



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

FACULTY OF CHEMISTRY

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

## CHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA PLODŮ SLIVONĚ MIRABELKY

CHEMICAL CHARACTERISTICS OF FRUIT MIRABELLE PLUM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Leona Lukšová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.

BRNO 2017

## Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1106/2016  
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií  
Studentka: **Leona Lukšová**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Potravinářská chemie  
Vedoucí práce: **RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.**  
Akademický rok: 2016/17

### Název bakalářské práce:

Chemická charakteristika plodů slivoně mirabelky

### Zadání bakalářské práce:

Teoretická část:

- 1) Stručná charakteristika rostlinného poddruhu slivoň mirabelka (*Prunus insititia*)
- 2) Biologicky aktivní látky obsažené v mirabelkách a využití tohoto ovoce
- 3) Lyofilizace - popis metody
- 4) Raw potraviny, smoothie a využití lyofilizovaného ovoce

Experimentální část:

- 1) Zpracování mirabelkových plodů při nízkých teplotách
- 2) Stanovení chemických charakteristik připravených polotovarů
- 3) Vyhodnocení získaných dat a interpretace výsledků

### Termín odevzdání bakalářské práce: 19.5.2017

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí bakalářské práce.

Leona  
Lukšová  
student(ka)

RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.  
vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.  
vedoucí ústavu

V Brně dne  
31.1.2017

prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.  
děkan

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá stanovením chemických a fyzikálních charakteristik sušené, lyofilizované a kompotované mirabelky nancyské.

Teoretická část je věnována původu, ekonomickému významu slivoní, botanickému zařazení mirabelky a dalším poddruhům, které patří do rodu slivoní. Dále je popsána nejšetrnější metoda uchování potravin - lyofilizace. Součástí této práce je také téma raw stravy a popis biologicky aktivních látek obsažených v mirabelce nancyské.

V experimentální části byly analyzovány tyto charakteristiky mirabelkových plodů: celkové množství sušiny, refraktometrická sušina, stanovení redukujících cukrů, titrační kyselost, obsah fenolických látek a vitamínu C.

Bylo zjištěno, že lyofilizované ovoce obsahuje 16,8 hm. % redukujících cukrů, což je méně než sušené s hodnotou 18,0 hm. %. Obsahuje i méně titrovatelných kyselin - 56,7 mmol/l oproti kyselinám v sušených mirabelkách - 72,7 mmol/l.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Mirabelka, sušené ovoce, lyofilizované ovoce, kompotované ovoce, celková sušina, rozpustná sušina, redukující cukry, titrační kyselost, fenolické látky, vitamin C.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with chemical and physical analysis of dried, lyophilized and stewed fruit, specially Mirabelle de Nancy.

Theoretical part is devoted to the origin, the economic importance of plums, the botanical classification of Mirabelle de Nancy and other subspecies belonging to the genus Prunus.

Subsequently the most economical method of preserving food called lyophilization is described. Part of this work is also the theme of raw food and description of biologically active substances contained in this fruit.

In the experimental part, these characteristics of Mirabelle de Nancy were analyzed: total solids, soluble solids, determination of reducing sugars, titratable acidity, phenolic substances and ascorbic acid.

It has been found that the lyophilized fruit contains 16,8 wt. % of reducing sugars which is less than dried fruit with a value of 18,0; wt. %. It also contains less titratable acids with a value of 59,7 mmol/l versus 72,7 mmol/l in dried fruit.

## **KEYWORDS**

Mirabelle, dried fruit, lyophilized fruit, stewed fruit, total solids, soluble solids, reducing sugars, titratable acidity, total phenolics, ascorbic acid.

## CITACE

LUKŠOVÁ, L. *Chemická charakteristika plodů slivoně mirabelky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2017. 64 s. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D..

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje byly správně a úplně citovány. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

V Brně dne 24. 05. 2017

.....  
Podpis studenta

### **Poděkování:**

*Na tomto místě bych chtěla poděkovat RNDr. Mileně Vespalcové, Ph.D. za ochotu, trpělivost, pomoc, cenné rady, vstřícnost a odborné vedení v průběhu psaní mé bakalářské práce.*

## OBSAH

1	Úvod .....	8
2	Teorie .....	9
2.1	Slivoň mirabelka .....	9
2.1.1	Původ a historie slivoní .....	9
2.1.2	Ekonomický význam slivoní .....	9
2.1.3	Botanické zařazení mirabelky .....	10
2.2	Zástupci druhu slivoň švestka .....	12
2.2.1	Švestka .....	12
2.2.2	Špendlík .....	13
2.2.3	Mirabelka .....	13
2.2.4	Myrobalán .....	14
2.2.5	Pološvestka .....	15
2.2.6	Slívy .....	15
2.2.7	Renklóda .....	15
2.2.8	Rozlišení myrobalánu, mirabelky a špendlíku .....	15
2.2.9	Využití mirabelky v potravinářství .....	16
2.3	Lyofilizace .....	16
2.3.1	Lyofilizace obecně .....	16
2.3.2	Princip lyofilizace .....	16
2.3.3	Průběh lyofilizace .....	16
2.3.4	Využití lyofilizace .....	18
2.3.5	Rozdíl mezi sušením a lyofilizací .....	18
2.3.6	Lyofilizátor .....	19
2.4	Raw potraviny .....	20
2.4.1	Obecně o raw potravinách .....	20
2.4.2	Několik úhlů pohledu na raw stravu .....	20
2.4.3	Smoothie .....	21
2.5	Biologicky aktivní látky .....	21
2.5.1	Sacharidy .....	22

2.5.2	Fenolické látky.....	27
2.5.3	Vitamin C.....	28
3	Experimentální část.....	29
3.1	Analyzované ovoce.....	29
3.2	Příprava ovoce k analýzám.....	29
3.3	Stanovení celkové sušiny.....	29
3.4	Refraktometrické stanovení cukerné sušiny.....	30
3.5	Stanovení titrační kyselosti.....	31
3.6	Stanovení celkových fenolických látek pomocí Folin–Ciocalteuova činidla.....	32
3.7	Stanovení redukujících sacharidů dle Bertranda a gravimetricky.....	34
3.7.1	Stanovení redukujících sacharidů dle Bertranda.....	34
3.7.2	Gravimetrická metoda stanovení cukrů.....	36
3.8	Stanovení vitamínu C.....	36
3.9	Statistické zpracování naměřených dat.....	37
4	Diskuze a výsledky.....	38
4.1	Stanovení refraktometrické sušiny.....	38
4.2	Stanovení celkové sušiny.....	42
4.3	Stanovení redukujících sacharidů.....	42
4.4	Stanovení titrační kyselosti.....	44
4.5	Stanovení vitamínu C.....	46
4.6	Stanovení celkových fenolických látek.....	47
5	Závěr.....	49
6	Literatura.....	51
7	Seznam použitých zkratk.....	54
8	Přílohy.....	55

# 1 ÚVOD

Slivoň mirabelka je malá peckovina dozrávající v srpnu, která má pravidelné a vysoké výnosy a její plody jdou dobře od pecky. Využívá se především pro přímou konzumaci, pro zpracování na kompoty a díky své cukernatosti i na pálení alkoholických nápojů. U nás je známý kultivar mirabelka nancyská, jež k nám přišla z Francie v 18.století.

I přes její časté zaměňování s myrobalánem a špendlíkem se stále více dostává do povědomí zahrádkářů a stoupá její oblíbenost. Oblíbena je především díky velmi sladké chuti plodů, odolnosti vůči šarce, odolnosti vůči mrazu ve dřevě i v květu a nenáročnosti na půdu.

Mirabelky obsahují řadu velmi důležitých biologicky aktivních látek, které jsou prospěšné pro lidské zdraví. Obsahují minerální látky, lehce stravitelné cukry, vitamíny, enzymy a fenolické látky. Ty jsou z mnoha hledisek prospěšné lidskému zdraví. Díky nízkému obsahu kyselin jsou mirabelky vhodné pro konzumenty s přecitlivělostí na ovoce s velkým obsahem těchto kyselin, jako je například kiwi, pomeranč nebo citron, a pro malé děti. Z tohoto důvodu by měl být volen co nejšetrnější způsob uchování, který tyto zdraví prospěšné látky nezničí.

Mirabelka patří ke skupině ovoce, které se dá velmi dobře uchovat lyofilizací. Lyofilizace je šetrná metoda sušení, respektive vymrazování, při nízkých teplotách, při kterém si ovoce zanechá přirozený tvar, barvu a chuť a nemusí být uměle dobarvováno nebo doslazováno. Lyofilizace je ale také nejdražší způsob uchování ovoce a díky tomu se dostává jen k omezenému množství lidí. Většinou se lyofilizované ovoce přidává do müsli nebo je využíváno v cukrářském odvětví, například na zdobení dortů. Mirabelky se bohužel lyofilizované neprodávají vůbec.

K nejoblíbenějším a nejvíce využívaným metodám uchování potravin však stále patří sušení a v poslední řadě i kompotování.

## 2 TEORIE

### 2.1 Slivoň mirabelka

#### 2.1.1 Původ a historie slivoní

Obecný pojem slivoně zahrnuje několik druhů ovoce, jako jsou slívy, pravé švestky, pološvestky, mirabelky, špendlíky, renklódy a myrobalány. Původně byly slivoně rozšířené v Asii na území Kavkazu, v Malé Asii, východní a střední Evropě a Severní Americe. Pod Kavkazem se nachází oblast s největším výskytem planých typů slivoní a slív. Na naše území se rozšířily ve 14. století za vlády Karla IV. Díky primitivní selekci z nich vzešly současné typy „domácí švestky“, které mají různé názvy v závislosti na regionu, kde rostou. Na území východní Moravy se jim například říká „trnky“ [1, 2].

#### 2.1.2 Ekonomický význam slivoní

V minulosti měly slivoně velký ekonomický význam ve státech s dlouhou hospodářskou tradicí, což jsou skoro všechny evropské státy, především střední a jihovýchodní Evropa. V posledních letech však mají na produkci slivoní velkou zásluhu převážně USA a Čína, která je jejich největším světovým producentem. Rozrůstá se i pěstování slivoní v Chile a Argentině. Ve východní Evropě naopak klesá díky změně politického systému. Extrémní mrazy v roce 1987 způsobily propad produkce v Polsku. Nejvýznamnějšími evropskými producenty slivoní jsou v současnosti Rumunsko a Německo.

V celosvětovém měřítku jsou slivoně po jablkách, hruškách a broskvích čtvrtým nejvýznamnějším druhem ovoce mírného pásma. Současná světová produkce jablek je 60 milionů tun, slivoní je to 10 milionů tun, za nimi jsou jahody a meruňky s produkcí kolem 3 milionů tun.

V České republice jsou slivoně podle počtu stromů druhým nejrozšířenějším ovocným druhem. Bohužel velká část stromů roste volně a bez ošetření a jsou často napadeny šarkou. Proto je produkce plodů neúměrně malá v poměru k počtu stromů.

Slivoně se zpracovávají ze 44 % na slivovici, z 18 % na povidla, marmelády, kompoty a z 38 % se konzumují v čerstvém stavu [1, 3].

### 2.1.3 Botanické zařazení mirabelky

Slivoň mirabelka patří do oddělení krytosemenných rostlin. Název oddělení je odvozen od vajíček, která jsou ukryta v pestících, tudíž se semena nachází v plodu vzniklém ze stěny semeníku. Krytosemenné rostliny se dělí na primitivní krytosemenné rostliny (Magnoliopsida), jednoděložné rostliny (Liliopsida) a pravé (vyšší) dvouděložné rostliny (Rosopsida), což jsou rostliny s menším a ustáleným počtem květních částí. Mirabelka patří do vyšších dvouděložných rostlin.

Dále patří do čeledi růžovité. Zástupci této čeledi jsou velmi kosmopolitní, v pletivech mají vonné silice a glykosidy a jejich společným znakem je češule v květech a redukovaný nebo chybějící endosperm v semenech.

Slivoň je rod, který v sobě zahrnuje velké množství opadavých stromů a keřů s nahnědlou kůrou. Na světě je kolem 430 druhů tohoto rodu. Květní pupeny mají po jednom až dvou květech, které nasedají na krátké květní stopky. Květy jsou bílé až růžové, s pěti korunními a pěti kališními lístky, rostoucí samostatně nebo v květenstvích. Plody rodu slivoní jsou vždy peckovice s pečkou, která je ze stran zploštělá, nejčastěji podlouhlá.

Slivoň švestka je dle botaniky a pomologie dělena do několika poddruhů, jako jsou slivoně, špendlíky, mirabelky, renklódy, švestky, pološvestky a myrobalány [1, 2, 4].



Obrázek 1 *Mirabelka nancyská* [7]

Tabulka 1 Klasifikace mirabelky nancyské [5]

	Taxonomické zařazení	
<b>Soustava</b>	Živé organismy	Vitae
<b>Doména</b>	Jaderní	Eukaryota
<b>Říše</b>	Rostliny	Plantae
<b>Podříše</b>	Cévnaté rostliny	Tracheobionta
<b>Oddělení</b>	Krytosemenné rostliny	Magnoliophyta
<b>Třída</b>	Vyšší dvouděložné rostliny	Rosopsida
<b>Řád</b>	Růžotvaré	Rosales
<b>Čeleď</b>	Růžovité	Rosacea
<b>Podčeleď</b>		Amygdaloideae
<b>Rod</b>	Slivoň	Prunus
<b>Druh</b>	Slivoň švestka	Prunus domestica
	Slivoň obecná	Prunus insititia
<b>Poddruh (kultivar)</b>	mirabelka nancyská	Prunus domestica L. subsp. syriaca
		Prunus insititia cv. 'Mirabelka nancyská'

## 2.2 Zástupci druhu slivoň švestka

Tabulka 2 Zástupci druhu slivoň [5]

Slivoň švestka	<i>Prunus domestica</i>
Slivoň špendlík	<i>Prunus domestica ssp. Drap d'Or d'Espéren</i>
Slivoň mirabelka	<i>Prunus domestica syriaca</i>
Slivoň myrobalán	<i>Prunus cerasifera</i>
Slivoň slíva	<i>Prunus domestica subsp. insititia</i>
Slivoň renklóda	<i>Prunus domestica subsp. italica</i>

### 2.2.1 Švestka

Jelikož se švestka v přírodě nevyskytuje v plané formě, je pravděpodobné, že vznikla přirozenou hybridizací trnky a myrobalánu. Rozšířila se z Kavkazu a Malé Asie.

Stromy jsou vysoké od 6 do 12 metrů. Listy jsou elipsovité, na rubu chloupkaté. Květy jsou bílé, na vnější straně ochmýřené. Švestky mají protáhlé a oválné plody, které mohou mít barvu světle zelenou, zelenou, žlutou, červenou nebo fialovou a jsou zašpičatělé na obě strany. Dužnina jde velmi dobře od pecky, která je zploštělá, oválná a špičatá na obě strany.

Švestka dobře snáší zimu a je nenáročná na půdu, lépe se jí však daří ve středně teplé a vlhké půdě. V současnosti je velká snaha vyšlechtit odrůdu, která by byla imunní proti šarce. Zatím se podařilo pouze vyšlechtit odrůdu tolerantní vůči šarce. To znamená, že pokud je strom napaden, neodumírá, a hlavně se z něho šarka dále nemůže šířit.

Chuť plodu je sladká a výrazně aromatická. Švestky obsahují mnoho minerálních látek, například fosfor, draslík, vápník nebo hořčík a pro svůj vysoký obsah cukru a příjemné aroma jsou s velkou oblibou využívány k výrobě slivovice, ale také povidel [1, 3, 6].



Obrázek 2 Slivoň švestka [6]

### 2.2.2 Špendlík

Slivoň špendlík byl dříve velmi rozšířen po celé České republice. V Čechách byl však napaden šarkou a prakticky odtud vymizel. Nyní se tam vyskytují pouze stromy nově zasazené. Na Moravě je možné ještě stále najít několik původních, starých stromů [7].

V současnosti se špendlík vysazuje jen ojediněle.

Jsou známé 2 poddruhy slivoně špendlík, a to špendlík katalánský a špendlík žlutý.

Špendlík katalánský má korunu velmi větvenou, ale malou. Lístky jsou malé, jen 67–85 mm dlouhé a 27–40 mm široké, chloupkaté, kopinaté nebo eliptické. Kvetou velmi hojně, jednotlivé květy jsou malé a bílé se zelenavým nádechem. Jednotlivé plody váží 12–18 g, bývají asi 35 mm dlouhé, 25 mm široké a na jednom boku lehce stlačené. Ostrý a velmi hluboký žlábek dělí plod na dvě části. Stopka je 15 mm dlouhá, světle zelená a chloupkatá. Slupka je velmi tvrdá, zlatavě žlutá a na straně osvětlené sluncem červeně tečkovaná. Dužnina je jemná a tuhá, ale s příjemnou nasládlou chutí. Malá pecka jde lehce oddělit od dužniny. Zraje podle počasí, většinou kolem 20. července. Jakmile uzraje, neudrží se na stopce a sama odpadává [8].

