

DETSKÁ UNIVERZITA

aj pre dospelých



3. ročník Detskej Univerzity Komenského 2005

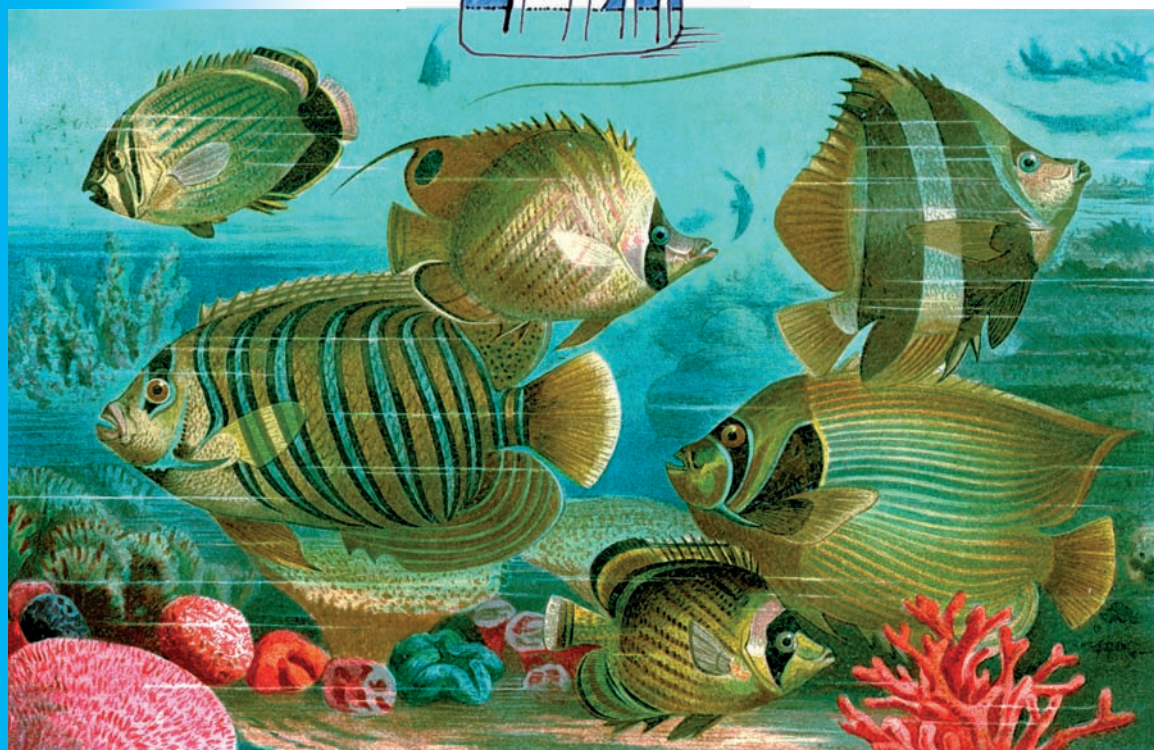


4. PREDNÁŠKA
DETSKEJ UNIVERZITY V DIVADLE ARÉNA

Prečo je more slané a ryba sa neutopí?

Karol Hensel





Vedecké teórie o pôvode morskej soli sa datujú odvtedy, čo anglický astronóm, geofyzik, matematik, meteorológ a fyzik Edmund Halley vystúpil v roku 1715 s myšlienkou, že soli vylúhovali odtekajúce dažďové vody a rieky ich dopravili do mora, kde sa nazhromaždili a udržali, pretože sa voda neustále vyparuje. Aj jazerá, ktoré neodtekajú do mora, mávajú väčšinou vysoký obsah solí. Vznik oceánu súvisí s dlhotrvajúcim unikaním vodných pár a iných plynov z roztavených hornín do mrakov obklopujúcich chladnúcu Zem. Keď neskôr zemský povrch vychladol na teplotu pod bodom varu vody, vodné pary sa začali zrážať na vodu (voda zmenila skupenstvo z plynného na kvapalné). Začalo pršať. Voda stekala do veľkých preliačín zemskej kôry a tak vznikol prvotný oceán. Domnievame sa, že voda prvotného oceánu obsahovala kyselinu chlorovodíkovú (solnú) a tiež oxid (kyslíčnik) uhličitý a postupne začala rozpúšťať horniny novovytvorenej zemskej kôry. Tak sa obohatila najmä o vápnik a horčík. Po vzniku živých organizmov na Zemi začal v morskej vode narastať podiel kyslíka a klesať podiel oxidu uhličitého, no zároveň sa znásoboval podiel sodíka, draslíka a chlóru. Predpokladá sa, že chemické zloženie vody v oceáne sa priblížilo dnešnému zhruba pred miliardou rokov.

