



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt: Zavádění moderních trendů do výuky potravinářské chemie
Reg.č.: CZ.1.07/1.1.28/01.0024

Výukový materiál pro obor Analýza potravin

METODY ANALÝZY POTRAVIN

4. ročník

Autor: Ing. Jitka Kempová

V Pardubicích dne 31.5.2013



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Anotace

Část tohoto výukového materiálu je zaměřena na různé způsoby stanovení sacharidů, které je založeno na jejich chemických vlastnostech. Součástí materiálu jsou také analytické postupy a vyhodnocovací tabulky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah:

Sacharidy - charakteristika	4
Příprava vzorku	7
Vlastní stanovení redukcujících cukrů	7
Stanovení redukcujících cukrů ve víně	8
Stanovení veškerých cukrů po inverzi	12
Stanovení cukru v trvanlivém pečivu	16
Metoda Luff – Schoorlova – obecný princip	18
Metoda Bertrandova – obecný princip	19
Vyhodnocovací tabulky	20

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Sacharidy - charakteristika

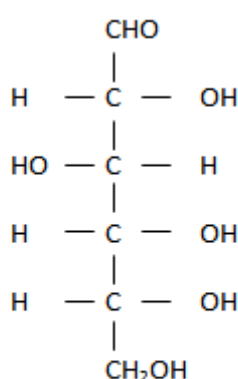
Sacharidy jsou jedny ze základních přírodních látek v rostlinných i živočišných organismech. Rostliny a ostatní autotrofní organismy je dokáží vyrábět procesem zvaným fotosyntéza z vody a oxidu uhličitého pomocí chlorofylu a sluneční energie. Ostatní organismy jsou závislé na jejich příjmu v potravě.

Jsou významným zdrojem energie a v potravinách významně ovlivňují organoleptické znaky. Jsou také vhodným substrátem pro kvašení.

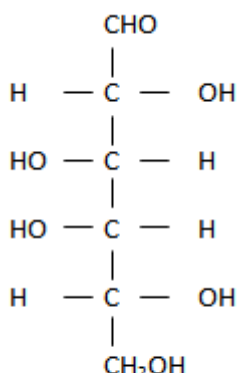
Podle chemického složení jsou sacharidy polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony. Základní stavební jednotkou všech sacharidů jsou monosacharidy (cukerné jednotky), které jsou nejjednoduššími cukry.

Podle počtu uhlíku v monosacharidické jednotce je dělíme na: triózy (3 uhlíky) až heptózy (7 uhlíků)

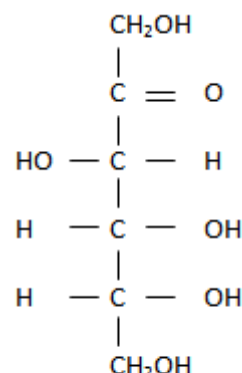
V potravinách se nejčastěji vyskytují hexózy.



D-glukóza



D-galaktóza



D-fruktóza

Jednotlivé monosacharidy se mohou řetězit a podle počtu monosacharidických jednotek je dělíme na:

- oligosacharidy (2-10 jednotek)
- polysacharidy (11 a více jednotek)

V potravinách patří mezi významné monosacharidy glukóza a fruktóza.

K významným oligosacharidům patří zejména disacharidy, které často nazýváme, stejně jako monosacharidy „cukry“. Významnými oligosacharidy jsou maltóza (vzniká při enzymatickém štěpení škrobu a je složena ze dvou molekul glukózy), sacharóza (běžný „cukr“, který se získává z řepy cukrovky a nebo z cukrové třtiny a používá se



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

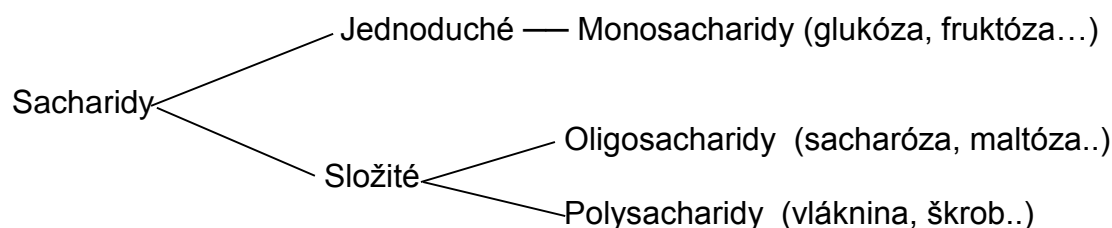


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

jako sladidlo a je složen z glukózy a fruktózy) a laktóza (je to mléčný cukr a je složený z glukózy a galaktózy).

Mezi polysacharidy řadíme vlákninu, ta je složena z molekul glukózy a nebo (jako rozpustná vláknina) z molekul fruktózy.

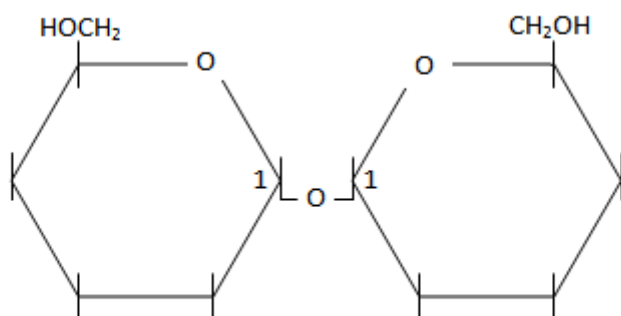


Sacharidy patří ve výživě člověka mezi nejdůležitější zdroj energie. Denní dávka sacharidů by měla krýt víc než 50% denní spotřeby energie, což odpovídá přibližně 300 – 420 g sacharidů denně. Z toho by měly tvořit maximálně 1/6 monosacharidy a oligosacharidy a 5/6 polysacharidy. V případě nedostatku sacharidů v potravě dochází v těle k úbytku tukové tkáně a následuje i úbytek svalové hmoty. Při přebytku, který je v naší republice častější, dochází k nadváze a v důsledku toho také ke zvýšení tlaku a většího výskytu cukrovky. Sacharidy se vyskytují v rostlinné stravě, výjimku tvoří laktosa (mléčný cukr) a med (produkt včel).