### 2.2.3 Mirabelka

U nás je známý kultivar mirabelka nancyská. Je to stará odrůda neznámého původu, která se k nám rozšířila z Francie v 18. století. Je to kultivar druhu slivoně a je jednou ze starých osvědčených odrůd slivoní.

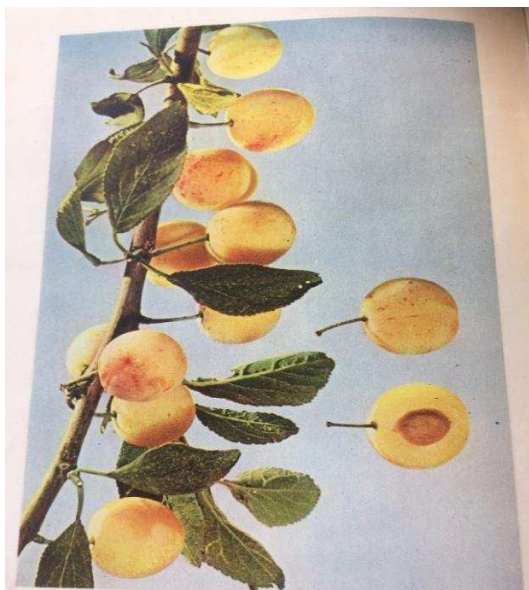
Strom má korunu širokou a kulatou. Plodnost se dostavuje brzy a úrodnost je velká díky tomu, že mirabelka kvete pozdě a uniká mrazům, a je také každoroční. Vyžaduje vlhké a teplé polohy. V suchých půdách jsou plody malé a ve vlhkých půdách nedosahují jakosti.

Pupeny jsou 5–6 mm dlouhé, listy mají elipsovitý tvar. Řapík listu je 1–1,5 cm dlouhý, chloupkatý, vrchol listu je zašpičatělý. Povrch listu je tmavě zelený a matný. Květy mají plátky elipsovité o délce 1 cm a šířce 8 mm. Korunní plátky se dotýkají a jsou bílé.

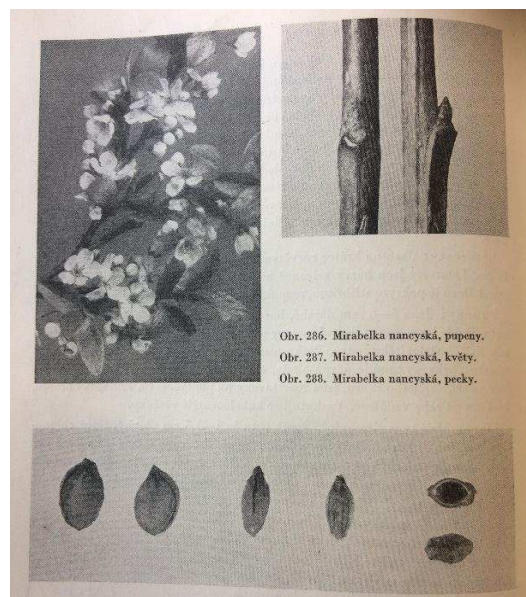
Kulovité plody peckovice jsou drobné, jeden váží 8–12 g a jsou zelenožluté barvy. Povrch části plodu, kam svítí slunce, je karmínově tečkován. Slupka jde lehce sloupnout, dužnina je sladká, šťavnatá, aromatická a dobře se odděluje od pecky, která je malá a oválná. Pokud se plody včas sklídí, vydrží v chladárně i několik týdnů. Plody se dají dobře sklízet setřepáním ze stromů.

Mirabelka je odolná vůči šarce, houbovými chorobami trpí málo. Jako podnož se pro mirabelku využívá myrobalán.

Tento kultivar je vhodný pro všechny pěstitelské oblasti. A jako jediný svého druhu je v České republice registrovaný. Plody jsou chutné, dobré jak pro přímý konzum, tak pro zpracování na kompoty. Nejčastěji se mirabelky využívají díky své vysoké cukernatosti na pálení alkoholických nápojů [1, 2, 7].



Obrázek 3 Mirabelka nancyská [1]



Obrázek 4 Pupy, květy a pecky mirabelky nancyské [1]

#### 2.2.4 Myrobalán

Myrobalán roste jako strom do výšky 4–10 m nebo jako keř do výšky 1,5 m. Větve jsou tenké a trnité, koruna úzká, listy oválné, kopinaté nebo vejčité. Listy nejsou ochmýřené nebo jen velmi lehce. Bílé květy se rozvíjejí před listy a kvetou časně. Plody dozrávají od srpna do září.

Plody jsou malé, kulaté, lysé, žluté až červené barvy, podobající se třešním. Malá a hladká pecka je srostlá s dužninou, která je měkká, vodnatá, nakyslá nebo nasládlá, avšak charakteristickým znakem je kyselá slupka, která nejde oloupat. Chuť je obvykle podřadná.

V některých zemích se myrobalán pěstuje pro plody, to je například Indie, Irák nebo Rumunsko. U nás se myrobalán využívá především jako podnož pro slívy a švestky. Myrobalán není náročný na podnebí, a proto se dá pěstovat velmi snadno na mnoha místech světa. Je mrazuvzdorný, takže se mu daří i na severu. Některé odrůdy myrobalánu mají velkou toleranci vůči suchu, což má využití jako podnož pro suché, písčité půdy jižní Moravy. Mají velmi dobře se vyvíjející kořenovou soustavu [1, 2].

### **2.2.5 Pološvestka**

Plody pološvestek nejsou protáhlé a oválné jako plody švestek a jejich dužnina je měkčí. Pološvestky jdou od pecky hůře, pecka je oválnější, kulatější a u stopky není špičatá. U nás je rozšířený kultivar Pološvestka gabrovská, která byla vypěstována v Bulharsku. Kvete od dubna do května bílými květy. Listy jsou středně velké, zelené, lesklé, eliptické a na obou koncích zúžené. Dozrává na začátku září. Plody má tmavě modré barvy, jsou velké, oválné, šťavnaté, dobře chutnají, jsou mírně navinule sladké a mírně aromatické [9].

### **2.2.6 Slívy**

Slivoň slíva je známá pod názvem slíva obecná. Za původní lokalitu je pokládána jižní Evropa a sousedící části Asie.

Stromy slivoně slívy jsou nevysoké, maximálně dorůstají do výšky 6 metrů, ale často se také vyskytují v podobě keřů. Větve, jejichž délka je 4-8 metrů, mají trny a listy jsou elipsovité.

Plody jsou malé a modročerné barvy. Dužnina plodů je měkká, nakyslá a lpí na pecce.

Nejsou náročné na prostředí a dokáží se přizpůsobit i velmi těžkým podmínkám. Slívy jsou měkké a nedají se sušit, skladovat se dají jen omezeně. Připravuje se z nich želé, zavařeniny a přezrálé ovoce se využívá na pálení slivovice [1, 2, 7].

### **2.2.7 Renklóda**

Renklódy jsou vysoké, silné stromy a vytvářejí kulovité koruny. Listy jsou velké, široké a někdy zvrásnělé. Plody renklódy jsou větší a mají velmi kyselou, snadno loupatelnou slupku. Dužnina je naopak sladká, středně pevná, šťavnatá a lehce se odděluje od pecky.

Variety s kulovitými plody nazýváme ryngle (var. Claudiana), vejčité a protáhlé pak nazýváme blumy (var. Ovoidea). Renklódy se využívají ke kompotování [2, 3].

### **2.2.8 Rozlišení myrobalánu, mirabelky a špendlíku**

Pokud vidíme strom podobný špendlíku u cesty nebo v parku, jedná se ve většině případů o myrobalán. Plody myrobalánu nejsou zdaleka tak chutné jako plody špendlíku. K jejich záměně může dojít velmi lehce i díky tomu, že dozrávají oba dva v červenci. Špendlík lze bezpečně rozeznat podle pichlavých špiček pecky. Mirabelka nancyská neroste planě, vyskytuje se v zahradách. Dozrává až v polovině srpna [7].

## 2.2.9 Využití mirabelky v potravinářství

Mirabelky se příliš často v potravinářství nevyužívají. Nejčastěji jsou zpracovávány na domácí pálenku, kompoty, džemy, marmelády a sirupy. V menším měřítku jsou zpracovávány ve specializovaných firmách zaměřující se na domácí bioprodukty. Kandované, sušené ani lyofilizované mirabelky dosud nikde nelze koupit [3].

## 2.3 Lyofilizace

### 2.3.1 Lyofilizace obecně

Je to metoda sušení vlhkých materiálů, která se využívá především ve farmaceutickém a biotechnologickém průmyslu. Osvědčila se také při sušení ovoce, záchraně starých dokumentů a knih a při výrobě kosmetických přípravků. Lyofilizace je založená na sublimaci zmrzlé vody za teploty a tlaku pod trojným bodem vody, nebo rozpouštědla. Pro vodu tato rovnováha nastává při tlaku 611,7 Pa a teplotě 0,01 °C. Produktem lyofilizace je lyofilizát [10].

### 2.3.2 Princip lyofilizace

Při lyofilizaci je materiál nejprve prudce zmrazen. Díky tomu vzniknou v materiálu jen drobné krystalky ledu, které jeho strukturu nenaruší. Po zmrazení se potraviny umístí do sušárny, kde jsou vystaveny silnému podtlaku a dosušují se odpařováním neboli sublimací. Při sublimaci krystalky vody v potravinách přecházejí do plynného skupenství ve formě vodní páry. Materiál, v našem případě potravina, si tak lépe uchová původní texturu i chuť [11].

### 2.3.3 Průběh lyofilizace

#### **Zmrazení**

Materiál se za atmosférického tlaku musí zmrazit na teploty -15 až -50 °C. Rychlost chlazení ovlivňuje velikost vznikajících krystalů. Při pomalém chlazení vzniká menší množství velkých krystalů. Velké krystaly lépe sublimují, ale také více poškozují biologický materiál. Proto se upřednostňuje rychlé chlazení, kdy se vytváří velké množství malých krystalků.

Během mražení se za normálního atmosférického tlaku snižuje teplota materiálu. Po dosažení teploty tuhnutí vody se začínají tvořit krystalky ledu a koncentrace zbylého roztoku se postupně zvyšuje. Tento proces trvá až do dosažení eutektické teploty, což je teplota, při které může daný materiál existovat pouze v pevném skupenství. Dělá se to proto, aby nedocházelo k tání. Dále je třeba materiál rozprostřít na co největší plochu a v co nejtenčí možné vrstvě [12, 13, 14].

### ***Primární sušení***

Primární sušení je doba, kdy dostáváme z produktu vlhkost. Teplota materiálu se zvyšuje na -10 nebo -7 °C a zároveň se snižuje tlak a vytváří se vakuum. Čím méně vody bude v produktu, tím hůře se bude odpařovat, a proto je vhodné pozvolna měnit hodnoty tlaku a teploty v jednotlivých krocích. Postupně se teplota zvyšuje o cca 2 °C. Je potřeba dbát na to, aby bylo stále zachováno maximální vakuum.

Poznat, kdy je primární sušení u konce, umí biotechnologické lyofilizátory vybavené SCADA programem a řadou dalšího příslušenství. V případě lyofilizace květin nebo potravin se primární sušení ukončuje, když je teplota mezi -10 °C až -7 °C a tlak už nelze snižovat níže než na cca 0,014 mbar.

Proces sublimace je energeticky náročný. Skupenská změna z tuhé fáze na plynnou vyžaduje dodání skupenského tepla sublimace. Proto musí být hluboce zmražený materiál lokálně ohříván prostřednictvím kontaktu s vyhřívanou deskou, na kterém je umístěn. Množství dodaného tepla musí být takové, aby postačovalo ke správnému průběhu procesu sublimace. Nesmí však způsobit tání materiálu a zhroucení jeho struktury.

Materiál se suší směrem ode dna nádoby, to znamená od místa kontaktu s vyhřívanou deskou. Hranice mezi vysušeným a zmraženým materiálem se postupně posouvá směrem vzhůru, až dosáhne povrchu.

Vzniklá vodní pára kondenzuje na chladičích nebo je přiváděna na kondenzátor mimo prostor sublimační komory. Tam se opět mění v led, který se po skončení cyklu odstraní.

V primárním sušení se odstraní až 95 % vody a proces trvá několik hodin až dní [12, 14].

### ***Sekundární sušení***

Je nutné pro dosažení prakticky 100% vysušení materiálu. Během sekundárního sušení se z materiálu odstraňuje zbytková vlhkost. Zatímco tlak v sušící komoře je stále velmi nízký, teplota se postupně zvyšuje nad 0 °C a dochází k tzv. vakuovému sušení. Podle povahy materiálu se teplota v komoře může zvýšit až na cca 40 °C. Na konci této etapy je zbytková vlhkost materiálu velice často méně než 1 % [13, 14].

### **2.3.4 Využití lyofilizace**

Lyofilizace se velmi často používá ve farmacii a medicíně, například k odvodnění plazmy, bakteriálních a virových kultur, antibiotik, hormonů a mnoha dalších. V potravinářském průmyslu se využívá na sušení masa, ovoce a na výrobu rozpustné kávy. Také se využívá na záchranu zvlhlých cenných knih a dokumentů nebo na sušení květin [12].

Výhodou je zachování reálné barvy sušeného produktu, jeho sensorických vlastností, obsahu vitamínů, minerálů a vlákniny. Zachování těchto vlastností je umožněno tím, že při nízkých teplotách jsou potlačeny chemické změny materiálu včetně oxidace. Také jsou při procesu výrazně sníženy ztráty těkavých složek ze sušeného materiálu. Zároveň dochází ke kvalitní konzervaci materiálu, kdy se jeho doba trvanlivosti mnohonásobně prodlužuje a hmotnost při skladování snižuje.

Nevýhodou lyofilizace je její cena, jelikož se jedná o nejdražší způsob odvodňování materiálu [14].

### **2.3.5 Rozdíl mezi sušením a lyofilizací**

#### **Sušení**

Sušení je proces, kdy se čerstvé ovoce umístí do sušárny a voda v něm obsažená se nechá vypařovat po určitou časovou periodu. Když se voda odpařuje, přirozený obsah cukru v ovoci se koncentruje. Proto se pak sušené ovoce zdá sladší než jeho čerstvý předchůdce. Ovšem většina sušeného ovoce dostupného v obchodech prochází ještě sířením kvůli delší trvanlivosti. Přidává se do něho také cukr a barviva, o které ovoce přišlo během sušení [11, 15].

#### **Lyofilizace**

Lyofilizované ovoce si v maximální míře zachová svou původní texturu a aroma, ale i potřebné vitamíny a minerály, které jsou sušením horkou cestou zničeny. Mrazem sušené ovoce si tak podrží chuť ovoce čerstvého. Další výhodou je zachování reálné barvy bez nutnosti přidávání barviv. Lyofilizované produkty jsou čistě přírodní, bez jakýchkoliv přídatných látek [11, 15].

### 2.3.6 Lyofilizátor

Každý lyofilizátor se skládá z několika základních částí. Tím jsou kondenzor, produktová komora a vývěva.

**Kondenzor** je komora, kde přístroj dosahuje nejnižších teplot a tím zachycuje vlhkost v podobě ledu. Kondenzor může být interní (součástí komory pro sušený produkt) nebo externí, s komorou spojený pomocí izolačního ventilu. V případě sušení materiálu s obsahem alkoholu může kondenzor dosahovat teplot kolem  $-85\text{ }^{\circ}\text{C}$  nebo až  $-105\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pro materiály obsahující pouze vodné roztoky se běžně používají kondenzory s minimální teplotou kolem  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Produktová komora** je prostor pro umístění sušeného materiálu. Zpravidla je komora vybavena určitým počtem polic s regulací teploty pomocí uzavřeného okruhu. Teplota polic, na kterých je produkt sušen, se pohybuje v rozsahu od  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  až po  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Díky tomu může být produkt zmražen přímo v komoře a nemusí být použit mrazicí box.

**Vývěva** zajišťuje vakuum a je zapojena za kondenzor. Běžně používané olejové vývěvy jsou vybaveny filtry pro zachycení olejových částic, ale pro citlivé produkty se používají nákladné bezolejové vakuové pumpy, kde nehrozí kontaminace produktu.

Lyofilizátor může obsahovat další komponenty, jako například stáček zařízení, IN-SITU sterilizaci produktové komory parou, a to především ve farmaceutickém odvětví [16, 17].



