

Olympiáda mladých vedcov
Doc. František Kundracik
Katedra experimentálnej fyziky FMFI UK
Mlynská dolina F2
842 48 Bratislava



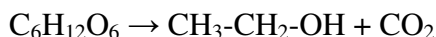
Fermentácia

V súčasnosti sa stále častejšie stretávame s využitím biotechnológie. Biotechnologické postupy sa používajú na spracovanie a recykláciu surovín, produkciu liečiv, ale aj na výrobu a úpravu potravín. Napriek tomu, že priemyselné biotechnologické postupy používajú zložité zariadenia, s niektorými jednoduchými sa môžeme stretnúť aj v domácnostiach. Azda najbežnejším biotechnologickým postupom je príprava kysnutého cesta. Bez neho by mamy nevedeli pripraviť také dobroty, ako sú parené buchty alebo slivkový koláč. Iste ste si všimli, že tajomstvo prípravy kysnutého cesta spočíva v použití kvasníc. Pri riešení nasledujúcich úloh sa podrobnejšie oboznámite s týmto procesom z biologického, chemického a fyzikálneho hľadiska.

Úloha č. 1

Pomocou učebníc, encyklopédií a internetu zistite čo najviac informácií o kvasniciach. Odkiaľ sa berú tie kvasnice, čo môžeme kúpiť v obchode s potravinami? Viete, že sú súčasťou niektorých liekov a potravinových doplnkov (oblíbené sú medzi športovcami)? Prečo? Poznáte niektoré prípravky ľudového liečiteľstva využívajúce kvasnice? Kvasnice sa v kuchyni nepoužívajú iba na prípravu kysnutého cesta. Dajú sa z nich pripraviť aj iné chutné jedlá. Poznáte ich? Kde všade sa používajú kvasnice (nielen v potravinárstve)? Akých užitočných a škodlivých „príbuzných“ majú kvasnice? Aké sú veľké? Odkedy ich ľudstvo cielene využíva? Aké zaujímavosti ste našli? Napíšte o kvasniciach esej v rozsahu asi 1000 slov, ktorá bude dokumentovať vaše zistenia.

Kvasnice sa do cesta pridávajú preto, lebo pri svojom metabolizme produkujú oxid uhličitý. Bublínky tohto plynu robia cesto ľahším a mäkším. Cesto pri tomto procese zväčšuje svoj objem a neraz pri nepozornosti „ujde“ z misky. Odkiaľ sa ale CO₂ berie? Vzniká pri trávení potravy kvasnicami. A čo majú kvasnice najradšej? Cukor, presnejšie glukózu C₆H₁₂O₆. Mnohé gazdinky si z kvasníc najprv pripravia kvások. Kvasnice rozpustia v troške vody alebo mlieka a pridajú cukor, na ktorom sa kvasnice krmia. U nás bežný repný cukor obsahuje hlavne sacharózu (disacharid zložený z glukózy a fruktózy), kvasnice sú však vyzbrojené enzýmami, ktoré dokážu cukry rozštiepiť a premeniť na glukózu. Chemické reakcie pri trávení cukru v kvasniciach sú zložité, konečnými produktmi rozkladu cukru sú však etanol (CH₃-CH₂-OH) a CO₂. Schematicky môžeme rozklad glukózy vyjadriť rovnicou



Úloha č. 2

Predchádzajúca rovnica nie je vyvážená. Doplňte správne počty molekúl (resp. mólov) vchádzajúce do reakcie a vychádzajúce z nej.

Kysnutie cesta trvá nejaký čas. V dnešnej uponáhľanej dobe sa preto často používa náhrada – prášok do pečiva.

Úloha č.3

Aká chemikália sa používa v prášku na pečenie? Aká reakcia a v ktorej fáze prípravy torty sa využíva? Ktoré plyny spôsobujú vznik bubliniek v ceste?

S procesmi prebiehajúcimi pri kysnutí sa oboznámite aj prakticky. Najprv si v potravinách kúpte dve kocky kvasníc. Ďalej budeme potrebovať 0,5 l plastovú fľašku. Ak takú doma nemáte, kúpte si v potravinách napríklad minerálku alebo ovocnú šľavu. V potravinách kúpte tiež tenké mikroténové sáčky (napríklad s rozmermi 20 x 30 cm alebo aj mierne menšie), pokiaľ sa u vás doma také nenachádzajú. Bude vám stačiť jeden sáčok.

Doma môžete začať s experimentom. Jednu kocku kvasníc rozpustíte v 1 dl vlažnej vody a pridajte jednu kopcovitú kávovú lyžičku cukru. Dobre rozmiešajte.

Úloha č. 4

Zistite, akú hmotnosť má cukor, ktorý ste pridali do vody. Ak nemáte doma dostatočne citlivé váhy, odvážte väčšie množstvo (napr. 20 alebo 100) kopcovitých lyžičiek cukru a nameranú hmotnosť vydeľte počtom lyžičiek.

Úloha č. 5

Nižšie uvedeným postupom pripravte kvások a zachyťte vyprodukovaný plyn.

Pripravenú kvapalinu vlejte do 0,5 l fľašky. Na hrdlo fľaše nasadíte mikroténový sáčok a dobre ho priviažte niekoľkými závitmi tenkého špagátika (obr.1). Sáček nechajte „splasnutý“, aby v ňom nebolo veľa vzduchu. Špagátik dobre utiahnite, aby medzerou medzi sáčkom a fľašou nemohol unikáť plyn.

