

Stanovení kyselosti mléčných výrobků

Obsah

Úvod	2
Cíle	2
Teoretický úvod	3
Motivace studentů	4
Doporučený postup	4
Příprava úlohy	5
Materiály pro studenty	5
Záznam dat	5
Analýza dat	5
Syntéza a závěr	5
Hodnocení	5
Pracovní návod	7
Zadání úlohy	7
Pomůcky	7
Teoretický úvod	8
Příprava úlohy (praktická příprava)	8
Postup práce	8
Nastavení HW a SW	8
Bezpečnost práce	8
Příprava měření	9
Vlastní měření (záznam dat)	10
Analýza naměřených dat	11

Pracovní list učitele	13
Slovníček pojmů	13
Teoretická příprava úlohy	14
Vizualizace naměřených dat	14
Vyhodnocení naměřených dat	15
Závěr	15
Pracovní list studenta	17
Slovníček pojmů	17
Vizualizace naměřených dat	18
Vyhodnocení naměřených dat	19
Závěr	19

 **Zařazení do výuky**

Experiment je vhodné zařadit v rámci učiva biochemie. Učitel také zdůrazní souvislosti s výchovou ke zdravému životnímu stylu.

 **Tip**

Zajímavé a motivující může být využití kysaného mléčného výrobku z mlékáren v blízkém okolí školy.

 **Časová náročnost**

Dvě hodiny (2 x 45 min).

Čas včetně přípravy, úvodní diskuze a vyhodnocení výsledků.

 **Chemikálie**

1 litr kysaného mléčného výrobku, 1 litr 0,1 M hydroxidu sodného a pár ml fenolftaleinu.

Hydroxid sodný NaOH

R 35

S 26-36/37/39-45

Souhrn: Způsobuje těžké poleptání. Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc. Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít. V případě úrazu nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).

Nebezpečnost: C

Úvod

V následujícím laboratorním cvičení se studenti seznámí s klasickou metodou stanovení kyselosti mléčných výrobků. Pomocí alkalimetrické titrace hydroxidem sodným na indikátor fenolftalein budou studenti zjišťovat obsah kyseliny mléčné v mléčných výrobcích. Dále studenti provedou titraci s měřením aktuální pH pomocí pH elektrody a sestojí graf titrační křivky. Zde určí bod ekvivalence a ze spotřeby hydroxidu sodného v bodě ekvivalence vypočítají koncentraci kyseliny mléčné ve vzorku.

Cíle

Studenti by měli zvládnout:

- sestavit titrační aparaturu a použít metodu titrace ke stanovení obsahu kyseliny mléčné ve vzorku
- analyzovat dosažené výsledky a vypočítat obsah kyseliny mléčné ve vzorku
- vysvětlit různý obsah kyseliny mléčné v čerstvém mléku a v kysaném mléčném výrobku

Teoretický úvod

Mléko obsahuje tzv. mléčný cukr. Jedná se o disacharid laktosu, který je složený z galaktosové a glukosové jednotky. Tyto dva monosacharidy jsou spojeny glykosidickou vazbou. V mléce jsou přítomné bakterie mléčného kvašení. Při tomto procesu bakterie postupně přeměňují laktosu na kyselinu mléčnou. Při zvyšování koncentrace kyseliny mléčné mléko kysne. Tento proces se využívá při výrobě kysaných mléčných výrobků. V kysaných výrobcích je tedy přirozeně vyšší obsah kyseliny mléčné.