Obrázek 5 Lyofilizátor pro malé množství vzorků [14]

## 2.4 Raw potraviny

### 2.4.1 Obecně o raw potravinách

Raw potravinám se v originále říká raw food a vychází z myšlenky, že strava upravená při více jak 42 °C výrazně ztrácí své výživové hodnoty. Vařená strava se v raw komunitě nazývá "mrtvá strava". Lidem, kteří upřednostňují tepelně neupravenou stravu, se říká vitariáni. Hlavními složkami raw stravy jsou ovoce, zelenina, semínka a ořechy, sušené ovoce a zelenina, luštěniny, obiloviny, mořské řasy a čerstvé kokosové mléko [18].

### 2.4.2 Několik úhlů pohledu na raw stravu

Z pohledu vitariánů je tělo navrženo pro konzumaci syrové stravy, a tak tuto stravu snadno rozpozná, zpracuje a bez problémů nestrávené zbytky vyloučí. Syrová rostlinná strava obsahuje mnoho enzymů a také vody. Konzumace výhradně syrové rostlinné stravy vede k procesu detoxikace těla, k čemuž dopomáhá voda obsažená v této stravě. Tělo po jisté době vyloučí všechny jedovaté látky a bude dokonale čisté a zdravé.

Z pohledu učení makrobiotiky, tradiční čínské medicíny, či výživy podle pěti elementů i Ájurvédy je tepelná úprava potravin doporučovaná. V základních principech stravování dle Ájurvédy je dokonce doporučeno nejíst příliš syrové stravy, protože oslabuje trávení a vstřebávání živin.

Z pohledu moderní medicíny je raw strava velmi prozkoumávána. Bezpochyby přinášejí raw potraviny mnoho pozitivního, ale i negativního. Je prokázáno, že některé potraviny, jako například česnek a brokolice, jsou zdravější v syrovém stavu. Na druhé straně například rajče a fazole mají větší výživovou hodnotu po tepelné úpravě.

Výhodou syrové stravy je nižší obsah tuků, sodíku a cholesterolu a vysoký obsah draslíku, hořčíku, vlákniny a kyseliny listové; celkově vysoký obsah živin v potravinách. Její nevýhodou je pro většinu konzumentů energeticky nevyrovnaná a nedostatečná výživa. Oslabení jedinci mohou mít problém s trávením syrové stravy a pro většinu lidí je to omezený způsob stravování.

Při konzumaci raw stravy může hrozit nedostatek vitamínu B12, což zvyšuje hladinu homocysteinu, jehož výše je úměrná riziku vzniku srdečně cévních onemocnění a mozkové mrtvice. Také se snižuje vstřebávání některých živin, jako například lykopenu a karotenoidů. Podle studie Kolumbijské univerzity syrová strava vedla k mírnému snížení obranyschopnosti u sledovaných účastníků. Jiná studie dokládala, že syrová strava příznivě snižovala hladinu cholesterolu, ale také nevýhodně snižovala hladinu HDL cholesterolu [18, 19, 20].

### 2.4.3 Smoothie

Smoothie je mixovaný nápoj ze zeleniny nebo ovoce. Do mixu je možné přidat mléčné výrobky, semínka, ořechy, vodu, led a sladidla, například med. Je oblíbenou součástí jídelníčku u vitariánů a lidí, kteří se zajímají o zdravý životní styl.

Konzumace tohoto nápoje může posloužit jako rychlá snídaně. Smoothie lze pojmout jako zdravou alternativu nápoje před větší fyzickou aktivitou. Tělo tak ušetří zásobní glykogen, protože díky rychlým cukrům z ovoce bude moci okamžitě čerpat energii. Přidáním proteinového prášku se nápoj stává výborným zdrojem kvalitních bílkovin potřebných k obnově svalových buněk [21].

### 2.5 Biologicky aktivní látky

Biologicky aktivní organické sloučeniny jsou v popředí současného zájmu populace. Zasahují do životních funkcí organismů a řada z nich pomáhá lidstvu přežít. V pozitivním slova smyslu to jsou látky, které podporují zdraví a správnou funkci lidského organismu [22].

Tabulka 3 *Chemické vlastnosti slivoní* [1]

Druh ovoce	Ve vodě rozpustné						
	Voda	Invertní cukr	Sacharosa	Volné kyseliny (jablečná)	Dusíkaté látky	Pektiny	Popel
	[%]						
Švestky	81,62	5,92	5,73	0,92	0,78	4,19	0,55
Slívy	78,6	14,71		0,77	1,01		0,49
Renklódy	82,13	5,92	4,81	0,82	0,55	11,27	0,37
Mirabelky	80,68	4,97	4,65	0,56	0,79	6,55	0,56

## 2.5.1 Sacharidy

Názvem sacharidy se označují polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony, které obsahují v molekule minimálně tři alifaticky vázané uhlíkové atomy a také sloučeniny, které se z nich tvoří vzájemnou kondenzací za vzniku acetalových vazeb. Jako sacharidy označujeme i alkoholy, kyseliny a jejich deriváty a polymery.

Monosacharidy jsou základní stavební jednotkou oligosacharidů a polysacharidů, které mají schopnost hydroxylovými skupinami reagovat s aldehydickou či ketonickou skupinou za vzniku pětičlenných nebo šestičlenných cyklických hemiacetalů nebo hemiketalů.

Sacharidy jsou biologicky aktivními látkami nebo složkami mnoha biologicky aktivních látek, například nukleosidů, antibiotik, glykosidů, hormonů, vitamínů a mnoha dalších. Především jsou však zdrojem snadno dostupné energie [23, 24, 25].

### 2.5.1.1 Monosacharidy

Nesubstituované monosacharidy jsou většinou krystalické, vždy opticky aktivní sloučeniny, dobře rozpustné ve vodě a v polárních rozpouštědlech, nerozpustné v nepolárních rozpouštědlech. Některé mají sladkou chuť. Vyznačují se redukčními vlastnostmi. Z bazických roztoků iontů  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  vylučují kovové stříbro, respektive sloučeniny  $\text{Cu}^{1+}$  (Fehlingovo činidlo) a mají tendenci tvořit komplexy především s ionty  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  a s boritou kyselinou.

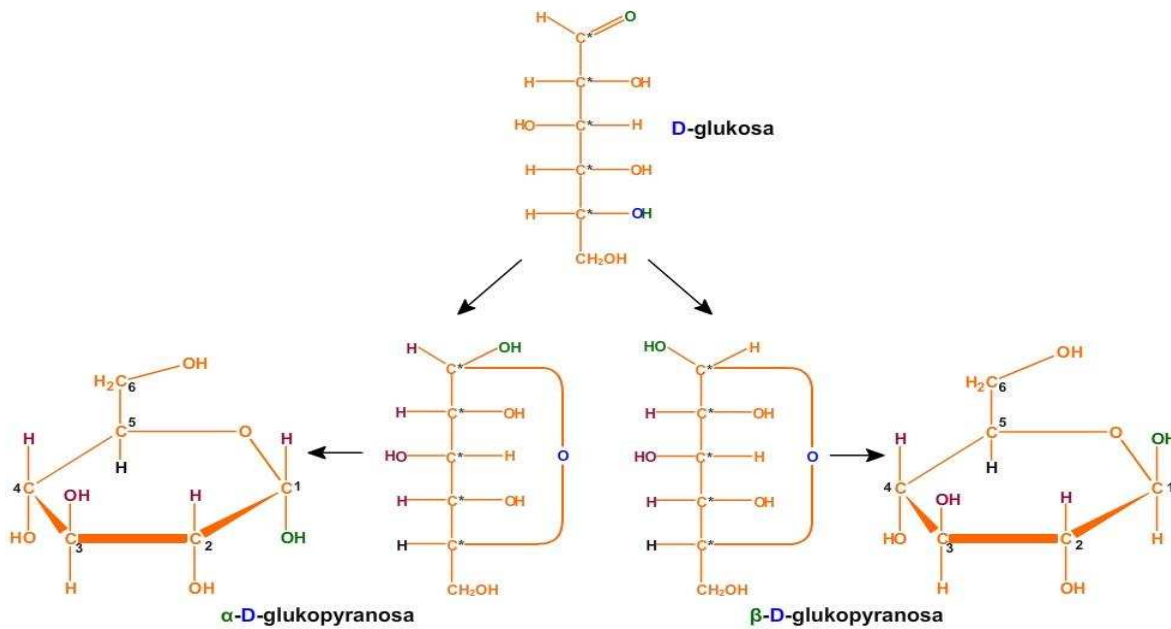
Ve zředěných vodných roztocích jsou za normální teploty stálé, za vyšší teploty dochází v malé míře ke kondenzacím. V koncentrovaných minerálních kyselinách se aldosa a ketosa dehydratují za vzniku derivátů furanu, na čemž je založeno jejich kolorimetrické stanovení. Působením koncentrované kyseliny sírové dochází k dehydrataci na téměř čistý uhlík. V bazickém prostředí jsou monosacharidy nestálé [26].

### Glukosa

Glukosa, nazývaná jako hroznový cukr nebo dextróza, je nejrozšířenější monosacharid patřící do skupiny aldohexóz. Získává se krystalizací ovocných šťáv, například z hroznů vinné révy. Nejvíce se získává kyselou nebo enzymatickou hydrolyzou rostlinného škrobu, v České republice především bramborového.

Glukosa je bílá krystalická látka sladké chuti. V přírodě se nachází v konformaci D-glukosy, která je součástí rostlin jako jeden z produktů fotosyntézy a představuje pro rostliny čistou zásobárnu energie. Také je surovinou pro výrobu ethanolu a alkoholických nápojů. Působením jiných mikroorganismů lze vyrábět další důležité organické sloučeniny, jako je butan-1-ol, glycerol nebo aceton. V cyklické formě má dva enantiomery,  $\alpha$  a  $\beta$ . Ve vodném roztoku se přirozeně nachází 36 %  $\alpha$ -pyranózy a 64 %  $\beta$ -pyranózy. D-glukosa je základní stavební jednotkou maltosy, laktosy, sacharosy a monomerem polysacharidů jako je škrob, glykogen a celuloza [24, 27].

### D-glukosa - odvození cyklické formy



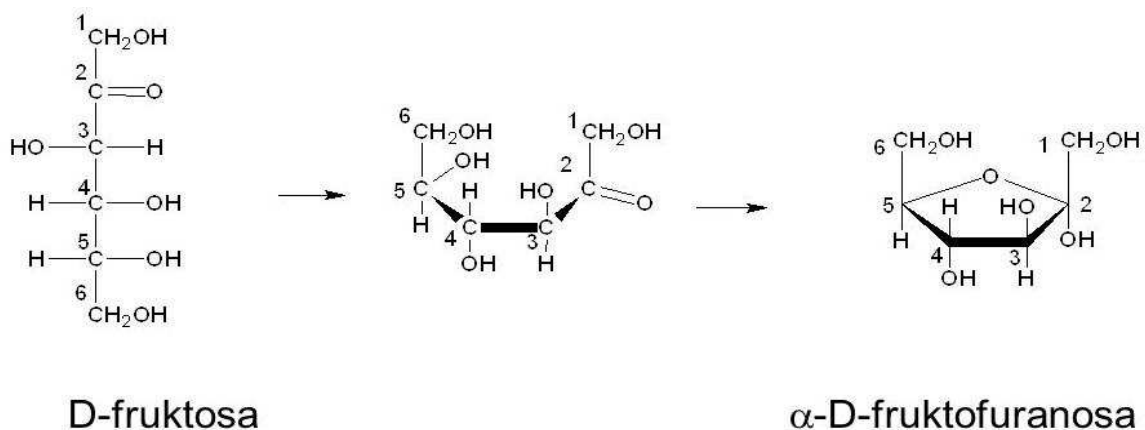
Obrázek 6 Odvození cyklických forem D-glukosy [28]

### Fruktosa

Fruktosa, též ovocný cukr, je monosacharid patřící do skupiny ketos. Nachází se především v ovoci, medu a některé zelenině jako například v melounech, sladkých bramborách a cibuli. Největším zdrojem je cukrová třtina, cukrová řepa a kukuřice.

Je to bílá krystalická látka s velmi sladkou chutí, označovaná jako nejsladší přírodní cukr. Obtížně krystalizuje, ale je výborně rozpustná ve vodě. V přírodě se vyskytuje výhradně v D-konfiguraci. Fruktosa je stavební jednotkou mnoha oligosacharidů a polysacharidů, jako sacharosy, oligofruktosidů a inulinu.

Fruktosa se vyrábí hydrolýzou fruktanů. Lze ji izolovat ze sacharosy, nebo vyrobit enzymovou izomerací z D-glukosy [23, 24].

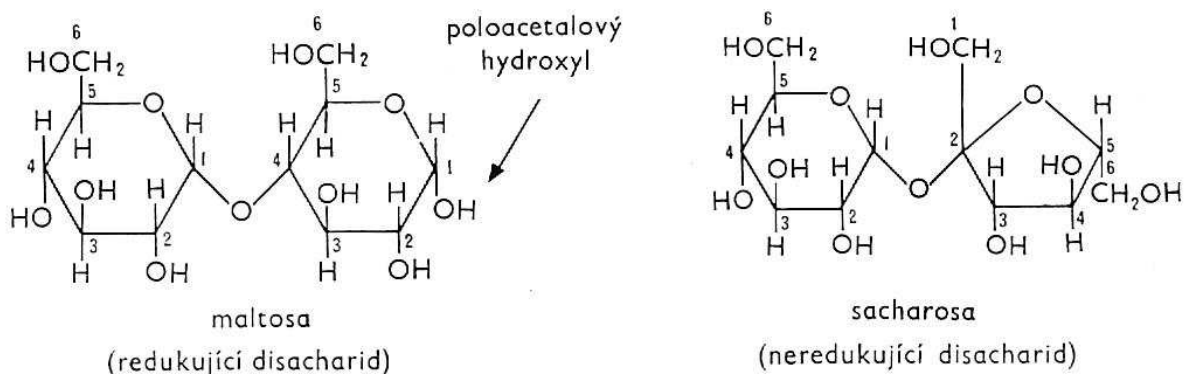


Obrázek 7 Odvození cyklické formy D-fruktosy [28]

### 2.5.1.2 Oligosacharidy

Oligosacharidy vzniknou z cyklických struktur monosacharidů za odštěpení vody a následného vytvoření glykosidové vazby. Počet stavebních monosacharidových jednotek je dvě až deset. Podle vlastností oligosacharidy rozlišujeme na redukující a neredukující.

Redukující oligosacharidy mají volnou anomerní hydroxylovou skupinu, neredukující ji nemají. Kondenzací anomerní hydroxylové skupiny jednoho monosacharidu vznikne redukující disacharid, kondenzují-li spolu obě anomerní hydroxylové skupiny, vytvoří se neredukující disacharid.



Obrázek 8 Redukující a neredukující disacharidy [28]

V přírodě se nachází velké množství oligosacharidů volných i vázaných. Skládají se z běžných cukrů, D-glukosy, D-mannosy, D-galaktosy, D-fruktosy a D-glukosaminu.

Redukující oligosacharidy se podobají vlastnostmi monosacharidům, neredukující oligosacharidy se podobají spíše jejím glykosidům. V bazickém prostředí jsou stálejší než monosacharidy, působením kyseliny se hydrolyzují na monosacharidy [26].

## Sacharosa

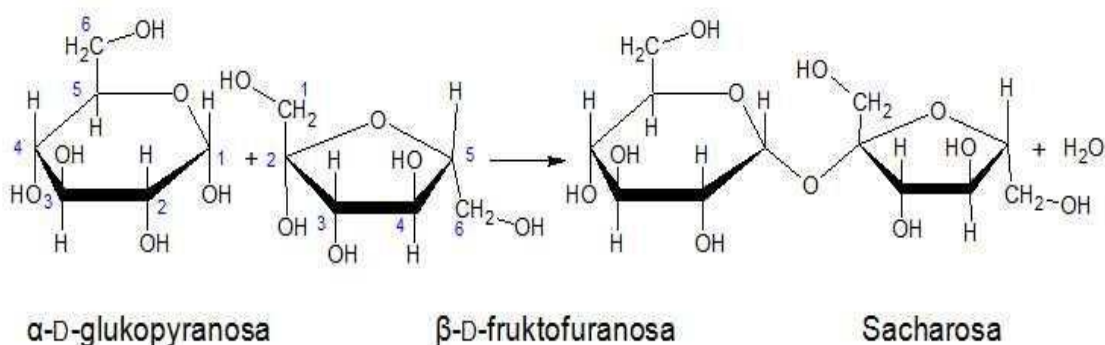
Sacharosa,  $\beta$ -D-fruktofuranosyl- $\alpha$ -D-glukopyranosid, také nazývána jako třtinový nebo řepný cukr, je nejvýznamnější zástupce neredukujících disacharidů. Nejvíce cukru se vyrábí z cukrové třtiny, v České republice z cukrové řepy. Třtina i řepa obsahují shodně 14 – 20 % sacharosy. Krystalická byla známá a v lékařství využívaná v Indii již před rokem 400 n.l. Arabové ji v 8. století rozšířili v Egyptě a Španělsku a nazývali ji as-sukkar. Chemická syntéza však byla úspěšně provedena až v roce 1956.