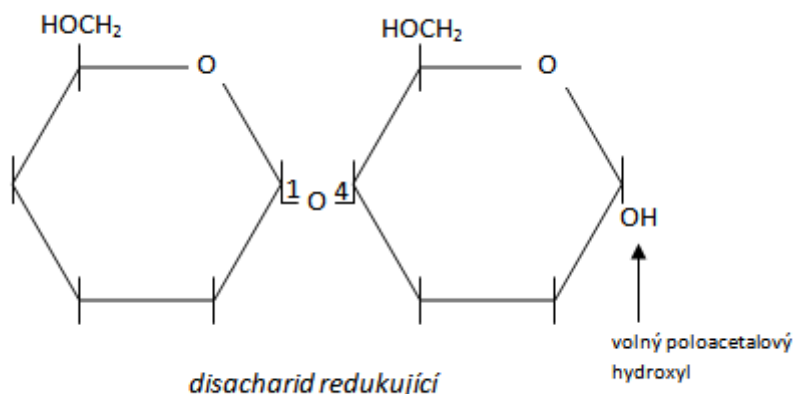
Obsah sacharidů v potravinách patří tedy mezi důležité ukazatele.

K jejich stanovení využíváme základních vlastností cukrů. Sacharidy jsou opticky aktivní látky (fyzikální vlastnost), některé cukry jsou redukující (chemická vlastnost) a také lze ke stanovení využít jejich biologické vlastnosti (zkvasitelnost).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



disacharid neredukující



disacharid redukující

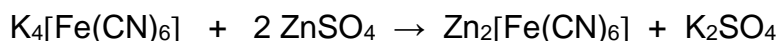
Při laboratorním rozboru je třeba brát v úvahu, že ve vzorku je přítomno více druhů sacharidů a také ostatní živiny (bílkovin, tuky...) nebo barviva, která mohou stanovení zatížit chybou. Obvykle jsou laboratorní postupy vypracovány pro stanovení sacharidů v konkrétních surovinách či výrobcích. Většina metod jsou metody empirické. U tohoto typu metod je velice důležité přesně dodržovat pracovní postup (jednotlivé časy, posloupnost a velikost přídavků chemikálií).

Příprava vzorku

Pokud se stanovení provádí u vzorků především cukrovarnických výrobků, není potřebná větší úprava vzorku. Jestliže stanovujeme sacharidy v potravinářských výrobcích a i některých surovinách, je nutná složitější izolace sacharidů ze vzorků. Tyto vzorky kromě sacharidů obsahují např. bílkoviny, tuky. Při izolaci je nutné získat čirý roztok.

Nejprve sacharidy vyloučíme do roztoku, jako rozpouštědlo používáme vodu. Ethanol používáme v případě, že potřebujeme zastavit enzymatické štěpení škrobu a nebo odstranit některé v ethanolu nerozpustné polysacharidy. Extrakční teplota je 45°C až 50°C. U materiálů s velkým obsahem tuku, jako je např. čokoláda, musí extrakční teplota odpovídat teplotě tání tuku, aby sacharidy nezůstávaly uzavřeny v tukovém obalu. Pokud materiál obsahuje velké množství škrobu, teplota extrakce nesmí způsobit zmazování škrobu.

Většina výluhů obsahuje koloidní částice. Tyto částice je nutno vyčeřit a odfiltrovat. Univerzální čiridlo není. Lze používat zásaditý nebo neutrální octan olovnatý ((CH₃COO)₂Pb). Tento roztok sráží bílkoviny, polyfenoly, polysacharidy a některá barviva. Dalším způsobem je čiření podle Carreze. Při tomto čiření smícháme roztoky Carrez I (15% roztok hexakvanoželeznatanu draselného) a Carrez II (30% roztok síranu zinečnatého):



Vznikne objemná sraženina hexakvanoželeznatanu zinečnatého. Tato sraženina dokonale odstraní bílkoviny a slizovité látky. Vzniklou sraženinu snadno odfiltrujeme a vznikne čirý roztok. Tento roztok použijeme ke vlastnímu stanovení.

Dalšími možnostmi čiření je použití např. ionexů, kyseliny fosfowolframové, aktivního uhlí nebo taninu.

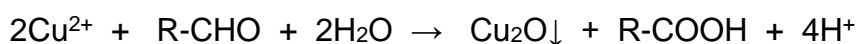
Vlastní stanovení redukcí cukrů

Redukující cukry obsahují polocetalový hydroxyl. K redukujícím cukrům patří maltóza, laktóza a všechny monosacharidy. (Sacharóza a polysacharidy jsou neredukující sacharidy).

Tyto metody využívají schopnosti redukcí cukrů **vyredukovat oxid měďný z alkalických roztoků měďnatých komplexů.**

Např. z Fehlingových roztoků.

Jak už bylo zmíněno tato reakce (vyučování oxidu měďného) není čistě stechiometrická. Je ovlivněna mnoha faktory – dobou varu, objemem roztoku...



Pro vyhodnocení byly vytvořeny tabulky.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

U všech metod, ve kterých se používají Fehlingovy roztoky musí roztok po povaření zůstat modrý. To nám zaručuje, že všechny cukry zoxidovaly. V opačném případě, je nutné použít menší množství vzorku (odpipetujeme menší část filtrátu) a tuto skutečnost zohlednit při výpočtech.

Po proběhnutí redukce lze stanovit buď množství vzniklého oxidu měďného a nebo množství nezreagovaného měďnatého kationtu. Metody můžeme rozdělit do tří skupin:

1. skupina: Oxid měďný se stanoví přímo a to buď vážkově nebo po rozpuštění titračně (manganometricky, chelatometricky)
2. skupina: Jsou to nepřímé metody. Stanovuje se nespotřebované množství měďnatého kationtu titračně (jodometricky....)
3. skupina: Alkalicko-měďnatý komplex se titruje za horka cukerným roztokem.

Stanovení redukujících cukrů ve víně

Úkol:

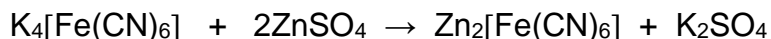
Zjistěte obsah redukujících cukrů, které zůstaly ve víně po ukončení alkoholového kvašení (= zbytkový cukr)

Princip:

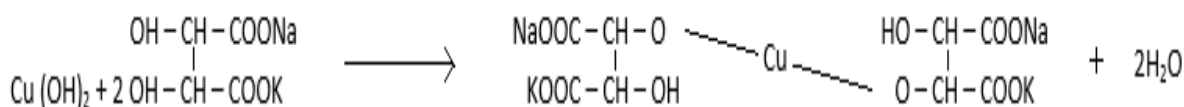
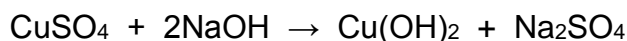
Je to nepřímá metoda. Malá část sacharidů, obsažených v moštech, většinou již nedokvasí na alkohol a zůstává ve vínech jako zbytkový cukr. Tyto monosacharidy mají schopnost vyredukovat Cu_2O z Fehlingových roztoků. Nezreagované Cu^{2+} se stanoví titračně jodometricky. Při přípravě vzorku je nutné použít číření podle Carreze.

