároveň pribudli témy vyplývajúce zo stratégií vzdelávania i zo spoločenských požiadaviek, z požiadaviek modernej spoločnosti, ako aj pribúdajúcich vedeckých objavov v oblasti biológie.

Biológia ako predmet stratila časť hodín z časovej dotácie, čo sa prejavilo v redukcii učiva – avšak v nedostatočnej miere. Zmena štruktúry učiva, nové témy v obsahu si vyžiadali a vyžadujú intenzívnejšiu prípravu učiteľov. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli ponúknuť učiteľom biológie program kontinuálneho vzdelávania *Nové témy vo vyučovaní biológie* a k nemu učebný zdroj s totožným názvom.

Naším cieľom je vytvoriť učebný zdroj k novým, prípadne aktualizovaným témam učiva biológie v rámci ISCED 2 a ISCED 3, ktorý môže byť vhodným dopĺňujúcim učebným materiálom pre učiteľov biológie.

Učebný zdroj obsahuje tri kapitoly. Prvá je venovaná zmenám vo vyučovaní biológie, ktoré vyplývajú z legislatívnych zmien (zákon č. 245/2008) a štátneho vzdelávacieho programu (ISCED 2 a ISCED 3A) pre biológiu. Druhá kapitola obsahuje vybrané nové, resp. výrazne upravované témy vo vyučovaní biológie na druhom stupni základných škôl (ISCED 2) a tretia kapitola vybrané nové, príp. upravované témy vo vyučovaní biológie na gymnáziách (ISCED 3A). Učebný zdroj dopĺňajú prílohy.

1/ Zmeny vo vyučovaní biológie

Zákon č. 245/2008 o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov predkladá dvojúrovňový model vzdelávania v podobe štátneho vzdelávacieho programu (ŠVP) a školského vzdelávacieho programu (ŠkVP). Štátny vzdelávací program stanovuje povinný obsah výchovy a vzdelávania, ktorý zverejňuje Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu SR. Na jeho základe si školy tvoria školský vzdelávací program, ktorý je vypracovaný v súlade s princípmi a cieľmi výchovy a vzdelávania uvedenými v školskom zákone.

Súčasťou štátneho i školského vzdelávacieho programu sú o. i. vzdelávacie štandardy, ktoré sa členia na obsahovú časť (obsahový štandard) – určuje obsah a rozsah požadovaných vedomostí a výkonovú časť (výkonový štandard) – stanovuje kritériá úrovne zvládnutia vedomostí, zručností a schopností. Štátny vzdelávací program zahŕňa aj rámcový učebný plán, ktorý určuje vzdelávacie oblasti, povinné a voľiteľné predmety počas štúdia, ako aj minimálnu týždennú časovú dotáciu jednotlivých predmetov.

Vyučovací predmet biológia na 2. stupni základnej školy mal pôvodne zníženú časovú dotáciu z deviatich vyučovacích hodín na päť a pol vyučovacej hodiny počas celého štúdia. V 6. ročníku bola týždenná dotácia jeden a pol hodiny, v ostatných ročníkoch jedna hodina. K tomu bol vytvorený vzdelávací štandard. Posledné zmeny znížili časovú dotáciu v 6. ročníku na jednu hodinu týždenne, avšak vzdelávací štandard zostal v pôvodnej podobe. Časový stres učiteľov sa tak ešte viac prehĺbil. Zmenil sa aj obsah učiva v 5. a 6. ročníku, z pôvodnej botaniky v 5. ročníku a zoológie v 6. ročníku sa učivo z oboch ročníkov spojilo do výučby po ekosystémoch.

Realizované zmeny sa nestretli s pozitívnym ohlasom zo strany učiteľov. Hlavný zámer reformy – zredukovať učivo a vytvoriť väčší priestor na aplikáciu netradičných postupov vo výučbe, ktoré si vyžadujú väčší časový priestor na realizáciu, sa minul účinku. Tempo výučby sa zrýchlilo, zredukoval sa priestor na aplikáciu a fixáciu učiva. Autori reformy oponujú vytvorením väčšieho počtu voľiteľných hodín, ktoré je možné pridať k prírodovedným predmetom, a teda aj k biológii v rámci školského vzdelávacieho programu, v praxi k tomu dochádza málokedy.

K 1. 9. 2014 sa pripravuje revízia vzdelávacích štandardov, ako aj rámcových učebných plánov. Ústredná predmetová komisia pre biológiu pod záštitou Štátneho pedagogického ústavu upravila ISCED 2 pre biológiu, pričom sa zamerala hlavne na vzdelávacie štandardy, v ktorých navrhla redukciu učiva,

isté zmeny v jeho štruktúre a počíta sa aj s navýšením počtu hodín v týždennej časovej dotácii vo vybraných ročníkoch. Návrh zmien bol daný na pripomienkovanie.

Vyučovací predmet biológia na gymnáziu (ISCED 3A) mal redukovaný celkový počet hodín z ôsmich na šesť. Obsah učiva sa zásadne zmenil v prvom ročníku, kde pôvodné učivo takisto nahradilo učenie po ekosystémoch, ktoré sa tiež nestretlo s pozitívnou odozvou zo strany učiteľov. Autori zmien sa snažili o to, aby bola biológia zaujímavejšia pre všetkých gymnazistov, hlavne tých, ktorí neplánujú z biológie maturovať. S voliteľnými hodinami pre maturantov sa počíta v 3. a 4. ročníku, kde sa učivo doberie v súlade s cieľovými požiadavkami na maturitnú skúšku z biológie. Ústredná predmetová komisia pre biológiu pripravuje návrh zmien obsahu vzdelávania k 1. 9. 2014. Predpokladá sa zmena v štruktúre učiva: tematický okruh *Svet živých organizmov* by mal zahŕňať celky *Mikrosvet*, *Svet rastlín*, *Svet húb*, *Svet živočíchov*, *Organizmy a prostredie*, *Organizmy a človek*. Učivo v 2. a 3. ročníku by výraznejšie zmeny zasiahnuť nemali. Navýšenie časovej dotácie je otáznе.

1.1 Zmeny v predmete biológia v rámci ISCED 2

Učebné osnovy predmetu prírodopis pre 5. až 9. ročník ZŠ (Uhereková, 1997) prezentovali učivo rozdelené do jednotlivých ročníkov – v 5. ročníku bolo zamerané prevažne na botaniku (tematické celky: *Príroda a jej skúmanie*; *Stavba rastlinného tela*; *Baktérie, huby, rastliny*; *Hospodársky významné rastliny*; *Rozšírenie, význam a ochrana rastlín na Slovensku*), učivo v 6. ročníku venované zoológii zahŕňalo tematické celky: *Živočích a ich význam*; *Stavba tela živočíchov*; *Jednobunkové živočích*; *Bezstavovce*; *Stavovce*; *Rozšírenie, význam a ochrana živočíchov na Slovensku*, v 7. ročníku obsahovalo celky: *Človek – súčasť prírody*; *Sústavy orgánov človeka*; *Životný štýl a zdravie človeka*, v 8. ročníku: *Neživá príroda*; *Zem a jej stavba*; *Minerály a horniny – stavebné jednotky zemskej kôry*; *Vývoj zemskej kôry a organizmov na Zemi*; *Geologická stavba a príroda Slovenska*; *Poznávanie, význam a ochrana neživej prírody*, v 9. ročníku: *Znaky, funkcie a životné procesy organizmov*; *Podstata a základné prejavy života*; *Základy ekológie*; *Životné prostredie organizmov a človeka*. V každom ročníku posledný tematický celok zahŕňal opakovanie, upevňovanie vedomostí a zručností, exkurzie. Časová dotácia bola po dve hodiny týždenne v 5. až 8. ročníku a jedna hodina týždenne v 9. ročníku. Učebné osnovy takisto stanovovali ciele a obsah jednotlivých tematických celkov.

Na učebné osnovy nadväzoval vzdelávací štandard z prírodopisu (Uhereková, 1999) rozdelený na obsahovú časť (vymedzené prvky obsahu základného učiva) a výkonovú časť (požiadavky na vedomosti a zručnosti žiakov).

Reforma školstva priniesla zmeny. Názov predmetu sa zmenil z prírodopisu na biológiu, v rámcových učebných plánoch došlo k redukcii časovej dotácie z celkového počtu deväť hodín na päť a pol hodiny, poslednými úpravami na päť hodín počas celého štúdia. Tieto zmeny si vyžiadali podstatnú redukciiu obsahu učiva, zmenilo sa aj jeho rozloženie.

Najzásadnejšie zmeny zasiahli 5. a 6. ročník. Učivo je usporiadané tak, aby žiak vnímal prírodné objekty, vzťahy organizmov a človeka v prírodnom prostredí – učenie po ekosystémoch. Učivo sa venuje konkrétnym prírodným celkom, jednotlivé organizmy skúma ako ich zložky v potravinových vzťahoch a vzťahoch k prostrediu, na čo sa viaže analýza vnútorných štruktúr organizmov a prehlbovanie poznatkov o nich.

Učivo v 7. ročníku nadväzuje na ekosystémový prístup v predchádzajúcich ročníkoch s prechodom k biológii človeka, venovanej morfolologickej, anatomickej i fyziologickej stránke. Učivo dopĺňajú poznatky o zdravom životnom štýle a ochrane pred škodlivými vplyvmi.

Obsah učiva v 8. ročníku je zameraný na neživú prírodu, na jej vzťahy so živou prírodou, ich vzájomné ovplyvňovanie.

Učivo 9. ročníka kompletizuje základné životné procesy organizmov, procesy na úrovni bunky, takisto zahŕňa problematiku dedičnosti. Posledné témy sú venované globálnym environmentálnym problémom (ŠPÚ, 2011a).

Výrazná redukcia časovej dotácie, ako aj obsahové a formálne chyby v ŠVP ISCED 2 si vyžiadali prehodnotenie súčasného obsahu. Momentálne sa pripravuje úprava štátneho vzdelávacieho programu v predmete biológia pre 2. stupeň základnej školy. Úprava zasahuje hlavne vzdelávacie štandardy, ktoré budú všeobecnejšie. Z hľadiska zmien obsahu učiva sa najvýraznejšie zmeny týkajú 8. a 9. ročníka. Vzhľadom na náročnosť učiva 8. ročníka sa predpokladá jeho presun do 9. ročníka. Ôsmy ročník bude venovaný bunke a životným procesom organizmov, dedičnosti a premenlivosti, ako aj životnému prostrediu organizmov a človeka, 9. ročník neživej prírode a jej poznávaniu, dejinám Zeme a ekologickým podmienkam života. Úprava nemusí byť konečná, keďže materiál vypracovaný ústrednou predmetovou komisiou bol daný na pripomienkovanie. Upravený program aj so zapracovanými prípadnými pripomienkami by mal byť platný od septembra 2014.

1.2 Zmeny v predmete biológia v rámci ISCED 3A

Učebné osnovy pre biológiu zastrešené učebným plánom na gymnáziách so štvorročným štúdiom stanovovali obsah učiva takto (MŠ SR, 1997): Predmet biológia sa vyučoval v 2. až 4. ročníku. Obsah učiva v 2. ročníku bol venovaný bunke, vírusom, prokaryotom a rastlinám v tematických celkoch: *Úvod do biológie; Bunka; Nebunkové a prokaryotické organizmy, Biológia rastlín; Systém rastlín; Prehľad vývoja rastlinstva; Plesne, huby, lišajníky; Všeobecná a rastlinná ekológia* s časovou dotáciou tri hodiny týždenne, z toho jedna hodina praktických cvičení. Učivo v 3. ročníku bolo zamerané na živočíchy: *Biológia živočíchov; Systém a fylogenéza živočíchov; Pôvod a vývoj živočíchov; Správanie živočíchov – etológia; Ekológia živočíchov* s časovou dotáciou tri hodiny týždenne, z toho jedna hodina praktických cvičení, vo 4. ročníku na človeka: *Základy bioenergetiky živých systémov; Biológia človeka; Genetika; Vznik života na Zemi; Pôvod a vývoj človeka na Zemi* s časovou dotáciou dve hodiny týždenne, z toho 8 hodín praktických cvičení ročne (MŠ SR, 1997).

V súvislosti s dôrazom na maturitné predmety vo 4. ročníku bol vytvorený alternatívny učebný plán upravujúci časovú dotáciu, ako aj rozloženie hodín predmetov v jednotlivých ročníkoch, na ktorý prešli viaceré gymnáziá. Vo 4. ročníku boli povinné vyučovacie predmety – slovenský jazyk a literatúra, anglický jazyk, druhý cudzí jazyk, telesná výchova s časovou dotáciou po tri hodiny týždenne (vychádzame zo skúseností vlastnej pedagogickej praxe). Predmet biológia mal časovú dotáciu dve hodiny týždenne v 1. ročníku, tri hodiny týždenne v 2. ročníku (z toho jedna hodina praktických cvičení) a tri hodiny týždenne v 3. ročníku (z toho jedna hodina praktických cvičení). Vo 4. ročníku si maturanti v prípade záujmu mohli zvoliť štvorhodinovku alebo dvojhodinovku biológie z voliteľných predmetov. Na základe vlastných skúseností sa z hľadiska prípravy na maturitnú skúšku, ako aj štúdium na vysokej škole ukázal tento plán ak najvýhodnejší.

Legislatívnymi zmenami (reformou školstva) došlo v rámci ŠVP ISCED 3A k redukcii časovej dotácie pre biológiu, k redukcii obsahu učiva aj k zmenám v štruktúre učiva. Zmeny najvýraznejšie zasiahli učivo 1. ročníka, ktoré zahŕňa tematický okruh *Svet živých organizmov*. V rámci neho, rovnako ako na 2. stupni ZŠ, bol zvolený „ekosystémový prístup“ venovaný štúdiu organizmov ako zložiek prostredia, vzťahom medzi nimi i vzťahom k človeku. Učivo je usporiadané do tematických celkov – *Životné prostredie a organizmy; Život a voda; Špecializácia rastlín a živočíchov; Život s človekom; Prehľad systému živej prírody* – s časovou dotáciou dve hodiny týždenne, z toho jedna hodina delená. Učivo 2. ročníka v tematickom okruhu *Základné znaky, vlastnosti a prejavy živého* s časovou dotáciou tri hodiny týždenne, z toho jedna hodina delená zahŕňa tematické celky: *Všeobecné vlastnosti živých sústav; Stavba a organizácia tela živých organizmov; Životné prejavy organizmov; Dedičnosť a premenlivosť – vývoj; Praktické cvičenia*. Tematický okruh učiva v 3. ročníku má názov *Biológia človeka a ochrana zdravia* a obsahuje tematické celky: *Orgánové sústavy človeka; Zdravý životný štýl; Základy poskytovania prvej pomoci*. Časová dotácia je jedna hodina týždenne. (ŠPÚ, 2011b)

ŠVP ISCED 3A pre biológiu si, rovnako ako ISCED 2, vyžaduje isté úpravy, aby sa odstránili chyby, problémy vygenerované praxou v posledných rokoch. Na úpravách sa momentálne pracuje.

2/ Nové témy vo vyučovaní biológie na druhom stupni ZŠ

V tejto kapitole sa zameriavame na vybrané témy obsahu učiva podľa aktuálneho vzdelávacieho štandardu, ktoré sa v čase pred reformou buď nepreberali vôbec, alebo len okrajovo. Za nové, príp. zmenené témy môžeme okrem úplne zmeneného obsahu v 5. a 6. ročníku označiť témy: Okrasné rastliny; Rastliny rumovísk a okrajov ciest; sú tu doplnené informácie v rámci témy Blízki spoločníci človeka – morčatá, škrečky, starostlivosť o domáce zvieratká; Rastliny pestované v záhradách aj Ovocné rastliny v rámci tematického celku *Život s človekom a v ľudských sídlach* v 6. ročníku, Vírusy a baktérie – rozdelenie chorôb a prevencia v tematickom celku *Vnútoraná organizácia tela organizmov*. Novými témami v 7. ročníku sú: Životné prejavy a správanie stavovcov; Význam a ochrana stavovcov v rámci tematického celku *Vnútoraná stavba tela stavovcov*, Starostlivosť o sústavy človeka; Poškodenia a ochrana jednotlivých orgánových sústav v tematickom celku *Človek a jeho telo*, Schopnosti a osobitosti človeka, príp. doplnené informácie k téme Zdravý životný štýl v tematickom celku *Zdravie a život človeka*. V 8. ročníku sú to Dôsledky znečisťovania vzduchu, vody a pôdy v rámci tematického celku *Ekologické podmienky života*. V 9. ročníku sú v učive nové informácie – výživa poloparazitov, mäsožravých rastlín, rozmnožovanie húb, podrobnejšie rozmnožovanie rastlín, rast a vývin rastlín, zmyslové vnímanie živočíchov, výživa mäsožravcov a bylinožravcov v tematickom celku *Základné životné procesy organizmov* (Uhereková et al., 2012). Z uvedených tém sme vybrali niektoré, ktoré podrobnejšie opisujeme v nasledujúcich podkapitolách. Prezentované poznatky je možné využiť na doplnenie učiva k jednotlivým preberaným témam.

2.1 Ekosystémy

Obsah učiva k ekosystémom bol pred reformou realizovaný v rámci botaniky, mykológie, bakteriológie v 5. ročníku a v rámci zoológie v 6. ročníku. Ekosystémový prístup učivo jednotlivých ročníkov spojil. V súvislosti s tým sa budeme venovať vybraným zaujímavostiam týkajúcim sa ekosystémov, ktoré je možné využiť pri preberaní daných tém. Prezentované informácie sa dajú využiť i pri preberaní učiva biológie v 1. ročníku gymnázia so štvorročným štúdiom v rámci tematického celku *Organizmy a ich životné prostredie*.

Produkcia ekosystémov

Hrubá primárna produkcia ekosystému predstavuje kompletnú produkciu vytvorenú producentmi organickej hmoty (prevažne zelenými rastlinami) – je to biomasa rastlín vrátane produkcie, ktorú rastliny potrebujú na vlastné energetické procesy (dýchanie). Inými slovami, ide o celkové množstvo energie, ktoré organizmus dokáže využiť zo žiarenia, a teda naviazať. Zostávajúca biomasa rastlín tvorí čistú primárnu produkciu. Časť z tejto produkcie nie je konzumovaná – ostáva v ekosystémoch, z konzumovaného podielu sa časť nestrávi (odstraňuje sa z tela), časť slúži na energetické pochody a len zvyšok zabezpečuje výstavbu tela – sekundárna produkcia.

Zo 100 % globálneho žiarenia rastliny pohltia asi 50 %, ale len 1 % fixujú vo forme primárnej produkcie. V priemere na Zemi predstavuje primárna produkcia menej ako 400 g/m² za rok, najproduktívnejšími oblasťami sú dažďové pralesy, najmenej produktívne sú púštne a polárne oblasti.

Energetické straty v ekosystémoch

Z energetického hľadiska pracujú ekosystémy málo výkonne. Sekundárna produkcia konzumentov organickej hmoty tvorí v priemere 10 % prijatej biomasy. Učebnicovým príkladom je tento potravinový reťazec v oceáne: 100 kg fytoplanktónu zväčší biomasu zooplanktónu o 10 kg. 10 kg zooplanktónu zvýši hmotnosť tela napr. sleďa o 1 kg. Kilogramový sleď zvýši hmotnosť tuniaka o 100 g. 100 g tuniaka sa na hmotnosti človeka prejaví nárastom o cca 10 g. Tento príklad vytvára priestor na diskusiu ohľadom konzumácie nižších článkov potravinových reťazcov, resp. sietí. Podobná situácia je v potravinových reťazcoch, príp. sieťach terestrických ekosystémov. Z tohto hľadiska stojí za zamyslenie zameranie globálnej poľnohospodárskej výroby, kde rastlinná produkcia je podstatne výnosnejšia ako živočíšna. Živočíšna výroba má obrovské nároky na biomasu (spotrebuje cca polovicu rastlinnej výroby) a nároky na vodu sú takisto veľmi vysoké.

Každý z nás môže prispieť k obmedzeniu živočíšnej výroby znížením konzumácie mäsa a ostatných živočíšnych výrobkov, čo je takisto jedna z podmienok zdravej výživy.

2.2 Schopnosti a osobitosti človeka

Prezentovaná téma sa vyučuje v 7. ročníku v rámci tematického celku *Zdravie a život človeka*.

Schopnosti človeka predstavujú vlastnosti umožňujúce človeku naučiť sa určité činnosti a správne ich vykonávať. Rozlišujeme viacero druhov schopností: *verbálne* – porozumenie slovám, *numerické* – výpočtové, *priestorové* – schopnosti priestorovej predstavivosti, názorného riešenia problémov, *pamäťové* – schopnosti dobre vnímať, rozlišovať farby, zvuky a pod., *sociálne* – schopnosti na komunikáciu, spoluprácu, *športové*, *umelecké* a iné.

V praxi sa zameriavame na schopnosti týkajúce sa poznávania, myslenia, riešenia problémov, ktoré by sme súhrnne mohli označiť termínom *inteligencia*. Mnohí odborníci daný pojem výrazne rozširujú, z ich pohľadu zahŕňa najrôznejšie druhy vlastností osobnosti – *interpersonálna inteligencia* (schopnosť

rozumieť iným ľuďom), *intrapersonálna inteligencia* (schopnosť rozumieť svojim pocitom a jednať podľa nich) a iné (Čáp, Mareš, 2007, s. 152).

K termínu schopnosť sa viažu ďalšie pojmy: *vloha* – biologický, vrodený predpoklad na rozvinutie schopností. Schopnosti teda nie sú vrodené, ale sú rozvinuté na základe vrodených vlôh v rámci ontogenézy jedinca, ovplyvnené učením a činnosťami v závislosti od spoločenských podmienok vrátane výchovy a vzdelávania. Vlohy ako také nevieme adekvátne určiť. Dokážeme však zistiť *nadanie* – súbor dobre rozvinutých schopností pre určitú oblasť ľudskej činnosti (nadanie na jazyky, matematiku, kreslenie a pod.). Výrazom *talent* môžeme označiť vysoký stupeň schopností pre určitú oblasť ľudskej činnosti.