Sacharosa je bílá krystalická látka s velmi výraznou sladkou chutí. Je rozpustná ve vodě a při zahřívání nad 186 °C taje a mění se v karamel, neredukuje Fehlingovo činidlo. Jedná se o nejběžnější sladidlo a také se využívá na výrobu invertního cukru.

Sacharosa hydrolyzuje na glukosu a fruktosu enzymem invertasou,  $\beta$ -D-fruktofuranosidasou a stává se velmi vydatným zdrojem energie. Aby hydrolyza proběhla, je nutná přítomnost vitamínu B, vápníku, hořčíku a dalších látek.

Sacharosa významně zvyšuje hladinu glukosy v krevní plazmě, jelikož má vysoký glykemický index. Také má vliv na sekreci insulinu, proto je nevhodným sladidlem pro diabetiky. Je také kariogenním cukrem, což znamená, že způsobuje zubní kaz.

Procentuální zastoupení v ovoci je kolem 8 %, některé ovoce jako například třešně, fíky a hrozny sacharosu neobsahují vůbec [23, 24, 26].



Obrázek 9 Vznik sacharosy [28]

### **Invertní cukr**

Kyselou nebo enzymovou hydrolyzou, takzvanou inverzí, se ze sacharosy vyrábí ekvimolární směs D-glukosy a D-fruktosy - invertní cukr. Používá se jako aditivní látka, nejčastěji ve formě sirupu. Slouží také jako výchozí surovina pro získání D-glukosy a D-fruktosy, náhradních sladidel sorbitolu, mannitolu a dalších látek [23].

### 2.5.1.1 Polysacharidy

Polysacharidy jsou přírodní nebo syntetické makromolekuly složené z více než deseti monosacharidů nebo jejich derivátů. Jednotlivé monosacharidy jsou vzájemně vázány glykosidovou vazbou. V přírodě patří k nejrozšířenějším sloučeninám, mají mnoho důležitých funkcí, například stavební (celulosa), zásobní (glykogen), ochranou (slizy) a mnoho dalších. Mnohé polysacharidy jsou důležité z komerčního hlediska, například škrob, pektiny a hemicelulosa v potravinářství.

Je-li v molekule polysacharidu každý monosacharid uprostřed řetězce vázán pouze na dva monosacharidy, jedná se o lineární polysacharid, který má na začátku řetězce jednu neredukující monosacharidovou jednotku a na konci redukující jednotku s hemiacetátovou hydroxylovou skupinou. Pokud je některý monosacharid vázán na tři nebo více monosacharidy, pak se jedná o rozvětvený polysacharid, který má  $n+1$  neredukujících začátků na  $n$  počet větvení.

Společnou vlastností všech polysacharidů je jejich velká polarita, schopnost vytvářet intra- a intermolekulární vodíkové vazby a komplexy s kationty. Liší se rozpustností ve vodě, často tvoří viskózní roztoky a gely. Tyto vlastnosti jsou důležité a často se využívají v průmyslu. V kyselém prostředí se hydrolyzují až na monosacharidy, v bazickém prostředí jsou stálé [26].

#### Pektiny

Pektiny jsou skupinou polysacharidů o proměnném složení. Nacházejí se v ovoci a zelenině, především ve střední lamelle a primární stěně. Přítomnost pektinů a jejich změny během růstu, zrání, skladování a zpracování mají vliv na texturu ovoce a zeleniny. Množství pektinů se snižuje s časem zrání, kdy se pektiny uvolňují z komplexů polysacharidů tvořících buněčné stěny.

Pektiny jsou schopny za určitých podmínek tvořit stabilní pevné rosoly, čehož se využívá v potravinářském průmyslu při výrobě marmelád, rosolů a džemů. Pektiny se podle stupně esterifikace rozdělují na nízko a vysoko esterifikované. Obě skupiny se od sebe liší mechanismem tvorby rosolu.

Vysokoesterifikované pektiny vytvářejí rosoly s obsahem cukerné sušiny 50 a více %. Při nižší cukerné sušině nerolosují. Při vzniku rosolu dochází k vytvoření trojrozměrné struktury vzájemně pospojovaných makromolekul rosolotvorného činidla (pektinu) prostoupeného prostředím. To je prostorová síť tvořená pektinovými molekulami, ve které je zadržena voda, nebo přesněji cukerný roztok.

Nízkoesterifikované pektiny mohou vytvářet i tzv. nízkocukerné rosoly, (30 i méně % cukerné sušiny) potřebují však ke svému rosolování ionty vícemocných kovů. Uplatňují se zejména ionty  $Ca^{2+}$  [29, 30, 31].

### 2.5.2 Fenolické látky

Jako fenolické látky se v organické chemii označuje třída sloučenin, které obsahují hydroxylovou funkční skupinu vázanou přímo na benzenový kruh. Nejjednodušším členem této skupiny je fenol. Fenolické látky jsou děleny podle počtu fenolových skupin v molekule, kdy nejpočetnější skupinou jsou polyfenoly. Polyfenolické sloučeniny jsou charakterizovány dvěma a více hydroxylovými skupinami, které jsou navázány na aromatickém jádře.

Fenoly jsou součástí mnoha potravin. Uplatňují se jako vonné látky, chuťové látky nebo přírodní barviva. Některé fenoly se řadí díky své vysoké biologické aktivitě mezi přírodní antioxidanty, což je látka, jejíž molekuly omezují aktivitu kyslíkových radikálů. Záměrně se proto přidávají do potravin, kde svým antioxidačním působením prodlužují jejich stálost. Také jsou to sekundární metabolity rostlin, které slouží jako ochrana před UV zářením, patogeny a oxidačním stresem.

Podle struktury rozdělujeme fenolické látky do několika skupin, a to na fenolické kyseliny, flavonoidy, lignany, taniny a stilbeny [28, 29].

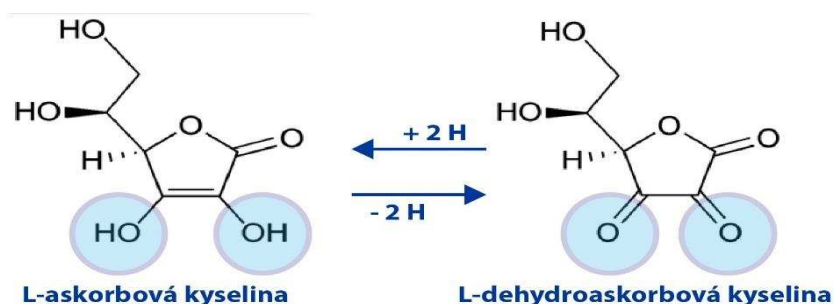
### 2.5.3 Vitamin C

Vitamin C, přesněji kyselina L-askorbová neboli L-enantiomer kyseliny askorbové se sumárním vzorcem  $C_6H_8O_6$ , je nezbytný k životu a v lidském těle plní mnoho důležitých funkcí. Je rozpustný ve vodě, citlivý na teplo a vysoce oxylabilní.

Většina zvířat a rostlin si vitamin C dokáže syntetizovat sama. Člověk a některé zvířata, jako například morčata, kapybara, indický netopýr, to však nedokážou. Proto musí dodávat vitamin C organismu z vnějších zdrojů.

Kyselina askorbová se v přírodě nachází ve dvou formách. Jako redukovaná forma (kyselina askorbová) a oxidovaná forma (kyselina dehydroaskorbová) a dohromady tvoří v přírodě důležitý oxidačně-redukční systém. Hlavní funkcí kyseliny askorbové je účast na oxidoredukčních dějích v organismu.

Zapojuje se do procesů resorpce železa (redukuje  $Fe^{3+}$  na  $Fe^{2+}$ , odbourávání tyrosinu, biosyntézy katecholaminů z tyrosinu či tvorby žlučových kyselin). Je také důležitým kofaktorem hydroxyláz prolinu a lysinu účastnících se syntézy kolagenu (důležité například pro hojení ran). Tvoří významný antioxidační systém chránící buňky před oxidačním stresem a zároveň umožňuje regeneraci jiných antioxidantů, například vitamínu E.



Obrázek 10 Struktura oxidoredukčního systému kyseliny askorbové a dehydroaskorbové [34]

Nejvíce vitamínu C obsahuje černý rybíz, kapusta, květák nebo rajčata. Doporučená denní dávka se pohybuje mezi 60-200 mg za den. Hypervitaminóza vitamínem C neexistuje, jelikož se jeho přebytek vyloučí močí [31, 34].

## **3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST**

### **3.1 Analyzované ovoce**

Plody byly sesbírány v létě 2016 na soukromé zahradě. Následně byly uchovávány v mrazničce při teplotě  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Část vzorků byla zpracována lyofilizací, část byla usušena a část byla kompotovaná. Kromě kompotování bylo ovoce zpracovááno při nízkých teplotách podle požadavků na raw potraviny.

### **3.2 Příprava ovoce k analýzám**

#### ***Sušené ovoce***

Sušení ovoce bylo provedeno při teplotě  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$

Mirabelky byly odpeckovány a rozkrojeny na půlky. Poté byly vloženy do sušárny a při teplotě  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  byly sušeny až do konstantní hmotnosti. Dále byly uchované v sáčcích.

#### ***Lyofilizované ovoce***

Mirabelky byly odpeckovány a nakrájeny na malé kousky. Poté byly vloženy do mrazicího boxu. Jeden vzorek byl před lyofilizací nechán po dobu 2-3 měsíců v hlubokomrazícím boxu při  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , druhý vzorek byl ponechán po stejnou dobu v obyčejné mrazničce při  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Poté byly vzorky lyofilizovány. Lyofilizované ovoce bylo uchovááno v dobře uzavřeném obalu v lednici, aby nepřijímalo vzdušnou vlhkost.

#### ***Kompotované ovoce***

Mirabelky byly kompotované za standardních podmínek pro tuto technooгии. Jelikož obsahují velmi mnoho pektinů, kompot byl velmi hutný a šťáva rosolovitá.

### **3.3 Stanovení celkové sušiny**

#### ***Přístroje a pomůcky***

- Sušárna Memmert UFE 550, 153 l (Mettler, Německo)
- Exsikátor
- Petriho misky

### ***Vlastní stanovení celkové sušiny u mražené mirabelky***

Petriho misky byly vysušeny v sušárně, následně byly umístěny do exsikátoru k vychladnutí a poté zváženy na analytických vahách. Mirabelky byly odpeckovány a rozkrojeny na půlky. Do těchto misek bylo naváženo přibližně 20 g mirabelek s přesností na 4 desetinná místa. Petriho misky byly vloženy do sušárny vyhřáté na 40 °C. Postupně byla zvedána teplota až do 105°C. Po určité době byly misky vytaženy ze sušárny, nechány v exsikátoru vychladnout a zváženy. Tento postup byl opakován do konstantní hmotnosti. Celková sušina byla provedena 3x.

Vlhkost  $w_v$  byla vypočítána z rozdílu hmotnosti vzorku před vysušením a po vysušení a byla vyjádřena v hmotnostních procentech. Rozdíl  $100 - w_v$  vyjadřuje obsah sušiny v %.

$$s[\text{hm. \%}] = \frac{m - m_0}{m_1 - m_0} \quad (1)$$

Kde  $s$  je obsah sušiny vyjádřen v hmotnostních procentech [hm. %]

$m_0$  je hmotnost prázdné misky po vysušení [g]

$m_1$  je hmotnost misky s čerstvými plody [g]

$m_2$  je hmotnost misky s vysušenými plody [g]

### **3.4 Refraktometrické stanovení cukerné sušiny**

#### ***Přístroje a pomůcky***

- Refraktometr Carl Zeiss Jena 131420 (Zeiss, Německo)
- Pasteurovy pipety plastové

#### **Postup**

Před měřením byla zkontrolována nulová poloha refraktometru. Plochy hranolů byly nejprve vyčištěny destilovanou vodou a vytřeny do sucha. Na spodní hranol byla nanášena Pasteurovou pipetou destilovaná voda a následně rozetřena. Horní hranol byl přiklopen a zabezpečen klíčem. Sklon hranolů byl nastaven tak, aby rozhraní světla a stínu bylo v průsečíku kříže. Stupnice byla tímto nastavena na nulu. Hranoly byly poté odklopeny, vysušeny a na spodní hranol byl nanášen vzorek a byl rozetřen po celé ploše hranolu. Po ustálení teploty byl odečten index lomu s přesností na čtyři desetinná místa a zároveň byla odečtena i cukerná sušina v hmotnostních procentech.

Přestože je refraktometrická sušina vyjádřená v hmotnostních procentech sacharosy, nalezená výsledná hodnota je ovlivněna množstvím jiných látek rozpuštěných v roztoku. Tyto rozpuštěné látky mění index lomu a jsou to například pektinové látky, sacharidy nebo organické kyseliny.

### 3.5 Stanovení titrační kyselosti

#### **Přístroje, pomůcky a chemikálie**

- pH metr s přesností 0,01 jednotky
- Elektromagnetické míchadlo
- Byreta na 25 ml
- Pipeta 25 ml
- Odměrná baňka 100ml
- Kádinka 50 ml
- Hydroxid sodný ( $c = 0,025 \text{ mol/l}$ ), (Lach-Ner s.r.o., ČR)
- Kyselina šťavelová dihydrát p.a., (Lach-Ner s.r.o., ČR)
- Kalibrační roztoky k pH metru

#### **Standardizace odměrného roztoku hydroxidu sodného**

Vypočtené množství dihydrátu kyseliny šťavelové potřebné pro přípravu 100 ml o koncentraci 0,05 mol/l, což je 0,6304 g, bylo převedeno do odměrné baňky na 100 ml, rozpuštěno a doplněno vodou po značku. Z tohoto standardního roztoku bylo pipetováno 10 ml do titrační baňky, byly přidány 3 kapky roztoku fenolftaleinu a bylo titrováno odměrným roztokem hydroxidu sodného do prvního trvalého růžového zbarvení. Titrace byla provedena třikrát a byla spočítána průměrná hodnota.

$$C_s = \frac{m_s}{Mr_s \cdot V} \quad (2)$$

kde  $C_s$  je přesná koncentrace kyseliny šťavelové [mol/dm<sup>3</sup>]

$Mr_s$  je molární hmotnost kyseliny šťavelové [g/mol]

$m_s$  je hmotnost kyseliny šťavelové [g]

$V$  je objem kyseliny šťavelové [ml]

$$C_B = 2 \cdot \frac{C_s \cdot V_c}{V_t} \quad (3)$$

kde  $C_B$  je přesná koncentrace hydroxidu sodného [mol/dm<sup>3</sup>]

$C_s$  je přesná koncentrace kyseliny šťavelové [mol/dm<sup>3</sup>]

$V_t$  je objem hydroxidu sodného spotřebovaného na titraci [ml]

$V_c$  je objem kyseliny šťavelové [ml]

### **Vlastní stanovení titrační kyselosti**

25 ml vzorku bylo pipetováno do kádinky a bylo titrováno za stálého míchání odměrným roztokem hydroxidu sodného do hodnoty 7,0 a byla odečtena spotřeba  $V_1$ . Titrace byla provedena třikrát.

$$C_{H^+} = \frac{C_B \cdot V \cdot 1000}{V_0} \quad (4)$$

kde  $C_{H^+}$  je titrační kyselost [mmol/l]

$C_B$  je skutečná koncentrace hydroxidu sodného [mol/dm<sup>3</sup>]

$V$  je spotřeba hydroxidu sodného na vzorek [ml]

$V_0$  je objem vzorku na začátku [ml]

### **Vyjádření přes převyšující kyselinu**

$$m_{cit} = C_{H^+} \cdot f_{jab} = C_{H^+} \cdot 0,064 \quad (5)$$

kde  $m_{jab}$  je množství kyseliny jablečné [g/l]

$C_{H^+}$  je titrační kyselost [mmol/l]

$f_{cit}$  je faktor pro kyselinu jablečnou

## **3.6 Stanovení celkových fenolických látek pomocí Folin–Ciocalteuova činidla**

### **Přístroje a pomůcky**

- Lednička s mrazničkou (Amica AD 250, Česká republika)
- Vortex (TTS 2 Yellow line, USA)
- UV/VIS spektrofotometr Helios  $\gamma$  (Spectronic Unicam, USA)
- Laboratorní sklo
- Zkumavky
- Stojan na zkumavky
- Mikropipeta 10  $\mu$ l, 200  $\mu$ l, 1000  $\mu$ l (Biohit, Finsko)
- Kyvety

### **Chemikálie**

- Folin–Ciocalteuovo činidlo (Penta, Česká republika)
- Bezvodý uhličitan sodný (Lachema a. s., Česká republika),
- Kyselina gallová (Penta, Česká republika)

### ***Příprava kalibrační řady***

Pro kalibrační křivku byla připravena řada pěti kalibračních standardů o koncentraci 12,5; 25; 50; 100 a 200 mg/l. Do pěti 10 ml odměrných baněk bylo postupně napipetováno 0,125; 0,25; 0,5; 1,0 a 2,0 ml standardního roztoku kyseliny gallové. Odměrné baňky byly doplněny destilovanou vodou po rysku. Pro měření bylo do zkumavek napipetováno po 1,8 ml destilované vody, 0,1 ml Folin–Cioacaltauova činidla a 0,1 ml připraveného kalibračního standardu. Roztoky ve zkumavkách byly promíchány na vortexu a následně k nim byl přidán 1,0 ml 7,5 % roztoku uhličitanu sodného a obsah byl opět promíchán. Po 2 hodinách byla u připravených roztoků změřena absorbance při vlnové délce 750 nm. Blank byl připraven obdobným způsobem jako kalibrační řada, pouze objem kalibračního standardu byl nahrazen stejným objemem destilované vody.

