

**UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

2010

Martina Líbalová

**UNIVERZITA PARDUBICE**  
**FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ**

**Ověřování kvality ovocných šťáv a možnosti odhalování jejich  
falšování**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

AUTOR PRÁCE: Martina Líbalová

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Blanka Beňová, Ph.D.

**2010**

**UNIVERSITY OF PARDUBICE**  
**FACULTY OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

**Confirmation of fruit juices quality and possibilities of detection  
of adulteration**

**BACHELOR WORK**

AUTHOR: Martina Líbalová

SUPERVISOR: Ing. Blanka Beňová, Ph.D.

**2010**

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická  
Akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martina LÍBALOVÁ**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**  
Název tématu: **Ověřování kvality ovocných šťáv a možnosti odhalování jejich falšování**  
Zadávací katedra: **Katedra analytické chemie**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. V teoretické části zpracujte problematiku ověřování kvality ovocných šťáv. Zaměřte se na chemické a fyzikální parametry, kterými lze tuto kvalitu ověřovat. Nastudujte také dosavadní poznatky o způsobu falšování šťáv a možnostech odhalování tohoto problému.
2. V praktické části stanovte vybrané parametry u komerčně dostupných ovocných šťáv.
3. Výsledky dosažené v experimentální části kriticky zhodnoťte a porovnejte s nastudovanými poznatky z tohoto oboru.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Podle pokynů vedoucí práce.**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Blanka Beňová, Ph.D.**  
Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **25. června 2010**

  
prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.  
děkan

L.S.

  
prof. Ing. Karel Vytřas, DrSc.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2010

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 25. 6. 2010

.....  
Martina Líbalová

Chtěla bych tímto poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Blance Beňové, Ph.D. za odborné vedení práce, cenné rady a připomínky a v neposlední řadě i za trpělivost, se kterou se mi věnovala.

Dále bych chtěla poděkovat svým rodičům za umožnění studia na Univerzitě Pardubice a za jejich podporu v jeho průběhu. Nemalý dík patří i mé sestře Haně Líbalové za poskytnutí užitečných rad.

## SOUHRN

Bakalářská práce se zabývá charakteristikou ovocných šťáv, jejich falšováním a jsou zde popsány metody napomáhající k ověřování kvality těchto produktů. Pro praktické účely práce byl proveden experiment a to prostřednictvím pěti vybraných parametrů, pomocí kterých lze snadno ověřit kvalitu ovocných šťáv.

V rámci experimentu bylo vybráno dvanáct reprezentativních vzorků ovocných džusů běžně dostupných v obchodní síti, které byly podrobně analyzovány. Získaná data byla pro názornost zobrazena prostřednictvím tabulek a grafů.

**Klíčová slova:** ovocná šťáva, falšování, metody ověřování kvality



## **SUMMARY**

This thesis is aimed on the characteristics of fruit juices and their adulteration. The methods for confirmation of the quality of these products are described there. For practical purposes of my thesis, an experiment was carried out using the five selected parameters. They can confirm the quality of fruit juices easily.

Twelve representative samples of fruit juices from trade network were selected. Collected data were analyzed in detail. For illustration, data were depicted by tables and graphs.

**Keywords:** fruit juice, adulteration, methods of confirmation of quality

## Seznam zkratk

AIJN	Association of the Industry of Juices and Nectars
ČR	Česká republika
ČSN	České technické normy
EHS	Evropské hospodářské společenství
EU	Evropská unie
HPLC	vysokoúčinná kapalinová chromatografie
ISO	Mezinárodní organizace pro normy
MZLU	Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
OSN	Organizace spojených národů
SGF	regionální samokontrolní sdružení
SNTL	Nakladatelství technické literatury
UV	ultrafialové záření
VŠB – TU	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
VŠCHT	Vysoká škola chemicko technologická v Praze

## Obsah:

1	Úvod .....	11
2	Teoretická část.....	12
2.1	Charakteristika ovocných šťáv .....	12
2.1.1	Výroba ovocných šťáv .....	13
2.2	Falšování potravinářských výrobků.....	13
2.3	Ověřování kvality .....	15
2.3.1	Sledování sensorických vlastností .....	15
2.3.1.1	Hodnocení vzorku .....	16
2.3.1.2	Spojení sensorické analýzy s instrumentální analýzou.....	17
2.3.2	Sledování fyzikálně - chemických vlastností .....	17
2.3.2.1	pH, titrační kyselost a kyselina askorbová.....	17
2.3.2.2	Stanovení aminokyselin, formolového čísla .....	20
2.3.2.3	Stanovení relativní hustoty .....	21
2.3.2.4	Refraktometrické stanovení sušiny .....	21
2.3.2.5	Měření viskozity .....	22
2.3.2.6	Měření celkových a redukujících cukrů.....	22
3	Experimentální část .....	24
3.1	Přístroje, zařízení a laboratorní pomůcky .....	24
3.2	Použité chemikálie.....	24
3.3	Analyzované vzorky .....	25
3.4	Pracovní postupy .....	26
3.4.1	Stanovení pH a titrační kyselosti.....	26
3.4.1.1	Měření pH .....	26
3.4.1.2	Stanovení titrační kyselosti .....	26
3.4.2	Stanovení formolového čísla.....	27
3.4.3	Stanovení prolinu .....	27
3.4.4	Stanovení relativní hustoty .....	28
3.4.5	Stanovení refraktometrické sušiny .....	29
4	Výsledky a diskuse.....	30
4.1	Výsledky pH, titrační kyselost.....	30
4.1.1	Výsledky měření pH.....	30
4.1.2	Výsledky stanovení titrační kyselosti.....	31
4.2	Výsledky formolového čísla.....	32

4.3	Výsledky prolinu .....	34
4.4	Výsledky relativní hustoty .....	35
4.5	Výsledky refraktometrické sušiny .....	36
5	Závěr.....	38
6	Použitá literatura .....	39
7	Přílohy .....	42

# 1 Úvod

Teprve v posledních dvou stoletích vzali lidé na vědomí, že stav lidského těla je bezprostředně spjat s kvalitou potravy, a začali si všímat, jestli potrava vůbec odpovídá potřebám lidského těla. V důsledku toho se pozvolna stále více soustřeďuje pozornost vědních oborů na funkce lidského těla a na způsob, jakým využívá vitální látky, jako jsou minerální a vitaminy, ze kterých se potrava skládá.

Čisté ovocné a zeleninové džusy lze považovat za takzvané funkční nápoje, protože mají specifický přínos pro zdraví, přestože obsahují méně vlákniny než celé ovoce. Alespoň poslední přehledová studie (souhrn z 11 studií vedených ve Velké Británii a publikovaných v *International Journal of Food Sciences and Nutrition*), hovoří o tom, že důležitější než obsah vlákniny je přítomnost antioxidantů v těchto nápojích (riziko kardiovaskulárních a nádorových chorob při pravidelném pití džusů klesá).<sup>[1]</sup> Samozřejmě, že džusy nemůžou nahradit ovoce. Doporučení hovoří o tom, že z pěti porcí ovoce a zeleniny za den může džus nahradit jen jednu z nich, nezávisle na tom, kolik džusu bychom vypili.

V České republice se ověřováním kvality ovocných šťáv zabývá Státní zemědělská a potravinářská inspekce ve spolupráci se SGF (regionální samokontrolní sdružení). Výsledky kontrol ovocných šťáv, nektarů a nápojů ukazují, že kvalita těchto nápojů na českém trhu je dobrá. K odhalování falšování a klamání spotřebitele se používají chemické, fyzikální i biologické metody.

