

Vajíčko - zdroj bielkovín

Vajíčko patrí k najväčším zázrakom prírody. Vo vaječnom žĺtku a bielku sa nachádza taká presná zmes látok, že sa pomocou nej dokáže z jedinej zárodočnej bunky vyvinúť živý tvor. V tohtoročnom domácom experimente IJSO sa o obsahu vajíčka dozviete viac z pohľadu fyziky, chémie a biológie. Samotný experiment a jeho vyhodnotenie vám nezaberie veľa času, odpovede na niektoré otázky však pravdepodobne budete musieť hľadať aj v učebniciach a encyklopédiách.

Pri vypracovávaní riešenia nám opíšte, ako ste riešili jednotlivé úlohy a čo ste zistili. Nezabudnite tiež zodpovedať na všetky otázky, ktoré sa v texte k úlohám vyskytli. Aby ste na nič nezabudli, všetky úlohy, otázky a miesta na doplnenie odpovedí majú zelenou farbou zvýraznený podklad.

Svoje odpovede vpisujte rovno do tohto textu (máte v ňom pripravené aj potrebné tabuľky). Dokument doplnený o vaše odpovede nám odošlite do 2.4.2012 pomocou portálu <http://www.ijso.sk>.

Čo budete potrebovať?

Pomôcky na experiment by ste mali nájsť doma alebo v drogérii. Budete potrebovať niekoľko slepačích vajíčok, soľ, jedlý olej, kuchynské váhy, laserové ukazovátka alebo stolnú lampu, sitko (napríklad na čaj), vatú, koncentrovaný (aspoň 60%) roztok etylalkoholu a niekoľko priehľadných pohárov.

1. Čo obsahuje vajíčko?

Na vytvorenie živého organizmu treba (okrem oplodnenej zárodočnej bunky) množstvo stavebných prvkov, z ktorých sú najdôležitejšie bielkoviny (proteíny), vitamíny, tuky, masné kyseliny a minerály. Z týchto látok dokáže živá bunka vytvoriť všetky potrebné zlúčeniny a zabezpečiť svoj rast a množenie.

V nasledujúcej tabuľke označte krížikom, či sa dané látky nachádzajú prevažne vo vaječnom žĺtku alebo bielku. Bielkoviny sa nachádzajú vo veľkom množstve v oboch.

Olympiáda mladých vedcov 2012
Zadanie experimentálnej úlohy

Nasledujúce látky sa nachádzajú prevažne v:	bielok	žltok
Veľa druhov bielkovín	X	X
Nasýtené a nenasýtené mastné kyseliny, tuky		X
V tuku rozpustné vitamíny A, D, E, a K		X
Vo vode rozpustné vitamíny skupiny B	X	
Minerály Ca, Fe a P		X
Luteín a karotény		X

Za každú správnu odpoveď ste mohli získať 0,4 b, teda dokopy **2 b**. Ak ste ale zaškrtili pri jednej otázke obe políčka, túto neúplnú odpoveď sme hodnotili 0,2 b.

Čo sú to aminokyseliny a bielkoviny?

Aminokyseliny sú organické kyseliny (lebo do vody uvoľňujú kation H^+ zo skupiny $-COOH$), ktoré ale obsahujú aj amino-skupinu $-NH_2$. Aminokyselín existuje veľa druhov, pre človeka je však mimoriadne dôležitých 20 špeciálnych aminokyselín, ktoré sú kódované genetickým kódom. Živočíchy si nevedia aminokyseliny vytvárať, preto ich musia prijímať z rastlinnej alebo živočíšnej potravy. Niektoré aminokyseliny si však živočíchy dokážu vyrobiť úpravou iných aminokyselín, takže jednotlivé živočíšne druhy musia prijímať v potrave iba niektoré aminokyseliny. Tieto aminokyseliny nazývame *esenciálne*. Pre človeka je esenciálnych osem aminokyselín. Tu je dobré spomenúť, že pri významnej záťaži organizmu (rast, úraz a podobne) potrebuje človek prijímať aj niektoré ďalšie aminokyseliny, pretože si ich nedokáže vytvárať z iných aminokyselín dostatočne účinne.

Vymenujte 8 aminokyselín, ktoré sú esenciálne pre človeka.