Reakce:

1. Číření:

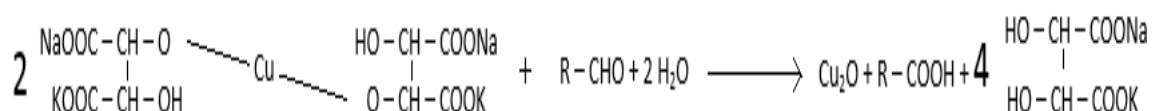


2. Smíchání Fehlingových roztoků:

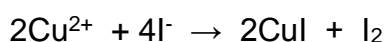


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

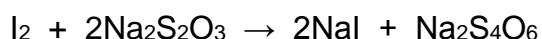
3. Reakce měďnatého komplexu s redukujícím cukrem



4. Reakce nezreagovaných Cu^{2+} s jodidem



5. Reakce jodu při titraci $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$



Pomůcky: odměrná baňka 50 ml
2x dělená pipeta 5 ml
2x pipeta 10 ml
2x titrační baňky 250 ml
nálevka
kahan
trojnožka
síťka
filtrační aparatura
titrační aparatura

Chemikálie: roztok $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ o $c = 0,1 \text{ mol/l}$
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ p.a.
roztok KI 10%
 H_2SO_4 (1:3)
škrobový maz
Carrez I (15% roztok hexakyanoželeznatenu draselného)
Carrez II (30% roztok síranu zinečnatého)
Fehling I
Fehling II

Postup:

1. Příprava a čiření vzorku:
25 ml zkoušeného vína odpipetujte do odměrné baňky o objemu 50 ml. Pomocí pipety přidejte 2,5 ml Carrezova činidla č. I, hned poté jinou pipetou přidejte 2,5 ml Carrezova činidla č. II. Krouživým pohybem baňky promíchejte obsah (vznikne



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

sraženina). Baňku doplňte po značku destilovanou vodou a obsah promíchejte. Obsah baňky přefiltruje přes papírový filtr.

Připravte si dvě titrační baňky o objemu 250 ml. Do každé z nich odpipetujte 10 ml roztoku Fehling I a 10 ml roztoku Fehling II. Obsah obou baněk krouživým pohybem promíchejte.

2. Slepý pokus – stanovení spotřeby $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ při titraci veškerých Cu^{2+} .

Do jedné ze dvou připravených titračních baněk s Fehlingovými roztoky přidejte **20 ml** destilované vody. Baňku přikryjte nálevkou (užším koncem směrem dovnitř baňky) - tato nálevka zabraňuje odpařování roztoku během varu. Takto připravenou baňku postavte na trojnožku se sítkou a zahřívejte. Od začátku varu vařte přesně 2 minuty.

Po této době ukončete var – vstříkněte malé množství vody do roztoku. Dále opláchněte. Nyní ochlaďte baňku pod tekoucí vodou.

Poté do baňky přidejte 20 ml 10% roztoku KI, 15 ml zředěné kyseliny sírové (1:3) a 5 ml škrobového mazu. Ihned titrujte odměrným roztokem $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ o $c=0,1$ mol/l (je nutno si předem zjistit přesnou koncentraci!) do odbarvení z tmavomodré barvy do smetanově bílé. Toto zbarvení musí vydržet asi 1 minutu. Spotřebu $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ si zaznamenejte.

$V_{\text{sl.p.}} =$

3. Vlastní stanovení – stanovení spotřeby $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ při titraci nezredukovaných Cu^{2+} .

Do druhé připravené titrační baňky s Fehlingovými roztoky napipetujeme místo destilované vody **20 ml filtrátu**. Další postup je shodný jako při stanovení slepého pokusu. Spotřebu $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ si zaznamenejte.

$V_2 =$

Výpočet:

1. Vypočtete přesnou koncentraci roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $c =$ (s přesností na 4 desetinná místa).
2. Vypočtete množství odměrného roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ odpovídající množství redukujícího cukru.

$$V_3 = (V_{\text{sl.p.}} - V_2) \cdot c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / 0,1000$$

3. V příslušné tabulce odečtete odpovídající množství sacharózy.

X_1

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

4. Zjištěné množství přepočítejte na množství sacharózy v g/l.

$X_2 =$

Druh vína	Množství zbytkového cukru (g/l)
suché	0 - 4
polosuché	4 - 12
polosladké	12 - 45
sladké	45 - více

Závěr:

Stanovení veškerých cukrů po inverzi

Úkol:

Stanovit veškeré cukry v mouce

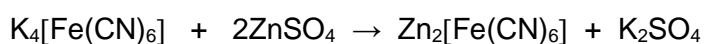
Princip:

Veškerými cukry v mouce se rozumí látky, které vyredukuje z alkalického roztoku měďnatých komplexů oxid měďný. Množství oxidu měďného je úměrné množství redukujících cukrů. Přebytek nezreagovaných měďnatých iontů se stanoví jodometricky. Měďnaté ionty reakcí s jodidem uvolní ekvivalentní množství jódu, které se ztitruje thiosíranem sodným.

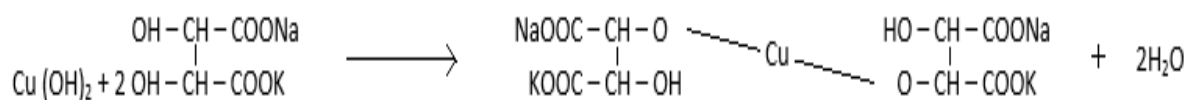
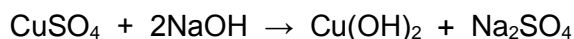
Neredukující cukry, které jsou obsaženy ve výluhu, se hydrolyzou kyselinou chlorovodíkovou převedou na monosacharidy, které jsou redukující.