Najslanšie je Červené more

Často počuť názor, že slanosť morskej vody musí narastať, pretože rieky stekajúce z pevnín prinášajú neustále do oceánu soli. Presnými výpočtami sa zistilo, že riekam by stačilo iba 100 miliónov rokov na to, aby z pevnín do oceánu dopravili presne také množstvo solí, ktoré v súčasnosti voda v oceáne obsahuje. Existujú regulačné mechanizmy, ktoré udržiavajú slanosť morskej vody



**Prof. RNDr.
Karol Hensel, CSc.
(1939)**

Je absolventom Prírodovedeckej fakulty Karlovej univerzity v Prahe. Od roku 1963 prednáša na Katedre zoológie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave. Špecializuje sa na porovnávaciu morfológiu a ichtyológiu (náuka o rybách). Absolvoval študijné a pracovné pobyty v Poľsku, Francúzsku, Indii, Kanade a inde. Prednášal na medzinárodných kongresoch a sympóziách. Je zástupcom Slovenska v EIFAC FAO (Európska komisia pre vnútrozemské rybárstvo pri OSN pre výživu a poľnohospodárstvo).

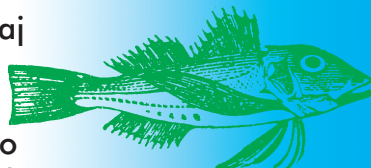
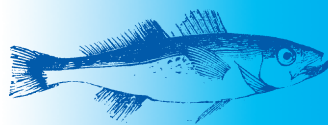


na zhruba rovnakej úrovni. Zloženie morskej vody po prvý raz systematicky študovali počas expedície korvety Challenger, ktorú zorganizovala britská vláda na návrh Kráľovskej spoločnosti s cieľom štúdia morskej biológie, výskumu chemických a fyzikálnych vlastností vody, zberu usadenín z morského dna a merania teploty vody. Expedícia sa začala v roku 1872 a skončila takmer o štyri roky neskôr. Na trase merajúcej 38 890 námorných míľ (čo je vyše 72 000 km) v rôznych oblastiach Atlantického, Indického a Tichého oceánu odobrali 77 vzoriek vody. Zistili, že liter morskej vody z otvoreného oceánu mimo dosahu pevnín obsahuje v priemere 35 gramov rozpustených solí a že tieto soli sú až z 99 % zložené z chlóru, sodíka, horčíka, síranov, vápnika a draslíka. Najpozoruhodnejším zistením však bolo, že vzájomný pomer týchto hlavných zložiek morských solí je stály, bez