Esenciálne aminokyseliny:

valín, leucín, izoleucín, fenylalanín, tryptofan, lyzín, metionín, treonín

Každú správnu aminokyselinu sme hodnotili 0,2 b, čo dáva spolu **1,6 b** za túto úlohu. Ale pozor, uznávali sme len aminokyseliny esenciálne pre dospelého človeka. Arginín a histidín sú dôležité najmä pre deti, u ktorých podporujú rast. Preto sa nazývajú aj semiesenciálne aminokyseliny.

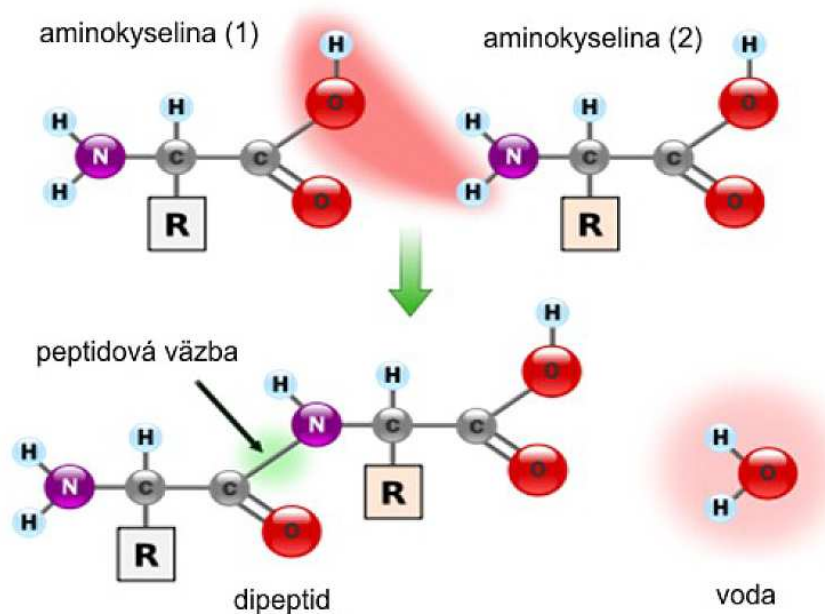
Aminokyseliny sa dokážu navzájom spájať do dlhých reťazcov (polymerizovať), čím vznikajú bielkoviny (proteíny). Spájanie sa deje pomocou väzieb $-COOH$ a $-NH_2$, čím vzniká peptidová väzba $-CO-NH-$ a uvoľňuje sa voda (obrázok 1). Bielkovinové reťazce človeka môžu byť veľmi dlhé a obvykle obsahujú desiatky až desaťtisíce aminokyselín.

Bielkoviny sú z hľadiska fungovania organizmu veľmi dôležité. Niektoré z nich stimulujú chemické reakcie v bunkách (napríklad enzýmy), iné sa podieľajú na transporte prvkov

Olympiáda mladých vedcov 2012

Zadanie experimentálnej úlohy

v organizme (napríklad hemoglobín), stimulujú alebo utlmujú činnosť sústav (napríklad hormóny), sú dôležité pri obrane organizmu a majú aj mnoho iných funkcií. Od toho, aké bielkoviny a v akých množstvách sa v bunkách produkujú, závisí funkcia buniek a v konečnom dôsledku aj tvar a vlastnosti celého organizmu. Postupnosť aminokyselín v bielkovinách tvorených v bunke je určená genetickou informáciou v deoxyribonukleovej kyseline (DNA). Touto genetickou informáciou je určené, aké bielkoviny a v akých množstvách bude bunka vytvárať. Vytvorené bielkoviny sa ujmu svojej funkcie a začnú ovplyvňovať činnosť bunky (vrátane tvorby nových bielkovín). V konečnom výsledku vzniknú špecializované bunky (nervové, svalové, kostné, ...), z nich tkanivá a celý organizmus.



Obrázok 1. Spájanie aminokyselín peptidovou väzbou.
Písmenom R je označený zvyšok molekuly aminokyseliny.

Zdroj: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Peptidformationball.svg>

V ktorej bunkovej organeli sa podľa genetickej informácie vytvárajú bielkoviny?