### ***Vlastní stanovení fenolických látek***

Do zkumavek bylo pipetováno 1,8 ml destilované vody, 0,1 ml Folin–Cioacaltauova činidla a 0,1 ml zředěného vzorku. Připravené roztoky byly promíchány na vortexu, následně byl přidán 1,0 ml 7,5 % roztoku uhličitanu sodného a obsah byl opět promíchán. Po 2 hodinách byla změřena absorbance při vlnové délce 750 nm. Blank byl připraven stejným způsobem, pouze objem přidaného vzorku byl nahrazen stejným objemem destilované vody. Každý vzorek byl analyzován třikrát. Poté byla vypočtena průměrná hodnota.

Z regresní rovnice kalibrační křivky kyseliny gallové byl vypočítán obsah celkových fenolických látek ve vzorcích, byl vynásoben faktorem ředění a přepočítán na g/l.

$$y = 0,004x + 0,012 \quad (6)$$

### 3.7 Stanovení redukujících sacharidů dle Bertranda a gravimetricky

#### **Přístroje a pomůcky**

- Váhy
- Elektrický vaříč,
- Stojan
- Držák
- Erlenmeyerovy baňky 100 ml, 250 ml
- Odměrná baňka 100 ml
- Pipety 10 a 20 ml
- Filtrační kelímek S4
- Byreta 25 ml
- Kádinky
- Sušárna
- Odsávací baňka
- Titrační baňka 100 ml

#### **Chemikálie**

- Fehlingův roztok I, (Penta, Česká republika)
- Fehlingův roztok II, (Penta, Česká republika)
- Manganistan draselný ( $c = 0,02 \text{ mol/l}$ ) (Lachema, Česká republika)
- Kyselina sírová ( $c = 4 \text{ mol/l}$ ) (Lach-Ner, s.r.o., Česká republika)
- Kyselina šťavelová kryst.p.a., (Lach-Ner, s.r.o., Česká republika)
- Síran železitý (Penta, Česká republika)
- Ethanol (Penta, Česká republika)

#### 3.7.1 Stanovení redukujících sacharidů dle Bertranda

##### **Standardizace odměrného roztoku manganistanu draselného**

Vypočtené množství dihydrátu kyseliny šťavelové potřebné pro přípravu 100 ml o koncentraci 0,05 mol/l, což je 0,6304 g, bylo převedeno do odměrné baňky na 100 ml, rozpuštěno a doplněno vodou po značku. Z tohoto standardního roztoku bylo pipetováno 10 ml do titrační baňky, okyseleno 5 ml roztoku kyseliny sírové a z byrety bylo přidáno 1 ml odměrného roztoku manganistanu. Titrační baňka byla zahřátá asi na 60 °C a po odbarvení roztoku bylo pokračováno v titraci až do prvního slabě růžového zbarvení, které bylo stálé nejméně 30 s. Titrace byla provedena třikrát a byla vypočítána průměrná hodnota.

Spotřeba 1 ml roztoku manganistanu draselného o koncentraci 0,020 mol/l odpovídá 3,315 mg redukujících cukrů.

$$\frac{C_m}{C_{mr}} = \frac{x}{3,315} \quad (7)$$

kde  $C_m$  je koncentrace manganistanu draselného [mol/dm<sup>3</sup>]

$C_{mr}$  je reálná koncentrace manganistanu draselného [mol/dm<sup>3</sup>]

$x$  je reálné množství redukujících cukrů [mg]

### **Vlastní stanovení dle Bertranda**

Do Erlenmeyerovy baňky bylo pipetováno po 20 ml Fehlingova roztoku I a II, směs byla zahřátá asi na 60 °C, bylo přidáno 10 ml zředěného roztoku vzorku a směs byla dále zahřívána až k varu. Var byl udržován 2 minuty. Po dvou minutách varu byla baňka ochlazená proudem studené vody. Sraženina oxidu měďného klesla ke dnu a kapalina byla dekantována pod hladinou kapaliny. Nakonec byla sraženina kvantitativně převedena na fritu a byla dokonale promyta horkou vodou. Potom byl filtrační kelímek přesazen na čistou odsávací baňku a sraženina byla rozpuštěna postupným přidáváním několika dávek 10 ml roztoku síranu železitého. Celkem bylo potřeba 50 ml roztoku síranu. Roztok v odsávací baňce byl ihned titrován odměrným roztokem manganistanu draselného do slabě růžového zbarvení

$$\frac{V}{1} = \frac{y}{x} \quad (8)$$

kde  $V$  je objem manganistanu draselného spotřebovaného na titrování roztoku vzorku [ml]

$y$  je množství redukujících cukrů [mg]

$x$  je reálné množství redukujících cukrů odpovídající 1 ml manganistanu draselného [mg].

### 3.7.2 Gravimetrická metoda stanovení cukrů

Do Erlenmeyerovy baňky bylo pipetováno po 20 ml Fehlingova roztoku I a II, směs byla zahřátá asi na 60 °C, bylo přidáno 20 ml zředěného roztoku vzorku a směs byla zahřívána k varu. Var byl udržován mírný po dobu dvou minut. Poté byla baňka ochlazená proudem studené vody. Sraženina oxidu měďného klesla ke dnu a kapalina byla dekantována přes filtrační kelímek S4. Oxid měďný v baňce i ve filtračním kelímku byl stále udržován pod hladinou kapaliny. Nakonec byla sraženina kvantitativně převedena na fritu a dokonale promyta horkou vodou, poté byla promyta ještě ethanolem. Filtrační kelímek byl vložen do vyhřáté sušárny a byl sušen přesně 45 minut při teplotě 105 °C. Po vychladnutí v exsikátoru byl zvážen.

1 mg oxidu měďného odpovídá 0,462 mg redukujících cukrů.

$$\frac{z}{1} = \frac{0,462}{x} \quad (9)$$

kde z je hmotnost vzorku [mg]

x je reálné množství redukujících cukrů [mg]

#### **Obsah redukujících cukrů v hmotnostních procentech**

$$w = \frac{(y(x) \cdot f) / 1000}{m} \cdot 100 \quad (10)$$

kde w je hmotnostní procento [hm %]

y(x) je množství redukujících cukrů [mg]

f je faktor ředění

m je hmotnost vzorku [g]

### 3.8 Stanovení vitamínu C

#### **Přístroje, pomůcky**

- Byreta,
- Pipeta 10 ml
- Odměrné baňky 50 a 100 ml
- Titrační baňka

#### **Chemikálie**

- Kyselina askorbová p.a, 2,6 - dichlorfenolindofenol, (Penta, Česká republika)
- 2 % kyselina monohydrogenfosforečná, (Lach-Ner, s.r.o., Česká republika)

#### **Standardizace odměrného roztoku 2,6 – dichlorfenolindofenolu**

Standardní roztok kyseliny askorbové byl připraven rozpuštěním 100 mg krystalické kyseliny askorbové ve 100ml odměrné baňce s 2% roztokem kyseliny monohydrogenfosforečné. K 1 ml tohoto standardního roztoku bylo přidáno 10 ml 2% roztoku kyseliny monohydrogenfosforečné a bylo titrováno odměrným roztokem 2,6-dichlorfenolindofenolu do růžového zbarvení. Zbarvení bylo stálé po dobu minimálně 15 s.

Faktor  $f$  je číslo, které udává, kolika miligramům kyseliny askorbové odpovídá 1 ml titračního činidla.

$$f = \frac{V_a}{V_b - V_c} \quad (11)$$

kde  $V_a$  je objem standardního roztoku kyseliny askorbové [ml]

$V_b$  je spotřeba roztoku 2,6-dichlorfenolindofenolu na 1 ml standardního roztoku [ml]

$V_c$  je spotřeba roztoku 2,6-dichlorfenolindofenolu na slepý pokus [ml]

$f$  je přepočítávací faktor [mg]

### **Vlastní stanovení množství kyseliny askorbové**

10 ml vzorku bylo pipetováno do odměrné baňky, bylo přidáno 10 ml 2% kyseliny monohydrogenfosforečné a bylo titrováno odměrným roztokem 2,6-dichlorfenolindofenolu do růžového zbarvení, které bylo stálé po dobu 15 s.

$$m_{ask} = \frac{(V - V_c) \cdot f \cdot f_z}{V_z} \quad (12)$$

kde  $V$  je spotřeba roztoku 2,6-dichlorfenolindofenolu na titraci vzorku [ml]

$V_c$  je spotřeba roztoku 2,6-dichlorfenolindofenolu na slepý pokus [ml]

$f$  je přepočítávací faktor [mg]

$f_z$  je faktor ředění

$V_z$  je objem vzorku použitý na titraci

$m_{ask}$  je množství kyseliny askorbové ve vzorku [mg]

### **3.9 Statistické zpracování naměřených dat**

Z naměřených dat byl při zpracování počítán průměr. Všechny naměřená data byly zpracované pomocí statistických funkcí programu Microsoft Excel. Průměr hodnot měření byl zpracovaný prostřednictvím funkce PRŮMĚR + směrodatná odchylka.

## 4 DISKUZE A VÝSLEDKY

Náplní této bakalářské práce bylo zjistit vybrané chemické charakteristiky plodů mirabelky nancyské zpracované několika způsoby. Lyofilizované a sušené ovoce bylo uchováno v plastových miskách v exsikátoru, kompot byl uchován v ledničce.

V ovoci byly porovnávány tyto chemické parametry: Refraktometrická sušina, celková sušina, redukující sacharidy, titrační kyselost, vitamin C a celkový obsah fenolických látek.

### 4.1 Stanovení refraktometrické sušiny

Účelem stanovení refraktometrické sušiny bylo zjistit, za jak dlouhou dobu dojde k vyextrahování sledovaných látek ze suchých mirabelek do roztoku. Proto byla tato veličina měřena u mirabelkových plodů sušených při teplotě 45 °C a také u mirabelek lyofilizovaných. Aby byla extrakce snazší, byly sušené i lyofilizované mirabelky po krátkém hlubokém zmrazení rozmixovány. Jemné částice byly potom zality extrakčním činidlem, tj. vodou. Při ředění bylo nutno nalézt takový poměr mirabelek a vody, aby vznikl tekutý a filtrovatelný roztok. Pokud bylo přidáno ke vzorku málo vody, vznikala rosolovitá směs. Vzorky byly odebírány po hodině, dokud narůstala refraktometrická sušina. Bylo připraveno celkem šest různých poměrů ředění, které jsou uvedeny v Příloze č.8. Pro stanovení bylo možno použít pouze 3 z nich, a to Ředění 3, 4 a 5.

Stanovení bylo provedeno podle postupu v kapitole 3.4. Refraktometrická sušina bývá vyjadřována v hmotnostních procentech sacharosu obsažené ve vzorku. Výsledky byly vyjádřeny jako hmotnostní procenta rozpustné sušiny.

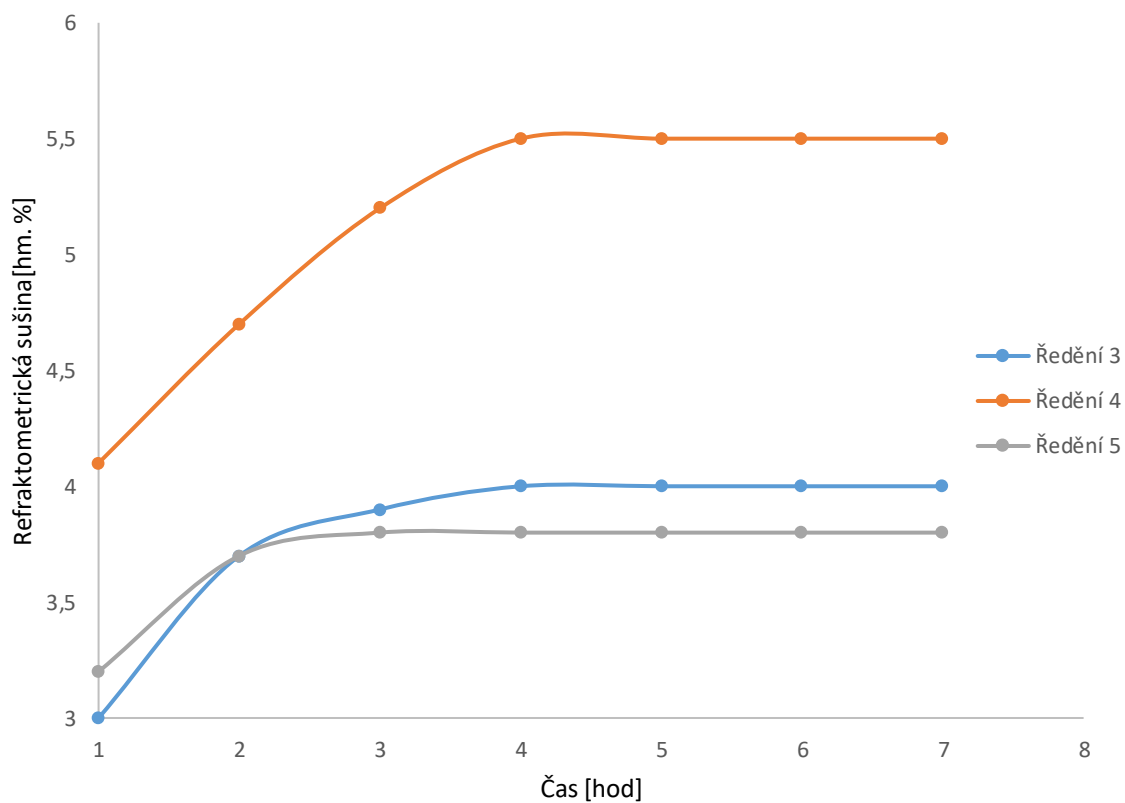
Hodnoty refraktometrické sušiny sledované po hodině jsou uvedeny na Obrázku 11 a v Tabulce 4.

Pro přesnější zjištění extrakčního času byla refraktometrická sušina odečítána u vzorků Ředění 4 a 5 po dvaceti minutách. Výsledky jsou uvedeny na Obrázku 12 a Tabulce 5.

Dále byla změřena refraktometrická sušina u třech vzorků lyofilizovaného ovoce. Přesné hodnoty o vzorcích jsou uvedeny v Příloze 8 a hodnoty refraktometrické sušiny jsou zobrazeny v Tabulce 6 a vyneseny do grafu na Obrázku 13.