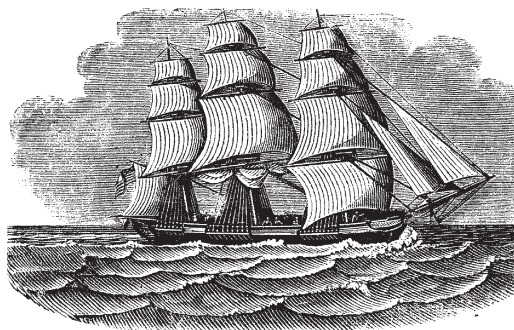
ohľadu na miesto v celom oceáne. Podiel obsahu solí v morskej vode nazývame slanosťou (salinitou). Slanosť mora nie je všade rovnaká, ovplyvňuje ju odparovanie vody, zriedovanie sladkou vodou (napríklad dažďovými zrážkami alebo prítokom riečnej vody), ale aj pohyby vln a morských prúdov. Vnútorne moria alebo zálivy s malým riečnym vtokom a s vysokým výparom mávajú vysokú slanosť, napríklad Jadranské more má až 40 ‰. Naproti tomu silný prítok riečnej vody má za následok zníženú slanosť, napríklad Čierne more má slanosť okolo 17 ‰ a Baltské dokonca len 5 ‰. Nízka slanosť sa vyskytuje aj v polárnych moriach, ktoré zriedujú topiace sa ľadovce a neustále zrážky. Najslanšia voda (40 - 42 ‰) je v Červenom mori. Z oceánov je najslanší Atlantický, a to v oblasti tzv. Sargasového mora, kde je slanosť väčšia ako 37 ‰. Soľ je potrebná na prežitie pre všetkých živých



tvorov vrátane ľudí. Ľudia ju preto už oddávna získavajú odparovaním morskej vody alebo ju dolujú ako horninu (tzv. kamennú sol) a používajú ako prísadu do jedál alebo ako konzervačný prostriedok. Sol' je jedným z mála nerastov, ktoré ľudia jedia. Morskú vodu však človek piť nemôže nielen preto, že je veľmi slaná a tak trochu horkastá, ale najmä preto, že by si veľmi vážne poškodil zdravie.

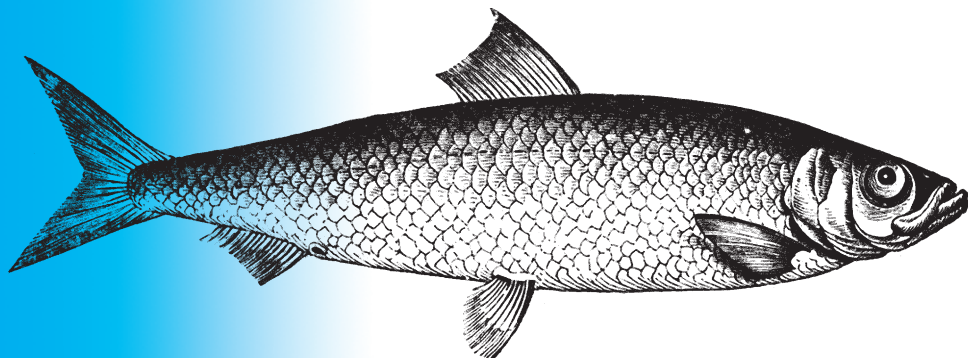
Prečo sa ryba neutopí?

Ak nazrieme do Slovníka slovenského jazyka, tak sa dozvieme, že utopiť sa znamená „ponorením do vody sa zadusiť“ a topiť sa je „klesať pod hladinu (vody) a hynúť zadusením“. V lekárskom slovníku sa dočítame, že utopenie je náhly nedostatok kyslíka a prebytok oxidu (kysličníka) uhličitého sprevádzaný vdýchnutím vody do pľúc. Nadýchnutá voda spôsobuje v pľúcach zmeny, ktoré sú rozdielne podľa toho, či sa niekto topí v riečnej (čiže sladkej) alebo v slanej morskej vode. Riečna voda sa v pľúcach rýchlo vstrebáva do krvného riečiska, zvyšuje objem krvi, teda ju zrieduje a zapríčiňuje aj rozpad červených krviniek. Morská voda sa pľúcami nevstrebáva, naopak, jej pôsobením preniká voda z krvi do pľúcnych mechúrikov, čo vedie k opuchnutiu pľúc. Znížený obsah vody v krvi má zároveň za následok zlyhanie krvného obehu. Jednoducho povedané, pľúca sú prispôsobené na dýchanie vzduchu, ale nie na dýchanie vody. S rybami je to, pravda, iné. Najprv však treba zdôrazniť, že mnohé druhy rýb dokážu dýchať aj vzduch, a to aj pľúcami. Všetky ryby sú však bez výnimky zároveň schopné dýchať vodu aj žiabrami. Majú ich umiestnené v hlave, po stranách hltanu, na tzv. žiabrových oblúkoch, ktorých býva 5 párov. Každý žiabrový