Bielkoviny sa podľa genetickej informácie vytvárajú v: **ribozómoch**

Za túto odpoveď ste mohli získať **0,5 b.**



Viete, že mnohé dedičné choroby súvisia s tým, že kvôli poškodeniu genetickej informácie sa neprodukuje potrebná bielkovina alebo naopak sa produkuje nevhodná bielkovina? Našťastie, každý jedinec získava pri pohlavnom rozmnožovaní genetickú informáciu od otca aj od matky. Ak má poškodenú genetickú informáciu iba jeden z rodičov, organizmus potomka si bielkovinu tvorí vďaka DNA od zdravého rodiča a je zdravý. Vtedy hovoríme,

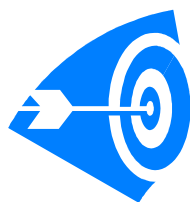
Olympiáda mladých vedcov 2012

Zadanie experimentálnej úlohy

že ochorenie je recesívne. Ak sa naopak kvôli genetickej poruche produkuje nevhodná bielkovina spôsobujúca ochorenie, potom je chorý každý jedinec s touto poruchou a ochorenie je dominantné. Niektoré choroby vzniknú aj pri náhodnom zdvojení niektorého chromozómu. Vtedy sa síce produkujú správne bielkoviny, ale niektoré v nadmerných množstvách, čo často vedie k poruche vývoja.

Na bielkovinách je zaujímavé to, že sa vo vode nevyskytujú ako voľné reťazce, ale sú „poskladané“. Aby sa poskladaná bielkovina nerozpíetla, potrebuje „lepidlo“. Takýmto lepidlom sú v bielkovine najmä tzv. vodíkové mostíky medzi vodíkom a kyslíkom dvoch peptidových väzieb. Podobné vodíkové mostíky držia navzájom aj molekuly vody, ktorá je vďaka tomu pri izbových teplotách kvapalina a nie plyn. Bielkovinové reťazce sa dokážu zlepíť aj chemickými reakciami (napríklad medzi dvoma atómami síry v bielkovine). Takéto spojenia sú oveľa zriedkavejšie, ale sú o to pevnejšie. Výsledná bielkovina má potom pomerne stály tvar.

Na povrchu takto poskladanej bielkoviny sa nachádzajú typické „výčnelky a údolia“ s typicky usporiadanými atómami, ktoré určujú, aké chemické vlastnosti bude bielkovina mať. Ak sa totiž stretnú dve rôzne bielkoviny, ktoré majú na povrchu navzájom sa dopĺňajúce útvary (tzv. aktívne miesta), môžu sa spojiť. Predstaviť si to môžete aj ako zámok a kľúč – do otvoru jedného zámku možno zasunúť iba niekoľko druhov kľúčov (v ideálnom prípade iba jeden). Dôležité je teda to, aké aktívne útvary má bielkovina na svojom povrchu. Preto aj niekoľko rôznych bielkovín (s rôznou postupnosťou aminokyselín v reťazci) môžu mať podobný účinok.



Viete, že v prírode sa nachádzajú bielkoviny („kľúče“), ktoré nielen že majú podobné aktívne miesta, ako iné životne dôležité bielkoviny, ale dokonca držia „v zámku“ oveľa pevnejšie? Tým dokážu „zámok“ zablokovať (pokažiť). Príkladom je kurare (šípový jed juhoamerických indiánov), ktorý „pasuje“ do receptorov prenášajúcich nervové signály do svalov. Kurare sa krvou roznesie po celom organizme, obsadí „zámky“ a zablokuje prechod nervových signálov do svalov. Všetky svaly (vrátane dýchacích) ochabnú a zasiahnutý živočích sa zvalí na zem a zadusí sa.

Rozpletenie a denaturácia bielkovín

Ako sme písali vyššie, na poskladanie bielkoviny majú veľký vplyv vodíkové mostíky a niektoré chemické väzby. Ak ich dokážeme narušiť, tvar bielkoviny sa zmení, bielkovina bude mať iné chemické vlastnosti a prestane plniť svoju biologickú funkciu. Hovoríme, že bielkovina *denaturovala*. To sa dá dosiahnuť napríklad:

- mechanicky (napríklad vyšľahaním bielka)
- zvýšením teploty (pri vyššej teplote sa atómy viac chvejú a mostíky sa „potrhajú“)
- pridaním alkoholu (alkohol vytvára silnejšie mostíky)
- pridaním solí ťažkých kovov (napríklad CuSO_4) – chemicky reagujú s väzbami, ktoré „lepia“ poskladané časti bielkovín

Po vrátení do normálu sa môže bielkovina opäť správne poskladať (*renaturovať*), ale ak došlo k vážnejšej zmene, pôvodný stav sa už nemusí obnoviť. Najznámejším spôsobom denaturácie bielkovín je ohriatie (varenie). Rozpletené bielkoviny sa často čiastočne „polepia“ navzájom, čím vzniknú veľké zhluky rozpletených bielkovín. Preto uvarené vajčko stvrdne – *koaguluje*. Uvedomte si, že ani v denaturovanej bielkovine sa nezmenil samotný reťazec aminokyselín, zmenilo sa iba poskladanie bielkoviny. Tým sa zmenil (zničil)