Tabulka 4 Výsledky stanovení refraktometrické sušiny u třech vzorků sušeného ovoce

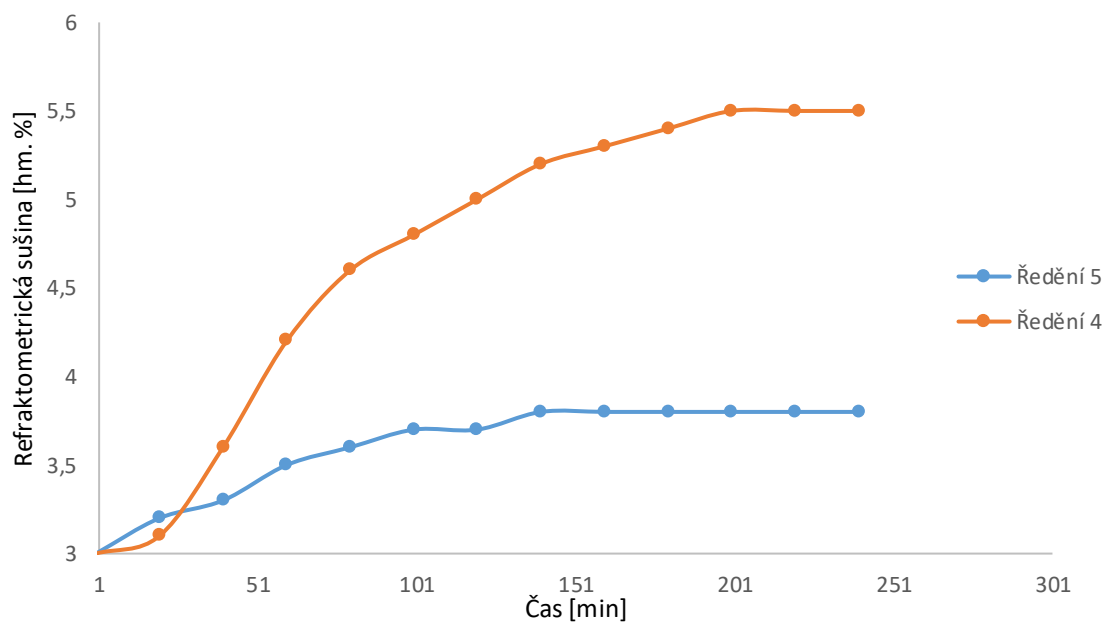
Refraktometrická sušina			
Čas	Ředění 3	Ředění 4	Ředění 5
[hod]	[hm. %]	[hm. %]	[hm. %]
1	3	4,1	3,2
2	3,7	4,7	3,7
3	3,9	5,2	3,8
4	4	5,5	3,8
5	4	5,5	3,8
6	4	5,5	3,8
7	4	5,5	3,8



Obrázek 11 Sledování refraktometrické sušiny u třech vzorků sušeného ovoce po hodině

Tabulka 5 Výsledky měření refraktometrické sušiny u dvou vzorků sušeného ovoce po dvaceti minutách

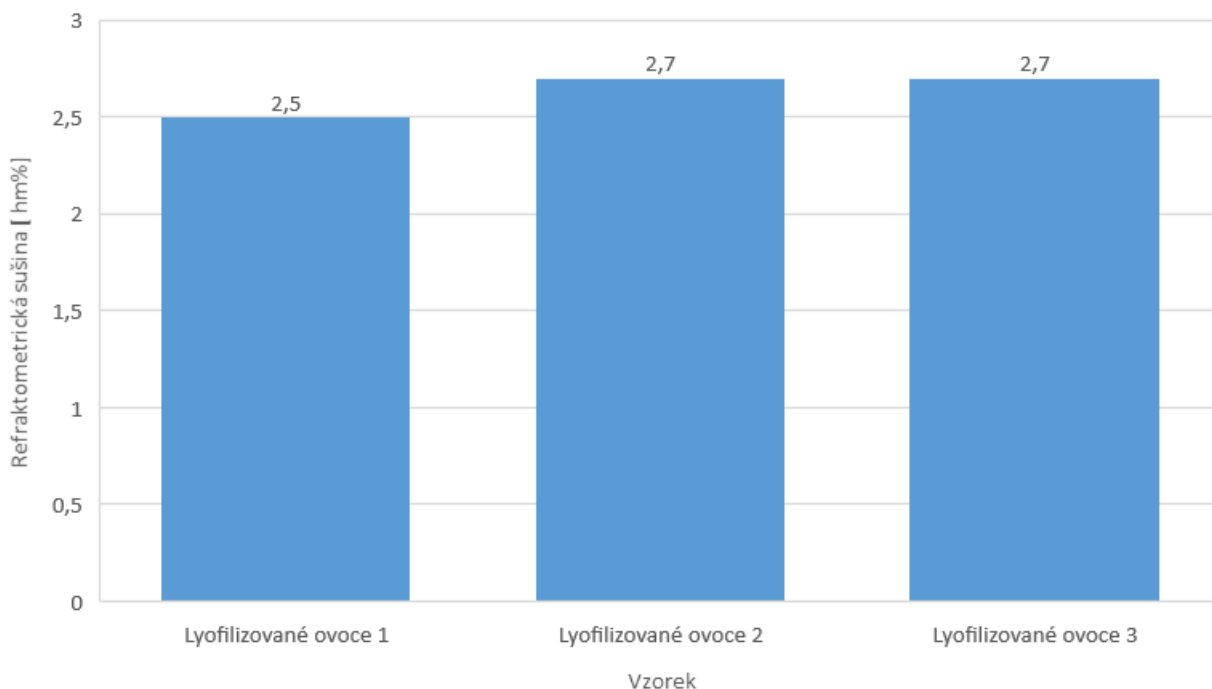
Refraktometrická sušina		
Čas	Ředění 4	Ředění 5
[min]	[hm. %]	[hm. %]
0	3,0	3,0
20	3,1	3,2
40	3,6	3,3
60	4,2	3,5
80	4,6	3,6
100	4,8	3,7
120	5,0	3,7
140	5,2	3,8
160	5,3	3,8
180	5,4	3,8
200	5,5	3,8
220	5,5	3,8
240	5,5	3,8



Obrázek 12 Sledování refraktometrické sušiny u dvou vzorků sušeného ovoce po 20 minutách

Tabulka 6 Stanovení refraktometrické sušiny u lyofilizovaného ovoce

<b>Lyofilizované ovoce 1</b>	2,5
<b>Lyofilizované ovoce 2</b>	2,7
<b>Lyofilizované ovoce 3</b>	2,7



Obrázek 13 Refraktometrická sušina lyofilizovaného ovoce

Při sledování refraktometrické sušiny bylo zjištěno, že k maximálnímu vyloučení cukrů dojde mezi třetí a čtvrtou hodinou. V přesnějším sledování bylo zjištěno, že k vyloučení sacharosy dojde u Ředění 4 po 200 minutách a u Ředění 5 po 140 minutách.

Největší obsah rozpustné sušiny je ve vzorku Ředění 4 s hodnotou 5,5 hm. %, naopak nejmenší obsah je ve vzorku Ředění 5 s hodnotou 3,8 hm. %.

U lyofilizovaného ovoce byla refraktometrická sušina největší u vzorků 2 a 3 s hodnotou 2,7 hm. % a nejmenší u Lyofilizovaného ovoce 1 s hodnotou 2,5 hm. %.

V literatuře je uvedený obsah sacharosy v mirabelce 4,7 hm. %, což je srovnatelná hodnota s nalezenými výsledky. Obsah rozpustné sušiny závisí na mnoha faktorech, například na době sklizně a tím spojené rozdílné zralosti nebo na podnebí, ve kterém jsou mirabelky pěstovány [1].

## 4.2 Stanovení celkové sušiny

Stanovení celkové sušiny bylo provedeno z mražených mirabelek podle postupu v kapitole 3.3. U mirabelky nancyské byla zjištěna sušina s hodnotou  $24,9 \pm 0,4$  hm. %. Přesné výsledky všech tří souběžných měření jsou uvedeny v Příloze 2.

V literatuře je uvedena pro mirabelky celková sušina 19,3 hm. %, což je hodnota přibližně srovnatelná s nalezeným výsledkem. Malé rozdíly mohou být způsobeny klimatickými podmínkami [1].



Obrázek 14 Sušené mirabelky

## 4.3 Stanovení redukujících sacharidů

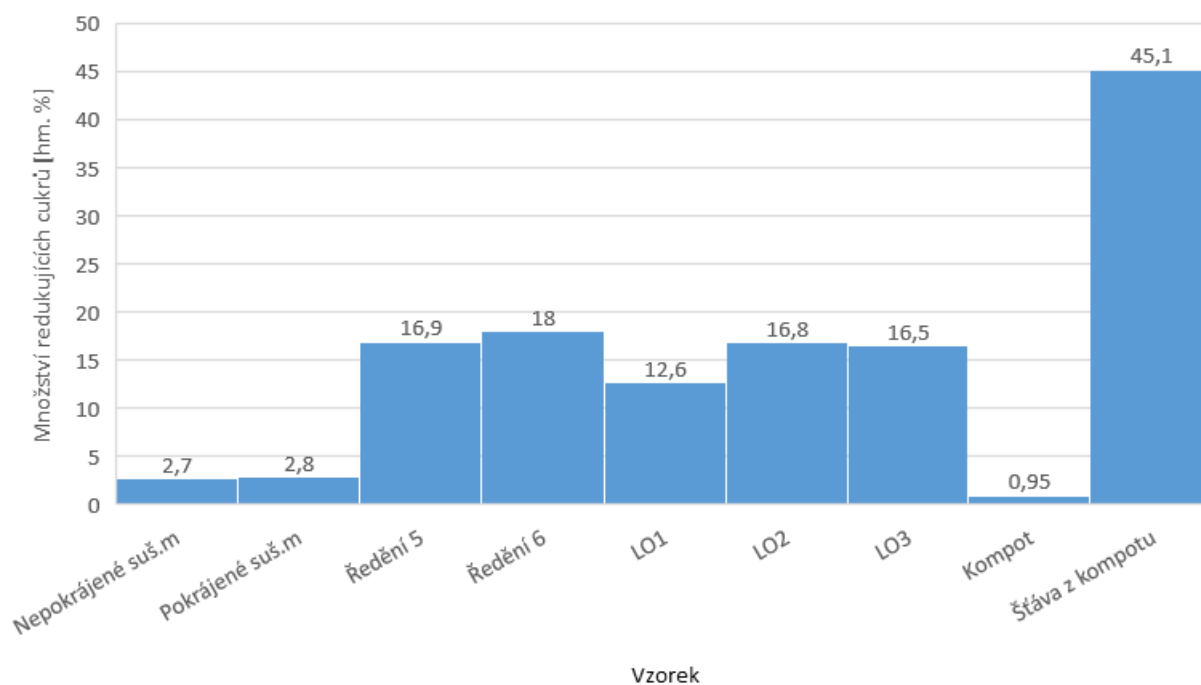
Stanovení redukujících sacharidů bylo provedeno podle postupu v kapitole 3.7 a uvedeno bylo v hmotnostních procentech. Nejčastějšími redukujícími sacharidy obsaženými v ovoci jsou glukosa a fruktosa.

Redukující sacharidy byly zkoumány v macerátu z pokrájených mirabelek, v macerátu z nepokrájených mirabelek, ve třech vzorcích lyofilizovaného ovoce, v kompotu, ve šťávě z kompotu a v Ředění 5 a 6 (viz Příloha 8). Výsledky stanovení jsou vyneseny do grafu na Obrázku 15 a uvedeny se směrodatnými odchylkami v Tabulce 7.

Pracovní hodnoty všech souběžných měření redukujících cukrů i s výpočty jsou uvedeny v Příloze 3.

Tabulka 7 Výsledky měření redukujících cukrů

Redukující sacharidy	
Vzorek	Množství redukujících cukrů [%]
Nepokrájené suš.m	2,7 ± 0,0
Pokrájené suš.m	2,8 ± 0,0
Ředění 5	16,9 ± 0,0
Ředění 6	18,0 ± 0,3
LO1	12,6 ± 0,2
LO2	16,8 ± 0,2
LO3	16,5 ± 0,0
Kompot	0,95 ± 0,0
Šťáva z kompotu	45,1 ± 0,6



Obrázek 15 Množství redukujících cukrů

Při analyzování daných vzorků bylo zjištěno, že nejvíce redukcí cukrů obsahuje šťáva z kompotu s hodnotou 45,1 hm. %. Tato vysoká hodnota je způsobena záměrným přidáváním cukrů do kompotu, jakožto nutné součásti konzervace. Uměle přidaná sacharóza se částečně hydrolyzuje na glukosu a fruktosu, které zvyšují hodnotu redukcí cukrů. Nejméně redukcí cukrů obsahuje naopak samotné kompotované ovoce a to pouze 0,95 hm. %.

Z lyofilizovaného ovoce bylo nejvíce redukcí sacharidů ve vzorku Lyofilizované ovoce 2 s hodnotou 16,8 hm. %, ovšem je to méně, než bylo zanalyzováno ve vzorku Ředění 6 s hodnotou 18,0 hm. %. Dále bylo zjištěno, že macerát z pokrácených mirabelek obsahuje více redukcí cukrů než macerát z nepokrácených mirabelek a to 2,8 hm. %.

V literatuře je uvedený celkový obsah sacharidů ve slivoních v rozmezí hodnot 9-11 hm. %. Tato hodnota je pouze orientační, jelikož záleží na době sklizně a podnebí [1].

#### 4.4 Stanovení titrační kyselosti

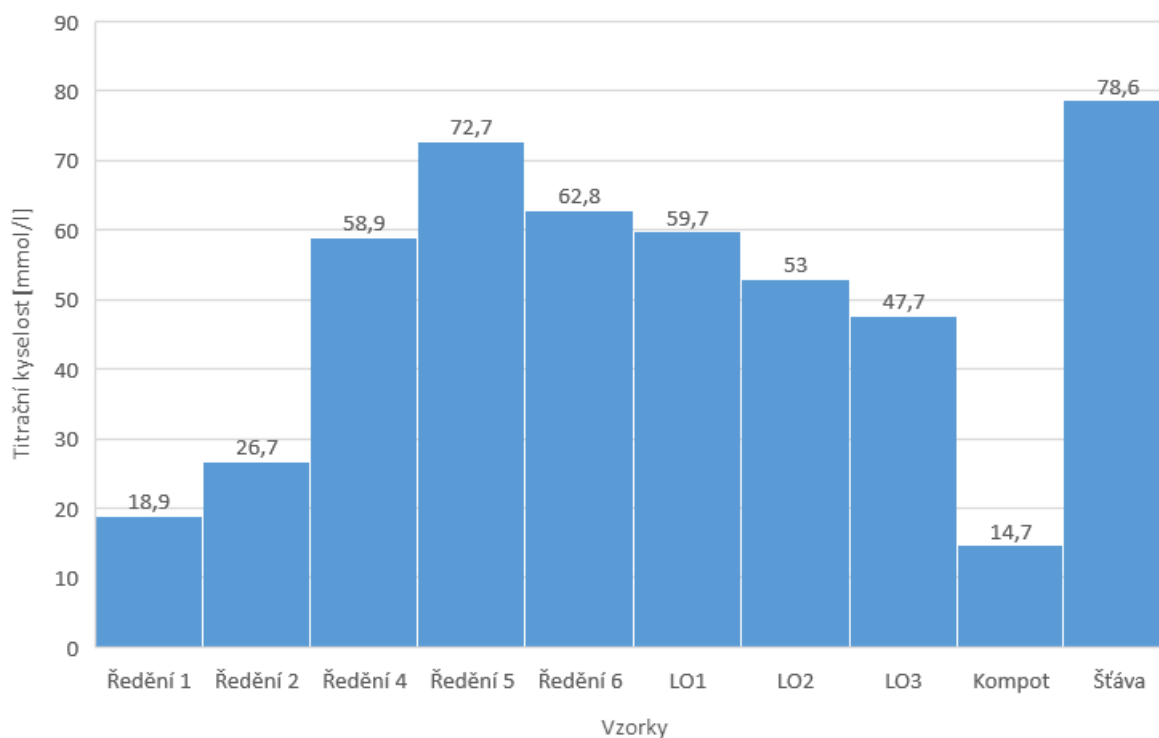
Stanovení titrační kyselosti vyjadřuje obsah minerálních a organických kyselin. Bylo provedeno dle postupu v kapitole 3.5 a uvedeno bylo v mmol/l.

Titrační kyselost byla zkoumána ve vzorcích Ředění 1, 2, 4, 5 a 6, ve třech vzorcích lyofilizovaného ovoce, v kompotu a ve šťávě z kompotu (viz Příloha 8). Výsledky stanovení titrační kyselosti jsou vyneseny do grafu na Obrázku 16 a uvedeny v Tabulce 8.

Pracovní hodnoty všech souběžných měření titrační kyselosti i s výpočty jsou uvedeny v Příloze 4.

Tabulka 8 Výsledky stanovení titrační kyselosti

Titrační kyseliny		
Vzorek	Titrační kyselost	Přepočet na kyselinu jablečnou
	[mmol/l]	[g/l]
Ředění 1	18,9	0,12
Ředění 2	26,7	0,18
Ředění 4	58,9	0,39
Ředění 5	72,7	0,49
Ředění 6	62,8	0,42
LO1	59,7	0,4
LO2	53	0,36
LO3	47,7	0,32
Kompot	14,7	0,01
Šťáva	78,6	0,52



Obrázek 16 Stanovení titrační kyselosti

Nejvíce titračních kyselin bylo zjištěno ve vzorku šťávy s hodnotou 78,6 mmol/l a nejméně v kompotu s hodnotou 14,7 mmol/l. Z lyofilizovaného ovoce má nejvyšší hodnotu vzorek Lyofilizované ovoce 1 s hodnotou 59,7 mmol/l a ze sušeného je to vzorek Ředění 5 s hodnotou 72,7 mmol/l.