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit fyzikálně – chemické vlastnosti u 12 různých vzorků ovocných šťáv, nektarů a nápojů z obchodních řetězců. Analyzované parametry byly pH, titrační kyselost, formolové číslo, refraktometrická sušina a relativní hustota. Hodnoty parametrů byly porovnány s odbornými články tohoto tématu.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Charakteristika ovocných šťáv

Ovoce a zelenina je základní součástí každodenní lidské stravy. Pro svou rozmanitost chutí a vůní se používá k přípravám pokrmů, jak v syrové, tak i v upravené podobě. Díky obsaženým vitaminům, minerálům a vláknině zajišťuje vyváženou stravu. Produkty obsahující ovoce a zeleninu obohacují jídelníček, který by byl jinak složen z jednotvárné obilné a masité stravy. Pro konzumní účely je využíváno široké spektrum ovoce a zeleniny, a to jak šlechtěné tak i plané. Během posledních pár století dochází ke šlechtění odrůd ovoce a zeleniny, které napomáhají při léčení chorob.

Intenzivní agronomické výzkumy v oblasti rostlinné výroby v různých zemích vedly k vyvinutí velké množství velmi specifických odrůd ovoce a zeleniny. Pěstování těchto odrůd je ale závislé na regionu, klimatu, půdním typu a délce vegetačního období, použití jednotlivých zemědělských praktik, hnojení, sklízecích metodách, načasování sklizně a uskladnění, balení a transportu. Tyto faktory mohou mít důsledky na chemické složení, nutriční hodnotu, vzhled, chuť, barvu, velikost a tvar dané odrůdy ovoce nebo zeleniny. Na základě těchto vlastností se daná odrůda zařadí do určité jakostní kategorie, a poté se zhodnotí její tržní cena. Některé druhy ovoce a zeleniny se dopravují od producenta ke spotřebiteli přímo, ale některé se uskladňují mražením nebo jsou zpracovávány na produkty určené k přímé spotřebě, jako například nakládané nebo mražené dřeně, šťávy, koncentráty šťáv, nápoje a mošt, nebo na meziprodukty pro další použití v továrnách nebo domácnostech.<sup>[2]</sup>

Vyhláška 335 § 1 Ministerstva zemědělství ze dne 12. prosince 1997 definuje ovocnou a zeleninovou šťávu takto: *šťáva, zkvasitelný, ale nezkvašený výrobek získaný z přiměřeně zralého a zdravého, čerstvého nebo chlazeného ovoce nebo zeleniny, a to jednoho nebo více druhů, s charakteristickou barvou, vůní a chutí, které jsou typické pro šťávu pocházející z příslušného ovoce nebo zeleniny; aroma, dužnina a buňky ze šťávy, které jsou odděleny v průběhu zpracování, mohou být do téže šťávy vráceny; rajčata se považují za zeleninu.*<sup>[3]</sup>

### 2.1.1 Výroba ovocných šťáv

K základním technologickým procesům výroby ovocné šťávy patří:<sup>[4] - [6]</sup>

- Praní a třídění ovoce – ovoce se zbavuje mechanických nečistot a je snížena pravděpodobnost mikrobiální kontaminace, tříděním se odstraní nežádoucí příměsi a kusy ovoce, které jsou mechanicky poškozeny nebo napadeny hnilobou.
- Drcení ovoce – cílem je narušení buněčných membrán pro získání většího množství ovocné šťávy.
- Úprava drti před lisováním – dochází k rozložení pektinových látek, které mají funkci mezibuněčného pojiva, tím se sníží viskozita šťávy, lisování je snadnější a výtěžek vyšší.
- Lisování – působením tlaku menšího než 1,6 MPa se oddělí z drtě ovocná šťáva.
- Odkalování ovocných šťáv – šťávy jsou po lisování kalné a jakost šťávy je proto nižší, samovolnou sedimentací se odstraní velké částice (proces lze urychlit čiřením).
- Skladování – z vylisované a odkalené šťávy je možné vyrobit koncentrát.

## 2.2 Falšování potravinářských výrobků

Falšování neboli falzifikace pochází z latinského výrazu falzum, což v překladu znamená padělek, podvrh nebo napodobenina. Falšování potravinářských výrobků je trvalým celosvětovým problémem. Podle zkušeností inspekčních orgánů z celého světa se falšují zejména potraviny, které jsou drahé nebo potraviny vyráběné ve velkých objemech. Jsou to především tyto potraviny: oleje, tuky, mléko a mléčné výrobky, ovocné nápoje, maso a masné výrobky, víno, lihoviny, koření, med a káva.<sup>[7]</sup>

Sbírka zákonů České republiky pojem „falšovaná potravina“ přímo nedefinuje. Avšak v Zákoně o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů č. 110/1997 Sb. § 10 je uvedeno: *Do oběhu je zakázáno uvádět potraviny:*

- *jiné než zdravotně nezávadné,*
- *klamavě označené nebo nabízené ke spotřebě klamavým způsobem,*

- *s proším datem použitelnosti,*
- *neznámého původu,*
- *překračující nejvyšší přípustné úrovně kontaminace radionuklidu stanovené přímo použitelným předpisem Evropských společenství upravujícím nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin a krmiv po jaderné havárii nebo jiném případě radiační mimořádné situace*
- *ozářené v rozporu s požadavky stanovenými tímto zákonem a prováděcím právním předpisem.*<sup>[8]</sup>

Zákon č. 634/1992 Sb. o ochraně spotřebitele definuje způsoby, kterými by se měl výrobce a podnikatel řídit, aby byl spotřebitel řádně informován a neklamán.<sup>[9]</sup>

Evropská unie chrání výrobce nařízením EU č. 2081/92 „O ochraně zeměpisných známek a označení původu zemědělských výrobků“, jehož hlavní myšlenkou je identita výrobku vyrobeného jen v určitých zemědělských lokalitách.<sup>[10]</sup>

Dohoda OSN č.39/248 o ochraně spotřebitele se řídí těmito zásadami:

- *nakupujte, co chcete a kde chcete,*
- *pokud je zboží vadné, vraťte je,*
- *vysoká úroveň bezpečnosti potravin a spotřebního zboží,*
- *informujte se o tom, co jíte,*
- *možnost jednoduššího porovnání cen,*
- *spotřebitelé by neměli být klamáni.*<sup>[11]</sup>

Falšování potravin vždy neznamená, že jde o závadnou potravinu. Pokud je ošizena surovina, výrobní postup nebo je výrobek nesprávně označen, jde pouze o klamání spotřebitele. Pro výrobu ovocných šťáv jsou nejvíce používány citrusy, zejména pomeranče. Proto je nejvíce falšování spojeno s pomerančovými nápoji.<sup>[7], [12]</sup>

Mezi nejčastější způsoby falšování patří:<sup>[12]</sup>

- úplná nebo částečná náhrada drahé suroviny za levnější – při tomto způsobu falšování je snížen vyhláškou stanovený minimální podíl suroviny
- použití jiné než deklarované nebo povolené technologie
- uvedení jiného místa původu
- zneužití známé značky – jedná se o napodobování renomované značky, například obalu, etikety
- maskování nižšího podílu ovocného podílu – přidání kyseliny askorbové, cukru