Olympiáda mladých vedcov 2012

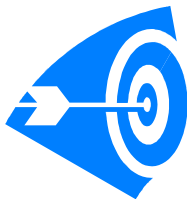
Zadanie experimentálnej úlohy

chemický a biologický účinok bielkoviny, ale stále obsahuje svoje stavebné kamene – aminokyseliny. Pri trávení sa bielkoviny enzýmami rozložia na jednotlivé aminokyseliny, tie sa vstrebajú v čreve a bunky si z nich vytvoria také bielkoviny, ktoré potrebujú.

Prečo je uvarené jedlo ľahšie stráviteľné, a pritom takmer rovnako výživné?

Odpoveď: Uvarením sa bielkoviny v jedle denaturujú (rozpletú). Enzýmy tak môžu ľahko a rýchlo bielkoviny rozložiť na jednotlivé aminokyseliny. Bielkoviny sa denaturujú aj v kyslom prostredí žalúdka, prijatie už denaturovaných bielkovín však celé trávenie zjednodušuje a zrýchľuje.

Za vysvetlenie, že denaturované – rozpletené bielkoviny sa ľahšie travia, ale obsahujú tie isté aminokyseliny, takže sú rovnako výživné, sme rozdávali po **1 b.**



Viete, že varením sa zneškodnia niektoré jedy? Napríklad niektoré huby (trebárs podpňovky) obsahujú v surovom stave pre človeka jedovaté bielkoviny. Až varením sa jed zničí a huba sa stane jedlou. Pozor! Väčšina jedov z húb (napríklad z muchotrávok) sa varením nezničí!

2. Experimentujeme s bielkovinami z vajička.

Príprava roztoku bielkovín z vaječného bielka

- Oddel'te z vajička bielok a rozpustite ho v asi 100 ml vody. Zmes miešajte, kým sa bielok nerozpustí a v roztoku sa vznášajú už iba zvyšky pútok, ktoré držali žltok v strede vajička.
- Do sitka vložte vatú a prefiltrujte pripravený roztok. Takto pripravený roztok je na prvý pohľad úplne číry a mierne žltkasto sfarbený.

Odhalenie bielkovín svetlom

Ako sme spomínali v prvej časti, bielkoviny majú obrovské molekuly (s veľkosťou rádovo porovnateľnou s vlnovou dĺžkou svetla). Svetlo, ktoré zasiahne takúto obrovskú molekulu, sa môže rozptýliť – vychýliť z pôvodného smeru. Aby sme sa o tom presvedčili, potrebujeme tenký lúč svetla. Najjednoduchšie je použiť laserové ukazovátko. Ak ho nemáte a nedokážete si ho ani požičať, použite stolnú lampu a tienidlo v tvare malej diery vo výkrese. Tienidlo umiestnite ďalej od lampy, aby bol lúč tenký a nerozbiehal sa a experiment vykonajte v zatemnenej miestnosti.

Olympiáda mladých vedcov 2012

Zadanie experimentálnej úlohy

Pozorovanie rozptylu svetla na bielkovinách

- Do čistého malého pohárika s priehľadnými stenami nalejte trochu roztoku bielkovín z vajíčka (aby hladina roztoku bola asi 2 - 3 cm od dna)
- Do pohárika opatrne popri stene prilejte približne rovnaké množstvo rastlinného oleja. Olej je ľahší a s vodným roztokom sa nemieša, preto vytvorí jasne oddelenú vrstvu.
- Zhora osvetlite olej a roztok tenkým silným lúčom z laserového ukazovátka alebo lampy. Pozorujte a opíšte, aký je rozdiel pri prechode lúča olejom a pri prechode lúča roztokom bielkovín.

Opis rozdielu: **V oleji je lúč prakticky neviditeľný, v roztoku je zreteľne vidieť (svetlo sa rozptýlilo).**

Za toto pozorovanie ste mohli získať **2 b**, podrobnejšie vysvetlenie sme nevyžadovali.