Reakce:

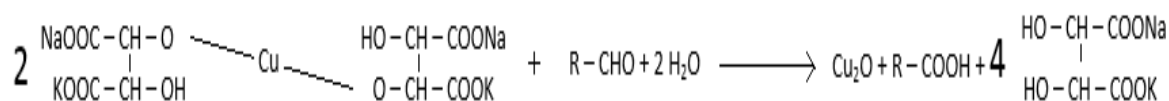
1. Čiření:



2. Smíchání Fehlingových roztoků:

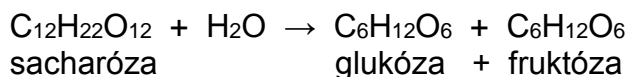


3. Reakce měďnatého komplexu s redukujícím cukrem

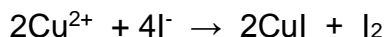


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

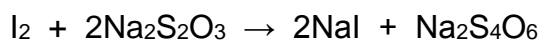
4. Hydrolýza (inverze) sacharózy



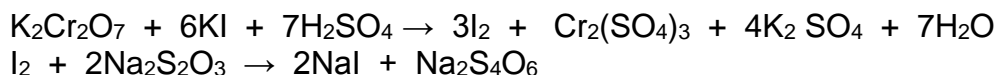
5. Reakce nezreagovaných Cu^{2+} s jodidem



6. Reakce jodu při titraci $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$



7. Standardizace $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$



Pomůcky: analytické váhy
odměrná baňka 200 ml
kahan
trojnožka
síťka
odměrná baňka 100 ml
2 x Erlenmeyerova baňka
2 x pipeta 10 ml
filtrační aparatura
titrační aparatura
teploměr

Chemikálie: Carrez I (15% roztok hexakynoželeznatanu draselného)
Carrez II (30% roztok síranu zinečnatého)
Fehling I
Fehling II
roztok $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $c = 0,1 \text{ mol/l}$
HCl 20%
NaOH 30%
KI p.a.
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ p.a.
škrobový maz
fenolftalein

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Postup:

1. Příprava a čiření výluhu:

Na analytických vahách navážíme (s přesností 0,1 mg) 5 g vzorku. Navážené množství kvantitativně převedeme do odměrné baňky na 200 ml, přidáme 100 ml destilované vody o teplotě asi 30°C a dobře promícháme. Směs necháme 30 min vyluhovat za občasného míchání. Po této době přidáme za stálého kroužení baňkou 5 ml Carreze I a 5 ml Carreze II. Pak obsah baňky vytemperujeme na 20°C a doplníme destilovanou vodou po rysku a promícháme. Obsah baňky přefiltrujeme přes suchý skládaný filtr do suché kádinky (první podíl cca 25 ml odstraníme).

2. Hydrolyza filtrátu

50 ml čirého filtrátu odpipetujeme do odměrné baňky na 100 ml. Přidáme 5 ml 20% HCl a necháme hydrolyzovat ve vodní lázni při teplotě roztoku (uvnitř baňky) 67°C až 70°C. Je nutné, aby tato teplota byla dosažena asi za 3 minuty a hydrolyza při této teplotě probíhala 5 minut. Po uplynutí této doby baňku ihned ochladíme pod tekoucí vodou. Přidáme fenolftalein a zneutralizujeme 30% NaOH do slabě růžového zbarvení. Poté obsah baňky vytemperujeme na 20°C, doplníme po rysku a promícháme. S tímto roztokem dále pracujeme jako se „základním roztokem“

3. Stanovení redukcujících cukrů

Do Erlenmeyerovy baňky na 300 ml odpipetujeme 10 ml roztoku Fehling I a 10 ml roztoku Fehling II, přidáme pipetou 10 ml základního roztoku a 20 ml destilované vody. Celkový objem kapaliny je 50 ml. Baňku postavíme na síťku nad kahan, přikryjeme hodinovým sklíčkem a přivedeme k varu. Obsah baňky se musí začít vařit za 3 minuty. Po dosažení varu udržujeme obsah baňky v mírném varu přesně 2 minuty (měříme stopkami). Pak baňku rychle ochladíme pod tekoucí vodou za stálého míchání.

4. Titrační stanovení nezreagovaných iontů Cu^{2+}

K ochlazenému roztoku přidáme 3 g krystalického KI a po jeho rozpuštění přidáme zředěnou kyselinu sírovou. Uvolněný jód titrujeme $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Před koncem titrace přidáme škrobový maz jako indikátor a titrujeme do odbarvení tmavomodrého zbarvení (do smetanové barvy), které vydrží nejméně 3 minuty stálé.

5. Slepý pokus

Stejným způsobem (body 3 a 4) provedeme slepý pokus tak, že místo základního roztoku použijeme 10 ml destilované vody. Tedy do Erlenmeyerovy baňky na 300 ml odpipetujeme 10 ml roztoku Fehling I a 10 ml roztoku Fehling II a 30 ml destilované vody. Dále pokračujeme stejně.

6. Standardizace $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Je nutné provést standardizaci odměrného roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ na základní látku $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výpočet:

1. Zjištění přesné koncentrace odměrného roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

A, Výpočet teoretické navážky základní látky $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, předpokládaná spotřeba $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ je 20 ml.

B, Výpočet přesné koncentrace $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) =$

2. Výpočet množství cukrů v %

A, $V_1 = V_{\text{sl.p}} - V_{\text{vz}}$
 V_{vz} je spotřeba $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ při stanovení vzorku
 $V_{\text{sl.p}}$ je spotřeba $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ při slepém pokusu

B, Přepočet množství $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ na $c = 0,1000 \text{ mol/l}$

Tabulky udávající odpovídající množství sacharózy jsou sestaveny na koncentraci $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $c = 0,1000 \text{ mol/l}$.

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{0,1000}$$

C, V tabulkách najdeme odpovídající množství cukru.

D, Výpočet množství cukru v %

$$X = \frac{m_a \cdot 100}{m_b}$$

m_a je množství sacharózy odečtené z tabulek (mg)

m_b je množství vzorku obsaženého v podílu výluhu odpipetovaného ke stanovení (mg)

$$m_b = \frac{m_{\text{vz}} \cdot V_{\text{odp.}}}{V_{\text{výl.}}}$$

m_{vz} je navážka vzorku v mg

$V_{\text{odp.}}$ je podíl výluhu odpipetovaného ke stanovení v ml (v našem případě 10 ml)

$V_{\text{výl.}}$ je celkový objem výluhu v ml (v našem případě 200 ml)

3. Přepočet na sušinu vzorku

$$X_{\text{suš.}} = \frac{x \cdot \text{sušina vzorku}}{100}$$

Závěr:

Stanovení cukru v trvanlivém pečivu

Úkol:

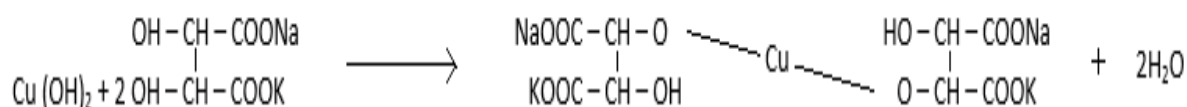
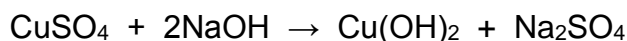
Určit množství cukru ve vzorku.