S osobnosťou človeka súvisia ďalšie pojmy: *rys osobnosti* – psychická vlastnosť, ktorá sa prejavuje istým spôsobom konania, správania a prežívania. Vyjadruje, akým spôsobom človek niečo robí (vytrvalo alebo nie, pokojne alebo prudko, dominantne alebo submisívne ap.). Rys osobnosti sa najjednoduchšie vyjadruje ako oblasť medzi dvoma pólmi, medzi dvoma krajnými, protikladnými formami. Väčšina ľudí vykazuje prechodné formy medzi extrémnymi formami. (Čáp, Mareš, 2007, s. 158-159)

Výskumy rysov (faktorov) osobnosti postupne viedli k vytvoreniu piatich základných faktorov označovaných ako *veľká päťka*:

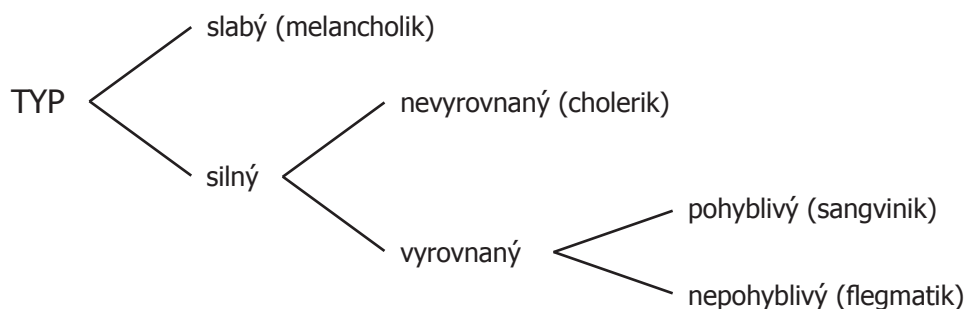
1. *extraverzia* (výrečný, temperamentný, spoločenský), protikladom je *introverzia* (tichý, samotársky, nesmelý, málo výrečný),
2. *prívetivosť* (dobrosrdečný, prívetivý, srdečný, zdvorilý, skromný), protikladom je negatívny vzťah k ľuďom (panovačný, útočný, pomstychtivý, necitlivý, agresívny),
3. *svedomitosť* (dôsledný, usilovný, pracovitý, spoľahlivý, vytrvalý), protikladom je *nesvedomitosť* (lenivý, nestabilný),
4. *emociálna stabilita* (pokojný, vyrovnaný, duchaprítomný, sebaistý, odolný), opakom je *labilita* (labilný, nepokojný, úzkostlivý, zlostný, prchký),
5. *intelekt, kultúra, otvorenosť k skúsenosti* (inteligentný, bystrý, vzdelaný), opakom je obmedzený, hlúpy, neučiteľný. (Čáp, Mareš, 2007, s. 160)

Osobnosť ako vysoko zložitý systém je skupina viacerých rysov. Tieto skupiny zastrešujú pojmy *temperament* – časť osobnosti, ktorá je určovaná prevažne biologicky a prejavuje sa hlavne spôsobom citového reagovania, a *charakter* – časť osobnosti determinovanej prevažne sociálne. Obe časti sa vzájomne prelínajú.

Od starovekých lekárov (Hippokrates, Galenos) sa traduje učenie o štyroch temperamentoch, za ktoré v ich predstavách zodpovedal pomer telesných štiav. Od takéhoto ponímania sa postupne upustilo, termíny ostali zachované, avšak za typ temperamentu (podľa I. P. Pavlova) zodpovedajú nervové procesy. Na základe pokusov so psami, ktoré realizoval so svojimi žiakmi, došiel k záveru, že základné

nervové vlastnosti – podráždenie a útlm sa líšia u rôznych jedincov v troch vlastnostiach: *sila*, *vyrovnanosť* a *pohyblivosť*. Sila – slabosť sa prejavuje vo vzťahu k odolnosti voči záťaži. Vyrovnanosť – nevyrovnanosť sa prejavuje v tom, do akej miery dokáže jedinec utlmiť silné podráždenie. Pohyblivosť – inertnosť vyjadruje, ako rýchlo dokáže jedinec prechádzať z jednej činnosti do druhej, prenášať pozornosť (Čáp, Mareš, 2007, s. 162).

Sila ako vlastnosť nervových procesov rozlišuje typy vyššej nervovej činnosti – *slabý* (melancholik) a *silný*. Vyrovnanosť rozdeľuje silný typ na *nevyrovnaný* (cholerik) a *vyrovnaný*. Pohyblivosť rozdeľuje vyrovnaný typ na *inertný* (flegmatik) a *živý* (sangvinik). Žiadna osobnosť nie je vyhranená, a teda má len jeden typ temperamentu, takisto každý typ temperamentu nie je iba priaznivý alebo nepriaznivý.



Obr. 1 Schéma typizácie organizmov

(podľa I. P. Pavlova a Hippokrata, In Paulov, 1995b, s. 132)

Určitý typ ovplyvňuje celkové správanie. Postupným vývinom sa niektorá zložka môže utlmovať alebo podnecovať, a tak popri tzv. *čistom type* sa môže vytvoriť typ prechodný. Každý typ predpokladá sformovanie vlastného dynamického stereotypu, ktorého výhodou je vysoký stupeň efektívnosti životnej aktivity, nevýhodou je neochota organizmu adekvátne reagovať na zmeny. Formovanie dynamického stereotypu ovplyvňuje príjem informácií – signálov z prostredia do organizmu. V súvislosti s tým I. P. Pavlov vymedzil signálne sústavy. Prvá signálna sústava sa vyskytuje u živočíchov i u človeka, pričom informácie sú vnímané ako reálne vnemy. Druhá signálna sústava je v podstate typická len pre človeka, lebo predpokladá príjem informácií v abstraktnej podobe signálov, symbolov, pojmov. Predpokladá schopnosť reči, príp. iné, abstraktné formy komunikácie (posunková reč, obrazové symboly a pod.). Na základe uplatňovania sa signálnych sústav rozlišujeme tri typy ľudí: reálny, myšlienkový a zmiešaný. Reálny typ je praktický, umelecký – prevláda činnosť prvej signálnej sústavy – zmyslová činnosť a jej stvárňovanie (praktické profesie, sochári, maliari, umelci). Pri myšlienkovom (abstraktnom, mysliteľskom) type prevažuje druhá signálna sústava a rozumová činnosť (vedci, učitelia, myslitelia). Pri zmiešanom type sú obe sústavy v rovnováhe (Paulov, 1995b, s. 132-133).

Charakter je subsystém osobnosti, ktorý kontroluje a reguluje správanie jedinca podľa spoločenských a hlavne morálnych noriem a požiadaviek. Formuje sa prevažne prostredníctvom výchovy a ďalších sociálnych podmienok (Čáp, Mareš, 2007, s. 165).

V prípade záujmu určenia typu temperamentu je možné vyplniť interaktívny test na internetovej stránke <http://www.nubian.sk/povaha/>.

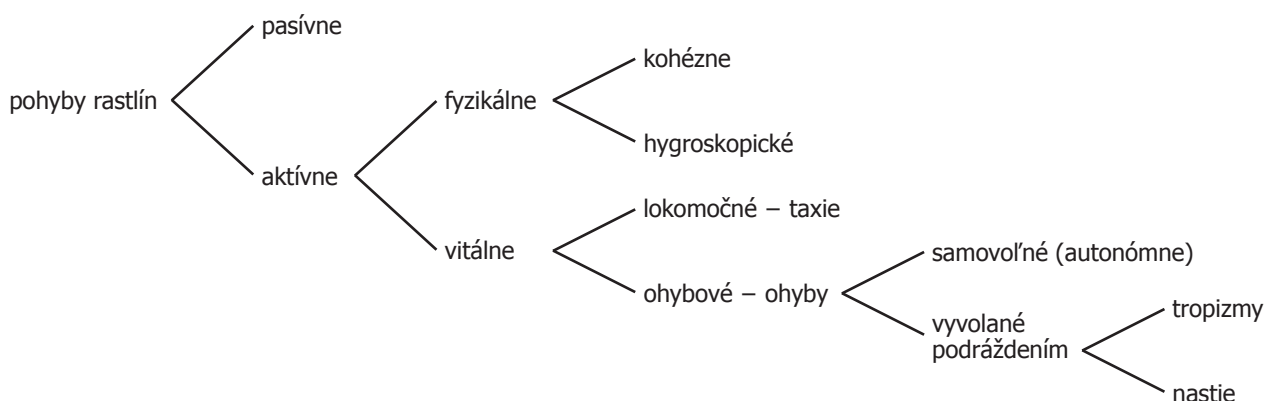
2.3 Dráždivosť, citlivosť a pohyb rastlín

Téma je uvedená v tematickom celku *Základné životné procesy organizmov*.

Dráždivosť je schopnosť organizmu vnímať podnety a špecificky na ne reagovať. Podnety delíme na vonkajšie (stanovené vplyvom prostredia) a vnútorné (vyvolané činnosťou organizmu). Reakciou na podráždenie je istý fyziologický proces, napr. pohyb.

Rýchlosť reakcie rastlín na podráždenie je v porovnaní so živočíchmi veľmi pomalá, keďže mechanizmus podráždenia prebieha prostredníctvom chemických látok – humorálne.

Pohyby rastlín vyvolávajú isté fyzikálne, chemické alebo biologické faktory. Pohyby rastlín sa delia na **pasívne** (napr. prostredníctvom vody, vetra) a **aktívne** – **fyzikálne** a **vitálne**.



Obr. 2 Pohyby rastlín – schéma

(upravené podľa Vilček et al., 1997, s. 192)

Fyzikálne pohyby realizujú neživé pletivá, avšak len v štruktúrach orgánov, ktoré vznikli činnosťou živej rastliny. Patria k nim *hygroskopické pohyby* (napúšacia schopnosť bunkovej steny pod vplyvom meniacej sa vlhkosti, rastlina vykonáva pohyb vďaka rozdielnemu osmotickému tlaku v daných pletivách) – otváracia schopnosť toboliek a strukov rôznych rastlín, vypadávanie semien zo šišíek ihličín a pod. Druhú skupinu tvoria *kohézne pohyby*, ktoré vyplývajú zo súdržnosti molekúl vody, jej príľnavosti na bunkové steny a zo zmien jej obsahu v pletive – konkrétne napríklad vymršťovanie zrelých výtrusov z výtrusníc papraďorastov.

Vitálne pohyby predstavujú reakciu na podnet, môže to byť mechanický podnet – tlak, ťah, náraz; chemický podnet – živiny, kyslík, voda, znečistené životné prostredie; aktinický podnet – žiarenie.

Podľa odpovede rastlín na podnet rozlišujeme *lokomočné pohyby* (*taxie*) – pohyby celej voľne pohyblivej rastliny alebo jej časti z miesta na miesto a *ohyby* – časť rastliny sa zakriví alebo zmení svoju polohu.

Taxie sa delia na *pozitívne* – pohyb sa realizuje smerom k podnetu a *negatívne* – pohyb prebieha smerom od podnetu (pozitívna fototaxia – pohyb rias za svetlom, negatívna geotaxia – pohyb rias proti zemskej gravitácii k hladine vody).

Ohyby rastlín môžu byť *samovoľné* (autonómne), alebo sú vyvolané *špecifickým podráždením* a delia sa na *tropizmy* a *nastie*. Tropizmy sú pohyby orientované smerom k podráždeniu alebo od neho. Korene sú pozitívne geotropické, lebo rastú v smere zemskej tiaže, stonky sú negatívne geotropické. Fototropizmus je ohyb vyvolaný jednosmerným osvetlením, tigmotropizmus je vyvolaný jednosmerným dotykom s pevným predmetom (popínavé a ovíjivé rastliny). Nastie nie sú orientované pohyby, vonkajší podnet pôsobí zo všetkých smerov a smer ohybu určuje samotná rastlina, napr. fotonastia – ohyb vyvolaný zmenou intenzity svetla (otváranie kvetov ráno a zatváranie za súmraku), termonastia – otváranie a zatváranie kvetov vplyvom tepla a chladu, seizmonastia – ohyb vyvolaný dotykom, nárazom, otrasom (netýkavka nedotklivá), (Vilček et al., 1997, s. 191-193).

2.4 Rozmnožovanie a individuálny vývin rastlín

Téma je takisto uvedená v tematickom celku *Základné životné procesy organizmov*. Dané učivo je pomerne podrobne rozobraté v rámci ŠVP ISCED 3A.

Rozmnožovanie je jednou zo všeobecných vlastností živých sústav. Rozlišujeme *nepohlavné* (vegetatívne) rozmnožovanie a *pohlavné* (sexuálne) rozmnožovanie. Nepohlavné rozmnožovanie je vývojovo staršie, nový jedinec vzniká z telových (somatických) buniek rodičovského organizmu (pri jednobunkových organizmoch priehradočným delením – baktérie, riasy, prvoky; pučaním – kvasinky; príp. mnohonásobným delením, schizogóniou – nižšie huby; pri mnohobunkových organizmoch sporogóniou – výtrusné rastliny, časťami tel – semenné rastliny). Sporogónia – tvorba výtrusov (spór) vo výtrusniciach (sporangiách). Výtrusy vznikajú redukčným delením vo výtrusniciach. Z výtrusu vyrastá haploidná generácia so samčiami (plemenníčky) a samičiami pohlavnými orgánmi (zárodočníky).

Semenné rastliny sa môžu nepohlavne rozmnožovať podzemkami (praslička, konvalinka), odrezkami z listu (pelargónia), odrezkami stonky (ríbezľa, topoľ, vinič), cibulami (tulipán, snežienka), hlúzami, poplazmi (nátržník, jahoda), adventívnymi koreňovými púčikmi (slivka).

Pohlavné rozmnožovanie sa u mnohobunkových organizmov vyskytuje častejšie. Nový jedinec vzniká splynutím dvoch pohlavných buniek – gamét. Morfologicky rovnaké a fyziologicky odlišené gaméty sa označujú ako izogaméty (proces ich splynutia je izogamia), morfologicky aj fyziologicky odlišené gaméty sa nazývajú *anizogaméty* (proces ich splynutia je anizogamia).

Proces striedania pohlavnej a nepohlavnej generácie sa označuje ako *rodozmena*. Výrazne sa prejavuje u vyšších výtrusných rastlín. Pri semenných rastlinách je pohlavná generácia redukovaná.

Pri nahosemenných rastlinách (ihličnanoch) sú generatívnymi orgánmi samčie a samičie šištíčky (výtrusné klasy). Na vretene samičích šištíčiek v závitnici vyrastajú podporné listene, z ich pazúch vyrastajú semenné šupiny, na každej sa nachádzajú dve nahé diploidné vajíčka. V každom vajíčku vzniká

mnohobunkový zrelý zárodočný miešok s dvoma, príp. viacerými zárodočnými bunkami, z ktorých každý obsahuje vajíčkovú bunku – oosféru. Na vretene samčích šištíček vyrastajú v závitnici usporiadané tyčinky (výtrusné listy). V ich peľových komôrkach vznikajú redukčným delením haploidné peľové zrnká (výtrusy). Po opelení peľové zrnko klíči na peľové vrecúško s vegetatívnou a generatívnou bunkou. Vegetatívna bunka je vyživovacia, generatívna sa delí na dve spermatické, jedna z nich zaniká, druhá splyva s vajíčkovou bunkou – prebieha oplodnenie. Vznikne diploidná bunka – zygota, z ktorej sa vyvíja zárodok s 3 – 7 klíčovými listami. Celé vajíčko sa po oplodnení mení na semeno. Samičia šištica sa premení na drevnatú plodnú šišku. Samčia šištica sa rozpadne (Ušáková et al., 2003a, s. 56).

Generatívnym orgánom krytosemenných rastlín je *kvet*. V kvete sa nachádzajú samčie tyčinky a samičie piestiky. Piestik vznikol zrastením jedného alebo viacerých plodolistov. Skladá sa z čnelky, blizny a semenníka. Semenník obsahuje jedno alebo viacero vajíčok (nucellus). V nucelle postupne vzniká zrelý zárodočný miešok, jadro jeho materskej bunky sa trikrát mitoticky delí, vzniká osem jadier obklopených cytoplazmou, na jednom póle jedno predstavuje vajíčková bunka – oosféra, obklopená dvoma pomocnými bunkami (synergidami), na protilahlom póle sú tri protilahlé bunky (antipódy), dve polárne jadrá v strede zárodočného mieška splynú a vytvoria diploidné centrálné jadro. Tyčinka ako samčí rozmnožovací orgán je tvorená nitkou a peľnicou. Peľnica obsahuje dva peľové vaky, každé z nich zahŕňa dve peľové komôrky tvorené výtrusorodým pletivom, jeho bunky sa mitoticky delia – vytvárajú peľové bunky. Ich meiotickým (redukčným) delením vzniknú štyri peľové zrnká. Peľové zrnko klíči na peľové vrecúško. Jadro peľového zrnka sa mitoticky delí – vznikajú dve bunky – väčšia vegetatívna (vyživovacia) a menšia generatívna (rozmnožovacia). Generatívna bunka sa mitoticky delí na dve spermatické bunky. Prenosom peľového zrnka na bliznu prebieha opelenie, po ňom nasleduje oplodnenie – jedna spermatická bunka splynie s oosférou – vzniká základ zárodka, druhá spermatická bunka splyva s diploidným centrálnym jadrom – vzniká triploidný endosperm zabezpečujúci výživu. Obaly vajíčka sa diferencujú na obaly semena (osemenie), celý semenník sa mení na plod. Počet semien v plode je totožný s počtom oplodnených vajíčok (Vilček et al., 1997, s. 193-211).

Ontogenéza (vývin) rastliny sa začína oplodnením vajíčkovj bunky a končí sa smrťou individua (od semena – výtrusu po semeno – výtrus). Vo vývine rastliny sa objavujú tri fázy – *vegetatívna* (vznikajú orgány koreň, stonka, listy), *reprodukčná* (vzniká výtrus, kvet, semeno), *dormantná* (odpočinková). Základnými procesmi ontogenézy sú *klíčenie*, *rast* a *vývin*. Klíčenie je rast zárodka (embrya) po istej fáze pokoja. Klíčivosť je schopnosť semena vyklíčiť, závisí od genetických faktorov, ako aj faktorov vonkajšieho prostredia. Rast je kvantitatívny proces ovplyvnený vzájomným pôsobením faktorov vonkajšieho prostredia a samotnej rastliny. Rozlišujeme tri rastové fázy – *embryonálna* (zárodočná), *predlžovacia* (prolongačná), *diferenciačná* (rozlišovacia). Nové bunky sa v zárodočnej fáze tvoria mitózou – teda dochádza k zmnoženiu buniek, nie k ich zväčšovaniu. V predlžovacej fáze sa bunky zväčšujú dopĺňaním vodou a živinami. Diferenciačná fáza zabezpečuje štruktúrnú a funkčnú špecializáciu rastlinných pletív.

Dormancia ako obdobie vegetačného pokoja umožňuje rastlinám prežiť v nepriaznivých životných podmienkach. Vhodné životné podmienky aktivujú spúšťacie regulačné mechanizmy rastlín, ktoré podnietia ich rast a vývin. Dormancia môže byť hlboká, je podmienená geneticky, alebo vynútená – predĺžené obdobie vegetačného pokoja vplyvom nepriaznivých vonkajších faktorov prostredia.

Vnútorné faktory regulácie rastu a vývinu buď podporujú rast rastlín (stimulátory), alebo rastu zabraňujú (inhibítory). Rastové regulátory urýchľujú, spomaľujú, príp. inak ovplyvňujú metabolické procesy. Rastové látky rastlín na rozdiel od hormónov živočíchov nemajú špecifický účinok. Väčšinou ich optimálne množstvá procesy stimulujú, vyššie množstvá procesy inhibujú. Takisto rovnaké množstvo rastovej látky môže jeden proces stimulovať, ale iný inhibovať. Najznámejšie rastové regulátory sú auxíny. Nájdeme ich v apikálnych meristémoch koreňov, stoniek, koleoptily, v púčikoch, rastových vrcholoch listov. Stimulujú klíčenie semien, bránia rastu bočných púčikov, podporujú zväčšenie objemu koreňového systému (podporujú rast bočných koreňov).

Ďalšími rastovými regulátormi sú *cytokiníny* a *giberelíny*. Najznámejšími inhibítormi sú kyselina abscisová, etylén a fenoly (Ušáková et al., 2003a, s. 82-83). Kyselina abscisová zabraňuje rastu púčikov (využitie v ovocinárstve – bráni rastu púčikov, tie majú síce menej kvetov a plodov, ale sú kvalitnejšie).

Z faktorov vonkajšieho prostredia najviac ovplyvňujú ontogézu rastlín voda, teplo a svetlo. Rýchlosť rastu rastliny závisí od teploty. Pri istej minimálnej teplote rastlina začína rásť, rast je najintenzívnejší pri optimálnej teplote a pri maximálnej teplote sa rast spomaľuje až zastavuje. Teplotné minimum, optimum a maximum sú rozdielne pre rôzne druhy rastlín. Podľa dĺžky a úrovne optima delíme rastliny na *chladnomilné* a *teplomilné*. Chladnomilným sa najlepšie darí pri nižších teplotách – v našich podmienkach sú to napr. zemiaky, vegetácia v polárnych oblastiach (machy, niektoré byliny). Teplomilné rastliny sú odolnejšie voči vyšším teplotám a nízke im väčšinou škodia (napr. melóny, citrusové plody, tabak, broskyne). Teplota ovplyvňuje aj vývin generatívnych orgánov, a teda podmieňuje dĺžku života rastlín. Z hľadiska dĺžky života delíme rastliny na:

- a) efeméry – žijú niekoľko týždňov (snežienka, konvalinka),
 - b) jednoročné – v jednom roku prinášajú vegetatívne i generatívne orgány, potom hynú (jariny, ozi-miny, slnečnica),
 - c) dvojročné – v jednom roku vytvoria vegetatívne orgány, v nasledujúcom generatívne a potom hynú (mrkva, repa, kapusta),
 - d) trváce (viacročné) – všetky dreviny, z bylín tie, ktoré prezimujú podzemkami, cibuľami, hlúzami.
- Z hľadiska nárokov na svetlo rozlišuje *svetlomilné* a *tieňomilné* rastliny. K svetlomilným patrí napr. slnečnica, rajčiak, sója, k tieňomilným machorasty, papraďorasty.