## 2.3 Ověřování kvality

Kvalita potravin je nejčastěji zkoumána podle fyzikálních, chemických, biologických a sensorických vlastností. Na základě těchto vlastností můžeme potraviny posuzovat a rozdělit do různých jakostních tříd. Při aplikaci na ovocné šťávy vhodnými vlastnostmi jsou viskozita, barva, přírodní aroma, chuť, hořkost, trpkost, celkové a redukující cukry, celková kyselost, obsah kyseliny askorbové, obsah ovocné složky, formolové číslo, refraktometrická sušina, pH, aminokyseliny a reologické parametry.<sup>[13]</sup>

Upravování ovocného podílu v ovocných šťávách je jednou z možností regulace jejich složení. Původním motivem zvyšování ovocného podílu bylo chránit spotřebitele, později v důsledku tlaku pěstitelů, kteří chtěli prodat více ovoce. Parametry, které mohou být sledovány od začáteční manipulace s ovocem až do finálního produktu, mohou být označovány jako indexy ovocných podílů. Tyto prvky jsou stabilní v technologických procesech, přizpůsobivé, lehce stanovitelné, zřídka se používají jako přísady a mají stálou koncentraci v ovoci. V průběhu let bylo mnoho stopových látek z plodů zkoumáno jako indexy, ale zatím mezi ně patří jen anorganické soli, dusíkaté sloučeniny, polyfenoly, vitamíny a pigmenty.<sup>[14]</sup>

### 2.3.1 Sledování sensorických vlastností

Senzorická analýza potravin patří mezi základní kontrolní metody kvality potravinářských surovin, přídatných a pomocných látek i hotových výrobků. Kvalitu potravin lze také definovat jako shodu výrobku se standardy, stanovenými legislativou nebo technickými normami, nebo s požadavky spotřebitele.<sup>[15]</sup>

Sledování sensorických vlastností zahrnuje hodnocení chuti, vzhledu, vůně a textury. Každý člověk rozeznává čtyři základní chutě, které jsou vnímány částmi jazyka: sladká (špička jazyka), slaná (bok jazyka), hořká (kořen jazyka) a kyselá (bok jazyka). Principem chuťového vjemu je vazba chuťově aktivních látek na bílkovinné receptory a přenos vzniklého vzruchu nervy do centrální nervové soustavy, kde je vzruch dále zpracován. Mezi další chutě patří například chuť umami (vyvolána glutamanem sodným nebo inosínátem), palčivá, svíravá nebo kovová.<sup>[16]</sup>

Norma ISO 5492 říká, že organoleptická vlastnost vnímaná čichovým orgánem se nazývá pach.<sup>[17]</sup> Podle některých autorů je pach slovo citově neutrální. Příjemné

vjemy se dají rozdělit na vůni (vnímané nadechnutím do nosní dutiny) a aroma (vnímané, pokud do nosní dutiny přicházejí z dutiny ústní) a nepříjemné vjemy se označují jako zápach. Přesný mechanismus čichového vnímání není znám. Čichový smysl se při hodnocení uplatňuje zároveň s chutí v komplexním vjemu nazývaném flavour.<sup>[18]</sup>

Zrakovým smyslem je člověk schopen vnímat elektromagnetické záření o vlnové délce 380 – 780 nm. Oko rozeznává intenzitu světla, odstín barvy, světlost a sytost zbarvení. Zrakové vjemy dávají informaci nejen o barvě, ale i tvaru, velikosti, povrchu potravin, a proto jsou pro sensorickou analýzu velmi důležité.<sup>[16]</sup>

Sluchem je člověk schopný vnímat tři typy podnětů (tóny, šelesty, hřmoty). V sensorické analýze se uplatňují pouze šelesty a hřmoty. Zvukové efekty jsou často asociovány s čerstvostí ovoce, zeleniny a pečiva. Nejčastěji se sluchový vjem uplatňuje při hodnocení křehkosti potravin (např. křupky).<sup>[16]</sup>

Křehkost řadíme mezi texturní vlastnosti hodnocené pomocí hmatového smyslu. Rozeznáváme dva typy hmatových smyslů taktilní (receptorové buňky sídlí v pokožce a sliznicích, informace o vlastnostech povrchu) a kinestetický (identifikace vlastností např. tvrdost, elasticita, křehkost).<sup>[16], [18]</sup>

### **2.3.1.1 Hodnocení vzorku**

Při odběru a manipulaci se vzorkem musíme mít na paměti, že se jedná o analýzu určenou ke konzumaci. Proto je nutné dodržovat pravidla o odebírání vzorku a zároveň přísné hygienické normy.<sup>[16]</sup>

Vzorek se musí k hodnocení podávat v dostatečném množství (15 – 20 ml kapalného vzorku, 20 – 30 g tuhého vzorku). Důležité je, aby všechny vzorky v rámci jedné analýzy byly podávány za stejných podmínek (stejně množství, teplota, nádoby apod.). Změnou teploty se mění intenzita vůně a chuti, proto platí zásada podávat vzorky při teplotě, která odpovídá teplotě při skutečné konzumaci. Vzorky se podávají pod číselným kódem pro zachování anonymity vzorku.<sup>[19]</sup>

### 2.3.1.2 Spojení senzorické analýzy s instrumentální analýzou

V poslední době se objevují snahy o zavedení instrumentálních metod pro hodnocení senzorické analýzy. Tyto metody mají řadu výhod. Jsou dobře opakovatelné, mají snadno reprodukovatelné výsledky, provedení je jednoduché a jsou snadno automatizované. Časová náročnost analýzy je malá a výsledky lze zpracovat statistickými parametrickými metodami. Cena při velkém množství analyzovaných vzorků je nízká. Instrumentální metody mají však velmi podstatnou nevýhodu. Pomocí senzorické analýzy se měří počítky a vjemy, zatímco instrumentálními metodami se měří podněty (fyzikální nebo chemické vlastnosti výrobků). Lze je tedy použít jen v případech, kdy známe vztah mezi intenzitou podnětu a charakterem vjemu.<sup>[19]</sup>

### 2.3.2 Sledování fyzikálně - chemických vlastností

#### 2.3.2.1 pH, titrační kyselost a kyselina askorbová

##### Měření pH

pH se stanovuje potenciometricky. Měření je založeno na měření rozdílu potenciálu dvou elektrod ponořených do měřeného roztoku. Jedna elektroda je referentní (srovnávací) a druhá indikační (měrná). Ke stanovování pH se nejčastěji používá jako indikační elektroda skleněná elektroda a jako referentní kalomelová nebo argentschloridová. Některé přístroje jsou vybaveny jedinou, tzv. kombinovanou elektrodou.

Skleněná elektroda má tenkou skleněnou membránu ve tvaru baničky se zabudovanou vnitřní referentní elektrodou. Banička je naplněna tlumivým roztokem o známé hodnotě  $pH_1$ . Po ponoření skleněné elektrody do měřeného roztoku o neznámé hodnotě  $pH_x$  vzniká potenciál, který se ustanovuje mezi vnější stěnou skleněné elektrody a měřeným roztokem. Potenciál se měří pomocí vnitřní (ve skleněné elektrodě) a vnější (kalomelová, argentschloridová) referenční elektrody a vypočte se dle vztahu (1).

$$\Delta E = 0,05916 \cdot (pH_1 - pH_x) \quad (1)$$

Tento vztah platí za standardních podmínek a za předpokladu, že potenciály referentních elektrod jsou stejné a difúzní potenciály jsou si velmi blízké.