Princip:

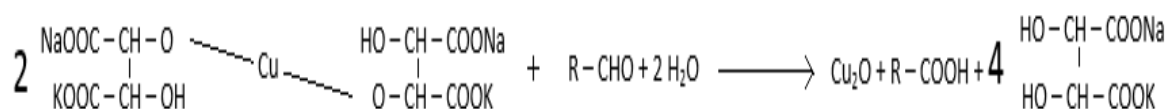
Přímo redukující i cukry po inverzi se v trvanlivém pečivu stanoví nejčastěji Lane-Eynonovou metodou. Tato metoda se používá u vzorků s větším množstvím cukru, kdy by mohlo dojít k vyčerpání Fehlingových roztoků. Při této metodě se cukerným roztokem za varu titruje alkalický měďnatý roztok připravený z roztoků Fehling I a Fehling II. Titruje se do zmizení modrého zbarvení titrovaného roztoku. Pro přesnější určení konce titrace se používá indikátor methylová modř. Při této metodě dochází k redukci veškerého měďnatého roztoku na oxid měďný.

Reakce:

1. Smíchání Fehlingových roztoků:



2. Reakce měďnatého komplexu s redukujícím cukrem



Pomůcky: Erlenmeyerova baňka 250 – 300 ml

2 x pipeta 5 ml

byreta 50 ml

teploměr

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Chemikálie: Carrez I (15% roztok hexakynoželeznatanu draselného)
Carrez II (30% roztok síranu zinečnatého)
Fehling I
Fehling II
methylová modř

Postup:

1. Orientační stanovení:

Do širokohrdlé Erlenmeyerovy baňky na 250 až 300 ml napipetujeme Fehlingovy roztoky v tomto množství:

- obsahuje-li 100 ml vzorku asi 1 až 3 g redukujících cukrů, napipetujeme 5 ml roztoku Fehling I a 5 ml roztoku Fehling II
- obsahuje-li 100 ml vzorku asi 2,5 až 8 g redukujících cukrů, napipetujeme 12,5 ml roztoku Fehling I a 12,5 ml roztoku Fehling II

Byretu na 50 ml naplníme zkoušeným vzorkem. Stojan s byretou umístíme tak, aby ústí byrety bylo těsně nad hrdlem Erlenmeyerovy baňky umístěné nad kahanem nebo elektrickým vaříčem. Do Erlenmeyerovy baňky s napipetovanými Fehlingovými roztoky dáme varné kuličky a z byrety přidáme 15 ml zkoušeného cukerného roztoku. Obsah baňky přivedeme během 2 až 3 minut do varu. Po jedné minutě varu přidáme 2 až 3 kapky methylové modře a z byrety připouštíme malé dávky cukerného roztoku za stálého míchání, až dojde k úplnému odbarvení methylové modře. Nesmí dojít k přerušení varu. Titraci je nutné dokončit v celkovém čase 3 minut varu.

2. Vlastní stanovení:

Titraci zopakujeme, tentokrát přidáme téměř veškerý cukerný roztok potřebný k dokončení titrace, aby k vlastnímu dokončení zbývalo 0,5 až 1 ml cukerného roztoku. (Od spotřeby z orientačního stanovení odečteme 0,5 až 1 ml). Roztok se přivedeme během 2 až 3 minut k varu a vaříme 2 minuty, pak přidáme 2 až 5 kapek methylové modře a titraci dokončíme malými přídávky cukerného roztoku během 1 minuty.

Výpočet:

K titrační spotřebě cukerného roztoku odečteme v tabulkách odpovídající množství redukujících cukrů (v mg) ve 100 ml zkoušeného roztoku.

Obsah cukru v % se vypočítá:

$$x = \frac{m_c \cdot V}{m_b \cdot 1000}$$

m_c je množství redukujícího cukru (mg) ve 100 ml zkoušeného roztoku nalezené v tabulce

V je původní objem cukerného roztoku (ml)

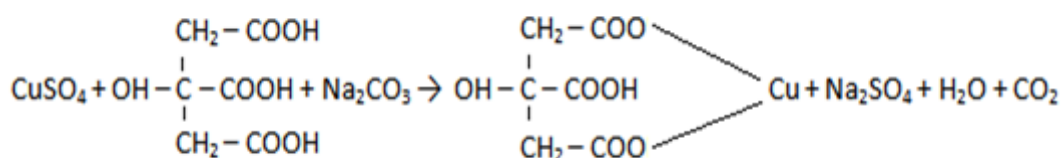
m_b je navážka vzorku v původním objemu (g)

Závěr:

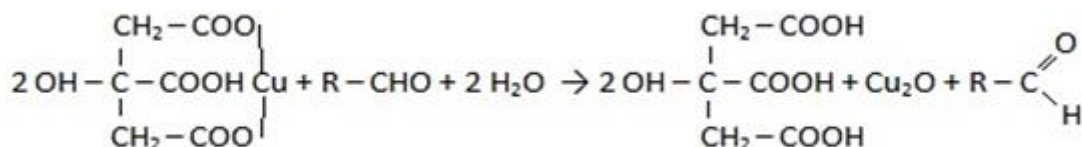
Metoda Luff – Schoorlova – obecný princip

Je to nepřímá metoda. Používá se jako rozhodčí metoda. Rozdíl od Schoorlovy metody je ve složení Fehlingových roztoků. Při této metodě se používá roztok síranu měďnatého (Fehling I) a směs kyseliny citronové a uhličitanu sodného (Fehling II). Tento roztok je méně alkalický a méně agresivní. Po smíchání vzniká měďnatý komplex s kyselinou citronovou. Zjištění nezreagovaného množství Cu^{2+} je shodné se Schoorlovou metodou. Jsou vypracovány tabulky pro vyhodnocení této metody

Reakce smíchání Fehlingových roztoků a vznik měďnatého komplexu kyseliny citronové:



Reakce redukujícího cukru s měďnatým komplexem

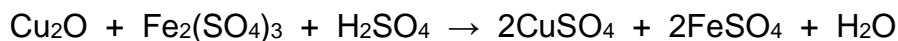


Metoda Bertrandova – obecný princip

Je to příklad přímé metody, stanovujeme tedy vzniklé množství oxidu měďného. Tato metoda je vhodná pro širokou škálu materiálů. Mezi výhody patří dobrá reprodukovatelnost, nevýhodou je její poměrně velká pracnost.

Reakce mezi redukujícími cukry a Fehlingovými roztoky je shodná s Schoorlovou metodou. Vzniklý oxid měďný se promyje a rozpustí v kyselém prostředí v roztoku hydrogensíranu železitého. Při tom dojde k redukci ekvivalentního množství Fe^{3+} na Fe^{2+} . Vzniklé Fe^{2+} se stanoví manganometricky. I tato metoda má svoje tabulky ke zjištění množství cukrů.