Fľašku potom položte na teplé miesto (30 – 40 °C), napríklad na mierne teplý radiátor alebo k jeho blízkosti. Ak máte modernú elektrickú rúru, nastavte program pre kysnutie kvasníc (teplota 35 °C) a umiestnite fľašku do rúry. Po chvíľke sa začne proces kvasenia a vznikajúci CO₂ začne tvoriť na povrchu kvapaliny penu. *Poznačte si čas od zamiešania tekutiny, kedy ste na povrchu spozorovali vznik peny. Urobte fotografiu fľaše a sáčku.*



Obrázok 1

Po niekoľkých minútach sa kvasenie zrýchli a sáčik sa začne nafukovať vznikajúcim plynom. Keď už bude pomerne plný (ale nie úplne nafúknutý), uzavrite sáčok druhým špagátikom tesne nad hrdlom fľašky (obr.2). *Poznačte si čas ukončenia experimentu. Urobte fotografiu fľaše a sáčku.*

Po uzavretí balónika môžete odviazať spodný špagátik a uvoľniť tak sáčok od fľašky. V sáčku máte „uväznený“ plyn vzniknutý v procese kvasenia.



Obrázok 2

Úloha č. 6

Nižšie uvedeným postupom odmerajte objem vyprodukovaného plynu.

Objem sáčku s plynom môžeme zmerať pomerne jednoducho. Budeme k tomu potrebovať hrniec, do ktorého sa nafúknutý sáčok zmestí. Hrniec najprv naplníme úplne po okraj vodou. *Zmerajte teplomerom jej teplotu.* Sáčok potom ponorte do vody, pričom prebytočná voda z hrnca vytečie. Musíte ponoriť celý sáčok – v prípade potreby použijete napríklad lyžicu alebo sitko (obr.3).



Obrázok 3

Množstvo vytečenej vody (teda objem vyprodukovaného CO_2) zistíme tak, že sáčok vytiahneme z vody a pomocou odmerky (vaša mama určite jednu má) doplníme vodu v hrnci opäť doplna (obr.4). Ak ste na ponorenie sáčku použili lyžicu alebo sitko, nechajte ich v hrnci. *Poznačte si množstvo pridanej vody, čiže zmerané množstvo vyprodukovaného CO_2 .* Meranie objemu zdokumentujte dvoma fotografiami.



Obrázok 4

Objem plynu však závisí od jeho teploty a tlaku. Preto sa objem plynu udáva za tzv. normálnych podmienok (teplota $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a tlak $101,3\text{ kPa}$). Objem plynu je priamoúmerný absolútnej teplote plynu (udáva sa v Kelvinoch) a nepriamoúmerný tlaku plynu. Vzhľadom k presnosti vášho merania objemu nemá prepočet na

normálne podmienky veľký význam. Napriek tomu *prepočítajte nameraný objem plynu na teplotu $0^{\circ}\text{C} = 273,15\text{ K}$.*

Úloha č. 6

Je známe, že jeden mól ideálneho plynu zaberá za normálnych podmienok objem 22,41 l. Koľko mólov CO_2 ste zachytili v sáčku?

Úloha č. 7

V úlohe č. 2 ste získali vyváženú rovnicu opisujúcu premenu cukru pri fermentácii. Koľko mólov glukózy sa premenilo pri vyprodukovaní vami zachyteného plynu? Koľko to je gramov?

Počas fermentácie stúpa v roztoku koncentrácia alkoholu. Čoskoro sa takéto prostredie stane pre kvasnice jedovatým a proces fermentácie sa zastaví. Ak by aj fermentácia prebiehala stále rovnako rýchlo, ako pri vašom experimente, čoskoro by sa minul cukor, vyhladované kvasnice by zahynuli a fermentácia by skončila.

Úloha č. 8

Ak by fermentácia prebiehala stále rovnako rýchlo, ako pri vašom experimente (dobu zachytávania uvoľneného plynu máte poznačenú), za ako dlho by sa spotreboval všetok cukor, ktorý ste dali do kvásku? Predpokladajte, že hmotnosť glukózy vytvorenej z cukru je rovnaká, ako hmotnosť nerozštiepeného cukru. Aký objem CO_2 by sa vyprodukoval pri premene všetkého cukru, ktorý ste dali do kvásku?

Nepodaril sa vám experiment? Nevadí, máte ešte jednu kocku droždia, môžete ho zopakovať. Už viete, kde ste urobili chybu, takže tentoraz to vyjde.

Experiment sa vám vydaril na prvý pokus a neviete, čo máte robiť s druhou kockou? Skúste niektorý z receptov na jedlo z kvasníc, ktoré ste uviedli v eseji a dajte nám vedieť, či vám chutilo ☺.

Úloha č. 9

Napísanú esej doplňte o postup vášho experimentu, namerané hodnoty a fotodokumentáciu. Uveďte aj spôsob výpočtu a výsledky. Nezabudnite zodpovedať na všetky otázky.

Úloha č. 10

Ak sa vám úlohy páčili, napíšte nám na záver, čo bolo najzaujímavejšie. Ak sa vám nepáčili, napíšte nám prečo. Váš názor si budeme vážiť, nech už bude akýkoľvek.

Vypracované úlohy nám zašlite do 30.4.2008. V priebehu mája 2008 zaslané úlohy vyhodnotíme a najlepších riešiteľov pozveme na celoštátne kolo Olympiády mladých vedcov. Tí najlepší z najlepších sa zúčastnia na medzinárodnom kole, ktoré sa bude konať v decembri v Južnej Kórei.