Referentní kalomelová elektroda je tvořena rtuť, která je pokryta vrstvou  $\text{HgCl}_2$ , a ponořena do roztoku chloridových iontů o známé koncentraci. Nejčastěji se používá nasycený roztok  $\text{KCl}$  o koncentraci 4,16 mol/l.

Referentní argentochloridová elektroda je tvořena postříbřeným platinovým drátkem nebo plíškem, povlečeným  $\text{AgCl}$ , a ponořeným do roztoku  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}$  nebo  $\text{HCl}$ .<sup>[20]</sup>

### **Stanovení titrační kyselosti**

Titrační kyselost je míra obsahu minerálních a organických kyselin. Na její stanovení se využívá potenciometrické titrace standardním roztokem hydroxidu sodného do hodnoty  $\text{pH} = 8,1$ . Titrační kyselost  $C_{\text{H}^+}$  vyjádřená v mmol  $\text{H}^+$  na litr výrobku se vypočítá podle rovnice (2):

$$C_{\text{H}^+} = (1000 \cdot c \cdot V_1) / V_0 \quad (2)$$

kde  $V_0$  – objem podílu vzorku,  $V_1$  – objem roztoku hydroxidu sodného spotřebovaného k dosažení bodu ekvivalence,  $c$  – přesná koncentrace hydroxidu sodného.

Titrační kyselost se vyjadřuje jako obsah majoritní kyseliny v gramech na litr výrobku vynásobením  $C_{\text{H}^+}$  faktorem pro odpovídající kyselinu. Pro kyselinu citrónovou (bezvodou) je tento faktor 0,064, pro kyselinu jablečnou 0,067.<sup>[32]</sup>

### **Stanovení kyseliny askorbové**

Pro stanovení kyseliny askorbové bylo vyvinuto několik způsobů stanovení. V následujícím textu jsou uvedeny dva příklady možných měření.

### **HPLC**

V současné době patří HPLC (vysokoučinná kapalinová chromatografie) k nejpoužívanějším metodám pro stanovení vitamínu C v potravinách. Mezi největší přednosti této techniky patří především rychlost, přesnost a automatizovatelnost.

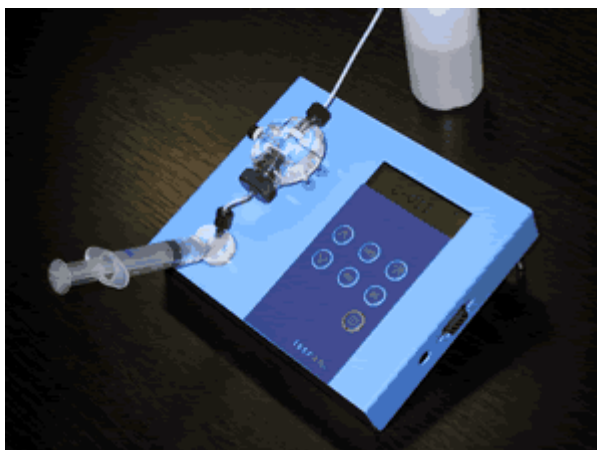
Kyselina askorbová se z homogenizovaného materiálu extrahuje roztokem kyseliny metafosforečné. Po filtraci extraktu se její obsah stanoví metodou

vysokoučinné kapalinové chromatografie s UV detekcí. Identifikace a kvantifikace se provádí metodou vnějšího standardu.

Podmínky stanovení kyseliny askorbové v ovocných šťávách mohou být následující: analytická kolona s náplní C18 nebo C8 (250 x 4,6 mm, 5  $\mu$ m) s předklonkou, mobilní fáze methanol : voda (5:95, v/v) (připravená mobilní fáze se odplyní v ultrazvukové lázni po dobu 10 minut), průtok mobilní fáze 1 ml/min, detekce při  $\lambda = 258$  nm, objem nástřiku 20  $\mu$ l a laboratorní teplota.<sup>[21]</sup>

### **Stanovení pomocí přístroje C – VIT**

K rychlé analýze nápojů v terénu se používá přístroj C – vit, který je na obr. 1. K měření tento přístroj využívá principy průtokové elektrochemie, coulometrie a coulometrických titrací. Měření je řízeno vlastním mikroprocesorem. Předepsané množství vzorku a činidla se po řádném promíchání nasaje do injekční stříkačky a nastříkne do měřící cely. Po skončení analýzy se výsledek objeví na displeji (označení pořadovým číslem a datem) a uloží do paměti, která uchová až 20 výsledků.<sup>[22]</sup>



Obr. 1: Přenosný coulometrický analyzátor C - Vit

### 2.3.2.2 Stanovení aminokyselin, formolového čísla

#### Stanovení aminokyselin

Pro stanovení aminokyselin byla v minulosti vyvinuta řada postupů. K orientačnímu stanovení lze použít formolovou titraci dle Sorensena, volumetrickou metodu dle van Slykea nebo spektrofotometrické stanovení všech aminokyselin po reakci s ninhydrinem. Nejrozšířenější metodou v současné době je HPLC.

Při analýze aminokyselin je nutné zajistit převedení aminokyselin, převážně vázaných v bílkovinách, do formy volných aminokyselin. Cílem hydrolyzy bílkovin je kvantitativní uvolnění aminokyselin ze substrátu a jejich převedení do hydrolyzátu. Hydrolyza může být kyselá, zásaditá nebo enzymatická.<sup>[23]</sup>

- formolová titrace – reakce formaldehydem za vzniku Schiffových bazí, dojde ke zvýšení kyselosti karboxylu a k zablokování aminoskupiny. Dále se tato sloučenina stanoví titračně hydroxidem sodným na fenolftalein.
- van Slyke reakce – při reakce s dusitanem sodným v kyselém prostředí se molekula alifatického aminu rozpadá a poté se manometricky změří uniklý  $N_2$
- spektrofotometricky – reakce s ninhydrinem, barevný komplex se proměří při vlnové délce 510 nm<sup>[23]</sup>

#### Stanovení formolového čísla

Aminokyseliny nelze titrovat přímo díky jejím amfoterním vlastnostem. Po přidání roztoku formaldehydu se z každé přítomné molekuly odštěpí ion  $H^+$ . Tento ion je pak stanoven potenciometricky nebo alkalimetricky. Formolové číslo je mírou obsahu aminokyseliny ve vzorku, ale existují výjimky, u kterých to neplatí: sekundární amino skupina histidinu nereaguje, stejné skupiny prolinu a hydroxyprolinu reagují pouze ze 75 %, terciární dusík a guanidinové skupiny nepodléhají žádné reakci.<sup>[33]</sup>

### 2.3.2.3 Stanovení relativní hustoty

Transportní jevy jako je hybnost, teplota a další mohou být aplikovány v potravinářském průmyslu, pokud jsou technické údaje k dispozici. Bohužel tato data jsou vzácná a potravinářské firmy je tají. Data jako je hustota a její závislost na koncentraci a teplotě jsou velmi důležitá pro potravinářství například na optimalizaci zpracovatelských technologií (např. čerpání, výpar, přenos tepla).