Reakce rozpouštění Cu_2O :



Reakce manganometrického stanovení Fe^{2+} :



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vyhodnocovací tabulky

Celé ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	desetiny ml										$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
					mg	sacharóz														
1	3,04	3,35	3,67	3,99	4,29	4,61	4,93	5,24	5,55	5,87										
2	6,18	6,49	6,80	7,11	7,43	7,75	8,06	8,37	8,68	9,00										
3	9,31	9,61	9,92	10,24	10,53	10,83	11,13	11,44	11,74	12,05										
4	12,35	12,67	12,99	13,32	13,64	13,96	14,29	14,61	14,93	15,26										
5	15,58	15,90	16,23	16,55	16,87	17,19	17,52	17,84	18,16	18,49										
6	18,81	19,13	19,46	19,78	20,10	20,42	20,75	21,07	21,39	21,72										
7	22,04	22,35	22,67	22,98	23,29	23,61	23,92	24,23	24,55	24,86										
8	25,28	25,50	25,82	26,14	26,47	26,79	27,11	27,43	27,76	28,08										
9	28,41	28,74	29,07	29,40	29,73	30,07	30,40	30,73	31,06	31,40										
10	31,73	32,05	32,37	32,70	33,02	33,34	33,66	33,99	34,31	34,64										
11	34,96	35,29	35,63	35,96	36,29	36,62	36,96	37,29	37,62	37,95										
12	38,28	38,62	38,95	39,28	39,61	39,95	40,28	40,61	40,94	41,28										
13	41,61	41,94	42,27	42,61	42,94	43,27	43,60	43,94	44,27	44,60										
14	44,94	45,27	45,60	45,93	46,27	46,60	46,93	47,26	47,59	47,93										
15	48,36	48,59	48,92	49,26	49,59	49,92	50,26	50,59	50,92	51,25										
16	51,59	51,94	52,29	52,64	52,99	53,34	53,69	54,04	54,40	54,75										
17	55,10	55,46	55,82	56,18	56,54	56,91	57,27	57,63	57,99	58,35										
18	58,71	59,06	59,41	59,76	60,12	60,47	60,82	61,17	61,52	61,87										
19	62,22	62,59	62,96	63,33	63,71	64,08	64,45	64,82	65,19	65,56										
20	65,93	66,30	66,67	67,04	67,41	67,78	68,15	68,52	68,89	69,26										
21	69,63	70,00	70,38	70,75	71,12	71,49	71,86	72,23	72,60	72,97										
22	73,34	73,72	74,10	74,48	74,86	75,24	75,62	76,00	76,38	76,76										
23	77,14	77,52	77,90	78,28	78,66	79,04	79,42	79,80	80,18	80,56										
24	80,94	81,32	81,70	82,08	82,46	82,84	83,22	83,60	83,98	84,36										
25	84,74	85,12	85,50	85,88	86,26	86,64	87,02	87,40	87,78	88,26										

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Stanovení invertního cukru odměrným roztokem $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ o $c = 0,1 \text{ mol/l}$ podle Schoorla

Celé ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	desetin ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3.20	3.53	3.86	4.19	4.52	4.85	5.18	5.51	5.84	6.17
2	6.50	6.83	7.16	7.49	7.82	8.15	8.48	8.81	9.14	9.47
3	9.80	10.12	10.44	10.76	11.08	11.40	11.72	12.04	12.36	12.68
4	13.00	13.34	13.68	14.02	14.36	14.70	15.04	15.38	15.72	16.06
5	16.40	16.74	17.08	17.42	17.76	18.10	18.44	17.87	19.12	19.49
6	19.80	20.14	20.48	20.82	21.16	21.50	21.84	22.18	22.52	22.86
7	23.20	23.53	23.86	24.19	24.52	24.85	25.18	25.51	25.84	26.17
8	26.50	26.84	27.18	27.52	27.86	28.20	28.54	28.88	29.22	29.56
9	29.90	30.25	30.60	30.95	31.30	31.65	32.00	32.35	32.70	33.05
10	33.40	33.74	34.08	34.42	34.76	35.10	35.44	35.78	36.12	36.46
11	36.80	37.15	37.50	37.85	38.20	38.55	38.90	39.25	39.60	39.95
12	40.30	40.65	41.00	41.35	41.70	42.05	42.40	42.75	43.10	43.45
13	43.80	44.15	44.50	44.85	45.20	45.55	45.90	46.25	46.60	46.95
14	47.30	47.65	48.00	48.35	48.70	49.05	49.40	49.75	50.10	50.45
15	50.80	51.15	51.50	51.85	52.20	52.55	52.90	53.25	53.60	53.95
16	54.30	54.67	55.04	55.41	55.78	56.15	56.52	56.89	57.26	57.63
17	58.00	58.38	58.76	59.14	59.52	59.90	60.28	60.66	61.04	61.42
18	61.80	62.17	62.54	62.91	63.28	63.65	64.02	64.39	64.76	65.13
19	65.50	65.89	66.28	66.67	67.06	67.45	67.84	68.23	68.62	69.01
20	69.40	66.79	70.18	70.57	70.96	71.35	71.74	72.13	72.52	72.91
21	73.30	73.69	74.08	74.47	74.86	75.25	75.64	76.03	76.42	76.81
22	77.20	77.60	78.00	78.40	78.80	79.20	79.60	80.00	80.40	80.80
23	81.20	81.60	82.00	82.40	82.80	83.20	83.60	84.00	84.40	84.80
24	85.20	85.60	86.00	86.40	86.80	87.20	87.60	88.00	88.40	88.80
25	89.20	89.60	90.00	90.40	90.80	91.20	91.60	92.00	92.40	92.90

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Stanovení veškerých redukujících cukrů vyjádřených jako sacharóza odměrným roztokem $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ o $c = 0,1 \text{ mol/l}$ podle Luff-Schoorla