Rast rastlín pri nedostatku svetla sa označuje ako *etiolizácia*. Rastliny sú bledé (etiolizované), prevažuje predĺžovací rast, listy sú zakrpatené (klíčenie zemiakov v pivnici). *Fotoperiodizmus* je reakcia rastliny na striedanie dňa a noci. Z hľadiska nárokov na dĺžku osvetlenia potrebného pre rastlinu na prechod do kvitnutia rozlišujeme (Vilček et al., 1997, s. 182-189):

- a) krátkodenné rastliny – na prechod do kvitnutia potrebujú dlhší čas tmy (rastliny trópov – bavlník, tabak, ryža),

- b) dlhodobé rastliny – na prechod do kvitnutia potrebujú dlhé denné osvetlenie (obilniny, cukrová repa, mrkva, cibuľa),
- c) neutrálne – kvitnutie nie je podmienené konkrétnou dĺžkou dňa (púpava, fazuľa, pelargónia).

2.5 Životné prejavy a správanie stavovcov

Aj táto téma je uvedená v tematickom celku *Základné životné procesy organizmov*. Takisto sa objavuje v rámci ŠVP ISCED 3A.

Vedná disciplína, ktorá skúma správanie živočíchov, sa nazýva *etológia*. Ako vedný odbor vznikla začiatkom sedemdesiatych rokov 20. storočia. Za jej zakladateľov sa považujú rakúsky prírodovedec Konrad Lorenz, holandský vedec Nikolas Tinbergen a nemecký biológ Karl von Frisch, ktorí za svoje objavy smerujúce k vzniku etológie ako vedného odboru dostali v roku 1973 Nobelovu cenu (Ušáková et al., 2003b, s. 75). Základnou vedeckou metódou v etológii je pozorovanie správania živočíchov v rôznych prostrediach – vo voľnej prírode, v laboratóriu, príp. v poloprirodzenom prostredí zoologických, príp. botanických záhrad.

Správanie živočíchov môže byť *vrodené* alebo *naučené* (získané). Vrodené správanie je výsledkom dedičnosti. Inštinktívne správanie je vrodené správanie vzniknuté nahromadením pudov. Je možné ho vyvolať vonkajšími (exogénnymi) a vnútornými (endogénnymi) podnetmi. Pud je vnútorná pripravenosť organizmu na realizáciu určitého typu správania. Inštinkt je hierarchicky organizovaný nervový mechanizmus.

Štandardne prebieha inštinktívne správanie takto: vnútorné vyladenie, pud (napr. pocit hladu); apeténčné správanie (vyhľadávanie podnetov, ktoré uvoľnia inštinktívne správanie); podnetová situácia (objavenie kľúčového podnetu, napr. objavenie potravy); uvoľnenie spúšťacieho mechanizmu – inštinktívneho automatizmu, ktorý špecificky odpovedá na kľúčový podnet; ukončujúce správanie (napr. konzumácia potravy); uspokojenie (vyhasnutie pudu).

Na uvoľnenie spúšťacieho mechanizmu je často nutná kombinácia viacerých podnetov. Učebnicovým príkladom je pokus Konrada Lorenza s atrapou pernatého dravca, keď pre spustenie inštinktívneho správania – útekovej reakcie husí a kačíc – je potrebný nielen tvar, ale aj smer pohybu podnetu. Ak sa atrapa pohybuje v smere pripomínajúcom letiaceho dravca, vyvoláva útekové správanie husí, ak sa pohybuje v opačnom smere – pripomína letiacu hus, dané inštinktívne správanie nevyvoláva.

Prevažná väčšina spôsobov správania u živočíchov je vrodená, pre niektoré formy správania majú živočíchy vrodené len dispozície. Samotné správanie si každý jedinec musí osvojiť pozorovaním dospelých jedincov, vlastnou skúsenosťou, napr. spevavce dokážu na základe vlôh postaviť hniezdo, ktorý materiál je však najvhodnejší, tomu sa učia postupne, vlastnou skúsenosťou.

Prechodom medzi vrodeným a naučeným správaním je *obligatórne učenie*. Jeho typickým príkladom je vpečatenie. Je to vrodená schopnosť mláďat (napr. húsat) vnímať rodiča ako prvý objekt (môže byť aj neživý), ktorý uvidia po svojom vyliahnutí.

Najbežnejšie naučené správanie je *fakultatívne* (príležitostné) *učenie*. Prebieha počas celého života jedinca. Najvyššou formou získaného správania je generalizácia (vhlád), teda schopnosť nájsť určité spoločné znaky v nerovnakých predmetoch alebo situáciách, je to schopnosť riešiť situáciu nie metódou pokusu a omylu, ale pochopením súvislostí (delfíny, šimpanzy, gorily). (Vilček et al, 1997, s. 272-276)

Životné prejavy organizmov vrátane správania prebiehajú v cykloch s rôznou dĺžkou trvania (napr. viacročné cykly rastu populácie, ročné cykly rozmnožovania stavovcov, mesačné ovulačné cykly niektorých cicavcov, krátkodobé cykly podmienené napr. striedaním dňa a noci – biorytmy). Biorytmy sú riadené hormonálne (endogénne), avšak sú koordinované vonkajšími (exogénnymi) činiteľmi, napr. striedanie svetla a tmy, zmena teploty, mesačné fázy. Najvýznamnejšie sú tzv. *cirkadiálne rytmy*, ktoré prebiehajú približne v 24-hodinovom intervale. V rámci nich sa objavujú fázy pokoja a pohybu, príp. iné aktivity. (Vilček et al, 1997, s. 280-281)

2.6 Zdravý životný štýl

Téma je súčasťou tematického celku *Zdravie a život človeka*. Informácie z danej témy je možné využiť takisto v rámci ŠVP ISCED 3A v tematickom okruhu *Biológia človeka*.

Problematika zdravého životného štýlu patrí k najviac preberaným témam súčasnosti. Literatúra, internet, rozhlas i televízia prezentujú „zaručené“ tipy, čo robiť, ako sa správať, aby sme boli zdraví. Občas sa objavia aj protichodné informácie.

Obyvatelia vyspelých štátov však majú dostatok informácií, poznatkov o tom, aby žili zdravo. Napriek tomu trpia celou škálou chorôb, ktoré nesú označenie – choroby bohatstva alebo civilizačné choroby. Patria k nim napr.: ateroskleróza, cukrovka, rakovina hrubého čreva, ischemická choroba srdca, hypertenzia a mnohé ďalšie. Na uvedených chorobách sa 40 % podieľa výživa, zvyšok predstavuje genetika, faktory vonkajšieho prostredia a iné faktory.

Výživa predstavuje súbor látok, ktoré svojím množstvom a kvalitou zabezpečujú energetické nároky organizmu. 10 – 15 % energie by malo pochádzať z bielkovín, 20 % energie by sme mali prijímať z tukov, 5 – 10 % energie z jednoduchých cukrov a 50 – 60 % by malo pochádzať z komplexných polysacharidov. V súčasnosti však z tukov získavame až 40 % energie, z jednoduchých sacharidov (najmä sacharózy) až 25 %, to všetko na úkor polysacharidov (20 – 25 % energie), hodnota energie pochádzajúcej z bielkovín je približne rovnaká s odporúčaniami.

Uvedené zložky potravy sa označujú ako *makroživiny*.

Bielkoviny (proteíny) – ich stavebnou jednotkou sú aminokyseliny, ktoré slúžia na výstavbu pre telo potrebných bielkovín, vytvárajú a obnovujú dôležité hormóny, ako je inzulín, adrenalín, tyroxín, pri nedostatku sacharidov slúžia ako zdroj tepla i energie. Ich nedostatok sa prejavuje vypadávaním vlasov, lámaním nechťov, chudokrvnosťou, oslabeným imunitným systémom, zhoršeným vstrebávaním

vápnika, železa, čo spôsobuje zvýšenú kazivosť zubov, rednutie kostí. Bielkoviny sú tvorené 20 (resp. 21) rôznymi aminokyselinami, z ktorých je osem esenciálnych – organizmus si ich sám nevie vytvoriť, musí ich prijímať v potrave. Všetky esenciálne aminokyseliny sú zastúpené v živočíšnych bielkovinách, avšak je dôležité vyhýbať sa ich nadmernému príjmu, keďže podporujú vznik kardiovaskulárnych chorôb, rakoviny hrubého čreva, reumatizmu, zápchy. Na druhej strane rastlinné bielkoviny nie sú plnohodnotné, neobsahujú všetky esenciálne aminokyseliny, napr. chýba cysteín, ktorý je dôležitý pre rast vlasov, methionín, ktorý viaže ťažké kovy a vylučuje ich z tela. Z tohto dôvodu by v našej potrave mali dominovať rastlinné bielkoviny (strukoviny, ovocie, zelenina), avšak mali by byť zastúpené aj živočíšne bielkoviny (vajcia, ryby, mäso, mliečne výrobky).

Cukry (sacharidy) – niekedy sa označujú aj ako karbohydráty. Delia sa na tri základné skupiny: *monosacharidy* (glukóza – hroznový, krvný cukor, fruktóza – ovocný cukor), *oligosacharidy* – sacharidy s dvoma až desiatimi monosacharidovými jednotkami, najznámejšie sú disacharidy (sacharóza – repný cukor, laktóza – mliečny cukor, maltóza – sladový cukor), *polysacharidy* (škrob, glykogén, celulóza, chitín).

Sacharidy sú pre organizmus najpohotovejším zdrojom energie, začínajú sa rozkladať už v ústnej dutine. Prijímať by sme ich mali hlavne v podobe polysacharidov, z ktorých sa energia uvoľňuje postupne. Ľudstvo v dnešnej dobe konzumuje nadmerné množstvo bieleho cukru – sacharózy. Získava sa rafinovaním z cukrovej repy a je zbavený všetkých dôležitých látok – minerálov a vitamínov skupiny B, ktoré sú potrebné pre metabolizmus sacharidov, z tela sú tak odčerpávané vlastné zásoby daných látok. Obrovský význam pre organizmus má vláknina. Je to nestráviteľný polysacharid (celulóza), ktorý prechádza tráviacim traktom do hrubého čreva. Vlákna zväčšuje objem a hmotnosť stolice, zvyšuje frekvenciu sťahov v čreve, zriedi obsah toxických látok v čreve, podporuje rozmnožovanie dôležitých baktérií, priaznivo ovplyvňuje energetický metabolizmus. Najvýznamnejšími zdrojmi polysacharidov sú: celozrnný chlieb, ovsené vločky, ovocie, zemiaky, zelenina, hnedá ryža, strukoviny. Vlákna úplne absentuje v živočíšnych produktoch, v bielej múke.

Tuky (lipidy) – sú najväčším zdrojom energie. Vo všeobecnosti sa dá povedať, že sú dvakrát také kalorické ako cukry či bielkoviny. Skladajú sa z glycerolu a mastných kyselín. Pre organizmus sú nesmierne dôležité, keďže vitamíny A, D, E a K ich potrebujú pri svojom rozpúšťaní a vstrebávaní, niektoré obaľujú nervy, sú zložkou bunkových membrán, hormónov.

Väčšinu mastných kyselín si telo dokáže vytvoriť samo, tri sú esenciálne – musíme ich prijímať z potravy (kyselina linolová, linolénová a arachidonová). Ide o nenasýtené mastné kyseliny prítomné v rastlinných olejoch a rybom tuku. Nasýtené mastné kyseliny pochádzajú zo živočíšnych zdrojov. Nenasýtené mastné kyseliny majú jednu alebo viac voľných väzieb v uhlíkových atómoch, preto sa môžu spájať s ostatnými atómami a zabezpečovať transport živín a budovať bunkové membrány, podieľajú sa tak na metabolických procesoch a dokonca pomáhajú pri spaľovaní nasýtených tukov. Nenasýtené tuky však obsahujú voľné radikály, ktoré sú rakovinotvorné. K ich eliminácii prispieva vitamín E. Nebezpečné môžu byť vyprázané potraviny, keďže pri opakovanom použití tuku dochádza k oxidácii mastných kyselín – aj nenasýtené mastné kyseliny sa tak stávajú nasýtenými, čo môže spôsobiť ťažkosti s trávením. Navyše, po prehriatí tukov nad isté hodnoty dochádza k rozkladu mastných kyselín

a produkcii rakovinotvorných látok. Nasýtené mastné kyseliny sú voči vyšším teplotám odolnejšie, takže vyprážanie (ak už musí byť) na bravčovej masti je z tohto hľadiska bezpečnejšie.

Zvýšená produkcia tukov má za následok zvýšenú hladinu cholesterolu (je to látka steroidnej povahy, ktorá sa viaže na mastné kyseliny). Cholesterol upcháva cievy, spôsobuje aterosklerózu, hypertenziu i infarkty. Ľudia s vysokou hladinou cholesterolu by mali konzumovať veľa zeleniny s vlákninou, sójové bôby, cereálie, jogurty, ryby.

Tuky by sme mali prijímať zo za studena lisovaných olejov, z orechov, rôznych semien.

Druhú skupinu živín v našej potrave tvoria *mikroživiny* – vitamíny a minerálne látky. Vitamíny sú dôležité biokatalyzátory, ktoré už v stopových množstvách zabezpečujú riadny priebeh premeny látok a energie. Do organizmu sa musia dostať v hotovej forme alebo v podobe provitamínov, z ktorých si organizmus dokáže sám vytvoriť vitamíny (napr. z karotenoidu vitamín A, z derivátu cholesterolu vitamín D). Prírodné vitamíny syntetizujú baktérie, kvasinky a zelené rastliny. Miernejší nedostatok vitamínov vyvoláva chorobu *hypovitaminózu*, výraznejší nedostatok *avitaminózu*. Vitamínmi sa môžeme aj predávkovať (väčšinou z umelých vitamínov) – vzniká ochorenie *hypervitaminóza*.

Doteraz poznáme zhruba 60 vitamínov, ktoré delíme na vitamíny rozpustné v tukoch (A, D, E, K, ubichinóny, lipoát) a vitamíny rozpustné vo vode: B, PP, kyselina pantoténová, H, kyselina listová, kyselina pangamínová, P, C. Vitamíny rozpustné v tukoch je potrebné prijímať s určitým množstvom tuku (oleja), telo si ich ukladá do zásoby v pečeni, preto nie sme odkázaní na ich každodenný príjem, avšak ich nadbytok nevieme vylúčiť – môže dôjsť k hypervitaminóze (čo sa prejavuje bolesťami hlavy, hnačkami, vracaním, poruchami videnia).

Vitamín A (retinol, retinoidy, karotenoidy) – v živočíšnom organizme sa syntetizuje z rastlinného betakaroténu v pečeni, je potrebný pre rast, vývin epitelov, na tvorbu a ukladanie glykogénu v pečeni, pre metabolizmus lipidov a bielkovín, pre normálne fungovanie zraku, udržiavanie zdravej kože, rohovky a dýchacích ciest, pre kosti, zuby, vlasy a ďasná, podieľa sa na odstraňovaní kožných škvrn, akné, otvorených vredov – ako súčasť mastí, na liečbu hyperfunkcie štítnej žľazy. Avitaminóza spôsobuje spomalenie rastu, rohovatenie pokožky, šeroslepotu, vysychanie a rohovatenie rohovky, ťažké zápaly oka až oslepnutie. Pri hypervitaminóze sú dôsledkom závraty, bolesti hlavy a končatín, poruchy videnia, pečene a obličiek. Denná dávka pre dospelých – 0,75 mg, pre dojčiace matky 1,2 mg. Zdroje: pečeň, rybací tuk, vajcový žĺtok, maslo, mlieko, ako provitamíny – mrkva, kel kučeravý, špenát, brokolica, kukurica, proso, obilné klíčky.

Vitamín D (kalciferol – ergosterol) – má antirachitický (protikrivicový) účinok, jeho syntetická forma vzniká pôsobením UV žiarenia na ergosterol (prítomný napr. v kvasniciach), prirodzená forma vitamínu D (cholecalciferol) sa nachádza v potrave alebo sa tvorí v koži vplyvom UV. Vitamín D podporuje vstrebávanie vápnika a fosforu z potravy, rast a spevňovanie kostí a zubov. Podieľa sa na liečbe zápalov spojoviek, spolu s vitamínom C a A pomáha liečiť zápaly, pomáha pri vstrebávaní vitamínu A, znižuje riziko vzniku rakoviny hrubého čreva, prsníkov, pľúc, prostaty, močového mechúra, konečníka, žalúdka, vaječníkov, maternice, obličiek, mozgových nádorov.

Avitaminóza spôsobuje krivicu (rachitídu) – mäknutie a deformáciu kostí u detí, osteomaláciu u dospelých (senilná osteoporóza, starecké mäknutie kostí). Hypovitaminóza spôsobuje slabosť, zníženie

telesnej hmotnosti, pri hypervitaminóze dochádza k zvýšenému ukladaniu minerálnych látok do kostí i iných tkanív (ciev, srdca, čriev, obličiek). Denná dávka sa nedá presne stanoviť, keďže jeden z jeho zdrojov – tvorba v tele pôsobením slnečného žiarenia závisí od individuálnych faktorov, ale veľa vitamínu D z potravy potrebujú deti do 5 rokov, tehotné a dojčiace ženy, ľudia, ktorí sa málo slnia (asi 10 µg vitamínu D3). Zdroje: margarín, maslo, syr, mlieko, telo si udržiava istú zásobu najmä v pečeni. **Vitamíny E** (tokoferoly) – ukladajú sa v pečeni do zásoby, prítomné sú v tukovom tkanive, srdci, svaloch, semenníkoch, maternici, nadobličkách, krvi a prištítnych telieskach. Dodnes poznáme sedem typov vitamínu E. Sú antioxidantmi, regulujú metabolizmus nukleových kyselín, ovplyvňujú činnosť centrálnej i obvodovej nervovej sústavy, funkcie priečne pruhovaných svalov, brzdia aterosklerózu, procesy starnutia organizmu, u mládeže podporujú fyzickú zdatnosť, zabezpečujú riadne fungovanie pohlavných žliaz. Avitaminóza má za následok spomalený rast maternice, vnútromaternicovú resorpciu plodov, alebo sa rodia mŕtve deti, spomaľuje sa tvorba mlieka. Denná dávka: muži 10 mg, ženy 8 mg, deti 3 – 10 mg. Zdroje: ovos, mlieko, maslo, pečeň, vajcia, mäso, mandle, lieskovce, pšeničné klíčky, arašidy, hrach sušený, špenát, avokádo.

Vitamíny K (fytochinón). Hlavná forma je v rastlinách (fytochinón – K₁). Podieľajú sa na tvorbe protrombínu, znižujú nadmerné straty krvi pri menštruácii, podporujú zrážanie krvi pri poranení. Avitaminóza vedie k poruchám zrážania krvi, veľmi citliví sú novorodenci a dojčatá (krvácanie do orgánov a telových dutín). Denná dávka: muži asi 80 µg, ženy asi 65 µg, deti 1 µg na kg telesnej hmotnosti. Zdroje: zelené rastliny – žihľava, lucerna, špenát, hrach, kel, jogurt, sójový olej. Druhú skupinu predstavujú vitamíny rozpustné vo vode – telo si ich nevie ukladať do zásoby, naopak, ich nadbytok vie telo ľahko zneškodniť vylúčením močom.

Vitamín B₁ (tiamín) – reguluje oxidáciu živín, podporuje rast, mentálne funkcie (zabezpečuje energiu pre CNS), normálne fungovanie svalov, vráť. srdcového, podporuje liečbu *herpes zoster* (pásový opar). Avitaminózu poznáme ako chorobu *beri-beri* (v ázijských krajinách po zavedení konzumácie lúpanej ryže miesto nelúpanej) – zlý metabolizmus cukrov, v tele sa hromadí kyselina pyrohroznová spôsobujúca svalovú slabosť, búšenie srdca, degeneráciu nervov. Nadmerný príjem umelého vitamínu môže negatívne ovplyvniť štítnu žľazu a produkciu inzulínu. Denná dávka: 1,1 mg, fajčiari, konzumenti alkoholu, tehotné a dojčiace ženy, ľudia užívajúci antibiotiká viac. Zdroje: otruby, hrach, fazuľa, pšeničné klíčky, slnečnicové jadrá, sója, ovsené vločky, pšenica, ryža natural, čierny chlieb, maslo, pečeň, obličky, droždie, žltok, vzniká aj činnosťou mikroorganizmov v tráviacej rúre.

Vitamín B₂ (riboflavín) – podporuje premenu energie a stavbu tkanív z bielkovín, je potrebný pre zdravý rast tkanív, najmä kože, vlasov, nechtov, pomáha odstraňovať bolestivé miesta na ústach, perách, jazyku, zlepšuje zrak, znižuje únavu očí, pomáha pri metabolizme cukrov, tukov, bielkovín. Avitaminóza prispieva k zastaveniu rastu organizmu, spôsobuje zápal pokožky, mokvavé kútiky na perách, zákal rohovky a šošovky. Denná dávka: muži 1,6 mg, ženy 1,3 mg. Zdroje: mlieko, vajcový bielok, obličky, pečeň, mäso, kvasnice, ľanové semeno, pšeničné klíčky, mandle, ryža nelúpaná, Parmezán, šampiňóny, sója, kel kučeravý, brokolica, špenát, vzniká aj v tráviacej rúre činnosťou mikroorganizmov.

Vitamín B₆ (pyridoxín) má funkciu koenzýmu v metabolizme bielkovín, reakciách aminokyselín, podporuje tvorbu protilátok a červených krviniek, podieľa sa na vstrebávaní vitamínu B₁₂, dôležitý pre

správne fungovanie CNS, pre správnu tvorbu nukleových kyselín, je prirodzeným diuretikom, znižuje kŕče svalov. Avitaminóza spôsobuje chorobné zmeny na koži, brzdí tvorbu hemoglobínu a sérových bielkovín, spôsobuje svalové kŕče. Odporúčaná denná dávka: 1,6 – 2 mg. Zdroje: mäso, pečeň, mlieko, pšeničné klíčky, ovos, ľanové semeno, proso, slnečnicové jadrá, droždie, sója, pšenica, tekvica, ružičkový kel, tvoria ho aj mikroorganizmy v tráviacej rúre.

Vitamín B₁₂ (kobalamín, kyanokobalamín) – vstrebáva sa až v koncovej časti tenkého čreva. Je nevyhnutný pre tvorbu hemoglobínu – prevencia anémie, podporuje rast a zlepšenie chuti u detí, pozitívne ovplyvňuje nervový systém, reguluje využitie bielkovín, cukrov a tukov, potláča podráždenosť, zlepšuje koncentráciu a pamäť. Avitaminóza spôsobuje zhubnú anémiu. Denná dávka: dospelí 2 µg, tehotné a dojčiace ženy 2,6 µg. Zdroje: všetky výrobky živočíšneho pôvodu, v stopových množstvách v kvasenej zelenine (vďaka mikroorganizmom).