Závislost hustoty na teplotě za konstantní koncentrace a závislost koncentrace na hustotě za určité teploty studovali Aguado a Ibarz (1988), Constenla et al. (1989), Ibarz a Miguelsanz (1989) a Bayindirli (1992, 1993) pro různé druhy ovocných šťáv. Aguado a Ibarz uvádí, že je lineární závislost mezi hustotou a teplotou za konstantní koncentrace.<sup>[24], [28]</sup>

Relativní hustota  $d_{20}^{20}$  látky je poměr hmotnosti určitého objemu látky k hmotnosti stejného objemu vody při 20 °C. Jednou z metod stanovení relativní hustoty je pyknometrická metoda. Tato metoda je založena na porovnání hmotnosti měřené kapaliny s hmotností kapaliny známé hustoty, jestliže obě zaujmají stejný objem. Pyknometr je skleněná baňka známého objemu. Přesně definovaného objemu se dosahuje pomocí zabroušené uzavírací zátky pyknometru s průchozí kapilárou, která umožní reprodukovatelné uzavření kapaliny v pyknometru. Abychom pyknometr zcela naplnili kapalinou, musíme při jeho uzavření nechat trochu kapaliny přetéci touto kapilárou. Přeteklou kapalinu, která zůstane na povrchu pyknometru, je třeba před vážením pečlivě vysušit.

### 2.3.2.4 Refraktometrické stanovení sušiny

Refraktometricky se změří index lomu daného vzorku. Podle tabulek je možné převést naměřený index lomu na procentuální obsah refraktometrické sušiny ve vzorku (gramy sacharózy na hmotnost vzorku) nebo na °Brix (korekce na obsah kyselin).

### 2.3.2.5 Měření viskozity

Viskozita je mírou vnitřního tření kapalin. Mezi dvěma vrstvami kapaliny, které se pohybují různou rychlostí, vzniká tečné napětí  $\tau$ . Podle Newtonova zákona je napětí lineárně úměrné gradientu rychlosti ve směru kolmém na pohyb kapaliny (3).

$$\tau = \eta \cdot (du / dy) \quad (3)$$

kde:  $du / dy$  – gradient rychlosti,  $\tau$  – tečné napětí,  $\eta$  – dynamická viskozita (konstanta úměrnosti)

Newtonův zákon viskozity platí pouze pro newtonské kapaliny v oblasti laminárního proudění (viskozita konstantní), u neneutonských kapalin má závislost  $\tau$  na  $du / dy$  křivkový charakter.

K měření viskozity se používají rotační, tělískové, výtokové a kapilární viskozimetry.<sup>[29]</sup>

### 2.3.2.6 Měření celkových a redukujících cukrů

Redukující cukry vyredukuje v amoniakálním prostředí stříbrné ionty na stříbro nebo v alkalickém prostředí měďnaté ionty na oxid měďný. Pro stanovení neredukujících cukrů je nejprve třeba je převést enzymaticky nebo chemicky na cukry redukující, a poté je stanovit.<sup>[30]</sup>

### Polarimetrická metoda

Při této metodě se měří optická aktivita (schopnost látek stáčet rovinu polarizovaného světla). Úhel stočení roviny polarizovaného světla při průchodu roztokem opticky aktivní látky závisí na charakteru látky, tloušťce vrstvy, koncentraci roztoku, teplotě a vlnové délce. Jako měřítko byla zavedena měrná otáčivost (úhel, o který se otočí rovina polarizovaného světla po průchodu 100 mm vrstvou roztoku o koncentraci 1 g.cm<sup>-3</sup>). Obvyklé podmínky měření jsou teplota 20 °C v bílém světle. Při měření bezbarvých roztoků se používá dichromanový filtr nebo zdroj monochromatického záření (sodíková výbojka).<sup>[31]</sup>



## Gravimetrická metoda

Sacharosa přítomná ve vzorku se za tepla v prostředí HCl převede na invertní cukr (ekvimolární směs glukosy a fruktosy). Reakcí  $\text{Cu}^{2+}$  s redukujícími cukry přítomnými v roztoku (invert + redukující cukry původně přítomné ve vzorku) vzniká ekvivalentní množství  $\text{Cu}_2\text{O}$ , ten se zfiltruje, zváží a ze získané hmotnosti se zjistí zdánlivý obsah sacharosy ve vzorku ovocné šťávy.<sup>[30]</sup>

## Titrační metody

Redukující cukry vyredukují v amoniakálním prostředí stříbrné ionty na stříbro nebo v alkalickém prostředí měďnaté ionty na oxid měďný. V potravinářské chemii se pro stanovení redukujících cukrů používají hlavně titrace dle Bertranda nebo Schoorla. Pro stanovení neredukujících cukrů je nejprve třeba je převést enzymaticky nebo chemicky na cukry redukující, a poté je stanovit.<sup>[30]</sup>

Schoorleova metoda je založena na zredukování dvojmocné mědi Fehlingova činidla na oxid měďný redukujícími sacharidy. Po přidání kyseliny sírové se z komplexu uvolní nadbytečné množství měďnatých iontů, které se zredukují jodidovými ionty na měďnaté, za vzniku elementárního jodu. Reakcí měďných iontů s nadbytečným množstvím jodidu draselného ihned vznikne těžce rozpustný jodid měďný. Elementární jod se titruje roztokem thiosíranu sodného.<sup>[30]</sup>

## 3 Experimentální část

### 3.1 Přístroje, zařízení a laboratorní pomůcky

#### Přístroj na měření absorbance

Spektrofotometr Helios  $\gamma$  Thermo Spectronic, New York, USA

#### Další zařízení

- pH-metr Schott CG 842 Schott Glas, Mainz, Německo
- refraktometr RL 3 PZO Mikroskopy i wyroby optyczne Sp. z o.o., Varšava, Polsko
- analytické váhy HR – 120 Helago, Hradec Králové, ČR

#### Laboratorní pomůcky

Laboratorní sklo:

kádinky, pipety, pyknometr (50 ml), byreta (25 ml), 10 zkumavek se zátkou, 3 titrační baňky (250 ml), odměrné baňky, nálevka, filtrační nálevky.

Ostatní pomůcky:

stříčka, kapátko, lodička, lžička, automatická pipeta (rozsah 1 – 5 ml) se špičkami, balónek na pipetování, stojánek na zkumavky, vaříč na vodní lázeň, stojany, skládané filtrační papíry, klemy, kruhy, varné kamínky.

### 3.2 Použité chemikálie

- síran sodný bezvodý, p.a. Lachema, Neratovice, ČR
- n – butylester kyseliny octové, čistý Penta, Chrudim, ČR
- DL – Proline, 98 % Sigma-Aldrich, Praha, ČR
- ninhydrin, 95 % Sigma-Aldrich, Praha, ČR
- hydroxid sodný, 98 % Penta, Chrudim, ČR

- ethylenglykol – monomethylether, čistý Penta, Chrudim, ČR
- formaldehyd, 36 – 38 % Lachema, Neratovice, ČR
- pufrý o pH: 2, 7, 9 ( $\pm 0,02$ ) a 4 ( $\pm 0,01$ ) Hamilton Bonaduz AG, Bonaduz, Švýcarsko
- destilovaná a redestilovaná voda Univerzita Pardubice, ČR
- denaturovaný ethanol Univerzita Pardubice, ČR

### 3.3 Analyzované vzorky

Všechny analyzované vzorky byly balené v balení Tetrapack a uchovávané v chladničce Před samotnou analýzou byly vzorky vytemperovány na laboratorní teplotu.