Kyselina jablečná je v mirabelkách obsažena v největším množství a její hodnota podle literatury činí 0,56 g/l. Z naměřených vzorků se k tabelované hodnotě nejvíce blíží šťáva z kompotu, ve které bylo zjištěno 0,52 g/l kyseliny jablečné. Nejméně bylo naměřeno ve vzorku kompotovaných mirabelek s hodnotou 0,01g/l.

Ve srovnání např. s pomerančovou šťávou, jejíž obsah titračních kyselin podle normy ČSN 56 8541 činí mezi 90,6-240,62 mmol/l, je v mirabelkách obsaženo velmi málo těchto kyselin. Díky tomuto nízkému obsahu jsou mirabelky vhodné pro jedince s precitlivělostí na kyselé ovoce a pro malé děti [1, 35].

#### 4.5 Stanovení vitamínu C

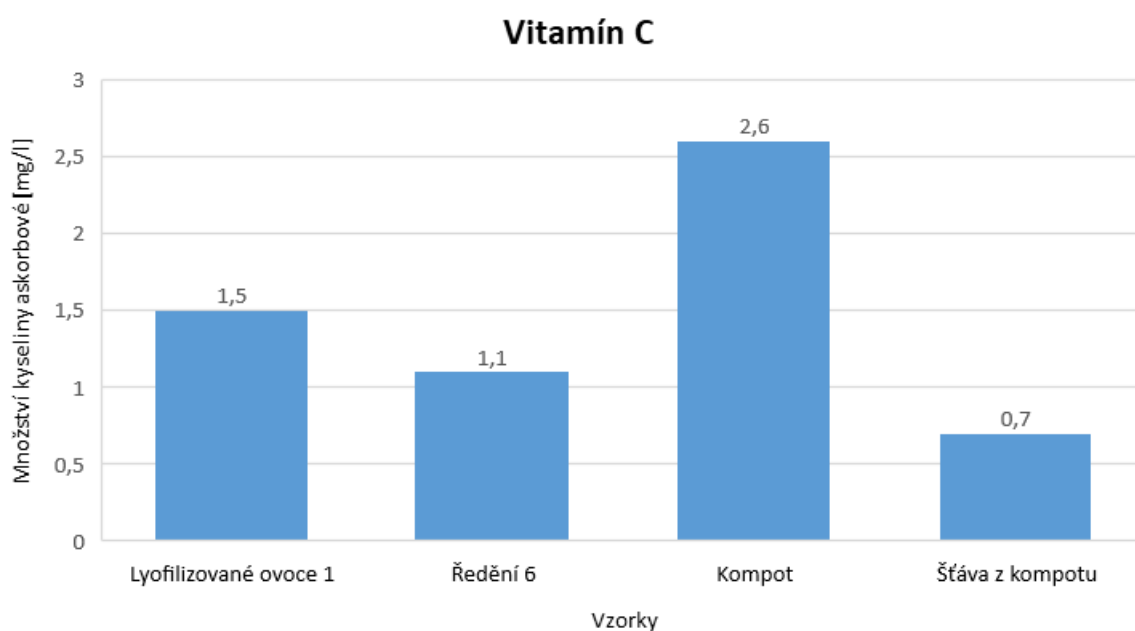
Stanovení vitamínu C bylo provedeno podle postupu uvedeného v kapitole 3.8.

Zkoumány byly vzorky Lyofilizované ovoce 1, Ředění 6, kompot a šťáva z kompotu. Výsledky stanovení jsou vyneseny do grafu na Obrázku 17 a uvedeny v Tabulce 9.

Pracovní hodnoty všech souběžných měření vitamínu C i s výpočty jsou uvedeny v Příloze 5.

Tabulka 9 Výsledky stanovení kyseliny askorbové

Vitamin C	
Vzorek	Množství kyseliny askorbové
	[mg/l]
Lyofilizované ovoce 1	1,5
Ředění 6	1,1
Kompot	2,6
Šťáva z kompotu	0,7



Obrázek 17 Stanovení vitamínu C

Nejvíce vitamínu C bylo zjištěno v kompotu s hodnotou 2,6 mg/l a nejméně ve šťávě z kompotu s hodnotou 0,7 mg/l.

Slivoně obsahují obvykle rozmezí 2,5–10,2 mg vitamínu C ve 100 g ovoce, jak je uvedeno v literatuře.

#### 4.6 Stanovení celkových fenolických látek

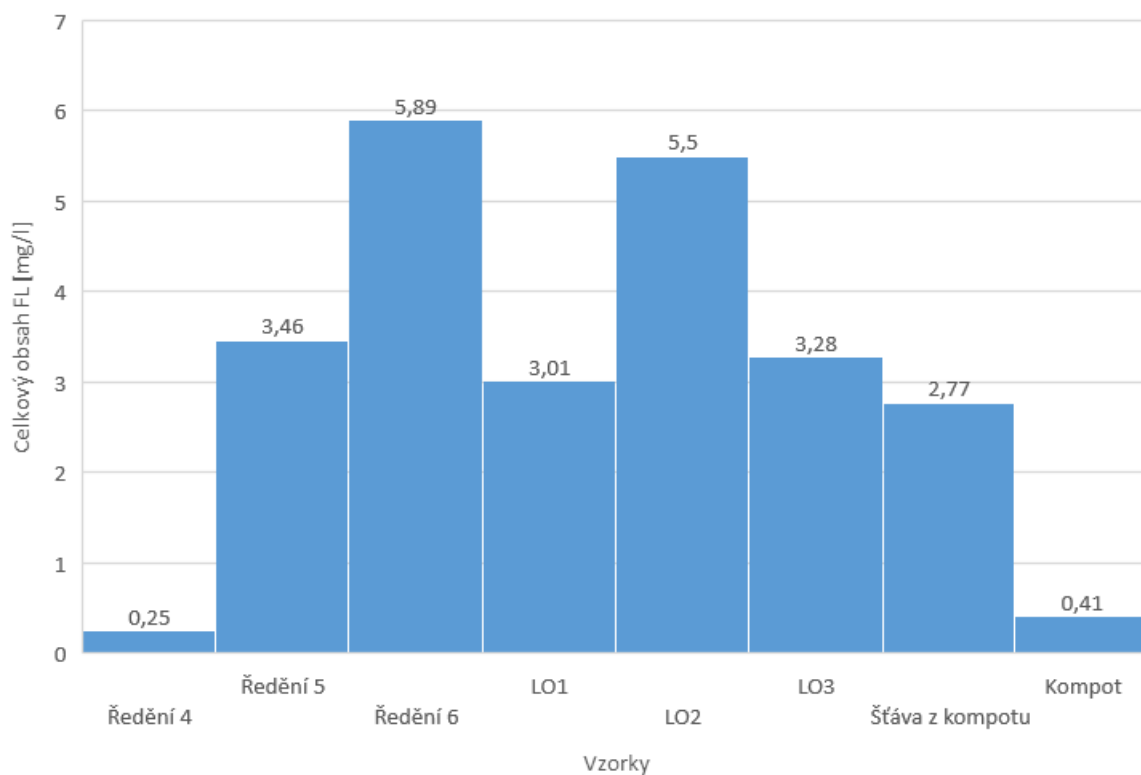
Stanovení celkových fenolických látek bylo provedeno podle postupu uvedeného v kapitole 3.6.

Zkoumány byly vzorky Ředění 4, 5 a 6, tři vzorky lyofilizovaného ovoce, kompot a šťáva z kompotu.

Výsledky stanovení jsou vyneseny do grafu na Obrázku 18 a uvedeny v Tabulce 10. Pracovní hodnoty všech souběžných měření fenolických látek i s výpočty jsou uvedeny v Příloze 6. Kalibrační křivka závislosti absorbance na koncentraci kyseliny gallové, potřebná k výpočtu je obsažena v Příloze 7.

Tabulka 10 Výsledky stanovení fenolických látek

Fenolické látky	
Vzorek	Celkový obsah FL
	[g/l]
Ředění 4	0,25 ± 0,01
Ředění 5	3,46 ± 0,01
Ředění 6	5,89 ± 0,28
LO1	3,01 ± 0,21
LO2	5,50 ± 0,31
LO3	3,28 ± 0,17
Šťáva z kompotu	2,77 ± 0,38
Kompot	0,41 ± 0,01



*Obrázek 18 Stanovení celkových fenolických látek*

Nejvíce fenolických látek bylo zjištěno ve vzorku Ředění 6 s hodnotou 5,89 mg/l, na druhém místě se nachází vzorek Lyofilizované ovoce 2 s hodnotou 5,5 mg/l. Nejméně fenolických látek bylo zjištěno ve vzorku Ředění 4 s hodnotou 0,25 mg/l.

## 5 ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zaměřena na stanovení vybraných chemických a fyzikálních vlastností mirabelky nancyské. Byly stanoveny jednak zdraví prospěšné biologicky aktivní látky a také parametry potřebné pro technologické zpracování uvedeného ovoce.

Teoretická část je rozdělena na pět kapitol. První kapitola je věnována původu, ekonomickému významu slivoní měnicím se v průběhu let a botanickému zařazení mirabelky. Ve druhé kapitole jsou popsány bližší informace o mirabelce a o dalších zástupcích druhu slivoně švestky. Moderní a šetrné metodě úchovy potravin a ovoce, lyofilizaci, je věnována další kapitola. Raw potraviny a různé pohledy na ně jsou zmíněny ve čtvrté kapitole. Popis nejdůležitějších biologicky aktivních látek obsažených ve studovaném ovoci je uveden v kapitole poslední.

Cílem experimentální části bylo stanovit vybrané biologicky aktivní látky popsané v teoretické části, jmenovitě celkové množství sušiny, refraktometrickou sušinu, obsah redukujících cukrů, titrační kyselost, fenolické látky a vitamin C. Analyzovány byly vzorky sušené, lyofilizované a kompotované mirabelky nancyské.

Vysoký obsah pektinů v mirabelce působí problémy při stanovení mnoha charakteristik ovoce. Proto bylo nezbytné nejdříve najít způsob, jak vzorky pro jednotlivá stanovení naředit.

Celková sušina u mražených mirabelek byla stanovena na 24,9 hm. %.

Refraktometrická sušina byla sledována u třech různých poměrů ředění rozmixovaných sušených mirabelek a vody. Bylo zjištěno, že k maximálnímu vyloučení rozpustné sušiny z pevných částic ovoce dojde po 3 až 4 hodinách macerace. V tomto čase se do vody uvolnilo 3,8 až 5,5 hm. % sušiny. U lyofilizované mirabelky byly sledovány tři různé vzorky, u kterých byly nalezeny hodnoty rozpustné sušiny v rozmezí 2,5 až 2,7 hm. %.

Nejvyšší obsah redukujících cukrů byl zjištěn ve šťávě z kompotu s hodnotou 45,1 hm. %, což je způsobeno umělým doslazováním kompotu. Při srovnání lyofilizovaných a sušených mirabelek v množství redukujících cukrů byla zjištěna lehká převaha u sušených mirabelek s hodnotou 18,0 hm. % oproti lyofilizovaným vzorkům s hodnotou 16,8 hm. %.

Nejvyšší obsah titračních kyselin byl zjištěn opět u šťávy z kompotu s hodnotou 78,6 mmol/l. Druhá nejvyšší hodnota byla naměřena u sušených mirabelek s hodnotou 72,7 mmol/l, u lyofilizovaných mirabelek byla nejvyšší hodnota 59,7 mmol/l. Celkově byl zjištěn velmi malý obsah titrovatelných kyselin. To znamená, že toto ovoce je vhodné pro osoby s přecitlivělostí na kyselé ovoce a pro malé děti.

Bylo provedeno srovnání obsahu vitamínu C u lyofilizovaných mirabelek, sušených mirabelek, kompotu a šťávy z kompotu. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u kompotu 2,6 mg/l, naopak nejnižší byla zjištěna u šťávy z kompotu a to 0,7 mg/l vitamínu C. Vzorke lyofilizovaných a sušených mirabelek měly prakticky srovnatelné hodnoty, 1,5 mg/l oproti 1,1 mg/l.

Obsah fenolických látek patří mezi poslední biologicky aktivní látky, jež byly analyzovány. Nejvyšší hodnota byla naměřena u sušených mirabelek - 5,89 g/l. Mezi lyofilizovanými vzorky byl velký rozptyl hodnot, nejvíce fenolických látek bylo obsaženo ve vzorku Lyofilizované ovoce 2 s hodnotou 5,50 g/l a nejnižší byla zjištěna ve vzorku Lyofilizované ovoce 1 s hodnotou 3,01 g/l.

## 6 LITERATURA

- [1] VÁVRA, Miloslav. *Švestky, renklódy, slívy, mirabelky*. Ovocnická edice, svazek 12. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1963.
- [2] JAN, Tomáš. *Peckoviny: přes 160 barevných fotografií a popisů odrůd peckovin*. Olomouc: Petr Baštan, 2011, 230 s. ISBN 978-80w87091-18-0.
- [3] BLAŽEK, Jan a Václav KNEIFL. *Pěstujeme slivoně*. Vyd. 2. Praha: Brázda, 2014. ISBN 978-80-209-0403-4.
- [4] HORÁKOVÁ, Klára. *Lyofilizované ovoce - chemické vlastnosti a možnosti zpracování* [online]. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta chemická, 2016 [cit. 2016- 12-27]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/58641>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta chemická. Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Milena Vespalcová.
- [5] Profil taxonu. Biolib.cz: Biological Library [online]. 2017 [cit. 2017-01-02]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id39512/>
- [6] Švestka: jakou odrůdu si vybrat. *ABECEDAZAHRADYABYDLENÍ* [online]., 9 [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://abecedazahrady.dama.cz/clanek/svestka-jakou-odrudu-si-vybrat>
- [7] MACHÁČKOVÁ, Tereza. Špendlíky: polozapomenuté ovoce. *ABECEDAZAHRADYABYDLENÍ* [online]. , 1 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://abecedazahrady.dama.cz/clanek/spendliky-polozapomenute-ovoce>
- [8] ŘÍHA, Jan. *České ovoce: Díl II. Třešně, višně, slívy a švestky*. Praha: Ovocnický spolek pro království České, 1915.
- [9] Švestka: jakou odrůdu si vybrat. *ABECEDAZAHRADYABYDLENÍ* [online]. , 9 [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://abecedazahrady.dama.cz/clanek/svestka-jakou-odrudu-si-vybrat>
- [10] NEUVIRT, Jiří. *Univerzální sušicí komora zachraňuje vzácné knihy*. KNIHOVNA [online]. 2006, 17(1), 59-75 [cit. 2017-01-02]. ISSN 1801-3252. Dostupné z: <http://full.nkp.cz/nkkr/knihovna61/neuvirt.htm>
- [11] *Vymražené ovoce – nová konkurence pro ovoce sušené! Hledám zdraví* [online]. 2015 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <https://www.hledamzdravi.cz/vymrazene-ovoce-nova-konkurence-pro-ovoce-susene/>
- [12] *Sublimace* [online]. [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://lat.zshk.cz/vyuka/sublimace.aspx>

- [13] Lyofilizace [online]. 2014 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: [http://tresen.vscht.cz/kot/wp-content/uploads/2010/01/Lyofilizace\\_2014-podklady-3x2.pdf](http://tresen.vscht.cz/kot/wp-content/uploads/2010/01/Lyofilizace_2014-podklady-3x2.pdf)
- [14] Lyofilizace ovoce, zeleniny, masa a jiných potravin. Biotrade [online]. [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://www.biotrade.cz/aplikace-11/suseni-13/lyofilizace-ovoce-zeleniny-masa-a-jinych-potravin-108>
- [15] [www.krupaveovoce.cz](http://www.krupaveovoce.cz) [online]. [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.krupaveovoce.cz/lyofilizovane-ovoce-lyofilizaty.php>
- [16] Freeze Drying Efficiency. PharmaAsia [online]. 2009 [cit. 2017-01-02]. Dostupné z: <http://www.pharmaasia.com/2009/02/freeze-drying-efficiency/>
- [17] Jak vybrat lyofilizátor. Biotrade [online]. [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://www.biotrade.cz/aplikace-11/suseni-13/jak-vybrat-lyofilizator-104>
- [18] SLIMÁKOVÁ, Margit. *Komu a jak prospívá syrová strava?* [online]. 2013 [cit. 2017-03-09]. Dostupné z: <http://www.margit.cz/syrova-strava/>
- [19] LINK, Lilli B., Najeeb S. HUSSAINI a Judith S. JACOBSON. Change in quality of life and immune markers after a stay at a raw vegan institute: A pilot study. *Complementary Therapies in Medicine* [online]. 2008, 16(3), 124-130 [cit. 2016-04-02]. DOI: 10.1016/j.ctim.2008.02.004. ISSN 09652299. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0965229908000083>
- [20] KOEBNICK, Corinna, Ada L. GARCIA, Pieter C. DAGNELIE, Carola STRASSNER, Jan LINDEMANS, Norbert KATZ, Claus LEITZMANN a Ingrid HOFFMANN. LongTerm Consumption of a Raw Food Diet Is Associated with Favorable Serum LDL Cholesterol and Triglycerides but Also with Elevated Plasma Homocysteine and Low Serum HDL Cholesterol in Humans<sup>1,2</sup>. *JN the Journal of Nutrition* [online]. 2005 [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://jn.nutrition.org/content/135/10/2372.full.pdf+html>
- [21] ŠVÉDOVÁ, DIS., Mgr. Zuzana. Smoothie. CELOSTNIMEDICINA.CZ [online]. 2013 [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <https://www.celostnimedicina.cz/smoothie.htm>
- [22] WAISSER, Karel. *Biologicky aktivní organické látky*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2006. ISBN 80-7041-092-2.
- [23] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 328 s. ISBN 80-902-3912-9
- [24] ČOPÍKOVÁ, Jana. *Chemie a analytika sacharidů*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1997. ISBN 80-708-0306-1.
- [25] TOMASIK, P. *Chemical and functional properties of food saccharides*. Boca Raton: CRC Press, 2004, 425 p. ISBN 08-493-1486-0.
- [26] ČERNÝ, Tomáš a Tomáš TRNKA. *Sacharidy: [učebnice]*. [díl] I. Praha: pds, 1995. ISBN 80-901304-4-5.
- [27] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie*. 2. opr. vyd. Praha: Academia, 1996, 186, 134, 191 s. ISBN 80-200-0600-1.