Bakterie mléčného kvašení jsou např. *Lactobacillus bulgaricus*, *L. casei*, *L. delbrueckii*, *Streptococcus lactii*, *S. thermophilus* aj. Substrátem pro jejich činnost jsou šestiuhlíkaté cukry, jako glukosa a galaktosa vzniklé rozštěpením laktosy. První metabolickou dráhou je anaerobní glykolýza, při které vzniká kyselina pyrohroznová (pyruvát). V nepřítomnosti kyslíku se pyruvát účinkem bakterií mléčného kvašení přeměňuje na kyselinu mléčnou (laktát). Enzym, který kvašení způsobuje, se nazývá laktátdehydrogenáza. Zajímavé je, že stejná metabolická reakce probíhá při kvašení okurek nebo zelí. Rovněž známá svalová bolest a únava svalů pramení z práce svalů na tzv. kyslíkový dluh, při které probíhá v příčněpruhovaném svalu našich končetin právě mléčné kvašení. Vznikající laktát má pro nás ochranný význam, protože zabraňuje nadměrné zátěži a poškození organismu. Rostoucí množství laktátu ve svalu nás donutí práci na kyslíkový dluh přerušit a doplnit kyslík. Při tom sval i celý organismus regeneruje.

Energetická účinnost kvašení, které probíhá v nepřítomnosti kyslíku, je mnohem menší než v přítomnosti kyslíku. Proto vyšší organismy používají tzv. aerobní metabolismus (kyslík je přítomen) na rozdíl od anaerobního metabolismu (kyslík je nepřítomen).

Obsah kyseliny mléčné ve vzorku kysaného mléčného výrobku bude stanoven nejprve titrací s vizuální indikací

bodu ekvivalence. Zde bude využit acidobazický indikátor fenolftalein, který je v kyselém a neutrálním roztoku bezbarvý a v zásaditém roztoku přechází do červené barvy. První nadbytečná kapka přidaného odměrného činidla hydroxidu sodného takto způsobí posun pH do zásadité oblasti. To se okamžitě projeví změnou barvy indikátoru, kdy je potřeba odečíst spotřebu hydroxidu sodného. Ze zjištěné spotřeby hydroxidu sodného se vypočítá koncentrace kyseliny mléčné ve vzorku.

Další část práce můžeme nazvat potenciometrie. Titrace bude provedena znovu a pomocí pH elektrody bude bod ekvivalence stanoven potenciometricky. Závislost pH roztoku na objemu přidaného titračního činidla vyjadřuje typická sigmoidní křivka, jejíž tzv. inflexní bod je považován za konečný bod titrace. Při manuálním provedení titrace se do titrovaného roztoku postupně přidává odměrný roztok z byrety a po každém přidávku se zaznamenává hodnota pH. Ze zjištěné spotřeby hydroxidu sodného v inflexním bodě křivky se vypočítá koncentrace kyseliny mléčné ve vzorku.

Motivace studentů

Zeptáme se studentů, jaké procesy probíhají v čerstvém mléku, které necháme volně pár hodin stát na vzduchu. Jak lze získané vědomosti a dovednosti využít v praxi?

Zadáme studentům zjistit a následně vysvětlit, co je to tzv. laktosová intolerance a jakou roli při tomto problému mohou hrát právě kysané mléčné výrobky.

Zmíníme historii výroby kysaných mléčných výrobků a především vliv kysaných mléčných výrobků na zdraví člověka.

Doporučený postup

1. Studenti pracují ve dvojicích.
2. Každá dvojice dostane „pracovní návod“ a každý student dostane „pracovní list“.
3. Studenti si nejprve přečtou návod a pak začnou pracovat na experimentu.

Příprava úlohy

Před provedením práce studenti vypracují slovníček pojmů v „pracovním listu“ a zodpoví připravené otázky. Učitel zkontroluje jejich práci..

Materiály pro studenty

Studenti dostanou „pracovní návod“ a „pracovní list“.

„Pracovní návod“ postupně provede studenty přípravou a řešením celé laboratorní úlohy.

Do „pracovního listu“ studenti zaznamenají zjištěná data, provedou jejich analýzu a vypracují odpovědi na otázky.

Záznam dat

1. Výsledky všech titrací s vizuální indikací bodu ekvivalence zpracují studenti do přehledné tabulky. Povedou výpočet aritmetického průměru spotřeby titračního činidla NaOH. Ze získaného průměru spotřeby NaOH, který odpovídá bodu ekvivalence, studenti vypočítají obsah kyseliny mléčné ve vzorku.
2. Výsledek titrace s měřením pH po přidání určitého množství titračního činidla NaOH představuje graf titrační křivky. Graf studenti vytisknou a přiloží k protokolu. Na grafu studenti vyznačí bod ekvivalence.