Vitamín B₉ (kyselina listová) je prítomná v zelených listoch rastlín, v raži, kvasniciach, čerstvej listovej zelenine, obličkách a v pečeni. Má antianemické účinky, priaznivo ovplyvňuje tvorbu krvi, rast živočíšnych organizmov. Avitaminóza spôsobuje rôzne formy anémie.

Vitamín C (kyselina askorbová) – prevažná väčšina cicavcov (okrem primátov – kam sa radí aj človek, a morčiat), vtáky, plazy, obojživelníky si v tele syntetizujú vitamín C. V tele zdravého dospelého človeka sa neustále nachádzajú 2 – 3 g vitamínu C, najmä v nadobličkách, mozgu a slinných žľazách. V rastlinách je prítomný najmä vo výhonkoch a dozrievajúcom ovocí. Podieľa sa na oxidačno-redukčných dejoch v organizme, chráni pred infekciou, ovplyvňuje regeneráciu poškodených tkanív. Je dôležitý pri tvorbe kolagénu (ten je potrebný pre rast a obnovu tkanivových buniek, najmä ciev, kostí, zubov, ďasien), je dôležitým antioxidantom, zvyšuje vstrebávanie železa z potravy, podporuje hojenie rán, popálenín, krvácajúcich ďasien, rekonvalescenciu pri pooperačných stavoch, znižuje hladinu cholesterolu a výskyt krvných zrazenín v cievach, pôsobí ako prirodzené laxatívum, zoslabuje účinok mnohých alergénov, toxických a škodlivých látok zo vzduchu, vody a potravy, prevencia rakoviny. Avitaminóza vyvoláva ochorenie *skorbut* – krvácanie, zápal ďasien, vypadávanie zubov, porucha kostného tkaniva, zlé hojenie rán, zvýšenie krvácanosti kapilár. Hypovitaminóza podnecuje anémiu, zvýšený výskyt infekcií, rakoviny, alergií, spomalené hojenie rán. Nadbytok môže viesť k vzniku obličkových kameňov. Denná dávka: 30 – 75 mg, vyššie dávky by mali prijímať tehotné ženy, vrcholoví športovci, ľudia po operáciách. Syntetický vitamín C má horšiu využiteľnosť (na rozdiel od rastlinných zdrojov neobsahuje bioflavonoidy zvyšujúce jeho účinnosť). Zdrojmi sú všetky druhy ovocia a zeleniny. Vitamín sa tepelnou úpravou ničí. (Paulov, 1995a, s. 117-133)

Minerálne látky nie sú zdrojom energie, avšak ovplyvňujú metabolické procesy. Sú súčasťou enzýmov, hormónov, zložených bielkovín, tukov a vitamínov. Nachádzajú sa v každej prirodzenej strave. Pestrejšia strava zabezpečuje vyvážený prísun minerálov. Vo väčšom množstve sa vyskytujú: kyslík (63 – 65 %), uhlík (18 – 21 %), vodík (10 %), dusík (3 %), vápnik (1,5 – 2 %), fosfor (0,8 – 1 %). Menej sú zastúpené: draslík (0,4 %), síra (0,3 %), sodík (0,2 %), chlór (0,2 %), horčík (0,1 %). V stopových množstvách nájdeme tzv. stopové prvky (menej ako 0,01 %) – bróm, chróm, kobalt, meď, fluór, jód, železo, mangán, selén, kremík. (Held, 2006)

Vápnik (Ca) – je súčasťou kostí a zubov (ročne sa v kostiach človeka vymení asi 20 % Ca), ovplyvňuje priepustnosť bunkových membrán, ako aj stien krvných ciev, ovplyvňuje dráždivosť svalov a prenos nervových vzruchov, je nevyhnutný pri tvorbe mlieka. Nedostatok Ca – okrem strát vďaka nevyváženej strave môže byť zapríčinený aj nedostatkom vitamínu D. Dlhšie trvajúci nedostatok vyvoláva u detí krivicu, u dospelých osteoporózu a osteomaláciu (mäknutie kostí), zlomeniny kostí (najmä krčka stehennej kosti) a stavcov chrbtice, zvýšený výskyt zubného kazu. Nadbytočným je príjem nad 2 000 mg denne – zvýšením hladiny vápnika v krvi a moči sa tvoria vápenaté nánosy na stenách ciev pri ateroskleróze a močové kamene (Paulov, 1995a, s. 20).

Denné dávky – deti 600 – 700 mg, dospelí 500 mg, ženy v posledných troch mesiacoch tehotenstva a pri kojení 1 200 mg. Zdroje: mak, Parmezán, Ementál, Eidam, sezam, sója, mandle, lieskovce, sušené figy, kel, špenát, mlieko, jogurt, kefír, brokolica (Held, 2006).

Fosfor (P) je významným prenášačom energie, podieľa sa na tvorbe kostí a zubov, metabolických procesoch (oxidačné procesy a tvorba bielkovín), reprodukcii buniek (zložka DNA a RNA, bunkových enzýmov), prispieva k stabilizácii rovnováhy kyselín a zásad (Paulov, 1995a, s. 20).

Denné dávky – deti do 10 r. 800 mg, 11 – 24 r. a tehotné ženy 1 200 mg, dospelí 800 mg. Zdroje: tekvicové jadrá, pšeničné klíčky sušené, mak, Parmezán, slnečnicové jadrá, ľanové semeno, sója, raž, pšenica, kel ružičkový, sušené hriby (Held, 2006).

Chlór (Cl) je prítomný vo forme iónov v žalúdočnej šťave, ako NaCl v krvi a v koži, ako súčasť HCl – štiepenie potravy a vytvára vhodné prostredie pre určité enzýmy, ióny chlóru pomáhajú červeným krvinkám transportovať oxid uhličitý z tkanív do pľúc, spolu s Na a K reguluje správny osmotický tlak v organizme (Paulov, 1995a, s. 20).

Nedostatok podnecuje svalové kŕče, poruchy krvného obehu, vypadávanie vlasov a zubov. Denná dávka: 1 – 3 g, zdrojmi sú kuchynská soľ, olivy. Upozornenie – chlórovaná voda nie je vhodným zdrojom chlóru pre organizmus, chlór v tejto forme pôsobí toxicky, ničí črevné baktérie a vitamín E.

Fluór (F) zabezpečuje riadne fungovanie zubov a kostí, brzdí metabolizmus mikroflóry v ústnej dutine, brzdí vznik kyselín z cukrov, a tak bráni zubnému kazu. Nadbytok spôsobuje chorobu *fluoróza* (dentálna alebo skeletová škvrnitosť), nežiaduce odbúravanie vápnika z kostí a horčika z krvného séra, ukladanie vápnika v obličkách, svaloch a pľúcach.

Denná dávka: 1 mg, zdroje: zemiaky, morská soľ, riasy, pitná voda (fluoridovaná fluoridom sodným).

Síra (S) je súčasťou methionínu a cysteínu (aminokyseliny, ktoré tvoria tkanivovú bielkovinu kera-tín) a sú potrebné pre zdravé vlasy, kožu a nechty, zabezpečuje prenos energie v tkanivách; je súčasťou niektorých vitamínov (tiamín, kyselina pantoténová, biotín), je nevyhnutná pre tvorbu kolagénu a spojivových tkanív, podporuje vylučovanie žlče v pečeni. Škodlivá je v anorganickej forme v exhalátoch, chemikáliách. Denná dávka: 280 – 350 mg. Zdroje: strukoviny, mliečne výrobky, kapusta, vajcia, cesnak, cibuľa (Held, 2006).

Draslík (K) má hlavný podiel na udržiavaní optimálnej acidobázickej rovnováhy a osmotického tlaku, reguluje hladinu vody v tele, zúčastňuje sa na tvorbe glykogénu, energie, spolu so sodíkom má dôležitú úlohu pri udržiavaní dráždivosti a prenose nervového vzruchu, spolu so sodíkom a horčíkom podporuje uvoľňovanie svalov, znižuje krvný tlak, ovplyvňuje uvoľňovanie inzulínu z pankreasu a hladinu

cukru v krvi. Denná dávka: 3,5 mg. Zdroje: sušené hríby, sušené marhule, sušená biela fazuľa, hrášok, sušené banány, pistácie, pšeničné klíčky, mandle, sušená šošovica, sušená sója, arašidy, slnečnica, mak, špenát, droždie, avokádo.

Sodík (Na) je najdôležitejším prvkom mimobunkovej tekutiny, zabezpečuje acidobázickú rovnováhu a osmotické pomery v organizme, prenos nervových vzruchov, dráždivosť svalov, je potrebný pre činnosť srdca, peristaltiku čriev, nevyhnutný pre optimálny rast organizmu, je súčasťou tráviacich štiav, pomáha udržiavať v krvi vápnik a iné minerály v rozpustnom stave. Nadbytok v podobe NaCl zvyšuje telesnú teplotu, vyvoláva poruchy obličiek, nervové poruchy.

Denná dávka nie je presne stanovená, nemala by presiahnuť 2,4 g (6 g kuchynskej soli), priemerná dávka je zhruba polovica. Spotreba sodíka sa zvyšuje pri veľkých stratách vody potením a močením. Zdrojmi okrem kuchynskej soli sú tavený syr, ovčí syr údený, chlieb, Ementál, kyslá kapusta, slané arašidy (Held, 2006).

Horčík (Mg) je dôležitým prvkom vnútrobunkovej tekutiny, aktivuje množstvo enzýmov súvisiacich s oxidatívnou fosforyláciou, je nevyhnutný na riadnu stavbu kostí a zubov, jeho zvýšená hladina tlmi nervovú sústavu, ovplyvňuje látkovú premenu Ca a P, účinkuje proti stresu a depresii, zlepšuje činnosť srdcovocievneho systému, pôsobí preventívne proti infekcii, zabraňuje ukladaniu Ca v obličkách (bráni tvorbe kameňov), ovplyvňuje metabolizmus cukrov. Nedostatok spôsobuje odvápnovanie kostného tkaniva, sprievodnými znakmi sú stenčovanie kože, zvýšené vylučovanie slín, slzenie, zvýšená dráždivosť až kŕče – tetánia. Denné dávky: dospelí 300 – 400 mg, tehotné a dojčiace ženy viac. Zdroje : tekvicové jadrá, slnečnicové jadrá, ľan, mak, sezam, pšeničné klíčky, ovsené vločky, fazuľa biela, sušený hrach (Held, 2006).

Železo (Fe) je viazané hlavne v hemoglobíne, malá zásoba je v myoglobíne – vo svaloch (naviazané na bielkovinu feritín), hemoglobín ako súčasť červených krviniek transportuje z pľúc do tkanív kyslík, ako súčasť enzýmov činných v metabolizme ovplyvňuje látkovú premenu glukózy v bunkách, produkciu protilátok, detoxikáciu liekov v pečeni, premenu betakaroténu na vitamín A, tvorbu kolagénu, metabolizmus vitamínov skupiny B. Nedostatok vedie k poruche krvotvorby (anémii).

Denná dávka: muži 10 mg, ženy 15 mg, pri veľkých menštruačných stratách krvi a tehotenstve až 30 mg. Zdroje: sezam, tekvicové jadrá, mak, sója, proso, sušené pšeničné klíčky, ľan, šošovica, cícer, sušený hrach, slnečnicové jadrá, fazuľa biela.

Meď (Cu) je v krvnej plazme viazaná v bielkovine ceruloplazmín, súčasť mnohých enzýmov i dýchacích farbív, význam pri rozmnožovaní, metabolizme, aktivácii hormónov, vitamínov, enzýmov, podporuje metabolizmus Fe, podporuje účinky aminokyseliny tryptofánu ako pigmentačného faktora vlasov a kože, ako súčasť enzýmov umožňuje využitie vitamínu C. Nedostatok spôsobuje anémiu, poškodenie cievnych stien. Denná dávka: 1,5 – 3 mg. Zdroje: hrach, pšenica, orechy, listová zelenina, slivky, sója, kakao, huby (Held, 2006).

Jód (I) je potrebný na tvorbu tyroxínu (ovplyvňuje spaľovanie tukov a produkciu energie, rast, tvorbu tkanív vlasov, nechťov, kože, zubov a mentálne funkcie). Pri nedostatku vzniká struma (často v oblastiach, kde pitná voda neobsahuje jód), hypotyreóza (zníženie bazálneho metabolizmu, jemné slabé vlasy, suchá koža, nadváha, zimomravosť, u detí, ktorých matky trpeli na nedostatok jódu počas

tehotenstva, sa hypotyreóza môže prejaviť ako mentálna porucha – *kretenizmus* – retardovaný fyzický a psychický vývin, vhodnou liečbou hneď po pôrode sa dá táto porucha napraviť, ak sa nezistí včas a nedostatok jódu pretrváva, mentálna porucha je trvalá). Hypertyreóza (zvýšená činnosť štítnej žľazy) je tiež vyvolaná nedostatkom jódu, nadbytok tyroxínu totiž vedie k nadmernému bazálnemu metabolizmu – najmä v dospelosti, prejavuje sa to poklesom hmotnosti, trasením rúk, nervozitou, zvýšenou chuťou do jedla, vystupujúcimi očami, precitlivenosťou voči teplu. Nadbytok môže podnietiť tvorbu kožných vyrážok podobných akné alebo zhoršenie akné.

Denná dávka: dospelí 150 µg, tehotné a dojčiace ženy 175 – 200 µg. Obsah v rastlinách závisí od obsahu v pôde, hlavnými zdrojmi sú riasy, morská soľ, kuchynská soľ sa jodiduje.

Bróm (Br) je prítomný vo väčšom množstve najmä v hypofýze, je potrebný pri procesoch podráždenia a útlmu, je inhibítorom nervových procesov. Pary Br silne dráždia a leptajú sliznice, podnecujú kašeľ, zvýšenú sekréciu hlienu, krvácanie z nosa, zápal spojoviek, bolesti hlavy, závraty, dusivosť. Kvapalný bróm spôsobuje na pokožke ťažko sa hojace popáleniny. Po vstrebaní poškodzuje nervové bunky. Smrteľná dávka je 8 – 10 g. Vyšší obsah Br je v potravinách morského pôvodu (Held, 2006).

Mangán (Mn) priaznivo ovplyvňuje pohlavný vývin a rozmnožovanie, normálnu štruktúru kostí, funkcie centrálnej nervovej sústavy, je súčasťou mnohých enzýmov (najmä potrebných na reguláciu oxidačných procesov), pomáha správne využiť biotín, vitamín B₁ a C, je potrebný na tvorbu tyroxínu, správne trávenie a metabolizmus, reprodukciu, pomáha odstraňovať únavu, zlepšuje pamäť, znižuje nervovú podráždenosť. Nadbytok – Mn z priemyselných exhalátov sa môže hromadiť v pečeni a mozgu a prejavovať symptómami podobnými Parkinsonovej chorobe (trasenie rúk). Denná dávka: dospelí 1,5 – 3 mg. Zdroje: cereálie, orechy, listová zelenina, hrášok, cvikla (Held, 2006).

Zinok (Zn) sa podieľa na aktivite vyše 70 enzýmov, ovplyvňuje metabolizmus bielkovín, tvorbu nukleových kyselín, hojenie rán, udržiavanie zdravej pokožky, podporuje reprodukciu buniek, rast tkanív, podieľa sa na ukladaní inzulínu do zásoby v pankrease, je súčasťou bielych krviniek (leukocyty pacientov s leukémiou obsahujú o 10 % menej Zn ako u zdravých ľudí), ovplyvňuje tvorbu lymfocytov, Zn odstraňuje biele škvrny na nechtoch rúk, znižuje nechutenstvo, pomáha pri liečbe neplodnosti, slúži ako prevencia problémov s prostatou, podporuje rast a mentálnu vyspelosť, znižuje zásoby cholesterolu. Nedostatok má za následok degeneráciu pohlavných orgánov, brzdenie pohlavného dospievania, spomalenie rastu, zhoršenie hojenia rán, poruchy v stavbe kostí, vypadávanie vlasov.

Denná dávka: muži 15 mg, ženy 12 mg, tehotné ženy 15 mg, dojčiace ženy 19 mg. Zdroje: mäso, ryby, pečeň, vajcia, celozrnné výrobky, mlieko a mliečne výrobky, ustrice, pívne kvasnice, horčica.

Selén (Se) je potrebný pre tkanivové dýchanie, podieľa sa na transporte vitamínov E, spolu s nimi pôsobí antioxidantne, bráni rozvoju srdcovocievnych chorôb, chráni červené krvinky, pomáha liečbe a prevencii lupín vo vlasoch.

Nadbytok sa prejavuje toxickými príznakmi v organizme, vytláča síru z organických zlúčenín, môže viesť k úmrtiu. Nedostatok vyvoláva zvýšenú náchylnosť na *Keshanovu chorobu* (ochorenie myokardu u detí a rodičiek), väčšiu náchylnosť na kardiotoxické vírusy. Denná dávka: muži 70 µg, ženy 55 µg, v čase tehotenstva a dojčenia zvýšiť prísun o 10 – 20 µg. Zdrojmi sú jačmeň, kukurica, pšeničné klíčky, cibuľa, rajčiaky, brokolica (Held, 2006).

Okrem správnej životosprávy sa na zdravom životnom štýle podieľajú ďalšie faktory. Je dôležité mať vytvorený režim práce a oddychu. Ľudia pracujúci fyzicky by sa mali vo voľnom čase venovať hlavne duševným činnostiam a ľudia pracujúci psychicky by naopak mali vo voľnom čase vykonávať skôr fyzickú aktivitu. Žiakom, ktorí sú značnú časť dňa v škole a vykonávajú prevažne duševnú činnosť, by malo byť v popoludňajších hodinách umožnené viac sa pohybovať, striedať prípravu na vyučovanie s pohybovou aktivitou a ďalšími záľubami. Takisto je dôležitý dostatočne dlhý interval spánku v závislosti od veku žiaka a je potrebné rešpektovať jeho prirodzený biorytmus.

K psychogénnym faktorom, ktoré ovplyvňujú zdravie a výkonnosť, patria: pracovné preťaženie, zhon, hluk, nedostatočný spánok, priveľa informácií. Pri dlhodobom pôsobení môžu viesť až k neurotizácii sprevádzanej ľahkou unaviteľnosťou, zníženou schopnosťou sústredenia, nespavosťou, nechutenstvom, k rôznym chorobám.

Negatívny vplyv na zdravie má toxikománia (alkoholizmus, nikotinizmus, kofeinizmus). Nesmierne dôležitý je dostatok pohybu (aktívny oddych, športové aktivity).

2.7 Pohyb živočíchov

Téma je uvedená v tematickom celku *Základné životné procesy organizmov*.

Pre život organizmov je nesmierne dôležité ich premiestňovanie v priestore, ako aj pohybové zmeny ich vnútorných súčastí. Pohybom si organizmy zabezpečujú čo najoptimálnejšiu polohu v priestore, či ide o vyhľadávanie potravy, únik pred nepriateľom, vyhľadávanie partnera opačného pohlavia.

V priestore sa organizmy pohybujú *pasívne* alebo *aktívne*. Pri pasívnom pohybe sú prenášačmi fyzikálne faktory (voda, vietor) alebo iné organizmy (napr. hostiteľské organizmy parazitov, rodičia mláďat). Na aktívny pohyb musí daný organizmus vydať energiu. V živočíšnej ríši sa rozlišujú tieto základné druhy pohybu:

- cytoplazmatický (amébovitý, meňavkovitý) – vyskytuje sa u jednobunkových organizmov, príp. u jednotlivých pohybujúcich sa buniek (napr. biele krvinky) – dochádza k reverzibilným zmenám cytoplazmy zo stavu sólu do gélu, utvárajú sa panôžky (pseudopódiá),
- pohyb brvami – vyskytuje sa prevažne u jednobunkovcov, napr. u nálevníkov (črievička končistá), ale aj u vírnikov, láriev obručkavcov, mäkkýšov a ostnatokožcov,
- pohyb bičíkmi – sa realizuje na podobnom princípe ako v prípade brý, takisto sa viaže prevažne na jednobunkovce, ale vyskytuje sa aj u spermii,
- hydraulický (explozívny, raketový) pohyb – je typický pre tie živočíchy, ktoré musia pri pohybe vyvinúť vysoké tlaky alebo veľké zrýchlenie; pri explozívnom pohybe sa organizmus pohybuje na podklade dekompresie stlačených plynov alebo vody (napr. sépia), pri hydraulickom pohybe sa využíva tlak tekutiny na lokomočný systém (niektoré vodné červy),

- e) svalový pohyb umožňuje pohyb končatín alebo iných lokomočných orgánov. Pŕhlivce majú jednoduchý svalový epitel, ploskavce kožnosvalové vrecúško, ulitníky mohutnú svalovinu v nohe, lastúrniky v zvierачoch, hlavonožce v chápadlách. Obrúčkavce majú pozdĺžnu a okružnú svalovinu, ktorá funguje na podobnom princípe ako naše hladké svaly. U článkonožcov sa vyskytuje viacero typov priečne pruhovaných svalov, ktoré sa upínajú na exoskelet. Svalovina stavovcov je diferencovaná podľa končatín a celej vnútornej kostry (endoskelet). Pre ryby je typická pozdĺžna svalovina (tvoria ju do seba zapadajúce kužele). Suchozemské stavovce majú mohutné najmä svaly končatín (Paulov, 1995b, s. 194-198, Bašovská et al., 1992, s. 143).

Informácie z tejto témy je takisto možné využiť v ŠVP ISCED 3A v 2. ročníku v rámci *Fyziológie živočíchov*.

3/ Nové témy vo vyučovaní biológie na štvorročnom gymnáziu

Táto kapitola zahŕňa témy, ktoré sú z hľadiska obsahu biológie v rámci ŠVP ISCED 3A nové, príp. upravované.

Ako sme už spomínali, učivo 1. ročníka prešlo zmenami – rovnako ako v prípade základnej školy bol zvolený ekosystémový prístup, pričom do obsahu prešlo čiastočne učivo 1. a čiastočne 2. ročníka pôvodných učebných osnov. Zmeny nastali v pohľade na systematiku (prehľad systematických kategórií, ako aj aktuálna taxonómia živočíchov sú uvedené v prílohe), spôsobom prezentovania učiva sú takmer všetky témy nové: Život v sladkých vodách, Život pri vode, Život v mori v rámci tematického celku *Život a voda*, témy Vysokohorské spoločenstvá, Život na úkor iných, Život v extrémnych podmienkach v tematickom celku *Špecializácia rastlín a živočíchov*, témy Adaptácia na život s človekom, Rastliny a huby v službách človeka v tematickom celku *Život s človekom*.