Koagulácia bielkovín teplom

- Do čistého pohárika s priehľadnými stenami nalejte trochu roztoku bielkovín z vajíčka.
- Pohárik vložte do hrnca, v ktorom je voda a hrniec dajte opatrne ohrievať na sporák. Pod pohárik môžete prípadne vložiť kúsok poskladaného papiera alebo handričku, aby sa priamo nedotýkal dna hrnca – vtedy pohárik určite nepraskne.
- Pokračujte v ohrievaní, kým nebudete pozorovať zmeny v roztoku – bielkoviny začnú koagulovať.
- Opíšte vzhľad roztoku po koagulácii bielkovín.
- Roztok so skoagulovanými bielkovinami nevyliievajte, budete ho ešte potrebovať!

Po skoagulovaní bielkovín sa vzhľad roztoku zmenil takto: **zakalil sa, až získal podobný vzhľad, ako mlieko.**

Aj za tento experiment sme udeľovali **2 b**.

Ak máte možnosť, odfotťe pohár s čírym roztokom a pohár s roztokom so skoagulovanými bielkovinami. Fotografiu odošlite spolu s riešením experimentu cez portál <http://www.ijsso.sk>.

Olympiáda mladých vedcov 2012

Zadanie experimentálnej úlohy

Koagulácia bielkovín alkoholom

Ako sme uviedli v prvej časti, alkohol narúša vodíkové mostíky, a tým aj poskladanie bielkoviny. Na tento pokus budete potrebovať koncentrovaný alkohol (aspoň 60%), ktorý by ste mohli nájsť doma, používa sa na dezinfekciu rán – spôsobí skoagulovanie bielkovín baktérií, a tým ich zahubí. Ak nie, možno budete mať doma podobný prípravok s vysokým obsahom alkoholu, napríklad Francovka Alpa a podobne.

- Do čistého pohárika s priehľadnými stenami nalejte trochu roztoku bielkovín z vajíčka.
- Do pohárika prilejte približne rovnaké množstvo roztoku alkoholu
- Opíšte vzhľad roztoku po koagulácii bielkovín.

Aký roztok alkoholu ste použili? Napíšte:

Po skoagulovaní bielkovín sa vzhľad roztoku zmenil takto: **pri použití koncentrovaného roztoku alkoholu sa roztok zakalí, až získa podobný vzhľad, ako mlieko.**

Ak ste pozorovali podobný efekt, ako v predchádzajúcej úlohe, pozorovali ste správne a dostali ste **2 b.**

Farba rozptýleného svetla

Svetlo rozptýlené na bielkovinách je zaujímavé tým, že je farebné, hoci dopadajúce svetlo je biele. Iste viete, že biele svetlo v skutočnosti nie je biele, ale je zložené z rôznych farieb (vidíme ich napríklad v dúhe), počnúc červenou, cez oranžovú, žltú a zelenú až k modrej a fialovej. Rozptyl svetla na drobných častočkách (ako sú napríklad aj skoagulované bielkoviny vo vode) má tú vlastnosť, že farby z jedného konca dúhy sa rozptyľujú lepšie, než farby z opačného konca. Vašou úlohou je zistiť, ktorá farba (červená alebo modrá) sa na bielkovinách rozptyľuje lepšie. Prezradíme vám tiež, že rovnakým efektom sa sfarbuje aj obloha pri východe alebo západe Slnka.

- Do čistého pohárika s priehľadnými stenami nalejte 2 dl čistej vody.
- Do pohárika prikvapkajte niekoľko kvapiek roztoku obsahujúceho teplom skoagulované bielkoviny (z experimentu opísaného vyššie). Správne množstvo pridaného roztoku zistíte tak, že voda v pohári ešte ostane priehľadná, ale bude mať „dymový“ vzhľad.
- Pozrite sa cez takto pripravený slabý roztok na okno. Aký farebný odtieň získal roztok?

Olympiáda mladých vedcov 2012

Zadanie experimentálnej úlohy

Do pohára som pridal (pridala) nasledujúci počet kvapiek: **cca 10-20**

Pri pohľade cez roztok na lampu (okno) má roztok farebný nádych s odtieňom: **červenkastým až oranžovým**.

Ako za všetky experimentálne pozorovania, aj za pozorovanie farby roztoku ste mohli získať **2 b**. Samozrejme, uznávali sme všetky odtiene od žltoranžovej po tmavočervenú.

Cez roztok teda ľahšie prechádza modrá alebo červená farba? Napíšte: **červená**.

Rozptýlené svetlo je teda prevažne modré alebo červené? Napíšte: **modré**.