Analýza dat

Získané výsledky umožní studentům odpovědět na otázky v „pracovním listu“. V učitelské verzi jsou uvedeny vhodné správné odpovědi na zadané otázky.

Syntéza a závěr

Studenti vyplní „pracovní listy“. Studenti shrnou dosažené výsledky a vysvětlí je. Učitel se studenty provede diskuzi na téma mléčné kvašení v přírodě.

Hodnocení

- Sestavili a použili studenti správně titrační aparaturu?

- Sestavili a použili studenti správně měřící zařízení Pasco?
- Získali studenti správnou podobu titrační křivky a dokázali správně vysvětlit její tvar?
- Vypočítali studenti správně obsah kyseliny mléčné ve vzorku kysaného mléčného výrobku?
- Zdůvodnili studenti přítomnost a množství kyseliny mléčné ve vzorku kysaného mléčného výrobku?
- Vypracovali studenti správně „pracovní list“ a odpověděli na všechny zadané otázky?



CHEMIE

17

• CHEMIE

laboratorní cvičení č. 17

Stanovení kyselosti mléčných výrobků (návod)

Zadání úlohy

Stanovit obsah kyseliny mléčné v kysaném mléčném výrobku.

Pomůcky

- počítač s USB portem
- PASPORT USB Link (Interface) nebo Xplorer
- PASPORT pH Sensor
- pH elektroda
- software DataStudio
- titrační aparatura: stojan, svorka, držák na byretu, byreta, titrační baňka (4 ks), kádinka (250 ml)
- příprava roztoků: odměrná baňka (1000 ml), odměrná baňka (100 ml), nálevka, kádinka (250 ml)
- elektronické váhy
- ochranné pracovní pomůcky
- destilovaná voda (asi 2000 ml)
- 0,1 M NaOH (příprava: 4 g NaOH rozpustíte asi ve 100 ml destilované vody a doplňte objem roztoku na 1 litr)
- Hydroxid sodný NaOH

PRACOVNÍ NÁVOD



Bezpečnost práce

Dodržujte instrukce pro práci s vybavením PASCO.

Hydroxid sodný je žíravá látka, vyvarujte se přímého kontaktu.

V případě potřísnění pokožky nebo očí proveďte důkladné omytí nebo výplach vodou.

Používejte ochranné pracovní prostředky (plášť, brýle, rukavice).

Teoretický úvod

Mléko obsahuje tzv. mléčný cukr. Jedná se o disacharid laktosu, který je složený z galaktosové a glukosové jednotky. V mléce jsou přítomné bakterie mléčného kvašení. Při tomto procesu bakterie postupně přeměňují laktosu na kyselinu mléčnou. Při zvyšování koncentrace kyseliny mléčné mléko kysne. Tento proces se využívá při výrobě kysaných mléčných výrobků. V kysaných výrobcích je tedy přirozeně vyšší obsah kyseliny mléčné.

Při alkalimetrické titraci přidáváme z byrety titrační roztok zásady na kyselinu, která je přítomna ve vzorku a představuje analyt. Indikaci bodu ekvivalence provedeme vizuálně pomocí změny barvy acidobazického indikátoru. Objem titračního roztoku zásady, která právě zreaguje s kyselinou ve vzorku, ověříme pomocí grafu měření pH proti objemu přidávaného NaOH. Zde rozlišíme bod ekvivalence podle charakteristického průběhu titrační křivky.

Příprava úlohy (praktická příprava)

Vypracujte slovníček pojmů v „pracovním listu“ a odpovězte na zadané otázky. Poté pracujte přesně podle pokynů v pracovním návodu.