Vo vybraných témach sa nachádzajú informácie, ktoré môžu učitelia využiť pri prehľbovaní, rozširovaní poznatkov žiakov. Z učiva 2. ročníka dopĺňame poznatky k problematike geneticky modifikovaných organizmov v rámci tematického celku *Dedičnosť a premenlivosť*. Rozširujúce informácie k tematickému celku *Zdravý životný štýl* z 3. ročníka sú zakomponované v rámci ŠVP ISCED 2.

3.1 Vysokohorské spoločenstvá

V našich podmienkach označujeme ako vysokohorské spoločenstvá tie, ktoré žijú nad hornou hranicou lesa, teda v nadmorskej výške nad 1 450 – 1 650 m n. m. Spoločenstvá sú viazané na kosodrevinový stupeň a pásma alpínskych lúk, príp. až podsnežné (subniválne) pásma. Kosodrevinový stupeň (niekedy označovaný aj ako subalpínske pásmo) sa viaže na nadmorské výšky 1 450 – 1 800 m, v záveroch dolín, roklinách môže zostupovať aj nižšie. Najviac je zastúpený v Tatrách, Nízkych Tatrách, Veľkej a Malej Fatre, v menšej miere je zastúpený na Babej hore, Choči, Pilsku či Muránskej planine. Najbežnejším rastlinným zástupcom je borovica horská – kosodrevina (*Pinus mugo*), borovica limba (*Pinus cembra*), z listnáčov jarabina vtáčia (*Sorbus aucuparia*). Ďalej sa tu vyskytuje plavúň

jedľovitý (*Lycopodium selago*), nátržník zlatý (*Potentilla aurea*), kostravu nízku (*Festuca supina*). Pri spodnej hranici sa objavuje brusnica pravá (*Vaccinium vitis-idea*), čučoriedka obyčajná (*Vaccinium myrtillus*), borievka sibírska (*Juniperus sibirica*). Zo živočíchov sa na kosodrevinu viažu stehlík čečeta-vý alpský (*Carduelis flammea cabaret*), vrchárka modrá (*Prunella modularis*), z ihličnatých lesov sem prenikajú mlok karpatský (*Triturus montadoni*), ropucha obyčajná (*Bufo bufo*), skokan hnedý (*Rana temporaria*), jašterica živorodá (*Lacerta vivipara*), vretenica severná (*Vipera berus*), ľabtuška vrchovská (*Anthus spinoleta*), murárik červenokrídly (*Tichodroma muraria*), orol skalný (*Aquila chrysaetos*), sokol myšiar (*Falco tinnunculus*), tetrov hlucháň (*Lyrurus tetrix*), jariabok hôrny (*Tetrastes bonasia*), hraboš snežný (*Microtus nivalis*), piskor vrchovský (*Sorex alpinus*). Pásmo hôľ (alpínske lúky, alpínsky stupeň) s nadmorskou výškou medzi 1 800 a 2 300 m je osídlené ešte chudobnejšie, v podstate iba bylinnými formáciami – na silikátových horninách je to kostrava pestrá (*Festuca versicolor*), chlpaňa klasnatá (*Luzula spicata*), klinček ľadovcový (*Dianthus glacialis*), výnimočne tu nájdeme zakrpatené dreviny, napr. vrbu sieťkovanú (*Salix reticulata*), na vápencoch a dolomitoch sa nachádza ostrevka vápnomilná (*Sesleria calcaria*), kostrava tatranská (*Festuca tatrae*), klinček lesklý (*Dianthus nitidus*). Zo živočíchov tu nájdeme ľabtušku lúčnu (*Anthus pratensis*), hraboša poľného (*Microtus arvalis*), hraboša snežného (*Microtus nivalis*), svišťa vrchovského (*Marmota marmota*), kamzíka vrchovského tatranského (*Rupicapra rupicapra tatrae*). V lete a v jeseni sem za potravou môžu preniknúť jeleň lesný (*Cervus elaphus*), srnec hôrny (*Capreolus capreolus*), sviňa divá (*Sus scrofa*), za ktorými nasledujú mäsožravce líška hrdzavá (*Vulpes vulpes*), rys ostrovid (*Lynx lynx*). V nadmorskej výške nad 2 300 m (podsnežné, subniválne pásma) nájdeme už len najodolnejšie mrazuvzdorné rastliny s veľmi krátkym vegetačným obdobím, napr. vrba bylinná (*Salix herbacea*) a rôzne druhy machov a lišajníkov (Lauko, 1997, s. 106-107).

Uvedené oblasti boli osídlené organizmami, ktoré k nám prišli počas ľadových dôb z chladnejších oblastí. Ústup ľadovej doby podnietil ich návrat na sever, príp. prešli do vyšších nadmorských výšok s chladnejšou klímou. Dané druhy označujeme ako glaciálne relikty, napr. plesnivec alpínsky (*Leontopodium alpinum*), poniklec horský (*Pulsatilla montana*), horcokvet bezbyľový (*Cimicifuga racemosa*), zo živočíchov svišť vrchovský (*Marmota marmota*), kamzík vrchovský tatranský (*Rupicapra rupicapra tatrae*), kulík vrchovský (*Charadrius morinellus*). Vysokohorské oblasti vzhľadom na ich izolovanosť podnietili izolovaný vývoj rastlinných a živočíšnych druhov. To viedlo k vzniku endemických populácií (endemity – organizmy, ktoré sa viažu len na určité malé miesto na Zemi a nevyskytujú sa nikde inde). V našich podmienkach sú endemitmi napr. mnohonôžka tatranská (*Tatrosoma carpatica*), hrabáč tatranský (*Pitymys tatricus*).

Vzhľadom na to, že prírodné podmienky našich vysokohorských oblastí a oblastí severnejších geografických širok sú si veľmi podobné, mnohé druhy vtákov sa vyskytujú v oboch prostrediach, či už sezónne alebo natrvalo. Príkladom je čavka žltózobá (*Pyrrhocorax graculus*) a murárik červenokrídly (*Tichodroma muraria*).

V pohoriach Strednej Ázie (územie, ktoré obkolesujú Ťan Šan, Kunlun, Pamír, Himaláje, Tibet) našli domov mnohé vysokohorské druhy rastlín a živočíchov. Kozorožec vrchovský (*Capra ibex sibirica*)

žije na vysokých horských hrebeňoch a je častou korisťou irbisa vrchovského (*Panthera uncia*). Ovca argali (*Ovis ammon*) je najväčšia zo súčasných zástupcov oviec, nájdeme ju v Pamíre. Najväčším živočíchom v chladných tibetských oblastiach je jak divý (*Bos grunniens mutus*). Z vtákov sú rozšírené bradáň žltohlavý (*Gypaetus barbatus*), sup himalájsky (*Gyps himalayensis*), krkavec čierny (*Corvus corax*). V niválnom stupni (pásme večného snehu) sa rastlinné a živočíšne druhy vyskytujú minimálne. Na skalách a v skalných puklinách nájdeme lišajníky a machy. Vnútri skalných štrbín majú úkryt zástupcovia radu chvostoskokov (*Colembolla*), muchy rodu *Anthomyia*, stonôžky, mnohonôžky, ucholaky (Vevers et al, 1992, s. 112).

3.2 Život v extrémnych podmienkach

Púšte a polopúšte

Púšte a polopúšte sa viažu predovšetkým na oblasť obratníkov. Je pre ne typické extrémne suché podnebie s ročným úhrnom zrážok do 250 mm. Zrážky sú rozdelené nerovnomerne, zrážkové obdobie trvá zhruba mesiac. Väčšina zrážok má charakter prietrží. Vzhľadom na to, že pôda nie je schopná za taký krátky čas prijať všetku zrážkovú vodu, jej väčšina odtečie po povrchu, resp. vsiakne do veľkej hĺbky. Teploty sú vysoké, s veľkými dennými a ročnými amplitúdami. Maximálne teploty prevyšujú hodnoty 50 °C, priemerné teploty najteplejšieho mesiaca sa pohybujú okolo 28 – 32 °C, najchladnejšieho okolo 13 – 15 °C, minimálne klesajú k 0 °C.

Limitujúcim ekologickým faktorom pre výskyt rastlín a živočíchov je voda. Rastliny majú zabezpečené zásoby vody vďaka široko rozvetveným koreňom tesne pod zemou a minimálnemu vyparovaniu. Najtypickejšie sú kaktusy. Aby zmenšili plochu transpirácie, listy majú redukované na trne, „stonky“ majú guľovitý alebo stĺpovitý tvar. Zhrubnuté stonky sú tvorené parenchymatickým pletivom, ktorého bunky obsahujú množstvo vakuol, v ktorých sa uchováva voda. Transpiračné orgány majú hrubú kutikulu pokrytú prieduchmi. Pre uvedené oblasti sú bežné aj efemérne hydromorfné rastliny, ktoré počas vegetačného obdobia (niekoľko dní až týždňov), spojeného s dažďami, dokážu vyklíčiť, narásť, zakvitnúť, priniesť semená a obdobie sucha prečkať buď vo forme semien, alebo v trvácich efemérnych rastlinách vo forme cibuliek či hlúz. Na miestach zhromažďovania zrážkovej vody (v depresiách, na úpätí svahov), resp. miestach, kde podzemná voda vystupuje k povrchu, sa rastliny zhľukujú. Pri dostatočnom zavlažení tu rastú i dreviny – napr. palma datľová (*Phoenix dactylifera*), ktorá sa viaže na oázy, zástupcovia rodu chvojník (*Ephedra sp.*), rodu saxaul (*Haloxylon sp.*) a pod. (Plesník, Zatkalík, 1996, s. 166-169).

Tieto rastliny nájdeme na najväčšej púšti sveta – na Sahare. Sú pre ňu typické 3 typy púšte – kamenistá (hamada), štrkovitá (serrir) a piesočnatá (erg). Pre oblasť sú zo živočíchov typické plazy získavajúce vodu z koristi, vtáky, ktoré vďaka vyššej telesnej teplote a termoregulácii strácajú menej vody – napr. stepiar (*Pterocles sp.*). Líška fenek (*Fenecus zerda*) má veľké uši, pomocou ktorých uvoľňuje nadbytočné teplo. Zaujímavosťou niektorých oblastí Sahary je dlhorožec škvrnitonosý (*Addax nasomaculatus*), ktorý nikdy nepije, stačí mu voda z potravy. Dokáže premieňať rastlinnú potravu nájdenú v púšti na

kvalitné bielkoviny, vďaka čomu sa stáva produktívne veľmi významným živočíchom v nehostinných podmienkach (Vevers et al., 1992, s. 76).

Ďalšou známou púšťou Afriky je Namib, ktorá tvorí úzky pás súše na pobreží Namíbie. Leží na západe kontinentu v tropickom pásme, jej vznik (rovnako ako aj púšte Atacama na juhoamerickom kontinente) okrem polohy podmienili studené morské prúdy. Chladnejšie vzduchové hmoty sa nad pevninou ohrievajú, ich relatívna vlhkosť klesá. Zrážky sú veľmi zriedkavé, vlaha pochádza z hmly a rosy, ktoré vznikajú v noci pri poklese teploty (Plesník, Zatkálík, 1996, s. 171).

Nájdeme tu množstvo druhov článkonožcov, napr. múčiarovité (*Tenebrionidae*), pavúky (napr. *Leucorchestris arenicola*), šťúry (*Scorpionidae*), z jašterov druhy *Merole cuneirostris*, *Palmatogecko rangei*. Z rastlín je známa velvícia podivná (*Welwitschia mirabilis*). Niektoré jedince velvície sa dožívajú až 2 000 rokov. Vďaka bočným koreňom zachytávajú dažďovú vodu, hlbokými zasa vyhľadávajú podzemnú vodu (Vevers et al., 1992, s. 78-79).

Pre americké púšte sú typickými zástupcami čeľade opunciovité (*Opuntiaceae*), ku ktorým patrí napr. obor medzi kaktusmi saguaro (*Cereasus giganteus*), zástupcovia rodu agáva (*Agava*), juka (*Yucca*) a pod. (Plesník, Zatkálík, 1996, s. 170).

Púšte a polopúšte sa nachádzajú aj v miernom pásme. Kontinentálna klíma v Strednej Ázii (od Kaspického mora a Iránskej plošiny až po Mongolsko) vytvorila púštne oblasti, kde sú rozdiely medzi dennými a nočnými teplotami 40 až 50 °C. Tieto oblasti sú v zime vystavené studenému arktickému vzduchu, zrážky sa viažu len na jar a jesenné obdobie. Celkový ročný úhrn zrážok nedosahuje ani 200 mm. Vegetačná doba je veľmi krátka, pre oblasť sú typické terofyty a hemikryptofyty. Limitujúcim faktorom nie je len voda, ale aj teplota – extrémne nízke teploty v zime, resp. v noci neumožňujú rozvoj sukulentných rastlín. Z rastlinných druhov prevažujú zástupcovia čeľade lipnicovité (*Poaceae*), astrovité (*Asteraceae*), mrlíkovité (*Chenopodiaceae*), ľaliovitité (*Liliaceae*). Zo živočíchov je tu najlepšie adaptovaný hmyz, z cicavcov ťava dvojhrbá (*Camelus bactrianus*) – známa hlavne z púšte Gobi, gazela džejran (*Gazella subgutturosa*) – obývajúcá krovinaté saxaulové polopúšte (Plesník, Zatkálík, 1996, s. 182-184).

Život v polárnych oblastiach

Za polárne oblasti sa spravidla označujú územia ležiace severne od severnej polárnej kružnice a južne od južnej polárnej kružnice. Severnú (arktickú) polárnu oblasť tvorí Severný ľadový oceán a výbežky Severnej Ameriky, Európy a Ázie, ktoré ho ohraničujú. Severná polárna kružnica tvorí hranicu, za ktorou letné teploty nepresahujú 10 °C, a teda neumožňujú rast stromov.

Za ňou sa nachádza už len tundra – územie pokryté krovinami – kríčkovitá tundra s typickými zástupcami ako skalienka ležatá (*Loiseleuria procumbens*), vres obyčajný (*Calluna vulgaris*), medvedica lekárska (*Arctostaphylos uva-ursi*), brusnica pravá (*Vaccinium vitis-idea*), brusnica barinná (*Vaccinium ligosum*), breza trpasličia (*Betula nana*), vrba sieťkovaná (*Salix reticulata*), vrba bylinná (*Salix herbacea*), dryádka osemľupienková (*Dryas octopetala*), severnejšie bylinnými formáciami – bylinná tundra so zástupcami iskerník ľadovcový (*Ranunculus glacialis*), fialka dvojketvá (*Viola biflora*), horcovník jarný (*Calathia verna*), lipnica (*Poa sp.*), psiarka (*Alopecurus sp.*), machmi a lišajníkmi – tundra

machov a lišajníkov so zástupcami rodu ploník (*Polytrichum sp.*), dvojhrot (*Cicranum sp.*), rašelinník (*Sphagnum sp.*), z lišajníkov napr. dutohlávka sobia (*Cladonia rangiferina*), pluzgierka islandská (*Cetraria islandica*), pluzgierka snežná (*Cetraria nivalis*), najsevernejšie leží územie večného snehu a ľadu (Plesník, Zatkalík, 1996, s. 200-205).

Typickými živočíšnymi obyvateľmi tundry sú piskory, lumíky, tundrové hraboše, ktoré cez zimu spia. V zime sú aktívne živočíchy ako napr. zajac belák, pižmoň severský, v severoamerickej tundre jeleň wapiti (*Cervus canadensis*), los mokradový (*Alces alces*), sob arktický karibu (*Rangifer tarandus caribou*), v euroázijskej tundre sob arktický (*Rangifer tarandus*), los mokradový, z mäsožravcov líšky, lasice.

Medveď biely (*Ursus maritimus*), medveď hnedý (*Ursus arctos*) a medveď grizly (*Ursus horribilis*) zimu zvyčajne prespia, vzhľadom na jej dĺžku sa občas zobudia a vyhľadávajú potravu. Aj v zime je tundra domovom krkavca čierneho (*Corvus corax*), snehule horskej (*Lagopus mutus*), sovy snežnej (*Nyctea scandiaca*).

V lete sa do tundry kvôli rozmnožovaniu vracajú napr. pobrežník čiernozobý (*Calidris alpina*), kameňár strakatý (*Arenaria interpres*), pomorník širokochvostý (*Stercorarius pomarinus*), rybár dlhochvostý (*Sterna paradisea*), kolibkárik severský (*Phylloscopus borealis*), ľabtuška červenohrdlá (*Anthus cervinus*), bernikla tmavá (*Branta bernicla*), kačica ľadová (*Clangula hyemalis*) a mnohé ďalšie (Vevers, 1992, s. 152-155).

Severný ľadový oceán je najproduktívnejší v lete, relatívny dostatok svetelného žiarenia umožňuje rozvoj rozsievok a ďalšieho fytoplanktónu, ktorý je potravou zooplanktónu (kôrovce, štetinóutky), na hladine i hlbšie je možné nájsť medúzy, mnohoštetinavce, rôzne druhy rýb, sépie. Planktón je potravou bezzubých veľrýb – najznámejšia je veľryba grónska (*Balaena mysticetus*), vorvane sa živia sépiami, rybami. V oblasti žijú rôzne druhy tuleňov, ktoré sú potravou pre kosatky a medveďa bieleho. Zvyšky všetkých padajú na morské dno, kde sú potravou pre rôzne druhy lastúrnikov, koralov, morských hubiek, tie sú zasa potravou pre ryby žijúce v hĺbinách, ako aj narvaly a mrože, ktoré za lastúrníkmi plávajú až na samé dno. Rybami sa živia aj mnohé druhy vtákov – mníšok bielobradý (*Fratercula arctica*), ktorý hniezdi vo vlastných vyhrabaných dierach, na útesoch nájdeme kolónie kormorána chochlatého (*Phalacrocorax aristotelis*), čajky trojprstej (*Rissa tridactyla*), ako aj suly bielej (*Sula bassana*).

V zimnom období voda na povrchu oceána zamrzá, fotosyntéza je obmedzená, fytoplanktón redukován, zooplanktón, aby prežil zimu, klesá hlbšie, vtáky, tulene a veľryby putujú za potravou do teplejších oblastí (Vevers, 1992, s. 150-151).

Južnú (antarktickú) polárnu oblasť tvorí v prevažnej miere Antarktída, ako aj časti jednotlivých oceánov ohraničené južnou polárnou kružnicou. Tundra v Antarktíde má v porovnaní s Arktídou odlišné ekologické činitele. Oceánska klíma ovplyvňuje len ostrovy Antarktídy a úzky pás Grahamovej zeme. Teplota zriedkavo klesá pod 0 °C, denné i ročné amplitúdy sú malé. Limitujúcim ekologickým faktorom okrem teploty je vietor, preto vegetácia na náveterných stráňach je veľmi chudobná – väčšinou sú to lišajníky, na záveterných stráňach sú to zástupcovia rodu lipnica (*Poa sp.*), ostrica (*Carex sp.*), plavúň (*Lycopodium sp.*), iskerník (*Ranunculus sp.*). (Plesník, Zatkalík, 1996, s. 205)

K antarktickým hniezdikom patrí víchrovník veľký (*Macronectes giganteus*), pomorník skua (*Stercorarius skua*), albatrosy (hlavne rody *Diomedea* a *Phoebastria*) a samozrejme rôzne druhy tučniakov, živia sa rybami, na ktoré sú antarktické vody bohaté. Ryby a planktónožravé veľryby sem zasa lákajú obrovské množstvá zooplanktónu – drobné kôrovce, v týchto oblastiach označované ako „kril“. Z tuleňov sú zastúpené druhy tuleň Weddelov (*Leptonychotes weddelli*), tuleň krabožravý (*Lobodon carcinophagus*), tuleň leopardí (*Hydrurga leptonyx*), tuleň Rossovo (*Omnatophoca rossi*). Zaujímavosťou je, že antarktické druhy tuleňov sú väčšie ako arktické, avšak žijú kratšie, cca 20 rokov (Vevers, 1992, s. 157-159).

3.3 Život v mori

Predpokladá sa, že život na Zemi vznikol v oceánoch. Predpoklad potvrdzuje fakt, že prvá atmosféra bola bezkyslíkatá, a teda neexistovala ani ozónová vrstva. Škodlivé UV žiarenie mohlo prenikať bez prekážok na zemský povrch a neumožňovalo vznik ničoho živého. Jedinú ochranu predstavovali vody svetového oceána.

Zastúpenie jednotlivých prvkov a ich reaktivita v tropických moriach vedie k záveru, že prvotný vývoj biologických predstupňov živých organizmov prebehol práve v týchto oblastiach. Dôkazom sú najstaršie datovateľné fosílie mikroorganizmov (archetypov baktérií), ktoré pochádzajú z obdobia zhruba pred 3,4 miliardami rokov, označované ako stromatolity. Na konci archaika (zhruba pred 2,5 miliardami rokov) sa objavujú cyanobaktérie (sinice). Obe skupiny sú neskôr označené ako prokaryotické organizmy zložené z jednej bunky s nepravým jadrom a absentujúcimi zložitejšími bunkovými organelami. Cyanobaktérie vo fotosyntéze produkujú kyslík, ktorý sa koncentruje v atmosfére a začína budovať základ ozónovej vrstvy. V starohorách (proterozoikum) je život stále sústredený v mori, vznikajú prvé jednobunkové eukaryotické organizmy, neskôr mnohobunkové. Na sklonku proterozoika (zhruba pred 570 miliónmi rokov) dochádza k rozvoju hubiek, medúz, koralov a rôznych druhov bezstavovcov. Na začiatok paleozoika (prvohôr) sa viaže tzv. „kambrická explózia“, keď dochádza k masívnemu rozvoju viacerých skupín mnohobunkovcov – medúz, hubiek, mäkkýšov, obrúčkavcov a hlavne článkonožcov, konkrétne trilobitov. Na konci kambria sa objavujú ostnatokožce, ako aj prvé, rybám podobné bezčelustnaté stavovce. S ordovikom sa spájajú prvé suchozemské stielkaté rastliny, v silúre sa vyvíjajú a na súš prenikajú prvé výtrusné cievnaté rastliny (ryniorasty a plavúňorasty), kam prechádzajú aj prvé živočíchy – pavúkovce, mnohonôžky a stonôžky. V devóne dochádza k masívnemu rozvoju rýb, žralokov, nachádzame tu prvé dvojdyšníky (stopkatoplutvovce), ako aj obojživelníky, ktoré postupne prenikajú na pevninu. V druhohorách (mezozoikum), rovnako ako na súši, sa v oceánoch rozvíjajú plazy – objavujú sa tri skupiny: korytnačkám podobné plakodonty, jašterom podobné notosauiry a delfínom podobné ichtyosauiry. Prvé dva do konca triasu vyhynuli, v jure sa vyskytujú už len ichtyosauiry. Jurské oceány obývali dnešné skupiny rýb, amonity, mäkkýše, koralové kalmare. Vyhynuté notosauiry a plakodonty nahradzujú dlhokrké plesiosauiry, žijúce hlavne v plytších vodách, na hlbokú vodu sa viažu väčšie pliosauiry, z tohto obdobia sú známe ďalšie mäsožravce – mosasauiry.