Celé ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	desetin 3,76ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$									
	0	1	2	3	4	55,98	6	7	8	9
	mg sacharo									
0	-	0,22	0,44	0,66	0,88	1,11	1,33	1,55	1,77	1,99
1	2,21	2,43	4,65	2,87	3,09	3,32	3,54	3,76	3,98	4,20
2	4,42	4,64	4,87	5,09	5,31	5,54	5,76	5,98	6,20	6,43
3	6,65	6,88	7,11	7,34	7,57	7,80	8,02	8,25	8,48	8,71
4	8,94	9,17	9,40	9,63	9,86	10,10	10,33	10,56	10,79	11,02
5	11,25	11,48	11,71	11,94	12,17	12,40	12,63	12,86	13,09	13,32
6	13,55	13,78	14,01	14,24	14,47	14,70	14,93	15,16	15,39	15,62
7	15,85	16,09	16,33	16,57	16,81	17,05	17,29	17,53	17,27	18,01
8	18,25	18,49	18,73	18,97	19,21	19,45	19,68	19,92	20,16	20,40
9	20,64	20,88	21,12	21,36	21,60	21,84	22,08	22,32	22,56	22,80
10	23,04	23,28	23,53	23,77	24,02	24,26	24,50	24,75	24,99	25,24
11	25,48	25,72	25,97	26,21	26,46	26,70	26,94	27,19	27,43	27,68
12	27,92	28,17	28,42	28,67	28,92	29,17	29,41	29,66	29,91	30,16
13	30,41	30,66	30,91	31,16	31,41	31,67	31,92	32,17	32,43	32,68
14	32,93	33,19	33,44	33,70	33,95	34,21	34,46	34,72	34,97	35,23
15	35,48	35,74	36,00	36,27	36,53	36,79	37,05	37,31	37,58	37,84
16	38,10	38,36	38,63	38,89	39,15	39,42	39,68	39,94	40,20	40,47
17	40,73	41,00	41,27	41,54	41,81	42,08	42,34	42,61	42,88	43,15
18	43,42	43,69	43,96	44,23	44,50	44,78	45,05	45,32	45,59	45,86
19	46,13	46,41	46,67	46,96	47,23	47,51	47,79	48,06	48,34	48,61
20	48,89	49,17	49,44	49,72	49,99	50,27	50,55	50,82	51,10	51,37
21	51,65	51,93	52,21	52,50	52,78	53,06	53,34	53,62	53,91	54,19
22	54,47	54,75	55,03	55,32	55,60	55,88	56,161	56,44	56,73	57,01

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Stanovení veškerých redukujících cukrů vyjádřených jako sacharóza odměrným roztokem $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ o $c = 0,1 \text{ mol/l}$ podle Schoorla

Celé ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	desetin ml										$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	mg sacharó																			
1	3.04	3.35	3.67	3.99	4.29	4.61	4.93	5.24	5.55	5.87	3.04	3.35	3.67	3.99	4.29	4.61	4.93	5.24	5.55	5.87
2	6.18	6.49	6.80	7.11	7.43	7.75	8.06	8.37	8.68	9.00	6.18	6.49	6.80	7.11	7.43	7.75	8.06	8.37	8.68	9.00
3	9.31	9.61	9.92	10.24	10.53	10.83	11.13	11.44	11.74	12.05	9.31	9.61	9.92	10.24	10.53	10.83	11.13	11.44	11.74	12.05
4	12.35	12.67	12.99	13.32	13.64	13.96	14.29	14.61	14.93	15.26	12.35	12.67	12.99	13.32	13.64	13.96	14.29	14.61	14.93	15.26
5	15.58	15.90	16.23	16.55	16.87	17.19	17.52	17.84	18.16	18.49	15.58	15.90	16.23	16.55	16.87	17.19	17.52	17.84	18.16	18.49
6	18.81	19.13	19.46	19.78	20.10	20.42	20.75	21.07	21.39	21.72	18.81	19.13	19.46	19.78	20.10	20.42	20.75	21.07	21.39	21.72
7	22.04	22.35	22.67	22.98	23.29	23.61	23.92	24.23	24.55	24.86	22.04	22.35	22.67	22.98	23.29	23.61	23.92	24.23	24.55	24.86
8	25.28	25.50	25.82	26.14	26.47	26.79	27.11	27.43	27.76	28.08	25.28	25.50	25.82	26.14	26.47	26.79	27.11	27.43	27.76	28.08
9	28.41	28.74	29.07	29.40	29.73	30.07	30.40	30.73	31.06	31.40	28.41	28.74	29.07	29.40	29.73	30.07	30.40	30.73	31.06	31.40
10	31.73	32.05	32.37	32.70	33.02	33.34	33.66	33.99	34.31	34.64	31.73	32.05	32.37	32.70	33.02	33.34	33.66	33.99	34.31	34.64
11	34.96	35.29	35.63	35.96	36.29	36.62	36.96	37.29	37.62	37.95	34.96	35.29	35.63	35.96	36.29	36.62	36.96	37.29	37.62	37.95
12	38.28	38.62	38.95	39.28	39.61	39.95	40.28	40.61	40.94	41.28	38.28	38.62	38.95	39.28	39.61	39.95	40.28	40.61	40.94	41.28
13	41.61	41.94	42.27	42.61	42.94	43.27	43.60	43.94	44.27	44.60	41.61	41.94	42.27	42.61	42.94	43.27	43.60	43.94	44.27	44.60
14	44.94	45.27	45.60	45.93	46.27	46.60	46.93	47.26	47.59	47.93	44.94	45.27	45.60	45.93	46.27	46.60	46.93	47.26	47.59	47.93
15	48.36	48.59	48.92	49.26	49.59	49.92	50.26	50.59	50.92	51.25	48.36	48.59	48.92	49.26	49.59	49.92	50.26	50.59	50.92	51.25
16	51.59	51.94	52.29	52.64	52.99	43.34	53.69	54.04	54.40	54.75	51.59	51.94	52.29	52.64	52.99	43.34	53.69	54.04	54.40	54.75
17	55.10	55.46	55.82	56.18	56.54	56.91	57.27	57.63	57.99	58.35	55.10	55.46	55.82	56.18	56.54	56.91	57.27	57.63	57.99	58.35
18	58.71	59.06	59.41	59.76	60.12	60.47	60.82	61.17	61.52	61.87	58.71	59.06	59.41	59.76	60.12	60.47	60.82	61.17	61.52	61.87
19	62.22	62.59	62.96	63.33	63.71	64.08	64.45	64.82	65.19	65.56	62.22	62.59	62.96	63.33	63.71	64.08	64.45	64.82	65.19	65.56
20	65.93	66.30	66.67	67.04	67.41	67.78	68.15	68.52	68.89	69.26	65.93	66.30	66.67	67.04	67.41	67.78	68.15	68.52	68.89	69.26
21	69.63	70.00	70.38	70.75	71.12	71.49	71.86	72.23	72.60	72.97	69.63	70.00	70.38	70.75	71.12	71.49	71.86	72.23	72.60	72.97
22	73.34	73.72	74.10	74.48	74.86	75.24	75.62	76.00	76.38	76.76	73.34	73.72	74.10	74.48	74.86	75.24	75.62	76.00	76.38	76.76
23	77.14	77.52	77.90	78.28	78.66	79.04	79.42	79.80	80.18	80.56	77.14	77.52	77.90	78.28	78.66	79.04	79.42	79.80	80.18	80.56
24	80.94	81.32	81.70	82.08	82.46	82.84	83.22	83.60	83.98	84.36	80.94	81.32	81.70	82.08	82.46	82.84	83.22	83.60	83.98	84.36
25	84.74	85.12	85.50	85.88	86.26	86.64	87.02	87.40	87.78	88.16	84.74	85.12	85.50	85.88	86.26	86.64	87.02	87.40	87.78	88.16