Postup práce

Nastavení HW a SW

1. Připojte pH elektrodu k pH senzoru. PH senzor připojte do Portu číslo 1 na levé straně GLX.
2. Zapněte Xplorer GLX tlačítkem vpravo dole (Power button) a na základní obrazovce (Home screen) zvolte Data Files (stiskněte tlačítko „fajfka“). Zmáčkněte tlačítko F4 vpravo dole (Files) a zvolte možnost New File (stiskněte tlačítko „fajfka“).
3. Na základní obrazovce (Home screen) zvolte F4 (Sensor screen). Dále zmáčkněte tlačítko F1 (Mode) a vyberte Manual (stiskněte tlačítko „fajfka“).
4. Otevře se vám obrazovka Data Properties. Stiskněte tlačítko „fajfka“ a napište

pomocí klávesnice GLX „objem NaOH“. Stiskněte tlačítko „fajfka“. Šipkou se posuňte o pole dolů a stiskněte tlačítko „fajfka“. Napište jednotku „ml“ a stiskněte tlačítko „fajfka“. Potvrďte svou volbu tlačítkem F1.

5. Na základní obrazovce „Home screen“ zvolte F1 (Graf) a změňte na ose x grafu zdroj dat místo času na objem NaOH včetně jednotky ml.

Příprava měření

Kalibrace pH senzoru:

1. Provedte dvoubodovou kalibraci pH senzoru. (Podrobný návod je přiložen k pH senzoru a pH elektrodě.)
2. Připravte si dva kalibrační roztoky o pH 4 a pH 7 nebo 10.
3. Na základní obrazovce (Home screen) stiskněte F4 (Sensors). Zde opět zmáčkněte F4 (Sensors) a pomocí šipky a tlačítka „fajfka“ zvolte možnost kalibrace (Calibrate).
4. Provedte dvoubodovou kalibraci (je zvolena možnost Calibration Type 2 Point).
5. Opláchněte pH elektrodu deionizovanou vodou a ponořte ji do kalibračního roztoku pH 4.
6. Šipkou se posuňte dolů na řádek Pt 1 (pH) a zmáčkněte tlačítko „fajfka“. Napište číselnou hodnotu kalibračního roztoku (4,0) a zmáčkněte tlačítko „fajfka“. Posuňte se o řádek níže a zmáčkněte F3 (Read Pt 1).
7. Vytáhněte pH elektrodu z prvního kalibračního roztoku, opláchněte ji deionizovanou vodou a ponořte ji do kalibračního roztoku pH 7 nebo 10.
8. Šipkou se posuňte dolů na řádek Pt 2 (pH) a zmáčkněte tlačítko „fajfka“. Napište číselnou hodnotu kalibračního roztoku (7,0 nebo 10,0) a zmáčkněte tlačítko „fajfka“. Posuňte se o řádek níže a zmáčkněte F4 (Read Pt 2).
9. Zmáčkněte F1 (OK) pro uložení nastavení kalibrace pH elektrody.

Příprava měření:

1. Učitel připraví 0,1 M roztok hydroxidu sodného: 4 gramy NaOH se rozpustí v asi 100 ml destilované vody, přelije do 1000 ml odměrné baňky a doplní destilovanou vodou po rysku.
2. Učitel připraví acidobazický indikátor fenolftalein: 0,1 g FFT se rozpustí v 80 ml 96% ethanolu a doplní destilovanou vodou na objem 100 ml. Barevný přechod FFT je v rozmezí pH 8,2 až 10,0 z bezbarvé do červené barvy při pH vyšším než je uvedené rozmezí.
3. Učitel zajistí vhodný kysaný mléčný výrobek (1000 ml).

Příprava titrační aparatury:

1. Sestavte titrační aparaturu podle pokynů učitele.
2. Ze zásobního roztoku 0,1 M NaOH si odlijte asi 100 ml do připravené kádinky.

3. Pod byretu dejte kádinku na odpad a propláchněte byretu nejprve destilovanou vodou a pak odměrným roztokem NaOH.
4. Byretu naplňte odměrným roztokem NaOH a nastavte meniskus roztoku správně na nulu. Zkontrolujte, aby zejména ve spodní části pipety nebyly vzduchové bublinky.
5. Připravte techniku Pasco podle požadavků této úlohy.