Masové vymieranie na konci druhohôr neprežil žiaden z nich. Približne pred 50 miliónmi rokov má svetový oceán zhruba súčasnú podobu – jednak z geografického, jednak z floristického a faunistického hľadiska. V tomto období sa niektoré veľké cicavce začínajú vracieť do oceánu. Ako prvé sa vyvíjajú veľké veľryby podobné dnešným zubatým veľrybám, neskôr bezzubé veľryby. Asi pred 24 miliónmi rokov dosahujú bezzubé veľryby súčasné veľkosti, čo je dôkazom obrovského množstva planktónu vo vtedajších oceánoch. Zhruba pred 14 miliónmi rokov sa objavujú plutvonožce (Cousteau et al., 2007, s. 226-228).

Ekologické vzťahy v oceánoch sú v podstate rovnaké ako na súši. Život v oceáne závisí od biomasy rastlín. Jej produkcia závisí od intenzity slnečného žiarenia, množstva uhlíka (pochádza z oxidu uhličitého), dusíka (pochádza z amoniakových iónov alebo dusičnanov) a vodíka. Rastliny morí (producenty) sú potravou pre bylinožravce (konzumenty 1. radu), tie konzumujú mäsožravce (konzumenty 2., 3., ... radu). Zvyšky odumretých organizmov rozkladajú a mineralizujú reducenty.

Prevažnú väčšinu rastlín oceánu predstavujú mikroskopické, väčšinou jednobunkové riasy, ktoré sú potravou pre väčšinu bylinožravcov morí. Makroskopické riasy sú zastúpené málo, viažu sa na pobrežné oblasti, väčšinou sa prichytávajú na skaly alebo morské dno. Z hľadiska hospodárskeho využitia oceánov sú bezvýznamné. Mikroskopické riasy žijúce vo vodnom prostredí sa nazývajú fytoplanktón. Produkcia fytoplanktónu nie je rovnomerne rozložená v rámci svetového oceánu. Tvorí sa len do hĺbky, do ktorej môžu preniknúť slnečné lúče (v hĺbke 100 m je produkcia už značne obmedzená), keďže obľubuje hlavne chladnejšie vody bohaté na kyslík a živiny. Koncentruje sa hlavne v okolí Arktídy a Antarktídy, v oblastiach chladných morských prúdov, resp. vzostupných chladných prúdov. Fytoplanktón je potravou pre drobné kôrovce označované ako zooplanktón. Obe zložky planktónu sú potravou rýb, ale aj najväčších cicavcov sveta – bezzubých veľrýb. Prevažná väčšina rýb patrí k sekundárnym konzumentom, živia sa zooplanktónom i väčšími bezstavovcami, prípadne bylinožravými rybami. Ryby osídľujú všetky vrstvy oceánov – plytká voda pri pobreží vytvára litorálne pásmo, otvorený oceán predstavuje pelagiálne pásmo. Pelagiál sa delí na povrchové presvetlené eufotické pásmo, pod ním je batyálne pásmo a hlbiny predstavujú abysálne pelagické pásmo (Vevers, 1992, s. 164-166).

3.4 Geneticky modifikované organizmy

Geneticky modifikované organizmy (GMO) sú organizmy, ktorých genetická informácia bola pozmenená metódami génového inžinierstva *in vitro* (v laboratóriu), pričom rovnakú modifikáciu by nemohli získať prirodzeným spôsobom.

S problematikou geneticky modifikovaných organizmov súvisí množstvo odborných pojmov, ktoré v nasledujúcich riadkoch vysvetľujeme:

Génové inžinierstvo – zahŕňa súbor metód, postupov a nástrojov na prípravu GMO.

Transgénne organizmy – geneticky modifikované organizmy.

Transgény – cudzorodé gény, ktoré organizmus nezíska prirodzeným pohlavným spôsobom.

Reštrikčné endonukleázy – enzýmy baktérií používané na definované štiepenie DNA.

DNA ligázy – enzýmy na spájanie fragmentov DNA.

Vektory – prenášače cudzorodej DNA do hostiteľského organizmu.

Transformácia – prenos genetickej informácie z jednej bunky do druhej pomocou izolovaných molekúl DNA (z baktérií – donorov genetickej informácie sa izoluje DNA, ktorou sa pôsobí na recipientné bunky, DNA preniká do bunky a kombinuje sa s recipientnou DNA).

Konjugácia – jednosmerný prechod chromozómu baktérie z donorovej do recipientnej bunky, zabezpečuje ju konjugatívny plazmid.

Sekvenovanie – čítanie genetickej informácie.

Genomika – venuje sa poznávaniu rôznych genómov organizmov.

Proteomika – štúdium funkcií a regulácií jednotlivých proteínov.

Knock-out génu – cielené vyradenie funkčného génu v genóme, často so zámerom spoznať jeho funkciu alebo na zabránenie funkčného prejavu daného génu.

Silencing – cielené „stíšenie“ génu, neprejaví sa jeho prítomnosť v genóme.

Transpozómy – časti DNA, ktoré sa môžu voľne pohybovať v genóme hostiteľa, pričom ho môžu alebo nemusia meniť.

Chiméry – nové organizmy, resp. molekuly DNA, ktoré vznikli kombináciou génov nepříbuzných organizmov. (Valková, 2007, s. 36-44)

Po objave štruktúry DNA sa začali hľadať nástroje na jej využitie. Už v r. 1973 vedci Cohen a Boyer ukázali možnosť práce s DNA mimo buniek, možnosť tvorby rekombinantnej DNA (rDNA) a pomocou nej aj prenos genetickej informácie medzi baktériami. V roku 1980 bolo vytvorené prvé rekombinantné liečivo – rekombinantný inzulín (Humulín), čo bol ľudský hormón produkovaný baktériou *Escherichia coli*.

Na prípravu rDNA sú potrebné enzymatické reakcie umožňujúce manipuláciu s izolovanou DNA, patria sem reštrikčné štiepenie pomocou reštrikčných endonukleáz, spájanie fragmentov DNA pomocou DNA ligázy, dosyntetizovanie alebo syntéza DNA pomocou DNA polymerázy a v prípade eukaryotických génov aj reverzná transkripcia – prepis z mRNA do podoby cDNA (pri klonovaní eukaryotických génov v prokaryotických bunkách baktérií). (Valková, 2007, s. 8)

Prenos rekombinantnej DNA do hostiteľskej bunky sa uskutočňuje prostredníctvom vektorov (plazmidy, fágy, transpozómy).

Geneticky modifikované organizmy, prihliadajúc na systematiku, rozdeľujeme do troch skupín: GM mikroorganizmy, GM rastliny a GM živočíchy.

Tvorba geneticky modifikovaných mikroorganizmov prebieha týmto postupom (Valková 2007, s. 12):

- a) Izolácia DNA vektora i DNA donorového organizmu.
- b) Štiepenie oboch DNA reštrikčnou endonukleázou.

- c) Ligácia (spojenie) klonovanej DNA s vektorovou DNA (najčastejšie plazmid).
- d) Prenos rekombinantnej DNA do hostiteľských buniek transformáciou.
- e) Nárast transformovaných buniek na agarovej platni s antibiotikom, voči ktorému má klonovací vektor rezistenciu, preto na platni narastú len bunky s funkčným plazmidom – prebehne selekcia.
- f) Analýza získaných geneticky modifikovaných mikroorganizmov.

Geneticky modifikované mikroorganizmy (GMM) majú využitie vo farmácii (už spomínaná tvorba ľudského inzulínu viacerými GMM, výhoda oproti zvieraciemu inzulínu spočíva v tom, že nevyvoláva imunitnú odpoveď pri dlhodobom podávaní), v potravinárstve (proteáza chymozín používaný na koaguláciu – zrážanie mlieka pri výrobe syrov; v prírode je prítomný v žalúdku teliat, odkiaľ sa izoloval, ale pri rastúcej spotrebe syrov bolo potrebné nájsť jeho náhradu – gén pre telací chymozín bol vnesený do potravinárskej kvasinky *Kluyveromyces lactis* a syridlo získané z nej, ktoré je chemicky aj biologicky rovnocenné s tradičným, produkuje vyše polovicu syrov na svete). (Országh et al., 2007, s. 6)

V poľnohospodárstve významné škody na úrode jahôd spôsobuje baktéria *Pseudomonas syringae*, ktorá pri teplote blízkej nule tvorí proteín pomáhajúci pri tvorbe veľkých kryštálikov ľadu, schopných narušiť bunkovú stenu, čo baktériám zabezpečí vstup do tela hostiteľa; po nájdení génu tvoriaceho proteín Ice ho bolo možné metódou „knock-out“ v modifikovaných baktériách vypnúť. Gén Ice+ bol štiepený reštrikčnou endonukleázou na tri fragmenty, ale späť boli ligáciou spojené len dva, pričom vznikol nefunkčný gén Ice-. Ten bol vnesený do divého typu baktérií, kde vyradil z funkcie pôvodný gén. Ak sa tieto baktérie vysiali na pole s jahodami, tieto boli ochránené pred divými baktériami a neuškodili im ani mrazíky. Je to jediný prípad, keď boli do voľnej prírody uvoľnené geneticky modifikované mikroorganizmy. Ostatné sú vyvinuté len pre aplikácie v laboratóriách alebo výrobných zariadeniach biotechnologických firiem s prísnou kontrolou, aby sa takéto organizmy nedostali do voľnej prírody. (Valková, 2007, s. 13-14)

Geneticky modifikované živočíchy nesú označenie aj transgénne živočíchy. Transgénne ovce produkujú ľahkofarbitelnú vlnu so zníženou zrážanlivosťou, transgénny dobytok produkuje v mlieku cudzorodé proteíny, napr. vlákna hodvábu alebo humánne liečivá. Niektoré transgénne živočíchy slúžia ako modely pre biomedicínsky výskum (skúma príčiny ľudských ochorení a možnosti ich liečby). Transgenéza sa môže uskutočňovať tromi spôsobmi:

- a) Vektorový prenos (použitie vírusov, retrovírusov) – mikroiinjekcia DNA do zárodočnej bunky – zygoty a následné ovplyvnenie zárodočných buniek z blastocysty – klonovanie embryí. Tento spôsob je v podstate neefektívny (ak nie sú ovplyvnené pohlavné bunky, vnesený znak sa neprenesie).
- b) Oplodnenie *in vitro* má dlhú históriu (bežne sa používa u väčších hospodárskych druhov na udržanie kvality chovu). Napríklad do oplodnených vajíčok bola mikroiinjekciou vnesená DNA s informáciou pre ľudský laktoferín, ovplyvnené vajíčka boli vrátené do reprodukčných orgánov kravy. Výsledkom bol býk Herman, ktorého potomstvo produkuje ľudský proteín v mlieku (Országh et al., 2007, s. 8).

- c) Transgenéza využíva schopnosť delenia buniek blastocysty, z ktorých sa za presne stanovených podmienok dajú získať klony – identické zárodky vnesením do náhradného vajíčka. Z nich sa po ich implantovaní do pseudogravidnej náhradnej matky vyvinú chiméry a ich krížením sa získavajú jedinci tvoriaci základ imbrednej geneticky modifikovanej línie (v roku 1997 boli metódou transgenézy s využitím kmeňových buniek pripravené ovečky Molly a Polly modifikované tak, že v mlieku produkovali ľudský antihemofilický faktor IX).

Transgénne živočíchy sa využívajú na produkciu biologicky aktívnych látok, najmä humánnych liečiv. Transgénne myši sa využívajú ako model na skúmanie ľudských metabolických, kardiovaskulárnych, nádorových a dedičných ochorení (Valková, 2007, s. 15-18).

Príkladom využívaných geneticky modifikovaných rastlín boli na sklonku osemdesiatych rokov paradajky, ktoré na slnku nedozreli úplne a nehnili (Országh et al., 2007, s. 7). Pestovali sa v Chile a Kalifornii a pretlak z nich vyrobený bol od roku 1996 predávaný v anglických supermarketoch. Bol výrazne označený, že je z GM paradajok, o tretinu lacnejší ako bežné pretlaky (na výrobu pretlaku je potrebná dužina a obsah polysacharidov v nej, tá sa pri dozrievaní paradajok stenčuje). Na konci deväťdesiatych rokov odporcovia GMO dosiahli stiahnutie tohto výrobku z trhu. V súčasnosti sa pestujú geneticky modifikovaná kukurica, sója, repka olejná, zemiaky a bavlník. Asi polovica svetovej produkcie bavlny pochádza z modifikovaného bavlníka. V Ázii sa pestuje modifikovaná ryža. V Európe sa pestuje len modifikovaná kukurica (najmä v Španielsku), na spracovanie sa dováža sója, kukurica a repka olejná. Výrobky z nich boli posúdené Európskym úradom pre potravinovú bezpečnosť (EFSA – European Food Safety Agency) ako neškodné, preto dostali povolenie od Európskej komisie na umiestnenie na európsky trh. Žiadna GM plodina sa v Európe nekonsumuje priamo.

V USA sú GM plodiny považované v podstate za rovnocenné s nemodifikovanými. Ich spracovaním vznikajú produkty totožné s produktmi nemodifikovaných plodín (napr. glukóza z kukurice, lecitín zo sójových bôbov a pod.).

My sa s nimi môžeme stretnúť v niektorých potravinách a produktoch zo sóje – sójové nápoje, tofu, sójový olej, sójová múka (pridáva sa napr. do údenín), lecitín, cukrárske a pekárske výrobky, v potravinách a produktoch z repky – repkový olej, pekárenské výrobky a predvyprážané potraviny, v potravinách a produktoch z kukurice – kukuričný olej, múka, cukor, sirup, pekárenské a cukrárske výrobky, v potravinách a produktoch zo zemiakov – spracované suroviny a výrobky zo zemiakov.

Aj pri príprave GM rastlín sa uplatňujú tri postupy:

Prvým je prírodný spôsob prenosu cudzorodých génov do rastliny – pomocou fytopatogénu *Agrobacterium tumefaciens*. Je to pôdna baktéria s mechanizmom, ktorý do poranenej rastliny preniesie časť svojej genetickej informácie (na Ti plazmide), tú vnesie do genómu hostiteľskej bunky, čo následne vedie k tvorbe nádoru. Vedci využili časť tohto mechanizmu – časti Ti plazmidu na konštrukciu vektorov pre cielenú transgenézu – gény zodpovedné za tvorbu nádorov nahradili vnášanými génmi, signálmi na ich expresiu.

Druhým je metóda priamej infekcie rastliny rekombinantnou agrobaktériou a využíva sa najmä pri modifikácii dvojklíčnolistových rastlín (prirodzená infekcia ponáraním kvitnúcej rastliny do suspenzie baktérií alebo infekciou rastlinných explantátov na umelých rastových médiách).

Tretí sa používa u jednoklíčnolistových rastlín – uplatnenie fyzikálnych metód: fúzia protoplastov (rastlinných buniek zbavených bunkovej steny, ktorá by bola prekážkou prenosu cudzorodej DNA), elektroporácia (krátky elektrický šok používaný na prekonanie bunkovej steny), biobalistika – najčastejšia (mechanická metóda vnášania plazmidov s novou genetickou informáciou, pri ktorej sa mikroskopické častice kovov – zlata alebo wolfrámu, pokryté vrstvou DNA, nasreľujú priamo do rastlinného tkaniva tzv. génovou pištoľou).

Transgénné rastliny majú široké uplatnenie. Môžeme ich rozdeliť do niekoľkých skupín:

Rastliny s oddialeným starnutím – GM karafiáty z Holandska – netvorí etylén zodpovedný o. i. aj za vädnutie rezaných kvetov, ktoré tak vydržia vo váze aj niekoľko týždňov, GM ruže, chryzantémy, klinčeky, tulipány – obsahujú farebné pigmenty z iných rastlín (modré chryzantémy, ruže, čierne tulipány).

Rastliny odolné voči hmyzím škodcom a chorobám – prírodný insekticíd – proteín produkovaný pôdnou baktériou *Bacillus thuringiensis* – Bt-toxín sa používa už od polovice 20. storočia na postrek kanadských lesov napadnutých lykožrútom. Proteín tvorí kryštály rozpustné len pri vysokom pH a na aktívny toxín, štiepený len špecifickou proteázou, čo je splnené iba v tráviacom trakte hmyzu, je tak neškodný pre zvieratá a človeka. Vlastný insekticíd produkuje už aj zemiak proti pásavke zemiakovej, kukurica proti vijačke kukuričnej.

Najúspešnejšou rastlinou je Bt-bavlník (napr. v Austrálii), nemusí sa ošetrovať chemicky, je lacnejší.

Herbicíd tolerantné rastliny – nesú gén z *Agrobacterium tumefaciens*, *Klebsiella ozaenae*. Prvé herbicíd tolerantné rastliny boli sója a kukurica pestované v Severnej a Južnej Amerike.

Druhá generácia transgénnych rastlín – je generácia rastlín so zmeneným nutričným obsahom – zdravotná výhoda pre konzumenta. Po roku 2000 boli produkované prvé funkčné potraviny. Projekt „Zlatá ryža“ – priamo v semenách ryže sa vytvára provitamín vitamínu A, 300 g ryže pokryje dennú potrebu, čo malo význam v krajinách, kde ryža predstavovala hlavnú časť jedálneho lístka na úkor iných potravín (motivácia – slepota v dôsledku absencie vitamínu A). Iný problém predstavovala absencia tukov vo výžive v rozvojových krajinách – modifikáciou repky olejnej sa začal produkovať olej obohatený o vitamíny A a E. Ďalšia modifikácia ryže prebehla kvôli zvýšeniu obsahu železa.

Tretia generácia transgénnych rastlín – predstavuje bioreaktory na produkciu komerčne zaujímavých produktov – karotenoidy, antioxidanty, biofarmaceutiká (liečivá, protilátky, vakcíny), biopolyméry (biologicky degradovateľné náhrady súčasných plastov).

Najzaujímavejšie sú jedlé vakcíny – napríklad pestuje sa tabak, z ktorého sa získava tzv. *Sma proteín* – obalový proteín baktérie *Streptococcus mutans* – najčastejší pôvodca zubného kazu. Tento proteín sa pridáva do žuvačiek. Vo farmaceutike má využitie tabak produkujúci ľudský hemoglobín, podávaný pri anémii, repka olejná produkujúca ľudský enkefalin – liek proti bolesti, ryža ľudský interferón, ktorý nešpecificky chráni proti infekcii. (Valková, 2007, s. 19-31)

Vzhľadom na hrozbu prieniku GMO do voľnej prírody existuje množstvo legislatívnych opatrení:

- a) Medzinárodná dohoda o biologickej diverzite (CBD – Convention of Biological Diversity) – do roku 2004 ju podpísalo 188 krajín, Slovensko v roku 2000. Táto dohoda sa priamo dotýka aj GMO.
- b) V roku 1999 vznikol tzv. *Kartagenský protokol*, ktorý má za cieľ zaistiť ochranu a bezpečnosť pri narábaní, využívaní a prenose živých modifikovaných organizmov (LMO – living modified organisms), ktoré môžu mať nepriaznivý vplyv na ochranu a využívanie biologickej rozmanitosti. Je zameraný hlavne na prenos LMO cez hranice. Do platnosti vošiel v roku 2003, v novembri 2003 ho podpísalo aj Slovensko.

Čo sa týka právneho rámca GMO na Slovensku, zákon č. 77/2005 Z. z., ktorý mení a dopĺňa zákon č. 151/2002 Z. z., určuje pravidlá na tvorbu GMO a ich využívanie s cieľom ochrany zdravia ľudí a ochrany životného prostredia (ŽP). Zákon rozlišuje 3 základné spôsoby používania GMO, pričom každý podlieha schvaľovaciemu procesu.

Prvým je používanie v uzavretých priestoroch (laboratóriách alebo výrobných prevádzkach, izolovaných skleníkoch alebo uzatvorených chovných staniciach – potrebný súhlas MŽP a uzatvorený priestor musí byť zapísaný v registri GMO zariadení). Druhý spôsob používania GMO predstavuje ich uvoľnenie do ŽP buď priamo, alebo uvedením ako tovaru na trh.

Na našom aj európskom trhu sú výrobky získané spracovaním GM surovín (sója, repka, bavník, kukurica). Celkovo bolo pre umiestnenie na trh schválených vyše dvadsať GMO (lieky, vakcíny, osivo kukurice MON810, okrasné dlho žijúce karafiáty). (Valková, 2007, s. 32-35)

Keďže sme členom EÚ, nariadenia Európskej komisie platia aj u nás a smernice Európskeho parlamentu sú implementované do našej legislatívy.

Zákon č. 184/2006 Z. z. o pestovaní geneticky modifikovaných rastlín v poľnohospodárskej výrobe, účinný od 1. júna 2006, stanovuje podmienky nakladania s geneticky modifikovanými rastlinami a opatrenia na ochranu rastlín pestovaných konvenčným spôsobom hospodárenia a ekologickým spôsobom hospodárenia, ako aj opatrenia na zamedzenie nežiaducej prítomnosti geneticky modifikovaných organizmov.

Vyhláška č. 69/2007 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 184/2006 Z. z. o pestovaní geneticky modifikovaných rastlín v poľnohospodárskej výrobe, účinná dňom vyhlásenia, upravuje podrobnosti:

- a) o technických opatreniach súvisiacich s pestovaním a nakladaním s geneticky modifikovanými rastlinami,
- b) o odbornom pláne pestovania modifikovaných rastlín,
- c) o najmenších izolačných vzdialenostiach,
- d) o školení o nakladaní s modifikovanými rastlinami.