Tieto dve otázky spolu úzko súviseli. Za každú správnu odpoveď ste mohli získať 0,5 b, navyše, ak ste správne porozumeli, že prechádzajúce svetlo vidíme a rozptýlené svetlo nevidíme, dostali ste 1 b bez ohľadu na to, či ste správne pozorovali odtieň roztoku. Spolu ste za tieto dve odpovede mohli získať **2 b**.

Nevhodná chemická reakcia pri varení vajíčka

V prvej časti ste sa dozvedeli, že vo vajíčku sa nachádzajú aj ióny železa. Ďalej ste sa dozvedeli, že rôzne časti bielkovín sú pospájané aj pomocou dvojíc atómov síry (-S-S-), čiže pomocou tzv. disulfidických väzieb (od sulfur = síra). Tie sa ale pri vysokých teplotách (napríklad pri varení vo vriacej vode pri 100 °C) rozkladajú a vzniká plyn sulfán (sírovodík) H₂S, ktorý má charakteristický zápach. Plyn sa nevytvorí veľa, ale čerstvo uvarené vajíčko naozaj charakteristicky smrdí. Niekedy sulfán zreaguje s iónmi železa vo vajíčku a na povrchu žltka vzniká nepekný tmavý sivozelený povlak (sfarbenie povlaku spôsobujú vzniknuté zlúčeniny železa). Množstvo vzniknutého sulfánu a jeho rozmiestnenie vo vajíčku možno ovplyvniť dĺžkou varenia vajíčka a spôsobom chladenia uvareného vajíčka. Vašou úlohou je zistiť, pri akom spôsobe varenia vajíčka sivozelený povlak nevzniká.

Olympiáda mladých vedcov 2012

Zadanie experimentálnej úlohy

- Do hrnca nalejte asi 0,5 - 1 liter vody a nechajte ju zovrieť.
- Do vriacej vody opatrne vložte dve čerstvé vajíčka tak, aby sa nerozbili. Dobrý spôsob je položiť vajíčko do polievkovej lyžice a tú opatrne ponoriť do vriacej vody. Dajte pozor, aby ste sa nepopálili vodou alebo horúcou parou!
- Vajíčka varte 10 minút.
- Potom vypnite varič a hrniec položte mimo sporáka. Jedno vajíčko vyberte a nechajte ho rýchlo vychladiť v asi jednom litri studenej vody. V prípade potreby vodu po ohriatí vymeňte za studenšiu. Druhé vajíčko nechajte v horúcej vode a nechajte ho postupne vychladnúť spolu s vodou (bude to trvať možno aj pol hodiny).
- Prvé vajíčko vychladne rýchlo (po 10 minútach bude iste studené aj vo vnútri). Kým bude chladnúť druhé vajíčko, urobíme ešte pokus s rýchlo vychladeným vajíčkom.

Uvarené alebo nie?

Kým chladne druhé vajíčko, vezmite vajíčko už vychladené v studenej vode a jedno čerstvé vajíčko. Všimnite si, že ak sa pokúsime roztočiť vajíčka na stole, s jedným to ide ľahko a s druhým nie.

- Na hladkom stole roztočte uvarené vajíčko. Pozorujte, ako dlho trvá, kým sa roztočené vajíčko zastaví.
- Rovnako roztočte a pozorujte surové vajíčko.
- Ktoré vajíčko sa točí dlhšie?

Dlhšie sa točí surové alebo uvarené vajíčko? Napíšte: **uvarené**.

2 b

Ako si tento jav vysvetľujete? Napíšte: **Surové vajíčko v sebe obsahuje kvapalinu. Ak ho roztáčame, kvapalina vo vnútri sa roztáča oveľa pomalšie. Po pustení vajíčka kvapalina vo vnútri zabrzdí vajíčko.**

Za spomenutie faktu, že kvapalina vo vnútri surového vajíčka brzdí pohyb vajíčka, ste mohli získať **2 b**.

Nevhodná chemická reakcia pri varení vajíčka - pokračovanie

Keď už vychladlo aj druhé vajíčko, môžeme pokračovať v predchádzajúcom pokuse.

- Obe vajíčka (rýchlo aj pomaly schladené) ošúpte. Z oboch vajíčok opatrne odstráňte časť bielka tak, aby sa odhalil uvarený žltok. Všimnite si, ktoré vajíčko má na žltku sivozelený povlak.