Vlastní měření (záznam dat)

Část 1: Stanovení obsahu kyseliny mléčné titrací s vizuální indikací bodu ekvivalence.

1. Do titrační baňky nebo kádinky nalijte 20 ml vzorku mléka, přidejte asi 150 ml destilované vody a 10 kapek fenolftaleinu.
2. Titrujte vzorek mléka s indikátorem do trvale růžového zbarvení roztoku.
3. Zapište si spotřebu titračního činidla NaOH a proveďte další dvě přesné titrace.
4. Aritmetický průměr dosažených spotřeb titračního činidla NaOH použijte k výpočtu obsahu kyseliny mléčné ve vzorku.

Část 2: Vytvoření grafu závislosti pH (obsahu kyseliny mléčné ve vzorku) na množství přidaného titračního činidla (objem NaOH v ml).

1. Proveďte titraci stejným postupem, ale nyní s připojenou pH elektrodou. Přidávejte NaOH po 1 ml a použijte předem nastavený režim „Manual sampling“, abyste zaznamenali hodnotu pH po každém přidaném ml NaOH.
2. Ponořte pH elektrodu do vzorku kysaného mléka. Otevřete Graf a zmáčkněte Start/Stop button. V pravém horním rohu se objeví blikající praporek.
3. Přidejte do vzorku 1 ml titračního činidla NaOH, promíchejte roztok a zmáčkněte tlačítko „praporek“. Napište 1 a zmáčkněte F1. Přístroj zaznamená hodnotu pH po přidání 1 ml NaOH.
4. Přidejte do vzorku další ml titračního činidla NaOH, promíchejte roztok a zmáčkněte tlačítko „praporek“. Napište 2 a zmáčkněte F1. Přístroj zaznamená hodnotu pH po přidání dalšího ml NaOH.
5. Opakujte přidávání NaOH a měření pH a sledujte tvorbu grafu na obrazovce Xploreru. Zmáčkněte F1 (Auto Scale).
6. Výsledný graf závislosti pH vzorku kysaného mléčného výrobku na přidávání roztoku NaOH ukazujte titrační křivku této reakce.
7. Výsledky zpracujte rovněž do přehledné tabulky.
8. Připojte k Xploreru počítač (vybavený DataStudio softwarem) nebo přímo tiskárnu a vytiskněte graf a tabulku závislosti pH (obsahu kyseliny mléčné ve vzorku) na množství přidaného titračního činidla (objem NaOH).

Analýza naměřených dat

1. Srovnajte spotřebu titračního činidla NaOH a množství titračního činidla NaOH, které odpovídá bodu ekvivalence na titrační křivce v grafu.
2. Vypočítejte obsah kyseliny mléčné ve vzorku. Využijte aritmetický průměr spotřeb NaOH a množství NaOH, které odpovídá bodu ekvivalence na titrační křivce.

Stanovení kyselosti mléčných výrobků pracovní list (učitel)

Slovníček pojmů

S využitím dostupných zdrojů vysvětlete následující pojmy:



Acidobazická titrace

Acidobazická titrace je metoda analytické chemie, která využívá reakce mezi kyselinou a zásadou k určení koncentrace vzorku.

Acidimetrie

Při acidimetrii přidáváme roztok kyseliny o známé koncentraci ke známému objemu vzorku zásady neznámé koncentrace. Ze spotřeby odměrného činidla kyseliny vypočítáme koncentraci zásady ve vzorku.

Alkalimetrie

Při alkalimetrii přidáváme roztok zásady o známé koncentraci ke známému objemu vzorku kyseliny neznámé koncentrace. Ze spotřeby odměrného činidla zásady vypočítáme koncentraci kyseliny ve vzorku.