Posudzovanie rizika v oblasti biologickej bezpečnosti je vedecký postup na identifikáciu a zhodnotenie dôsledkov aktivít s GMO na človeka a ŽP. Posudzovanie rizika vykonáva používateľ (kto plánuje alebo uskutočňuje aktivity s GMO) a inštitúcia – orgán zodpovedný za vykonávanie týchto aktivít.

Priebeh posudzovania rizika (Valková, Turňa, 2003, s. 5-6):

1. identifikácia možných nepriaznivých účinkov na zdravie človeka a ŽP,
2. odhad pravdepodobnosti prejavu sa týchto nepriaznivých účinkov,
3. zváženie možných následkov, ak sa predpokladané škodlivé účinky prejavajú,
4. ohodnotenie rizika založeného na posúdení pravdepodobnosti a následkov identifikovaných nepriaznivých účinkov, ktoré môže priniesť plánovaná činnosť s GMO,
5. manažment rizika – stratégia zvládnutia alebo jeho minimalizácia,
6. posúdenie celkového možného dopadu na ŽP.

Zákon č. 100/2008 Z. z. s účinnosťou od 1. júla 2008 novelizuje zákon č. 151/2002 o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov.

Vyhláška č. 312/2008 Z. z. s účinnosťou od 15. augusta 2008 mení a dopĺňa vyhlášku MŽP SR č. 399/2005 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 151/2002 Z. z. o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov v znení neskorších predpisov.

Národný rámec regulácie používania geneticky modifikovaných organizmov a výrobkov z nich, známy od júla 2009, informuje o tom, ako Slovensko implementovalo medzinárodnú a európsku legislatívu. Na tieto účely predstavuje tento dokument genetické modifikácie, potenciálne aplikácie geneticky modifikovaných organizmov, možné prínosy a obavy; poskytuje prehľad o medzinárodnom kontexte regulácie biologickej bezpečnosti; sumarizuje existujúcu európsku a národnú legislatívu a vysvetľuje, ako vzájomne nadväzujú; predstavuje rôzne orgány štátnej správy a ich kompetencie vzhľadom na legislatívne dokumenty; opisuje, ako štátne orgány vykonávajú štátnu správu v praxi, s ohľadom na ich spoluprácu v konkrétnych konaniach.

Od 1. mája 2010 je účinný zákon č. 117/2010 Z. z., ktorý článkom IV. mení a dopĺňa zákon č. 151/2002 Z. z. o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov v znení neskorších predpisov.

1. januára 2013 nadobudol účinnosť zákon č. 448/2012 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 151/2002 Z. z. o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov v znení neskorších predpisov.

15. apríla 2013 nadobudla účinnosť vyhláška, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška č. 399/2005 Z. z. v znení vyhlášky č. 312/2008 Z. z.

Dôvodom na novelizáciu zákona boli predovšetkým spresnenia niektorých definícií podľa európskej smernice, ale urobila sa aj významná zmena v ohlasovaní začatia činnosti v uzavretých priestoroch (MŽP SR, 2013).

Záver

Biológia je vedný odbor, ktorý sa neustále mení, rozvíja. Mnohé poznatky, informácie biologického charakteru sa objavujú aj v iných vedných disciplínach, na druhej strane poznatky týchto disciplín sú potrebné na pochopenie súvislostí a vytvorenie komplexného pohľadu na sledovanú problematiku v biológii.

Vytvorený učebný zdroj prináša len zlomok informácií, ktoré môžu učitelia biológie v rámci ŠVP ISCED 2 a ISCED 3A využiť pri napĺňaní obsahových a výkonových štandardov predmetu, veríme však, že svojím obsahom sa stáva vhodnou učebnou pomôckou.

V štátnom vzdelávacom programe pre biológiu je množstvo tém, ktoré by bolo vhodné doplniť o nové, aktuálne informácie, obsah a rozsah tohto zdroja ich zďaleka nepokrýva.

Obsah učebného zdroja je venovaný témam, ktorých výber bol podmienený potrebou rozšíriť základné informácie v učebniciach, ako aj dostupnosťou odborných materiálov. V prílohe sa nachádza kompletná aktuálna systematika živočíchov, ktorá urýchľuje zorientovanie sa v zaraďovaní konkrétnych druhov do systému.

Veríme, že uvedený zdroj svojím obsahom napĺňa stanovený cieľ.

Zoznam bibliografických odkazov

- BAŠOVSKÁ, M. et al. 1992. *Biológia pre 2. ročník gymnázia*. 3. vydanie. Bratislava : SPN. 295 s. ISBN 80-08-01028-2.
- COUSTEAU, F. et al. 2007. *Oceán*. 1. vydanie. Bratislava : Ikar. 512 s. ISBN 978-80-551-1443-9.
- ČÁP, J., MAREŠ, J. 2007. *Psychologie pro učitele*. 2. vydanie. Praha : Portál, s. r. o. 655 s. ISBN 978-80-7367-273-7.
- HELD, L. et al. 2006. *Teória a prax výchovy k zdravej výžive v školách*. Bratislava : Veda. ISBN 80-8082-077-5.
- LAUKO, V. 1997. *Fyzická geografia Slovenska I*. 1. vydanie. Bratislava : Univerzita Komenského. 142 s. ISBN 80-223-1093-X.
- Ministerstvo školstva Slovenskej republiky (MŠ SR). 1997. *Učebné osnovy gymnázia – štvorročné štúdium (povinné učebné predmety)*. Bratislava : MŠ SR, 1997. 35 s. ISBN 80-7098-134-2.
- Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky (MŽP SR). 2013. *Geneticky modifikované organizmy: Legislatíva: Slovensko* [online]. [cit. 17-08-2013]. Dostupné na internete: <<http://www.gmo.sk/sk/?page=23>>.
- ORSZÁGH, I. et al. 2007. *Kapitoly z molekulárnej biológie a zoológie*. 1. vydanie. Bratislava : Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského. 53 s.
- PLESNÍK, P., ZATKALÍK, F. 1996. *Biogeografia*. 2. vydanie. Bratislava : Univerzita Komenského. 268 s. ISBN 80-223-0930-3.
- PAULOV, Š. 1995a. *Fyziológia živočíchov a človeka 1*. 1. vydanie. Bratislava : Univerzita Komenského. 170 s. ISBN 80-223-0658-4.
- PAULOV, Š. 1995b. *Fyziológia živočíchov a človeka 3*. 1. vydanie. Bratislava : Univerzita Komenského. 257 s. ISBN 80-223-0662-2.
- ŠPÚ. 2011a. *Štátny vzdelávací program pre 2. stupeň základnej školy v Slovenskej republike: ISCED 2 – nižšie sekundárne vzdelávanie* [online]. [cit. 07-08-2013]. Dostupné na internete: <http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/2stzs/isced2/isced2_spu_uprava.pdf>.
- ŠPÚ. 2011b. *Štátny vzdelávací program pre gymnázia v Slovenskej republike ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie* [online]. [cit. 07-08-2013]. Dostupné na internete: <http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnazia/isced3_spu_uprava.pdf>.
- UHEREKOVÁ, M. 1997. *Učebné osnovy prírodopisu pre 5. – 9. ročník základnej školy*. Bratislava : Ministerstvo školstva SR. 44 s. ISBN 80-7098-114-8.

- UHEREKOVÁ, M. 1999. *Vzdelávací štandard z prírodopisu pre 2. stupeň základnej školy*. Bratislava : Ministerstvo školstva SR. 31 s. ISBN 80-7098-213-6.
- UHEREKOVÁ, M. et al. 2012. *Biológia pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. 1. vydanie. Bratislava : Združenie EDUCO. 75 s. ISBN 978-80-89431-34-2.
- UŠÁKOVÁ, K. et al. 2003a. *Biológia 1 pre gymnáziá*. 2. vydanie. Bratislava : SPN. 87 s. ISBN 80-08-03518-8.
- UŠÁKOVÁ, K. et al. 2008. *Biológia 2 pre gymnáziá*. 3. vydanie. Bratislava : SPN. 87 s. ISBN 978-80-10-01428-6.
- UŠÁKOVÁ, K. et al. 2003b. *Biológia 3 pre gymnáziá*. 1. vydanie. Bratislava : SPN. 87 s. ISBN 80-08-01967-0.
- UŠÁKOVÁ, K., MATIS, D., KOVÁČ, V. 2006. *Biológia 4 pre gymnáziá*. 2. vydanie. Bratislava : SPN. 87 s. ISBN 80-10-00727-7.
- UŠÁKOVÁ, K., TREBATICKÁ, M., MIADOKOVÁ, E. 2003. *Biológia 5 pre gymnáziá*. 1. vydanie. Bratislava : SPN. 87 s. ISBN 80-10-00039-6.
- VALKOVÁ, D. 2007. *Geneticky modifikované organizmy – základ modernej biotechnológie*. Bratislava : Univerzita Komenského. 45 s. ISBN 80-224-0886-7.
- VALKOVÁ, D., TURŇA, J. 2003. *Postup hodnotenia rizika z použitia geneticky modifikovaných organizmov*. 1. vydanie. Bratislava : Veda. 55 s. ISBN 80-224-0770-4.
- VEVERS, G. et al. 1992. *Veľký atlas živočíchov*. Bratislava : PRÍRODA, a. s. 208 s. ISBN 80-07-00521-8.
- VILČEK, F. et al. 1997. *Prehľad biológie 1*. 1. vydanie. Bratislava : SPN. 316 s. ISBN 80-08-00990-X.
- Zbierka zákonov č. 100/2008. 2008. Zákon z 15. februára 2008, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 151/2002 Z. z. o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov v znení neskorších predpisov [online]. [cit. 17-08-2013]. Dostupné na internete: <http://www.sizp.sk/doc/legislative/legbb/suv_subory/100_2008.pdf>.

PRÍLOHA

Prehľad systematických kategórií

Regnum – ríša

Phyllum – kmeň

Subphyllum – podkmeň

(Divisio – oddelenie)

(Subdivisio – pododdelenie)

Superclassis – nadtrieda

Classis – trieda

Subclassis – podtrieda

(Infraclassis – infratrieda)

(Cohors – kohorta)

(Subcohors – podkohorta)

Superordo – nadrad

Ordo – rad

Subordo – podrad

(Infraordo – infrarad)

Superfamilia – nadčľaď

Familia – čľaď

Subfamilia – podčľaď

(Tribus – tribus)

(Subtribus – podtribus)

Genus – rod

Subgenus – podrod

(Superspecies – naddruh)

Species – druh

Subspecies – poddruh

Základné systematické kategórie sú písané tučne, doplnkové kategórie sú odvodené od základných predponou super- (nad-) alebo sub- (pod-), v okrúhlych zátvorkách sú kategórie, ktoré sa bežne nepoužívajú.

Prehľad systému živočíchov

RÍŠA: Protista, Monocytozoa – jednobunkovce

Kmeň: Sarcomastigophora – meňavkobičíkovce

Podkmeň: Flagellata, Mastigophora – bičíkovce

Rad: Chrysomonadina: *Dinobryon*

Rad: Euglenoidina: *Euglena viridis* – euglena zelená

Rad: Phytomonadina: *Volvox globator* – válač gúľavý

Rad: Kinetoplastida: *Trypanosoma gambiense* – trypanozóma spavičná, *Ichtyobodo necator* – bičovka rybia, *Leishmania tropica*

Rad: Trichomonadida: *Trichomonas vaginalis* – trichomonas pošvový

Rad: Diplomonadida: *Giardia intestinalis* – črevovníčka detská

Podkmeň: Sarcodina, Rhizopoda – koreňonožce

Rad: Amoebida: *Amoeba proteus* – meňavka veľká, *Pelomyxa palustris* – pelomyxa bahenná, *Entamoeba histolytica* – meňavka červienková, *Naegleria fowleri* – slzovičkovka zhubná

Rad: Testacea: *Arcella vulgaris* – štitnačka obyčajná

Kmeň: Foraminifera – dierkavce: *Nummulites* – fosílna dierkavca, *Globigerina*

Kmeň: Actinopoda – nitkonožce

Trieda: Radiolaria – mrežovce

Trieda: Heliozoa – slnčkovky

Kmeň: Apicomplexa, Sporozoa – výtrusovce

Trieda: Gregarina – gregariny: *Gregarina blattarum* – gregarina švábia

Trieda: Coccidia – kokcidie: *Eimeria stiedai* – kokcidia pečeneňová, *Toxoplasma gondii*

Trieda: Haemosporidia – krvinovky: *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium malariae* – malárieovce

Kmeň: Ciliophora – nálevníky: *Paramecium caudatum* – črievička končistá, *Colpidium* – bôbovka

Trieda: Suctoria – cicavky

Kmeň: Microspora – mikrosporovce: *Nosema apis* – hmyzomorka včelia

Kmeň: Myxozoa – výtrusníky

Kmeň: Ascetozoa: *Haplosporidium limnodrili*

Kmeň: Labyrinthomorpha – labyrintky: *Labyrinthula* sp.

RÍŠA: Animalia, Polycytozoa – živočíchy, mnohobunkovce

Oddelenie: Parazoa

Kmeň: Porifera

Trieda: Demospongia: *Spongilla lacustris* – hubka jazerná

Trieda: Hexactinellida: *Euplectella aspergillum* – venušin kôš

Oddelenie: Eumetazoa

Pododdelenie: Coelenterata (Radiata)

Kmeň: Cnidaria – prhlivce

Trieda: Anthozoa – koralý

Podtrieda: Octocoralia – osemľúčové koralý

Rad: Gorgonaria – vejárovníky: *Corallium rubrum* – koral červený

Podtrieda: Hexacoralia – šestľúčové koralý

Rad: Actiniaria – sasanky: *Actinia equina* – sasanka konská

Rad: Madreporaria – konárniky

Trieda: Hydrozoa – polypovce: *Hydra oligactis* – nezmar hnedý, *Hydra viridis* – nezmar zelený, *Craspedacusta sowerbyi* – medúzka sladkovodná

Trieda: Scyphozoa – medúzovce: *Aurelia aurita* – medúza ušatá

Trieda: Cubozoa – štvorhranovce

Kmeň: Acnidaria, Ctenophora – rebrovky

Kmeň: Mesozoa – morulovce

Kmeň: Acoelomorpha – bezčrevovce

Pododdelenie: Bilateria

Vývinová vetva: Gastroneuralia, Protostomia – prvoústovce

Kmeň: Plathelminthes – ploskavce

Trieda: Turbellaria – ploskulice: *Dendrocoelum lacteum* – ploskuľa mliečnobiela

Trieda: Trematodes – motolice: *Fasciola hepatica* – motolica pečienová, *Schistosoma haematobium* – dvojprísavnica močová

Trieda: Cestodes: *Taenia solium* – pásomnica venčeková, *Taenia sagitata* – pásomnica dlhá

Kmeň: Nematoda – hlístovce

Rad: Oxyuroidea: *Enterobius vermicularis* – mrľa ľudská

Rad: Ascaroidea – hlísty: *Ascaris lumbricoides* – hlísta detská

Rad: Trichuroidea: *Trichinella spiralis* – svalovec špirálovitý

Rad: Filarioidea – vlasovce: *Wuchereria bancrofti* – vlasovec miazgový, *Loa loa* – vlasovec očný

Rad: Rhabditoidea – háďatká: *Anguina tritici* – háďatko pšeničné, *Heterodera schachtii* – háďatko repné

Kmeň: Mollusca – mäkkýše

Podkmeň: Amphineura, Aculifera – amfineury: *Chiton olivaceus*

Podkmeň: Conchifera

Trieda: Monoplacophora – čiapkovce

Trieda: Gastropoda

Podtrieda: Prosobranchia – predožiabrovce: *Viviparus viviparus* – močiarka živorodá, *Murex* – ostran-ka, *Cypraea* – porcelánovec

Podtrieda: Pulmonata – pľúcnatce: *Lymnaea stagnalis* – vodniak vysoký, *Planorbis corneus* – kotúľka veľká, *Cepea hortensis* – slimák meňavý, *Helix pomatia*, *Arion rufus* – slizovec lesný, *Deroceras agreste* – slizniak poľný, *Bielzia coerulans* – slizniak karpatský

Trieda: Bivalvia, Lamellibranchiata: *Pinctada margaritifera* – perlorodka pravá, *Unio pictorum* – ko-rýtko rybníčné, *Anodonta cygnea* – šklabka veľká, *Dreissena polymorpha* – kopýtko prirastené

Trieda: Scaphopoda – klovitovce

Trieda: Cephalopoda – hlavonožce

Rad: Nautiloidea – lodienky: *Nautilus pompilius* – lodienka nautilus

Rad: Ammonoidea – amonity

Rad: Decabrachia – sépie: *Sepia officinalis* – sépia lekárska, *Loligo vulgaris* – kalmar obyčajný

Rad: Octobrachia – osmonohy: *Octopus vulgaris* – osmonoh pobrežný

Kmeň: Tardigrada – pomalky

Kmeň: Onychophora – pazúrikovce

Kmeň: Annelida – obrúčkavce

Trieda: Polychaeta – mnohoštetinavce: *Eunice viridis* – palolo zelený, *Arenicola marina* – dážďovkovka rybárska, *Sabellaria alveolata* – koralovka dutinková, *Troglochaetus beranecki* – praobruččavka studničná, *Hypania invalida* – hypánia sladkovodná

Trieda: Oligochaeta – maloštetinavce: *Tubifex tubifex* – tubifex bahenný, *Lumbricus terrestris* – dážďovka zemná, *Eisenia lucens* – dážďovka svietivá, *Megascolides australis* – dážďovka obrovská

Trieda: Hirudinea – pijavice: *Piscicola geometra* – pijavička rybia, *Hirudo medicinalis* – pijavica lekárska, *Haemopsis sanguisuga* – pijavica konská

Kmeň: Pogonophora – pogonofóry

Kmeň: Arthropoda – článkonožce

Podkmeň: Trilobitomorpha – trilobity

Podkmeň: Chelicerata – klepietkavce

Trieda: Merostomata – hrotnáče: *Xiphosura polyphamus* – ostrochvost americký

Trieda: Arachnoidea – pavúkovce

Rad: Scorpionida – štúry, škorpióny: *Euscorpius carpathicus* – štúr karpatský, *Pandinus imperator* – štúr obrovský

Rad: Araneida – pavúky: *Lycosa singoriensis* – strehúň škvrnitý, *Argyroneta aquatica* – pavúk vodný, *Tegenaria domestica* – kútnik domový, *Thomisus onustus* – kvetárik menlivý

Rad: Pseudoscorpionida: *Chelifer cancroides* – štúrik obyčajný, štúrik knižný

Rad: Opiliona – kosce: *Opilio parietinus* – kosec domový

Rad: Acarida – roztoče: *Ixodes ricinus* – kliešť obyčajný, *Dermanyssus gallinae* – klieštikovec kurí, *Acarus siro* – skladokaz múčny, *Neotrombicula autumnalis* – zamatovec letný, *Sarcoptes scabiei* – zákožka svrabová

Podkmeň: Branchiata, Crustacea – kôrovce

Trieda: Phyllopoda – lupeňonôžky

Rad: Anostraca – žiabronôžky: *Branchipus stagnalis* – žiabronôžka bahenná

Rad: Notostraca – štitovce: *Triops cancriformis* – triops

Rad: Cladocera – perloočky, dafnie: *Daphnia pulex* – dafnia obyčajná

Trieda: Ostracoda – lastúrničky: *Cypris* – lastúrnička, cypridka

Trieda: Copepoda – veslonôžky: *Cyclops* – cyklop

Trieda: Linguatulida, Pentastomida – jazyčnatky

Trieda: Cirripedia – fúzonôžky

Trieda: Malacostraca – rakovce

Rad: Decapoda – desaťnožce: *Astacus astacus* – rak riečny

Podkmeň: Tracheata – vzdušnicovce

Nadtrieda: Myriapoda – viacnôžky

Trieda: Chilopoda – stonôžky: *Lithobius forficatus* – stonožka ucholaková

Trieda: Diplopoda – mnohonôžky: *Julus terrestris* – mnohonôžka zemná

Nadtrieda: Hexapoda – šesťnôžky

Trieda: Endognatha

Rad: Collembola – chvostoskoky

Trieda: Insecta (Ectognatha)

Podtrieda: Apterygota – bezkrídlovce, primárne bezkrídly hmyz

Rad: Thysanura – švehly: *Lepisma saccharina* – švehla obyčajná

Podtrieda: Pterygota – krídlovce, okrídlený hmyz

Rad: Ephemeroptera – podenky

Rad: Odonata – vážky

Rad: Orthoptera, Saltatoria – rovnokrídlovce

Podrad: Ensifera – kobyľky: *Gryllus campestris* – svrček poľný, *Gryllotalpa gryllotalpa* – krtonôžka, *Tettigonia viridissima* – kobylka zelená

Podrad: Caelifera – koníky: *Locusta migratoria* – koník sťahovavý, *Psophus stridulus* – koník červeno-krídly, *Oedipoda coerulescens* – koník modrokrídly

Rad: Dermaptera – ucholaky: *Forficula auricularia*

Rad: Mantodea – modlivky: *Mantis religiosa* – modlivka zelená

Rad: Blattodea – šváby: *Blatella germanica*, *Blatta orientalis*

Rad: Isoptera – termity

Rad: Anoplura – vši: *Pediculus capitis* – voš detská, *Pediculus humanus* – voš šatová, *Pthirus pubis* – voš lonová

Rad: Mallophaga – švoly: *Columbicola columbae* – periarka holubia

Rad: Heteroptera – bzdochy: *Notonecta glauca* – chrbtoplávka žltkastá, *Cimex lectularius* – ploštica posteľná, *Pyrhocoris apterus* – cifruša bezkrídla

Rad: Homoptera – rovnakokrídlovce

Podrad: Aphidoidea – vošky: *Eriosoma lanigerum* – vlnačka krvavá

Podrad: Coccoidea – červce: *Quadraspidotus perniciosus* – štítnička nebezpečná

Rad: Coleoptera – chrobáky

Čeľad: Carabidae – bystruškovité: *Cicindela* – svižník, *Calosoma sycophanta* – húseničiar pižmový

Čeľad: Dytiscidae – potápnikovité: *Dytiscus marginalis* – potápnik obrúbený

Čeľad: Gyrinidae – krútnavcovité: *Gyrinus natator* – krútnavec obyčajný

Čeľad: Hydrophilidae – vodomilovité: *Hydrous piceus* – vodomil čierny

Čeľad: Silphidae – zdochlinárovité: *Nicrophorus vespillo* – hrobárík obyčajný

Čeľad: Lucanidae – roháčovité: *Lucanus cervus* – roháč veľký

Čeľad: Scarabaeidae – skarabeusovité: *Geotrupes stercorarius* – lajniak obyčajný, *Melolontha melolontha* – chrúst obyčajný, *Cetonia aurata* – zlatoň obyčajný