Olympiáda mladých vedcov 2012 Zadanie experimentálnej úlohy

Výraznejší povlak na žltku má rýchlo schladené alebo pomaly schladené vajíčko? Napíšte: **pomaly schladené.** **2 b**

Ako si vysvetľujete výsledky pokusu? Napíšte: **Pomaly chladené vajíčko sa „dovára“ v horúcej vode, takže sa tvorí viac sulfátu. Poznámka (nevyžaduje sa ako odpoveď): povlak vzniká reakciou sulfátu z bielka (bielko sa ohrieva rýchlejšie) s iónmi železa v žltku. K reakcii dochádza na styčnej ploche – povrchu žltka.**

1 b

Ktorý z dvoch uvedených postupov varenia vajíčok je lepší? Napíšte: **Vajíčka neprevárať, radšej ich vložiť do väčšieho množstva vriacej vody a nechať ich v nej iba nevyhnutný čas (8-10 minút). Potom horúcu vodu vyliat' a naliať studenú. V prípade potreby ohriatu vodu opakovane vyliat' a naliať čerstvú, studenú.**

Za správne zhrnutie, že je lepšie vajíčko rýchlo ochladiť, ste mohli získať **1 b**, bez ohľadu na to, či ste uvažovali estetické, gastronomické, časové či zdravotné dôvody.

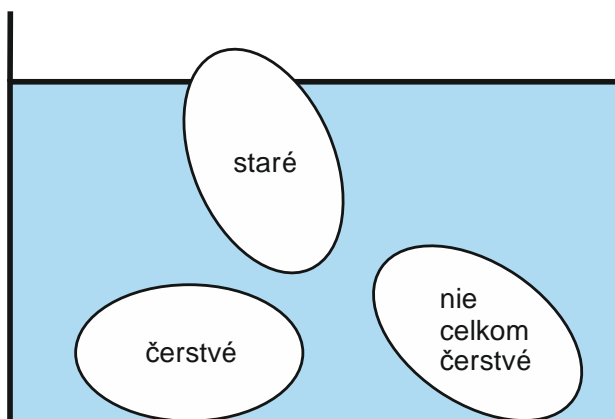
Ak máte možnosť, odfot'te obe vajíčka tak, aby bolo vidno povlak na žltku jedného z nich. Fotografiu odošlite spolu s riešením experimentu cez portál <http://www.ijsso.sk>.



Uvariť chutné vajíčko na tvrdo nie je úplne jednoduché. Niekedy ozelenie jeho žltok a inokedy zasa bielok skoaguluje natoľko, že začne byť pevný ako guma. Jedným z osvedčených postupov je variť vajíčko dlhšie, ale iba v mierne horúcej vode (okolo 70 °C). Vtedy sa dá dosiahnuť, že žltok nestratí svoju peknú farbu a bielok ostane krehký.

Čerstvé alebo staré?

Škrupina vajíčka prepúšťa, aj keď v obmedzenej miere, plyny. Môžete si to všimnúť, keď opatrne vložíte vajíčko do horúcej, ale nie vriacej vody – uvidíte z vajíčka unikať bublinky plynu. Pri skladovaní vajíčka preto vnútro pomaličky vysychá a zväčšuje sa v ňom plynová bublinka. Ak ponoríte staršie vajíčko do vody, plyny ho nadľahčujú. Zatiaľ čo čerstvé vajíčko klesne na dno nádoby, nie celkom čerstvé bude nadľahčované a staré či pokazené vajíčko pláva (obrázok 2).



Obrázok 2: Čerstvé vajíčko klesne na dno, staré pláva

Olympiáda mladých vedcov 2012

Zadanie experimentálnej úlohy

Ak chcete, aby plávalo aj nie úplne čerstvé vajíčko, treba zvýšiť jeho nadľahčovanie. To sa dá ľahko dosiahnuť zvýšením hustoty vody pomocou kuchynskej soli. Je známe, že v 10% roztoku kuchynskej soli (900 g vody + 100 g soli) neplávajú iba čerstvé vajíčka.

Vašou úlohou je zistiť priemernú hustotu čerstvého vajíčka. Budete do vody pridávať soľ dovtedy, kým sa vajíčko „neodlepí od dna“ a nezačne sa vznášať. Vtedy je priemerná hustota vajíčka rovnaká, ako je hustota slanej vody.