Bakterie mléčného kvašení

*Bakterie mléčného kvašení jsou např. *Lactobacillus bulgaricus*, *L. casei*, *L. delbrueckii*, *Streptococcus lactii*, *S. thermophilus* aj. Tyto bakterie v nepřítomnosti kyslíku přeměňují mléčný cukr laktosu na kyselinu mléčnou (laktát).*

Laktosa

Laktosa je tzv. mléčný cukr, který se nachází v produktu mléčné žlázy savců. Jedná se o disacharid, který je složen z glukosové a galaktosové monosacharidové jednotky. Je to základní výživová složka mateřského mléka savců.

Kyselina mléčná

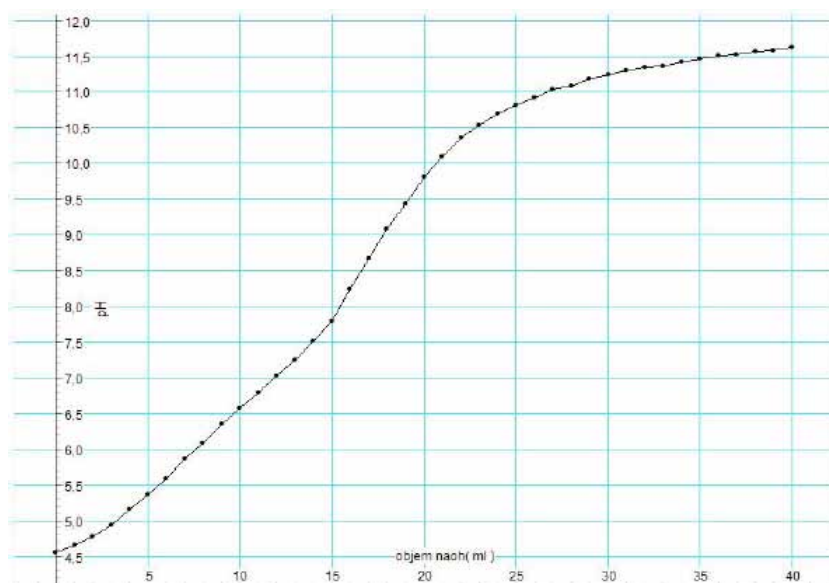
Kyselina mléčná je tříuhlíkatá karboxylová kyselina, která obsahuje na uhlíku číslo dvě karbonylovou skupinu. Patří mezi substituční deriváty karboxylových kyselin, které nazýváme oxokyseliny (ketokyseliny).

Teoretická příprava úlohy

1. Jakým způsobem vzniká v kysaném mléčném výrobku kyselina mléčná?
2. Jak se mění vlastnosti mléčného výrobku se zvyšujícím se obsahem kyseliny mléčné?
3. Jak můžeme zjistit obsah kyseliny mléčné ve vzorku?

Vizualizace naměřených dat

1. Připojte k Xploreru počítač (vybavený DataStudio softwarem) nebo přímo tiskárnu a vytiskněte graf a tabulku závislosti pH (obsahu kyseliny mléčné ve vzorku) na množství přidaného titračního činidla (objem NaOH).
2. Je také možné uložit soubor s daty na přenosný FlashDisk a pracovat na počítači (vybaveném DataStudio softwarem) později nebo např. v učebně s dataprojekto-rem, kde je možné titrační křivku studentům velmi názorně promítnout.



Ukázka grafu závislosti pH na objemu NaOH

Vyhodnocení naměřených dat

1. Při reakci kyseliny mléčné s hydroxidem sodným reagují ekvimolární množství obou látek.
2. Molární koncentraci kyseliny mléčné ve vzorku v jednotkách mol/l proto vypočítáme ze vztahu: $c(\text{kyselina mléčná}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})/V(\text{kyselina mléčná})$.
3. Hmotnostní koncentraci kyseliny mléčné v g/l získáme vynásobením molární koncentrace molární hmotností ze vztahu:
 $c_m(\text{kyselina mléčná}) = c(\text{kyselina mléčná}) \cdot M(\text{kyselina mléčná})$.
4. Obsah kyseliny mléčné ve vzorku vyjádříme také ve stupních kyselosti:
 $x(^{\circ}\text{D}) = V_{\text{NaOH}}(\text{ml}) \cdot 4,5$.