oblúk nesie na zadnej strane dvojité rad žiabrových lístkov a každý žiabrový lístok sa skladá z početných žiabrových lupienkov, ktoré sú bohato popretkávané jemnučkými krvnými vlásočnicami. Takto je na pomerne malom priestore vytvorená dostatočne veľká plocha prístupná na výmenu plynov, čiže na dýchanie. Aktívne ryby majú veľký dýchací povrch žiabier, málo pohyblivé ryby prebývajúce na dne ho majú značne menší. Dýchací povrch žiabier rýb predstavuje v priemere asi 5 cm^2 na gram hmotnosti tela, makrela ho má však až $11,6 \text{ cm}^2/\text{g}$, ale morský čert iba $1,4 \text{ cm}^2/\text{g}$ (teda žiabre dvojkilogramovej makrely majú plochu asi 230 m^2 , dvojkilogramového morského čerta iba 28 m^2). V tomto ohľade sú výnimočné tuniaky, dýchací povrch ich žiabier je oveľa väčší (zhruba $50 \text{ cm}^2/\text{g}$) a približuje sa ploche dýchacieho povrchu pľúc cicavcov. Výstelka žiabrových lupienkov je tenká a tesne pod ňou sa nachádza hustá sieť jemných vlásočníc, ktorými prúdi krv. Krv je zmesou krvnej plazmy a rôznych teliesok.



Jednými z takýchto teliesok sú aj červené krvinky, ktoré obsahujú farbivo hemoglobín. Toto červené krvné farbivo je schopné viazať na seba kyslík a prenášať ho ďalej do celého tela. Vo vode rozpustené plyny prenikajú do krvných vlások žiabrových lupienkov a rozpúšťajú sa v krvi, pravda, okrem kyslíka, ktorý sa viaže na červené krvné farbivo v krvinkách.

Otvorené ústa

Pomaly plávajúce ryby, a najmä ryby žijúce na dne stojatých vôd, musia sústavne nasávať vodu do úst a prečerpávať ju žiabrami, aby sa nezadusili. Najprv otvoria ústa, rozťahnu hltan, nasajú do úst vodu a zároveň pomocou blán na žiabrových viečkach na chvíľu uzatvoria žiabrovú dutinu. Potom ústa privrú (spiatočný únik vody ústami zamedzujú blanité záklopky) a stiahnutím hltana pretlačia nabratú vodu cez žiabre von. Rýchlo plávajúcim rybám, alebo aj rybám, ktoré dokážu udržiavať vhodnú pozíciu v prúdiacej vode, stačí často iba otvoriť ústa, aby bol prietok vody žiabrami dostatočný. Je známe, že štitovce, ktoré sa vozia prisaté na telách žralokov, pri nízkych rýchlostiach vykonávajú normálne dýchacie pohyby. Prestávajú ich však vykonávať v momente, keď ich hostiteľ – žralok – začne plávať väčšou rýchlosťou ako



60 cm/s. Na druhej strane napríklad tuniaky a makrely dýchacie pohyby vôbec nerobia, sú totiž veľmi rýchle a ani v spánku sa úplne nezastavia. Mnohé druhy rýb žijú vo vodách, v ktorých je občasný alebo trvalý nedostatok kyslíka a sú schopné prijímať kyslík aj zo vzduchu. Niektoré z nich sa tomuto spôsobu dýchania prispôbili natoľko, že nedokážu žiabrami účinne dýchať dokonca ani v dobre prevzdušnenej vode. Ak im zabránime, aby vystúpili na hladinu a nadýchali sa vzduchu, tak sa vo vode jednoducho utopia! Typickým príkladom sú ryby rodu Anabas.