Tabulka č. 1: Seznam a charakteristika vzorků

Název vzorku	Charakteristika vzorku	Výrobce
Hello pomeranč	100% pomerančová šťáva z koncentrátu	Linea Nivnice, a.s., Nivnice, ČR
Cappy pomeranč	100% pomerančová šťáva, vyrobeno z koncentrátu	The Coca – Cola company, distributor v ČR Coca – cola HBC ČR, s.r.o., Praha
Senza pomeranč	pomerančový nápoj, podíl ovocné šťávy min. 20 %	Vyrobena v EU, prodávající v ČR: Maspex Czech s.r.o., Praha
Hello jablko	100% jablečná šťáva z koncentrátu	Linea Nivnice, a.s., Nivnice, ČR
Relax jablko	100% jablečková šťáva	Vyrobena v EU, prodávající v ČR: Maspex Czech s.r.o., Praha
Spar jablko	jablečný nektar z jablečného koncentrátu se sladidly, ovocný podíl min. 50 %	Vyrobena v Maďarsku, distribuce pro Spar: Česká obchodní společnost s.r.o., Praha
Hello růžový grapefruit	100% šťáva z růžového grapefruitu z koncentrátu	Linea Nivnice, a.s., Nivnice, ČR

Cappy grapefruit	grapefruitový nektar, obsah ovoce min. 50 %	The Coca – Cola company, distributor v ČR Coca – cola HBC ČR, s.r.o., Praha
Happy Day multivitamin	100% multivitaminová šťáva z viceovocného koncentrátu s 8 vitaminy a 1 provitaminem	Dovozce: Rauch Praha spol. s.r.o.
Senza multivitamin	ovocný nápoj, obsah ovocné složky min. 12,5 %	Vyrobena v EU, prodávající v ČR: Maspex Czech s.r.o., Praha
Hello ananas	100% ananasová šťáva z koncentrátu	Linea Nivnice, a.s., Nivnice, ČR
Relax černý rybíz	28% ovocný nápoj	Vyrobena v EU, prodávající v ČR: Maspex Czech s.r.o., Praha

### 3.4 Pracovní postupy

#### 3.4.1 Stanovení pH a titrační kyselosti

##### 3.4.1.1 Měření pH

Byla provedena kalibrace pH metru pomocí tlumivých roztoků na pH = 2 a pH = 4. Kalibrace byla provedena při laboratorní teplotě. Poté bylo změřeno pH všech 12 vzorků.

##### 3.4.1.2 Stanovení titrační kyselosti

#### Příprava a standardizace 0,25 M NaOH

Bylo naváženo 10,8003 g NaOH. Toto množství bylo kvantitativně převedeno do odměrné baňky o objemu 1000 ml. Baňka byla doplněna po rysku.

Pro standardizaci NaOH byla použita kyselina šťavelová. Na analytických vahách bylo naváženo 0,1576 g kyseliny šťavelové do titrační baňky. Obsah baňky byl zředěn destilovanou vodou a byly přidány 3 kapky indikátoru Tashiro. Byla zahájena titrace odměrným roztokem NaOH do šedého nádechu, kdy bylo přidáno

10 ml 20%  $\text{CaCl}_2$ . Roztok byl opatrně dotitrován do zeleného nádechu. Ze spotřeby odměrného roztoku hydroxidu sodného byla vypočítána přesná koncentrace této látky 0,2584 M. Po jeho spotřebování byl připraven a standardizován nový odměrný roztok hydroxidu sodného (koncentrace 0,2535 M).

### **Vlastní titrace**

25 ml vzorku bylo odpipetováno nedělenou pipetou do kádinky o objemu 50 ml. Poté byla zahájena potenciometrická titrace za intenzivního míchání do hodnoty pH 8,1. Objem spotřebovaného odměrného roztoku hydroxidu sodného byl zaznamenán. Tento postup byl proveden dle České technické normy Ovocné a zeleninové šťávy – Stanovení titrační kyselosti.<sup>[32]</sup>

### **3.4.2 Stanovení formolového čísla**

25 ml vzorku bylo odpipetováno nedělenou pipetou do kádinky o objemu 100 ml. Za stálého míchání byl vzorek upraven odměrným roztokem hydroxidu sodného o koncentraci 0,2584 M (později 0,2535 M) na pH 8,1 za použití pH metru. Za stálého míchání bylo přidáno 10 ml roztoku formaldehydu předem upraveného pomocí odměrného roztoku hydroxidu sodného také na pH 8,1 za použití pH metru. Roztok byl ponechán jednu minutu stát a poté byl titrován odměrným roztokem hydroxidu sodného do pH = 8,1. Byl zaznamenán objem spotřebovaného odměrného roztoku k titraci. Postup byl převzat z České normy Ovocné a zeleninové šťávy – Stanovení formolového čísla.<sup>[33]</sup>

### **3.4.3 Stanovení prolinu**

Postupy pro stanovení prolinu v analytickém vzorku byly vzaty z České normy Ovocné a zeleninové šťávy – Spektrofotometrické stanovení obsahu prolinu.<sup>[34]</sup>

## **Příprava analytického vzorku a stanovení prolinu**

Rozpuštěním DL – prolinu ve vodě byl připraven zásobní roztok o koncentraci  $c = 100 \text{ mg/l}$ . Ředěním zásobního roztoku byly připraveny roztoky prolinu o koncentracích:  $5 \text{ mg/l}$ ,  $10 \text{ mg/l}$ ,  $25 \text{ mg/l}$ ,  $40 \text{ mg/l}$ ,  $50 \text{ mg/l}$ . Připravené roztoky (1 ml od každého) byly zpracovány stejně jako stanovovaný vzorek.

1 ml analytického vzorku nebo standardního roztoku byl napipetován do zkumavky s uzávěrem. Byl přidán 1 ml kyseliny mravenčí a 2 ml roztoku ninhydrinu. Po přidání každé chemikálie byl obsah zkumavky řádně promíchán. Zkumavky byly vloženy do vroucí vodní lázně s hladinou vroucí vody vyšší než byla hladina obsahu zkumavky. Zkumavky byly ponechány ve vroucí vodní lázni 15 minut. Bylo důležité hlídat, aby celých 15 minut vodní lázeň vřela. Poté byly zkumavky 10 minut ponechány ve vodě o teplotě asi  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , aby byly řádně ochlazeny. Do každé zkumavky bylo přidáno 10 ml n-butylacetátu, zkumavky byly uzavřeny a důkladným třepáním byl stanovovaný derivát prolinu extrahován do organické fáze.

Celý objem roztoku byl přelit na skládaný filtr s 2 g bezvodého síranu sodného a filtrát byl jímán. Přibližně po 15 minutách stání byla změřena absorbance organické fáze v kyvetě s optickou dráhou 10 mm při 510 nm. Absorbance byla změřena proti slepému roztoku připravenému stejným způsobem s 1 ml roztoku vzorku, do kterého byl přidán pouze ethylenglykolmonomethylether místo roztoku ninhydrinu. Příprava slepého vzorku odpovídala stejnému postupu jako byly připraveny roztoky vzorků.

### **3.4.4 Stanovení relativní hustoty**

Postupy pro vážení prázdného pyknometru, pyknometru naplněného destilovanou vodou a pyknometru naplněného zkoumaným vzorkem byly převzaty z České normy Ovocné a zeleninové šťávy – Stanovení relativní hustoty.<sup>[35]</sup>

Pyknometr byl několikrát promyt vodou a vysušen pomocí vzduchu. Suchý pyknometr byl zvážen na analytických vahách s přesností na čtyři desetinná místa. Tento postup byl opakován třikrát a poté byla stanovena průměrná hodnota hmotnosti pyknometru. Stejný postup byl zvolen i u vážení pyknometru naplněného vodou a zkoumaným vzorkem. Po naplnění bylo třeba pyknometr řádně osušit filtračními papíry.