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Stanovení redukujících cukrů metodou Lane-Eynonovou při použití 10 ml Soxhletova roztoku

Spotřeba cukerného roztoku ml	Glukosa	Fruktosa	Maltosa bezvodá redukujících	Maltosa monohydrát cukrů	Laktosa bezvodá ve 100 ml	Laktosa monohydrát roztoku
	mg					
15	327,0	348,0	515,0	542,0	432,0	455,0
16	307,0	327,0	482,0	507,0	405,0	426,0
17	289,0	308,0	453,0	477,0	381,0	401,0
18	274,0	291,0	427,0	450,0	359,0	378,0
19	260,0	276,0	405,0	426,0	340,0	358,0
20	247,4	262,5	383,8	404,0	323,0	340,0
21	235,8	250,6	365,1	384,3	307,6	323,8
22	225,5	239,6	348,1	366,4	293,6	309,1
23	216,1	229,1	332,5	350,0	280,6	295,4
24	207,4	220,0	318,3	335,0	268,8	282,9
25	199,3	211,3	305,4	321,4	258,0	271,6
26	191,8	203,3	293,4	308,8	248,0	261,0
27	184,9	196,0	282,2	297,0	238,5	251,1
28	178,5	189,3	271,8	286,1	230,0	242,1
29	172,5	183,1	262,2	276,0	222,2	233,8
30	167,0	172,2	253,3	266,6	214,7	226,0
31	161,8	171,7	244,7	257,8	207,8	218,7
32	156,9	166,5	237,2	249,7	201,3	211,9
33	152,4	161,6	229,8	241,9	159,3	205,6
34	148,0	157,0	222,9	234,6	189,7	199,7
35	143,9	152,6	216,2	227,6	184,3	194,0
36	140,0	148,6	210,0	221,1	179,2	188,6
37	136,4	144,7	204,3	215,0	174,3	183,5
38	132,9	140,9	198,7	209,2	169,8	178,7
39	129,6	137,3	193,6	203,8	165,4	174,1
40	126,5	134,0	188,6	198,5	161,2	169,7
41	123,6	130,9	184,3	193,7	157,6	165,9
42	120,8	127,9	179,4	188,8	153,8	161,9
43	118,1	125,1	175,1	184,3	150,2	158,1
44	115,5	122,4	171,0	180,0	147,0	154,7
45	113,0	119,8	167,1	175,9	143,7	151,3
46	110,6	117,2	163,4	172,0	140,6	148,0
47	108,4	114,7	159,9	168,3	137,8	145,1
48	106,2	112,4	156,5	164,7	135,0	142,1
49	104,1	110,2	153,1	161,2	132,2	139,2
50	102,2	108,0	150,1	158,0	129,8	136,6

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Stanovení redukujících cukrů metodou Lane-Eynonovou při použití 25 ml Soxhletova roztoku

Spotřeba cukerného roztoku ml	Glukosa	Fruktosa	Maltosa bezvodá redukujících	Maltosa monohydrát cukrů	Laktosa bezvodá ve 100 ml	Laktosa monohydrát roztoku
	mg					
15	801,0	849,0	1319,0	1388,0	1093,0	1150,0
16	751,0	796,0	1233,0	1298,0	1022,0	1076,0
17	707,0	750,0	1159,0	1220,0	960,0	1010,0
18	668,0	708,0	1093,0	1151,0	906,0	952,0
19	633,0	672,0	1034,0	1088,0	855,0	900,0
20	601,5	638,0	980,7	1032,3	811,8	854,5
21	572,9	608,1	932,5	981,6	772,3	812,4
22	547,3	580,6	888,7	935,5	735,8	774,5
23	523,6	555,5	848,7	893,2	703,0	740,0
24	501,9	532,5	811,8	854,5	673,1	708,5
25	482,0	511,5	778,1	819,0	645,5	679,5
26	463,7	491,9	747,0	786,3	620,1	652,7
27	446,8	474,0	718,2	756,0	596,5	627,9
28	431,1	457,2	691,5	727,9	574,6	604,8
29	416,4	441,6	666,6	701,7	554,1	583,3
30	402,7	427,0	643,4	677,3	535,1	563,3
31	389,7	413,3	621,6	654,3	517,5	544,8
32	377,6	400,5	601,4	633,1	501,0	527,4
33	366,3	388,5	582,4	613,0	485,5	511,0
34	355,6	377,3	564,6	594,3	470,8	495,6
35	345,6	366,7	547,7	576,5	457,0	480,1
36	336,3	356,6	531,7	559,7	443,9	467,3
37	327,4	347,0	516,7	543,9	431,6	454,3
38	318,8	338,1	502,5	528,9	420,0	442,1
39	310,7	329,6	489,0	514,7	409,0	430,5
40	303,1	321,5	476,2	501,3	398,5	419,5
41	295,9	313,7	464,1	488,5	388,6	409,0
42	289,0	306,2	452,5	476,3	379,1	399,1
43	282,4	299,2	441,5	464,7	370,2	389,7
44	276,1	292,5	430,9	453,6	361,7	380,7
45	270,1	286,2	420,9	443,0	353,5	372,1
46	264,3	280,0	411,4	433,1	345,7	363,9
47	258,8	274,2	402,4	423,6	338,2	356,0
48	253,5	268,6	393,7	414,4	330,9	348,3
49	248,4	263,2	385,2	405,5	324,0	341,0
50	243,6	258,0	377,3	397,2	317,5	334,2



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Použité zdroje a literatura:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Sacharidy>

http://cs.wikipedia.org/wiki/Sacharidy_ve_v%C3%BD%C5%BEiv%C4%9B_%C4%8Dlov%C4%9Bka

ŽÁČEK, Zdeněk a Aleš ŽÁČEK. *Potravinářské tabulky*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1994, 484 s. ISBN 80-042-4474-2.

SKOUPIL, Jan a Zdeňka LECJAKSOVÁ. *Chemické kontrolní metody*. Praha: SNTL, 1988, 280 s.