- Vezmite nádobu s objemom asi 1 liter a odvážte ju kuchynskými váhami (údaje zapisujte do tabuľky nižšie).
- Do dvoch tretín naplňte nádobu vodou a odvážte ju. Vypočítajte, koľko vody ste naliali do nádoby.
- Vložte do nádoby vajíčko a presvedčte sa, že leží na dne (je čerstvé).
- Sypte postupne v menších množstvách do vody soľ a zakaždým ju dobre rozmiešajte. Snažte sa pridať toľko soli, aby sa vajíčko vo vode vznášalo. Nemá teda plávať na povrchu tak, že časť škrupiny vytŕča z vody von. Ak ste nasypali soli trochu viac a vajíčko už pláva, nevadí, neskôr to opravíme.
- Vyberte vajíčko zo slanej vody a odvážte nádobu so slanou vodou. Vypočítajte množstvo soli, ktoré ste pridali do vody.
- Ak ste dali soli priveľa a vajíčko už plávalo, vráťte ho späť do vody a do nádoby opatrne po troškách prilievajte čistú vodu, kým vajíčko neprestane plávať, ale bude sa vznášať.
- Vajíčko vyberte a opäť odvážte nádobu so slanou vodou. vypočítajte, koľko vody ste pridali.

Tabuľka s výsledkami merania:

Hmotnosť prázdnej nádoby	156	g
Hmotnosť nádoby s čistou vodou	656	g
Hmotnosť čistej vody v nádobe	500	g
Množstvo pridanej soli (vajíčko sa vznáša alebo už pláva)	56	g
Množstvo dodatočne pridanej vody, aby sa vajíčko vznášalo	8	g

Teraz vypočítajte hmotnostnú koncentráciu slaného roztoku, v ktorom sa vajíčko práve vznáša:

Celková hmotnosť vody, ktorú sme dali do nádoby	508	g
Hmotnosť soli, ktorú sme nasypali do nádoby	56	g
Celková hmotnosť (voda + soľ) roztoku	564	g
Hmotnostná koncentrácia slaného roztoku je	9,92	%

Olympiáda mladých vedcov 2012

Zadanie experimentálnej úlohy

Posledným krokom je výpočet hustoty slanej vody. Najjednoduchšie je urobiť to tak, že využijeme známy fakt, že čistá voda má hustotu 1 g/cm^3 . Ďalej je známe, že roztok soli s hmotnostnou koncentráciou 10% má hustotu $1,08 \text{ g/cm}^3$, roztok s hmotnostnou koncentráciou 20% má hustotu $1,16 \text{ g/cm}^3$ a tak ďalej. Pomocou týchto čísel iste ľahko nájdete hustotu vášho slaného roztoku, a teda aj priemernú hustotu vajíčka.

Za úplné a správne vyplnenie predchádzajúcich dvoch tabuliek (kontrolovali sme ich naozaj podrobne) ste mohli získať **3 b**, z toho 2 b boli udelené za správne určenú hmotnostnú koncentráciu na základe Vašich nameraných hodnôt.

Hustota čistej vody	1	g/cm^3
Hustota slaného roztoku s hmotnostnou koncentráciou 10%	1,08	g/cm^3
Hmotnostná koncentrácia vášho slaného roztoku	9,92	%
Hustota vášho slaného roztoku (a teda aj vajíčka)	1,079	g/cm^3

Sem napíšte výpočet hustoty slanej vody:

$$1,000 + 9,92/10,00 \cdot (1,080 - 1,000) = 1,079 \text{ g/cm}^3$$

Poznámka: Typická hustota slepačieho vajíčka je $1,07 \text{ g/cm}^3$. Úplne čerstvé vajíčko má hustotu vyššiu, staršie nižšiu.

Za tento výpočet ste mohli získať **2 b**, ale iba v prípade, že ste okrem výsledku uviedli aj aspoň stručný postup.

Narátali ste si menej bodov, ako ste našli vo výsledkovej listine? V tom prípade sme Vám pravdepodobne udelili bonus **1,9 b** za pekné fotky z experimentov, ktoré ste nám poslali.

Želáme Vám veľa zábavy pri riešení úloh. Svoje riešenie nezabudnite včas (do 2.4.2012) odoslať organizátorom súťaže IJSO pomocou portálu <http://www.ijso.sk>.

Ak ste pri riešení úlohy urobili peknú fotografiu alebo nakreslili obrázok, môžete nám na portáli súťaže odoslať okrem riešenia aj ich digitálnu podobu (môžete poslať aj niekoľko samostatných dokumentov, nie nevyhnutne iba jeden súbor s riešením).

*Kolektív autorov: František Kundracík, Martin Plesch
a Renáta Dörnhöferová*