### 3.4.5 Stanovení refraktometrické sušiny

Postupy pro stanovení refraktometrické sušiny byl převzat z České technické normy Ovocné a zeleninové šťávy – Odhad obsahu rozpustné sušiny – Refraktometrická metoda.<sup>[36]</sup>

Vzorek byl před měřením řádně promíchán. Stanovení obsahu rozpustné sušiny bylo provedeno bez naředění vzorku. Malé množství vzorku bylo umístěno na spodní hranol refraktometru. Bylo potřeba zajistit dostatečné pokrytí hranolu vzorkem po jeho sevření mezi ploškami přístroje. Po vyrovnání teplot (asi 30 sekund) bylo provedeno měření. Obsah rozpustné sušiny se odečítá přímo jako index lomu daného vzorku. U každého vzorku byla provedena tři paralelní měření.

## 4 Výsledky a diskuse

### 4.1 Výsledky pH, titrační kyselost

#### 4.1.1 Výsledky měření pH

Výsledky byly získány měřením podle postupu popsaného v kapitole 3.4.1.1.

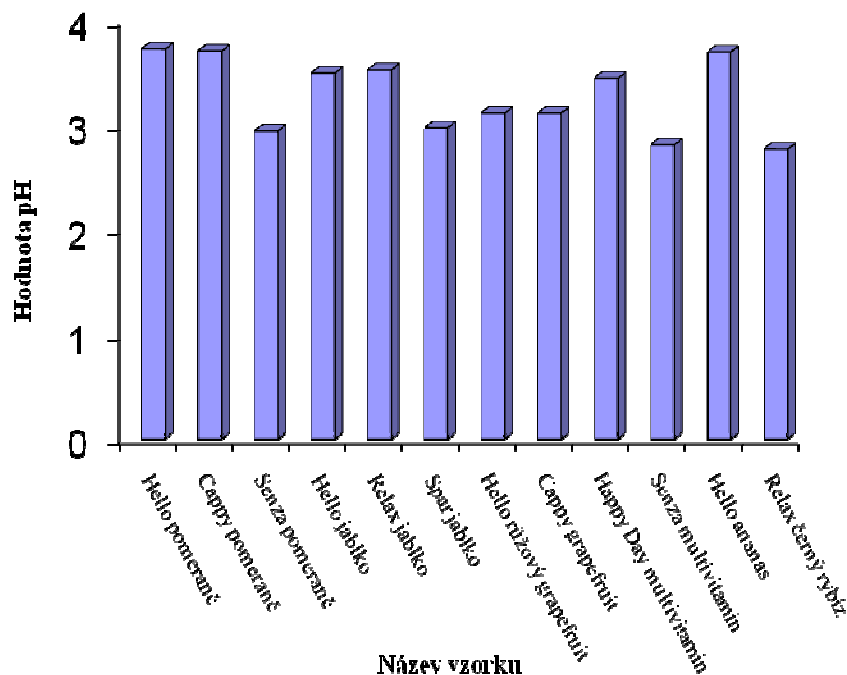
Hodnoty pH analyzovaných vzorků se pohybovaly v rozmezí 2,77 – 3,73 (viz tabulka č. 2, obr. 2). Nízké hodnoty pH u ovocných šťáv jsou pravděpodobně dány vysokým obsahem kyselin. 100% šťávy mají hodnoty vyšší než nektary. Značky Senza, Spar a Relax černý rybíz mají hodnoty pH nízké, protože se nejedná o 100% ovocné šťávy, ale o nápoje nebo nektar. Vzorkům s ovocným podílem nižším než 100 % se dodávají kyseliny z důvodu lepší konzervace a zvýraznění chuti.

Mírné odlišnosti při porovnání těchto hodnot s odbornými články, které uvádějí hodnoty v rozmezí 3,2 – 3,8 pro pomerančové džusy a pro jablečné 3,5 – 3,7; mohou být způsobeny různými odrůdami surovin a lokalitou pěstování.<sup>[37] - [39]</sup>

Tabulka č. 2: Výsledky stanovení pH analyzovaných vzorků

název vzorku	pH
Hello pomeranč	3,73 ± 0,01
Cappy pomeranč	3,71 ± 0,02
Senza pomeranč	2,94 ± 0,01
Hello jablko	3,49 ± 0,01
Relax jablko	3,52 ± 0,02
Spar jablko	2,97 ± 0,01
Hello růžový grapefruit	3,11 ± 0,01
Cappy grapefruit	3,11 ± 0,02
Happy Day multivitamin	3,44 ± 0,02
Senza multivitamin	2,81 ± 0,01
Hello ananas	3,70 ± 0,02
Relax černý rybíz	2,77 ± 0,01





Obr. 2: Grafické znázornění výsledků stanovení pH analyzovaných vzorků

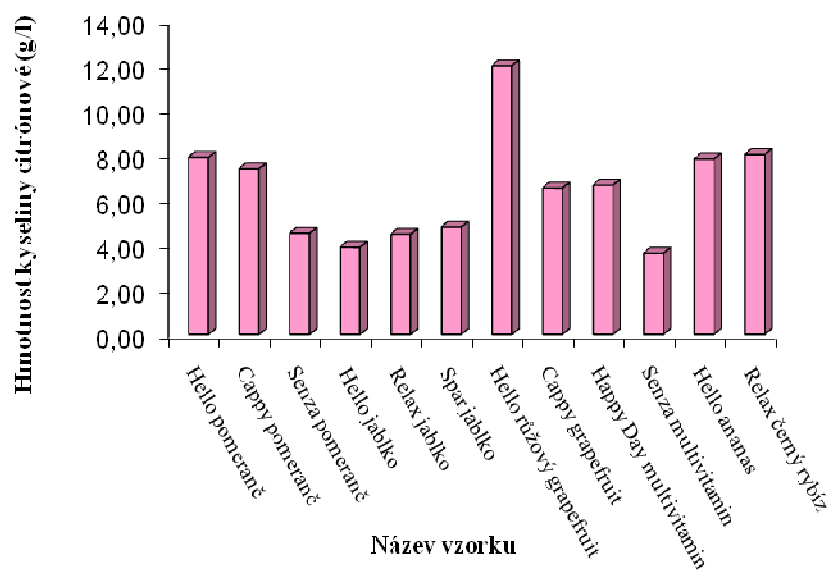
#### 4.1.2 Výsledky stanovení titrační kyselosti

Výsledky byly získány měřením podle postupu popsaného v kapitole 3.4.1.2.