Čeľad: Elateridae – kováčikovité: *Agriotes lineatus* – kováčik obilný

Čeľad: Dermestidae – kožiarovité: *Dermestes lardarius* – kožiar domový

Čeľad: Anobiidae – červotočovitité: *Anobium pertinax* – červotoč umrlčí

Čeľad: Coccinellidae – lienkovité: *Coccinella septempunctata* – lienka sedembodková

Čeľad: Tenebrionidae – múčiarovité: *Tenebrio molitor* – múčiar obyčajný

Čeľad: Cerambycidae – fúzačovité: *Cerambyx cerdo* – fúzač veľký

Čeľad: Chrysomelidae – liskavkovité: *Leptinotarsa decemlineata* – pásavka zemiaková

Čeľad: Curculionidae – nosáčikovité: *Calandra granaria* – zrnár čierny

Čeľad: Scolytidae – podkôrnikovité: *Ips typographus* – lykožrút smrekový

Rad: Hymenoptera – blanokrídlovce

Čeľad: Formicidae – mravcovité: *Formica rufa* – mravec hôrny

Čeľad: Vespidae – sršňovité: *Vespa crabro* – sršeň obyčajný, *Vespula vulgaris* – osa obyčajná

Čeľad: Apidae – včelovité: *Bombus lapidarius* – čmeliak skalný, čmeľ skalný, *Apis mellifera* – včela medonosná

Rad: Diptera – dvojkrídlovce

Čeľad: Culicidae – komárovité: *Anopheles maculipennis* – anofeles škvrnitokrídly, *Culex pipiens* – komár pisklavý

Čeľad: Chironomidae – pakomárovité: *Chironomus plumosus* – pakomár pernatý

Čeľad: Tabanidae – ovadovité: *Tabanus bovinus* – ovad hovädzí

Čeľad: Drosophilidae – drozofilovité: *Drosophila melanogaster* – drozofila obyčajná

Čeľad: Muscidae – muchovité: *Musca domestica* – mucha domáca, mucha domová

Čeľad: Sarcophagidae – mäsiarkovité: *Sarcophaga carnaria* – mäsiarka obyčajná

Čeľad: Calliphoridae – bzučivkovité: *Calliphora vomitoria* – bzučivka červenohlavá

Čeľad: Oestridae – strečkovité: *Oestrus ovis* – strečok ovčí

Rad: Lepidoptera – motýle

Čeľad: Tineidae – moľovité: *Tineolla bisselliella* – moľa šatová

Čeľad: Sphingidae – lišajovité: *Acherontia atropos* – lišaj smrťkový, smrtihlav

Čeľad: Bombycidae – priadkovité: *Bombyx mori* – priadka morušová

Čeľad: Lasiocampidae – priadkovcovité: *Melacosoma neustria* – priadkovec obrúčkavý

Čeľad: Lymantriidae – mníškovité: *Lymantria monarcha* – mníška obyčajná

Čeľad: Noctuidae – morovité: *Autographa gamma* – mora gama

Čeľad: Satyridae – očkáňovité: *Erebia epiphron* – očkáň horský

Čeľad: Nymphalidae – babôčkovité: *Vanessa atalanta* – babôčka admirálska

Čeľad: Lycaenidae – ohniváčkovité: *Lycaena* – ohniváčik

Čeľad: Papilionidae – vidlochvostovité: *Papilio machaon* – vidlochvost feniklový

Čeľad: Pieridae – mlynárikovité: *Pieris brassicae* – mlynárik kapustový

Rad: Siphonaptera – blchy: *Pulex irritans* – blcha ľudská, *Ctenocephalides canis* – blcha psia

Vývinová vetva: Notoneuralia, Deuterostomia – druhoústovce

Kmeň: Echinodermata – ostnatokožce

Trieda: Crinoidea – ľaliovky

Trieda: Asteroidea – hviezdovky: *Asterians rubens* – hviezdovka ružová

Trieda: Echinoidea – ježovky: *Echinus esculentus* – ježovka jedlá

Trieda: Holothuroidea – holotúrie: *Holothuria edulis* – holotúria jedlá

Kmeň: Chordata – chordáty

Podkmeň: Tunicata, Urochordata – plášťovce

Trieda: Ascidiacea – ascídie

Trieda: Thaliacea – salpy

Podkmeň: Copelata, Appendicularia – vršovky

Podkmeň: Cephalochordata, Acrania – kopijovce: *Branchiostoma lanceolatum* – kopijovec

Podkmeň: Vertebrata, Craniata – stavovce

Anamnia

Nadtrieda: Agnatha

Trieda: Cyclostomata – kruhoustnice

Rad: Myxiniiformes – sliznatkotvaré: *Myxine glutinosa* – sliznatka parazitická

Rad: Petromyzoniformes – mihul'otvaré: *Petromyzon marinus* – mihuľa morská, *Lampetra planeri*

Nadtrieda: Gnathostomata – čelustnatce

Trieda: Chondrichthyes – drsnokožce

Podtrieda: Elasmobranchii – pásožiabrovce

Nadrad: Selachimorpha – žralokovidné: *Carcharodon carcharias* – žralok ľudožravý, *Rhincodon typus* – žralok obrovský, *Sphyrna zygaena* – žralok mlatkohlavý

Nadrad: Batoidomorpha – rajovidné: *Torpedo marmorata* – raja elektrická, *Manta birostris* – manta obrovská

Podtrieda: Holocephali – chiméry: *Chimera monstrosa* – chiméra hlavatá

Trieda: Osteichthyes – ryby

Podtrieda: Actinopterygii – lúčoplutvovce

Rad: Acipenseriformes – jeseterotvaré

Čeľad: Acipenseridae – jeseterovité: *Acipenser ruthenus* – jeseter malý

Rad: Clupeiformes – sled'otvaré

Čeľad: Clupeidae – sled'ovité: *Clupea harengus* – sled' obyčajný

Čeľad: Engraulidae – sardelovité: *Engraulis ringens*

Čeľad: Thymallidae – lipenovitité: *Thymallus thymallus* – lipen' tymiánový

Čeľad: Salmonidae – lososovité: *Hucho hucho* – hlavátka podunajská, *Salmo labrax m. fario* – pstruh potočný

Čeľad: Esocidae – štukovité: *Esox lucius* – štika severná

Rad: Cypriniiformes – kaprotvaré

Čeľad: Cyprinidae – kaprovité: *Cyprinus carpio* – kapor obyčajný, *Pelecus cultratus* – šabl'a krivočiará, *Carassius auratus* – karas striebřistý, *Tinca tinca* – lieň sliznatý, *Barbus barbus* – mrena severná, *Gobio gobio* – hrúz škvrnitý

Čeľad: Cobitidae – plžovitité: *Noemacheilus barbatulus* – slíž severný, *Misgurnus fossilis* – čík európsky

Čeľad: Siluridae – sumcovité: *Silurus glanis* – sumec západný

Čeľad: Serrasalminidae – piraňovitité: *Serrasalmus piraya*

Čeľad: Gymnotidae – paúhorovitité: *Electrophorus electricus* – paúhor elektrický

Rad: Aguiliformes – úhorotvaré

Čeľad: Anguillidae – úhorovitité: *Anguilla Anguilla* – úhor európsky

Rad: Gadiformes – treskotvaré

Čeľad: Gadidae – treskovité: *Lota lota* – mieň sladkovodný, *Gadus morrhua* – treska škvrnitá

Rad: Perciformes – ostriežotvaré

Čeľad: Scombridae – makrelovité: *Scomber scombrus* – makrela obyčajná, *Thunnus thynnus* – tuniak

Čeľad: Percidae – ostriežovité: *Perca fluviatilis* – ostriež zelenkastý

Rad: Pleuronectiformes – platesotvaré: *Platichthys flossus* – platesa malá

Podtrieda: Sarcopterygii – násadcoplutvovce

Nadrad: Coelacanthimorpha: *Latimeria chalumnae* – latiméria divná

Nadrad: Dipnoi – dvojdyšníky: *Protopterus annectens* – bahník africký, *Neoceratodus forsteri* – bahník austrálsky

Trieda: Amphibia – obojživelníky

Podtrieda: Caudata

Rad: Urodela – mloky

Čeľad: Cryptobranchidae – veľmlokovité: *Andrias maximus* – veľmlok obrovský

Čeľad: Proteidae – jaskyniarovité: *Proteus anguinus* – jaskyniar vodný

Čeľad: Ambystomatidae – axolotlovité: *Ambystoma tigrinum* – axolotl škvrnitý

Čeľad: Salamandridae – salamandrovité: *Salamandra salamandra* – salamandra škvrnitá, *Triturus cristatus* – mlok hrebenatý

Podtrieda: Apoda

Rad: Gymnophiona – červone: *Syphonops annulatus* – červon obrúčkavý

Podtrieda: Salientia

Rad: Anura – žaby

Čeľad: Discoglossidae – kunkovité: *Bombina variegata* – kunka žltobruchá

Čeľad: Pelobatidae – hrabavkovité: *Pelobates fuscus* – hrabavka škvrnitá

Čeľad: Ranidae – skokanovité: *Rana temporaria* – skokan hnedý

Čeľad: Bufonidae – ropuchovité: *Bufo bufo* – ropucha bradavičnatá, *Bufo viridis* – ropucha zelená

Čeľad: Hylidae – rosničkovité: *Hyla arborea* – rosnička zelená

Amniota

Trieda: Reptilia – plazy

Rad: Testudinata, Chelonia – korytnačkotvaré, korytnačky: *Emys orbicularis* – korytnačka močiarna, *Carreta carreta* – kareta obyčajná

Rad: Rhynchocephalia – hatériotvaré, hatérie: *Sphenodon punctatus* – hatéria bodkovaná

Rad: Squamata – šupináče

Podrad: Sauria, Lacertilia – jaštery: *Gecko gecko* – gekon obrovský, *Ablepharus kitaibelii* – krátkonôžka štíhla, *Varanus komodoensis* – varan komodský, *Lacerta viridis* – jašterica zelená

Podrad: Amphisbaenia – pahady, obrúčkovec: *Blanus cinereus* – obrúčkovec červovitý

Podrad: Serpentes, Ophidia – hady

Čeľad: Boidae – veľhadovité: *Eunectes murinus* – anakonda veľká

Čeľad: Colubridae – užovkovité: *Natrix tessellata* – užovka fľukaná

Čeľad: Hydrophiidae – mornárovité: *Pelamis platurus* – mornár dvojfarebný

Čeľad: Viperidae – vretenicovité: *Vipera berus* – vretenica severná

Rad: Crocodylia – krokodílotvaré, krokodíly: *Alligator mississippiensis* – aligátor severoamerický, *Caiman niger*, *Crocodylus niloticus* – krokodíl nilský, *Gavialis gangeticus* – gaviál indický

Fosílnne plazy

Rad: Ichthyosauria – rybojaštery (trias – krieda): *Ichthyosaurus*

Rad: Sauropterygia (trias – krieda)

Podrad: Plesiosauria – plesiosaury: *Plesiosaurus*

Rad: Pterosauria – vtákojaštery, pterosaury (jura – krieda): *Rhamphorhynchus*, *Pteranodon*

Nadrad: Dinosauria – dinosaury (trias – krieda)

Rad: Saurischia: *Brachiosaurus*, *Allosaurus*, *Megalosaurus*, *Tyrannosaurus rex*, *Apatosaurus* (syn. *Brontosaurus*)

Rad: Ornithischia (trias – krieda)

Podrad: Stegosauria: *Stegosaurus*

Rad: Therapsida (perm – jura)

Trieda: Aves – vtáky

Nadrad: Ratitae – bežce

Rad: Struthioniformes

Čeľad: Struthionidae – pštrosovití: *Struthio camelus* – pštros dvojprstý

Rad: Rheiformes: *Rhea americana* – nandu pampový

Rad: Casuariiformes: *Casuarus casuarus* – kazuár prilbový, *Dromiceius novaehollandiae* – emu austrálsky

Rad: Apterygiformes: *Apteryx australis* – kivi veľký

Nadrad: Carinatae – letce

Rad: Sphenisciformes – tučniakotvaré: *Aptenodytes forsteri* – tučniak cisársky

Rad: Podicipediformes

Čeľad: Podicipedidae – potápkovití: *Podiceps cristatus* – potápka chochlátá

Rad: Pelecaniformes

Čeľad: Phalacrocoracidae – kormoránovití: *Phalacrocorax carbo* – kormorán veľký

Rad: Ciconiiformes

Čeľad: Ciconiidae: *Ciconia ciconia* – bocian biely

Čeľad: Ardeidae – volavkovité: *Ardea cinerea* – volavka popolavá

Rad: Anseriformes – kačicotvaré

Čeľad: Anatidae – kačicovití: *Mergus merganser* – potápač veľký, *Anas platyrhynchos* – kačica divá, *Branta leucopsis* – berenikla bielolíca

Rad: Falconiformes

Podrad: Falcones

Čeľad: Accipitridae – jastrabovití: *Aquila chrysaetus* – orol skalný, *Aquila heliaca* – orol kráľovský

Čeľad: Falconidae: *Falco tinnunculus* – sokol myšiar, *Falco peregrinus* – sokol sťahovavý

Rad: Galliformes

Čeľad: Phasianidae – bažantovité: *Phasianus colchicus* – bažant poľovný

Rad: Gruiformes

Čeľad: Rallidae – chriašteľovité: *Rallus aquaticus* – chriašteľ vodný

Čeľad: Otidae – dropovité: *Otis tarda* – drop veľký

Rad: Charadriiformes

Čeľad: Scolopacidae – slukovité: *Tringa glareola* – kalužiak močiarny, *Scolopax rusticola* – sluka lesná

Čeľad: Laridae – čajkovité: *Larus ridibundus* – čajka smejivá, *Sterna paradisea* – rybár dlhochvostý

Rad: Columbiformes

Čeľad: Columbidae – holubovité: *Columba palumbus* – holub hrivnák

Rad: Psittaciformes

Čeľad: Psittacidae – papagájovité: *Ara chloroptera* – ara zelená, *Melopsittacus undulatus* – papagájec vlnkovaný, andulka

Rad: Cuculiformes

Čeľad: Cuculidae – kukučkovité: *Cuculus canorus* – kukučka obyčajná

Rad: Strigiformes

Čeľad: Strigidae – sovovité: *Bubo bubo* – výr skalný

Rad: Apodiformes

Čeľad: Apodidae – dáždovníkovité: *Apus apus* – dáždovník tmavý

Čeľad: Trochilidae – kolibríkovité: *Trochilus polytmus* – kolibrík červenohrdlý

Rad: Coraciiformes

Čeľad: Upupidae – dudkovité: *Upupa epops* – dudok chochlatý

Rad: Piciformes – ďateľotvaré

Čeľad: Picidae: *Dryobates major* – ďateľ veľký

Čeľad: Rhamphastidae – tukanovité: *Rhamphastos toco* – tukan veľkozubý

Rad: Passeriformes – vrabcotvaré

Podrad: Oscines – spevavce

Čeľad: Hirundinidae – lastovičkovité: *Hirundo rustica* – lastovička domová, *Delichon urbica* – belorítka domová

Čeľad: Turdidae: *Turdus merula* – drozd čierny

Čeľad: Sylviidae – penicovité: *Acrocephalus arundinaceus* – trsteniarik veľký

Čeľad: Certhiidae – kôrovníkovité: *Tichodroma muraria* – murárik červenokrídly

Čeľad: Fringillidae – pinkovité: *Fringilla coelebs* – pinka lesná, *Coccothraustes coccothraustes* – glezg hrubozobý

Čeľad: Ploceidae – pletiarikovité: *Passer domesticus* – vrabec domový, *Passer montanus* – vrabec poľný

Čeľad: Corvidae – krkavcovité: *Corvus corone* – vrana túlavá

Trieda: Mammalia – cicavce

Podtrieda: Prototheria – vajcorodce

Rad: Monotremata: *Tachyglossus aculeatus* – ježura austrálska, *Ornithorhynchus anatinus* – vtákopysk divný

Podtrieda: Theria

Nadrad: Metatheria

Rad: Marsupialia – vačkovce

Čeľad: Phalangeridae – kuskusovitý: *Phascolarctus cinereus* – koala medvedíkovitá

Čeľad: Macropodidae – kengurovitý: *Macropus giganteus* – kengura veľká

Nadrad: Placentalia, Eutheria – placentovce

Rad: Insectivora – hmyzožravce, piskorotvaré

Čeľad: Erinaceidae – ježovitý: *Erinaceus concolor* – jež východoeurópsky

Čeľad: Soricidae – piskorovitý: *Sorex araneus* – piskor lesný

Čeľad: Talpidae – krtovitý: *Talpa europea* – krt podzemný

Rad: Chiroptera – netopierotvaré, netopiere

Podrad: Megachiroptera – kalone: *Eidolon helvum* – kaloň plavý

Podrad: Microchiroptera – netopiere

Čeľad: Vespertilionidae – netopierovitý: *Myotis myotis* – netopier veľký

Rad: Primates – primáty

Podrad: Prosimiae – poloopice

Čeľad: Lemnidae

Lemur catta

Podrad: Anthropoidea – vyššie primáty

Nadčeľad: Ceboidea – ploskonosý: *Cebus capucinus* – malpa kapucínska

Nadčeľad: Cercopithecoidea – úzkonosý

Čeľad: Cercopithecidae: *Macaca mulatta* – makak rezus, *Cercopithecus* – mačiak

Nadčeľad: Hominoidea – ľudoopi

Čeľad: Pongidae – orangunovitý, ľudoopice: *Pan troglodytes* – šimpanz učenlivý, *Pongo pygmaeus* – orangutan sundský

Rad: Lagomorpha – zajacotvaré

Čeľad: Leporidae – zajacovitý: *Lepus europaeus* – zajac poľný, *Oryctolagus cuniculus* – králik divý

Rad: Rodentia – myšotvaré, hlodavce

Čeľad: Sciuridae – veveričkovitý: *Sciurus vulgaris* – veverica stromová, *Marmota marmota* – svišť vrchovský

Čeľad: Castoridae – bobrovitý: *Castor fiber* – bobor vodný

Čeľad: Cricetidae – škrečkovitý: *Cricetus cricetus* – škrečok poľný, *Ondatra zibethicus* – ondatra pižmová, *Microtus arvalis* – hraboš poľný

Čeľad: Muridae – myšovitý: *Mus musculus* – myš domová, *Rattus norvegicus* – potkan hnedastý, *Rattus rattus* – potkan tmavý

Čeľad: Gliridae – plchovitý: *Glis glis* – plch veľký

Čeľad: Hystericidae – dikobrazovitý: *Hystrix cristata* – dikobraz

Rad: Carnivora – šelmy, mäsožravce

Čeľad: Canidae – vlkovité: *Vulpes vulpes* – liška hrdzavá, *Alopex lagopus* – liška polárna, *Canis lupus* – vlk dravý

Čeľad: Ursidae – medvedovité: *Ursus spelaeus* – medveď jaskynný, *Ursus maritimus* – medveď biely, *Ursus arctos* – medveď hnedý

Čeľad: Mustelidae – lasicovité: *Mustela nivalis* – lasica myšožravá, *Meles meles* – jazvec lesný

Čeľad: Felidae – mačkovité: *Felis silvestris* – mačka divá, *Panthera tigris*, *Panthera leo*

Rad: Pinnipedia – tuleňotvaré, plutvonožce

Čeľad: Phocidae – tuleňovité: *Phoca vitulina* – tuleň obyčajný

Rad: Sirenia – lamantínovité, sirény

Čeľad: Trichechidae – lamantínovité: *Trichechus manatus* – lamantín širokonosý

Rad: Proboscidea – chobotnatce, chobotnáče

Čeľad: Elephantidae – slonovité: *Mammuthus primigenius*, *Elephas maximus* – slon indický, *Loxodonta africana* – slon africký

Rad: Perissodactyla – nepárnokopytníky

Čeľad: Tapiridae – tapírovité: *Tapirus indicus* – tapír indický

Čeľad: Rhinocerotidae – nosorožcovité: *Rhinoceros unicornis* – nosorožec indický, *Diceros bicornis* – nosorožec ostrorohý

Čeľad: Equidae – koňovité: *Equus przewalskii*, *Equus asinus* – somár domáci

Rad: Artidactyla – párnokopytníky

Podrad: Nonruminantia – neprežúvavce

Čeľad: Suidae – sviňovité: *Sus scrofa* – sviňa divá, diviak lesný

Podrad: Ruminantia – prežúvavce

Čeľad: Camelidae – ťavovité: *Camelus bactrianus* – ťava dvojhrbá

Čeľad: Cervidae – jeleňovité: *Cervus elaphus* – jeleň lesný, *Capreolus capreolus* – srnec hôrny, srnec lesný, *Rangifer tarandus* – sob polárny

Čeľad: Giraffidae – žirafovité: *Giraffa camelopardalis* – žirafa škvrnitá

Čeľad: Bovidae – turovité

Podčeľad: Antilopinae – antilopy: *Antilope cervicapra* – antilopa jelenia, *Gazella granti* – gazela Grantova

Podčeľad: Rupicaprinae – kamzíky: *Rupicapra rupicapra* – kamzík vrchovský

Podčeľad: Bovinae – tury: *Bos primigenius* – tur divý, *Bison bonasus* – zubor európsky

Rad: Cetacea – veľrybotvaré, veľryby

Podrad: Mysticeti – bezzubé: *Balenoptera musculus* – vráskavec obrovský, *Balaena mysticetus* – veľryba grónska

Podrad: Odontoceti – zubaté: *Delphinus delphis* – delfín obyčajný, *Monodon monoceros* – narval, *Orcinus orca* – kosatka dravá, *Physeter macrocephalus* – vorvaň

(upravené a doplnené podľa: Országh et al., 2007, s. 18-30)

Názov:	Nové témy vo vyučovaní biológie
Autor:	RNDr. Erika Fryková
Recenzenti:	Mgr. Anna Demčáková Mgr. Marián Mižák
Vydavateľ:	Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave
Jazyková úprava:	Radoslav Peciar
Grafická úprava:	Ing. Monika Chovancová
Vydanie:	1.
Rok vydania:	2013
Počet strán:	60
ISBN	978-80-8052-558-3