Tabulka výsledků titrace s vizuální indikací bodu ekvivalence:

<i>Položka</i>	<i>Hodnota</i>
Spotřeba odměrného činidla 0,1 M NaOH číslo 1	
Spotřeba odměrného činidla 0,1 M NaOH číslo 2	
Spotřeba odměrného činidla 0,1 M NaOH číslo 3	
Aritmetický průměr spotřeb NaOH	
Molární koncentrace kyseliny mléčné ve vzorku	
Hmotnostní koncentrace kyseliny mléčné ve vzorku	
Obsah kyseliny mléčné ve stupních kyselosti	

Závěr

1. Čerstvé mléko obsahuje zpravidla málo kyseliny mléčné (několik $^{\circ}\text{D}$).
2. Zkyslé mléko včetně kysaných mléčných výrobků obsahuje kyseliny mléčné více (několik desítek $^{\circ}\text{D}$).
3. Napište, jaký výsledný obsah kyseliny mléčné jste zjistili a jakému mléku tyto hodnoty odpovídají.

Pracovní list studenta

skupina:.....

jméno:..... třída:..... datum:.....

Slovníček pojmů

S využitím dostupných zdrojů vysvětlete následující pojmy:

Acidobazická titrace

Acidimetrie

Alkalimetrie

Bakterie mléčného kvašení

Laktosa

Kyselina mléčná

Teoretická příprava úlohy

1. Jakým způsobem vzniká v kysaném mléčném výrobku kyselina mléčná?

2. Jak se mění vlastnosti mléčného výrobku se zvyšujícím se obsahem kyseliny mléčné?

3. Jak můžeme zjistit obsah kyseliny mléčné ve vzorku?

Vizualizace naměřených dat

1. Připojte k Xploreru počítač (vybavený DataStudio softwarem) nebo přímo tiskárnu a vytiskněte graf a tabulku závislosti pH (obsahu kyseliny mléčné ve vzorku) na množství přidaného titračního činidla (objem NaOH).

Vyhodnocení naměřených dat

1. Při reakci kyseliny mléčné s hydroxidem sodným reagují ekvimolární množství obou látek.
2. Molární koncentraci kyseliny mléčné ve vzorku v jednotkách mol/l proto vypočítáme ze vztahu: $c(\text{kyselina mléčná}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})/V(\text{kyselina mléčná})$.
3. Hmotnostní koncentraci kyseliny mléčné v g/l získáme vynásobením molární koncentrace molární hmotností ze vztahu:
 $c_m(\text{kyselina mléčná}) = c(\text{kyselina mléčná}) \cdot M(\text{kyselina mléčná})$.
4. Obsah kyseliny mléčné ve vzorku vyjádříme také ve stupních kyselosti:
 $x(^{\circ}\text{D}) = V_{\text{NaOH}}(\text{ml}) \cdot 4,5$.

Tabulka výsledků titrace s vizuální indikací bodu ekvivalence:

<i>Položka</i>	<i>Hodnota</i>
Spotřeba odměrného činidla 0,1 M NaOH číslo 1	
Spotřeba odměrného činidla 0,1 M NaOH číslo 2	
Spotřeba odměrného činidla 0,1 M NaOH číslo 3	
Aritmetický průměr spotřeb NaOH	
Molární koncentrace kyseliny mléčné ve vzorku	
Hmotnostní koncentrace kyseliny mléčné ve vzorku	
Obsah kyseliny mléčné ve stupních kyselosti	

Závěr

1. Čerstvé mléko obsahuje zpravidla málo kyseliny mléčné (několik °D).

2. Zkyslé mléko včetně kysaných mléčných výrobků obsahuje kyseliny mléčné více (několik desítek °D).

3. Napište, jaký výsledný obsah kyseliny mléčné jste zjistili a jakému mléku tyto hodnoty odpovídají.