- [28] Přírodní látky-Sacharidy. Studium biochemie [online]. KUDCH, PřF UK v Praze [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: [http://www.studiumbiochemie.cz/prirodni\\_latky.html](http://www.studiumbiochemie.cz/prirodni_latky.html)
- [29] WALTER, Reginald H. The Chemistry and technology of pectin. San Diego: Academic Press, c1991. ISBN 01-273-3870-5.
- [30] GUILLOTIN, S.: Studies on the intra- and intermolecular distributions of substituents in commercial pectins, PhD. Thesis Wageningen University, The Netherlands, 2005. ISBN 90- 8504-265-8.
- [31] Henrik Vibe Scheller. Department of plant & microbial biology, UC Berkeley. [online]. 5.6.2014 [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://plantbio.berkeley.edu/profile/hscheller>.
- [32] MARCANÍKOVÁ, Kateřina a Blanka BEŇOVÁ. *Využití coulometrického detektoru pro analýzu fenolických látek* [online]. Chem. Listy 104, s27-s30, 2010 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010\\_s1\\_s27-s30.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010_s1_s27-s30.pdf)
- [33] VELÍŠEK, Jan. Chemie potravin. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-866-5901-1.
- [34] Vitaminy a výživa. *Funkce buněk a lidského těla* [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://fbt.cz/skripta/ix-travici-soustava/7-vitaminy-a-vyziva/>
- [35] ČSN 56 8541: 2001. *Ovocné a zeleninové šťávy-Pomerančová šťáva*. Praha: Český normalizační institut, 2001. 8 s.

## 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CCA	circa, okolo
TJ.	to je
VIZ.	jmenovitě
GAE	ekvivalent kyseliny gallové
HM. %	hmotnostní procento
Č.	číslo
ČR	Česká republika

## 8 PŘÍLOHY

*Příloha č. 1 Průběžné výsledky stanovení refraktometrické sušiny u lyofilizovaného ovoce*

Refraktometrická sušina		
Vzorek	Čas	Obsah rozpustné sušiny ve vzorku
	[hod]	[hm. %]
<b>Lyofilizované ovoce 1</b>	1	2,5
	24	2,5
<b>Lyofilizované ovoce 2</b>	1	2,7
	24	2,7
<b>Lyofilizované ovoce 3</b>	1	2,7
	24	2,7

*Příloha č. 2 Stanovení celkové sušiny mraženého ovoce*

Vzorek	Hmotnost	Sušina
	[g]	[hm. %]
<b>Mirabelka 1</b>	5,11	25,4
<b>Mirabelka 2</b>	5,28	24,5
<b>Mirabelka 3</b>	5,26	24,7
<b>Průměr</b>		24,9

*Příloha č. 3 Průběžné výsledky stanovení redukcí cukrů sušeného ovoce*

<b>Redukující sacharidy</b>		
<b>Vzorek</b>	<b>Stanovení dle Bertranda</b>	<b>Množství redukcí cukrů</b>
	[ml]	[%]
<b>Sušené mirabelky (nepokrájené)</b>		
1.	7,9	2,7
2.	7,7	2,6
	<b>Gravimetrická metoda</b>	<b>Množství redukcí cukrů</b>
	[g]	[%]
3.	0,12	2,7
<b>Průměr [%]</b>	<b>2,7</b>	
<b>Sušené mirabelky (pokrájené)</b>		
	<b>Stanovení dle Bertranda</b>	<b>Množství redukcí cukrů</b>
	[ml]	[%]
1.	8,4	2,8
2.	8,5	2,9
	<b>Gravimetrická metoda</b>	<b>Množství redukcí cukrů</b>
	[g]	[%]
3.	0,12	2,8
<b>Průměr [%]</b>	<b>2,8</b>	
<b>Ředění 5</b>	<b>Stanovení dle Bertranda</b>	<b>Množství redukcí cukrů</b>
	[ml]	[%]
1.	19,5	16,9
2.	19,3	16,9
	<b>Gravimetrická metoda</b>	<b>Množství redukcí cukrů</b>
	[g]	[%]
1.	0,29	16,9
<b>Průměr [%]</b>	<b>16,9</b>	
<b>Ředění 6</b>	<b>Gravimetrická metoda</b>	<b>Množství redukcí cukrů</b>
	[g]	[%]
1.	0,15	17,9
2.	0,16	18,3
3.	0,15	17,9
<b>Průměr [%]</b>	<b>18,0</b>	

**Příloha č. 3 pokračování** Průběžné výsledky stanovení redukujících cukrů lyofilizovaného a kompotovaného ovoce

<b>Redukující sacharidy</b>		
<b>Vzorek</b>	<b>Stanovení dle Bertranda</b>	<b>Množství redukujících cukrů</b>
	[ml]	[%]
<b>Lyofilizované ovoce 1</b>		
1.	7,4	12,7
2.	7,2	12,4
3.	7,4	12,7
<b>Průměr [%]</b>	<b>12,60</b>	
<b>Lyofilizované ovoce 2</b>		
1.	10,0	17,0
2.	9,8	16,7
3.	9,8	16,7
<b>Průměr [%]</b>	<b>16,80</b>	
<b>Lyofilizované ovoce 3</b>		
1.	9,5	16,5
2.	9,5	16,5
3.	9,5	16,5
<b>Průměr [%]</b>	<b>16,5</b>	
	<b>Gravimetrická metoda</b>	<b>Množství redukujících cukrů</b>
	[g]	[%]
<b>Kompot</b>		
1.	0,39	0,95
2.	0,38	0,95
3.	0,38	0,95
<b>Průměr [%]</b>	<b>0,95</b>	
<b>Šťáva z kompotu</b>		
1.	0,09	46,0
2.	0,08	44,6
3.	0,08	44,6
<b>Průměr [%]</b>	<b>45,1</b>	

**Příloha č. 4 Průběžné výsledky stanovení titrační kyselosti sušeného ovoce**

<b>Titrační kyseliny</b>		
<b>Vzorek</b>	<b>Objem odměrného roztoku</b>	<b>Titrační kyselost</b>
	[ml]	[mmol/l]
<b>Ředění 1</b>		
1.	0,2	18,9
2.	0,2	
3.	0,2	
<b>Průměr</b>	0,2	
<b>Ředění 2</b>		
1.	0,5	26,7
2.	0,6	
3.	0,6	
<b>Průměr</b>	0,6	
<b>Ředění 4</b>		
1.	1,0	58,9
2.	1,0	
3.	1,0	
<b>Průměr</b>	1,0	
<b>Ředění 5</b>		
1.	1,2	72,7
2.	1,3	
3.	1,2	
<b>Průměr</b>	1,2	
<b>Ředění 6</b>		
1.	0,5	62,8
2.	0,5	
3.	0,6	
<b>Průměr</b>	0,5	

**Příloha č. 4 pokračování** Průběžné výsledky stanovení titrační kyselosti lyofilizovaného a kompotovaného ovoce

<b>Titrační kyseliny</b>		
<b>Vzorek</b>	<b>Objem odměrného roztoku</b>	<b>Titrační kyselost</b>
	[ml]	[mmol/l]
<b>Lyofilizované ovoce 1</b>		
1.	0,7	59,7
2.	0,6	
3.	0,6	
<b>Průměr</b>	0,6	
<b>Lyofilizované ovoce 2</b>		
1.	0,6	53,0
2.	0,5	
3.	0,6	
<b>Průměr</b>	0,6	
<b>Lyofilizované ovoce 3</b>		
1.	0,5	47,7
2.	0,5	
3.	0,5	
<b>Průměr</b>	0,5	
<b>Kompot</b>		
1.	5,9	14,7
2.	5,8	
3.	5,9	
<b>Průměr</b>	5,9	
<b>Šťáva z kompotu</b>		
1.	0,3	78,6
2.	0,2	
3.	0,3	
<b>Průměr</b>	0,3	

*Příloha č. 5 Průběžné výsledky stanovení vitamínu C*

<b>Vitamin C</b>		
<b>Vzorek</b>	<b>Objem odměrného roztoku</b>	<b>Množství kyseliny askorbové</b>
	[ml]	[mg/l]
<b>Lyofilizované ovoce 1</b>		
1.	0,1	1,1
2.	0,1	1,1
3.	0,2	2,2
<b>Průměr</b>		1,5
<b>Ředění 6</b>		
1.	0,1	1,1
2.	0,1	1,1
3.	0,1	1,1
<b>Průměr</b>		1,1
<b>Kompot</b>		
1.	0,2	2,2
2.	0,2	2,2
3.	0,2	2,2
<b>Průměr</b>		2,2
<b>Šťáva z kompotu</b>		
1.	0,2	0,7
2.	0,2	0,7
3.	0,2	0,7
<b>Průměr</b>		0,7

**Příloha č. 6 Průběžné výsledky stanovení fenolických látek sušeného ovoce**

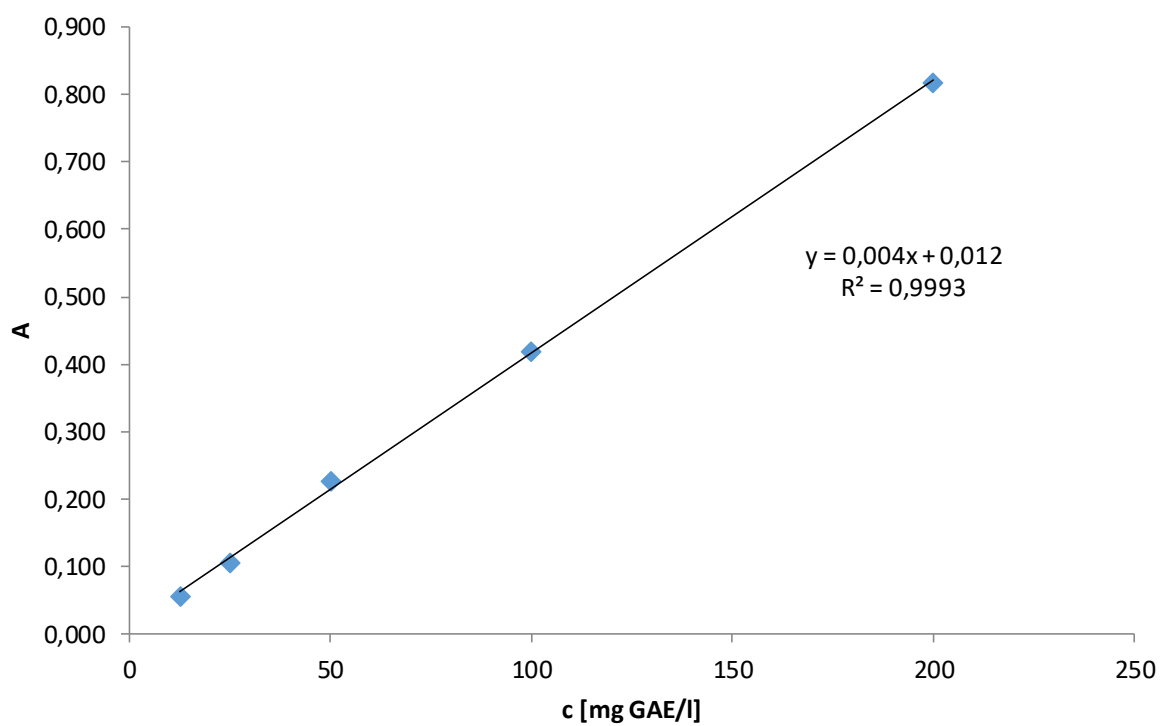
<b>Fenolické látky</b>		
<b>Vzorek</b>	<b>Absorbance</b>	<b>Celkový obsah FL</b>
		<b>[g/l]</b>
<b>Ředění 4</b>		
1.	0,051	0,25
2.	0,052	0,25
3.	0,053	0,26
<b>Průměr</b>		0,25
<b>Ředění 5</b>		
1.	0,036	0,30
2.	0,034	0,28
3.	0,036	0,30
<b>Průměr</b>		0,29
<b>Ředění 6</b>		
1.	0,238	5,68
2.	0,262	6,29
3.	0,245	5,69
<b>Průměr</b>		5,89

**Příloha č. 6 pokračování Průběžné stanovení fenolických látek lyofilizovaného a kompotovaného ovoce**

<b>Fenolické látky</b>		
<b>Vzorek</b>	<b>Absorbance</b>	<b>Celkový obsah FL</b>
		<b>[g/l]</b>
<b>Lyofilizované ovoce 1</b>		
1.	0,123	2,78
2.	0,143	3,29
3.	0,13	2,96
<b>Průměr</b>		3,01
<b>Lyofilizované ovoce 2</b>		
1.	0,251	5,93
2.	0,227	5,34
3.	0,223	5,24
<b>Průměr</b>		5,50
<b>Lyofilizované ovoce 3</b>		
1.	0,146	3,33
2.	0,133	3,06
3.	0,149	3,46
<b>Průměr</b>		3,28
<b>Štáva z kompotu</b>		
1.	0,064	3,25
2.	0,056	2,75
3.	0,049	2,31
<b>Průměr</b>		2,77
<b>Kompot</b>		
1.	0,765	0,40
2.	0,754	0,40
3.	0,802	0,42
<b>Průměr</b>		0,41

**Příloha č. 7 Průběžné výsledky u vytváření kalibrační křivky**

<b>c (mg/l)</b>	1.	2.	3.	<b>průměr:</b>
12,5	0,042	0,044	0,083	0,056
25	0,114	0,118	0,090	0,107
50	0,263	0,220	0,198	0,227
100	0,456	0,420	0,383	0,420
200	0,801	0,843	0,809	0,818



*Graf kalibrační závislosti absorpance na koncentraci kyseliny gallové*

**Příloha č. 8 Přesné údaje o poměrech ředění u vzorků**

<b>Přesné informace o vzorcích</b>		
<b>Vzorek</b>	<b>Množství rozmixovaných mirabelek</b>	<b>Množství vody</b>
	<b>[g]</b>	<b>[ml]</b>
<b>Ředění 0</b>	33,7303	70
<b>Ředění 1</b>	1,8574	186
<b>Ředění 2</b>	1,2012	60
<b>Ředění 3</b>	0,9983	50
<b>Ředění 4</b>	3,9626	100
<b>Ředění 5</b>	3,9684	200
<b>Ředění 6</b>	1,9862	200
<b>Lyofilizované ovoce 1 (LO1)</b>	1,9940	200
<b>Lyofilizované ovoce 2 (LO2)</b>	2,0151	200
<b>Lyofilizované ovoce 3 (LO3)</b>	1,9794	200
<b>Kompot</b>	93,7500	200
<b>Šťáva z kompotu</b>	0,4296	100
<b>Macerát z pokrájených mirabelek</b>	10,1602	30
<b>Macerát z nepokrájených mirabelek</b>	9,9923	30