Rozmezí titrační kyselosti analyzovaných vzorků se pohybovalo v intervalu od 3,63 do 12,02 (viz tabulka č. 3, obr. 3). Směrodatná odchylka měření ve většině případů byla nulová, maximálně dosahovala hodnoty 0,03. V porovnání s ostatními vykazoval vzorek Hello růžový grapefruit největší titrační kyselost, což ukazuje na vysoký podíl kyseliny citrónové, zatímco vzorek Senza multivitamin má podíl kyseliny citrónové velmi nízký. Titrační kyselost vyjádřená v podobě hmotnosti kyseliny citrónové ve vzorku je nepatrně vyšší ve srovnání s odbornou literaturou, která uvádí 6,3 – 7,5 u pomerančových šťáv a u grapefruitových 6,1 – 11,7. Tento fakt mohl být způsoben již při výrobě těchto vzorků. Na druhou stranu se můžeme domnívat, že tyto vzorky nebyly falšované způsobem přidávání kyselin pro zvýraznění mdlé chutě.<sup>[40]</sup>

Tabulka č. 3: Výsledky stanovení titrační kyselosti analyzovaných vzorků

název vzorku	hmotnost kyseliny citronové (g/l)
Hello pomeranč	7,92
Cappy pomeranč	7,41
Senza pomeranč	4,52
Hello jablko	3,90
Relax jablko	4,48
Spar jablko	4,80
Hello růžový grapefruit	12,02
Cappy grapefruit	6,55
Happy Day multivitamin	6,68
Senza multivitamin	3,63
Hello ananas	7,85
Relax černý rybíz	8,05



Obr. 3: Grafické znázornění výsledků stanovení titrační kyselosti analyzovaných vzorků

## 4.2 Výsledky formolového čísla

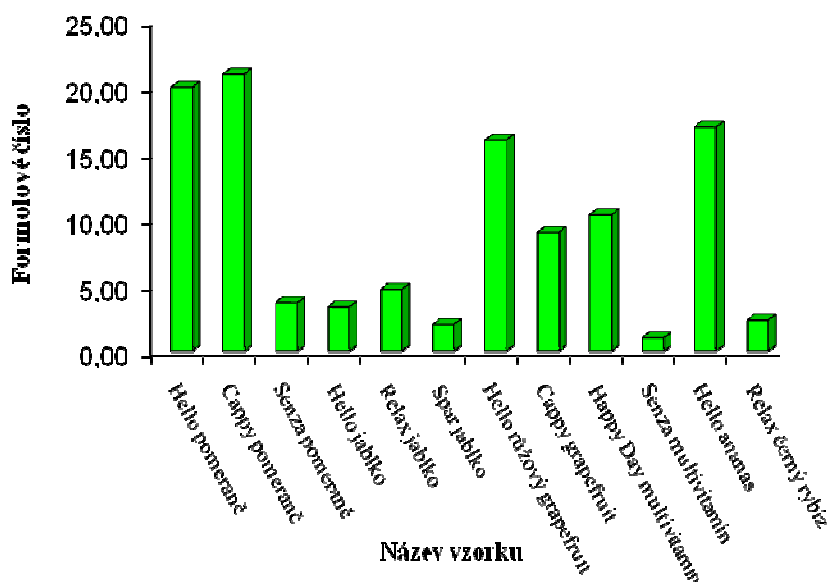
Výsledky byly získány měřením podle postupu popsáno v kapitole 3.4.2.

Výsledky stanovení formolového čísla jsou uvedeny v tabulce č. 4 a na obr. 4. Nejmenší hodnota byla u vzorku Senza multivitamin 1,00 a nejvyšší u Cappy pomeranč 21,00. Směrodatná odchylka byla ve většině případů nulová, nejvýše pak dosáhla

hodnoty 0,47 (vzorek Cappy pomeranč). Všechny výsledky ovocných šťáv jsou v rozmezí normy AIJN, která uvádí formolové číslo v rozmezí pro jablečné šťávy 3 – 10, pro pomerančové šťávy 15 – 26 a pro grapefruitové šťávy 14 - 30. U ostatních výsledků nápojů a nektarů jsou vidět nižší hodnoty z důvodu nižšího podílu ovocné složky.<sup>[41]</sup>

Tabulka č. 4: Výsledky stanovení formolového čísla

název vzorku	formolové číslo
Hello pomeranč	20,00
Cappy pomeranč	21,00
Senza pomeranč	3,67
Hello jablko	3,33
Relax jablko	4,67
Spar jablko	2,00
Hello růžový grapefruit	16,00
Cappy grapefruit	9,00
Happy Day multivitamin	10,33
Senza multivitamin	1,00
Hello ananas	17,00
Relax černý rybíz	2,33



Obr. 4: Grafické znázornění výsledků stanovení formolového čísla

### 4.3 Výsledky prolinu

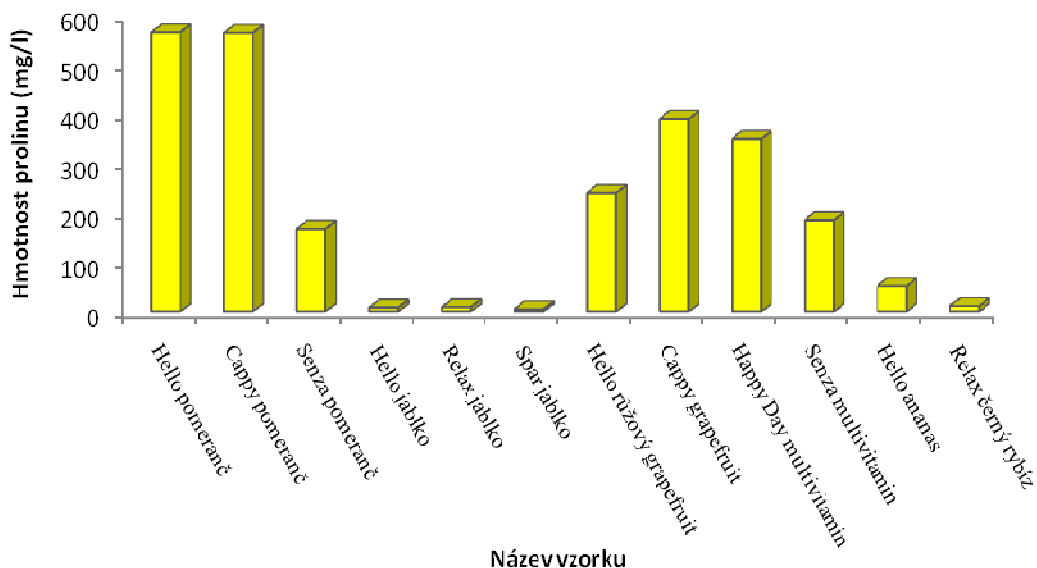
Výsledky byly získány měřením podle postupu popsaného v kapitole 3.4.3.

Spektrofotometrické stanovení prolinu ukazuje velmi rozmanité výsledky v závislosti na druhu ovocné složky. Nejnižší obsah prolinu mají jablečné vzorky, největší mají pomerančové. Senza pomeranč v porovnání s Cappy a Hello pomeranč (100% šťávy) ukazuje podstatně menší hodnotu, protože se nejedná o ovocnou šťávu, ale ovocný nápoj. Tento vzorek má max. podíl ovocné složky 50 %, což je důsledek podstatně menšího množství prolinu ve vzorku. Dosažené výsledky ukazuje tabulka č. 5 a obr. 5.

Podle AIJN, která uvádí povolený obsah prolinu pro pomerančové šťávy 450 – 2090, jablečné šťávy max. 20 a pro grapefruitové šťávy 200 – 1400, jsou ovocné šťávy v normě.<sup>[41]</sup>

Tabulka č. 5: Výsledky stanovení prolinu

název vzorku	hmotnost prolinu (mg/l)
Hello pomeranč	565,89 ± 10,34
Cappy pomeranč	564,92 ± 6,00
Senza pomeranč	167,53 ± 2,56
Hello jablko	8,17 ± 0,17
Relax jablko	9,01 ± 0,19
Spar jablko	4,74 ± 0,47
Hello růžový grapefruit	240,46 ± 1,83
Cappy grapefruit	390,09 ± 12,66
Happy Day multivitamin	349,91 ± 5,68
Senza multivitamin	185,30 ± 4,87
Hello ananas	51,87 ± 1,46
Relax černý rybíz	11,10 ± 0,20



Obr. 5: Grafické znázornění výsledků stanovení prolinu

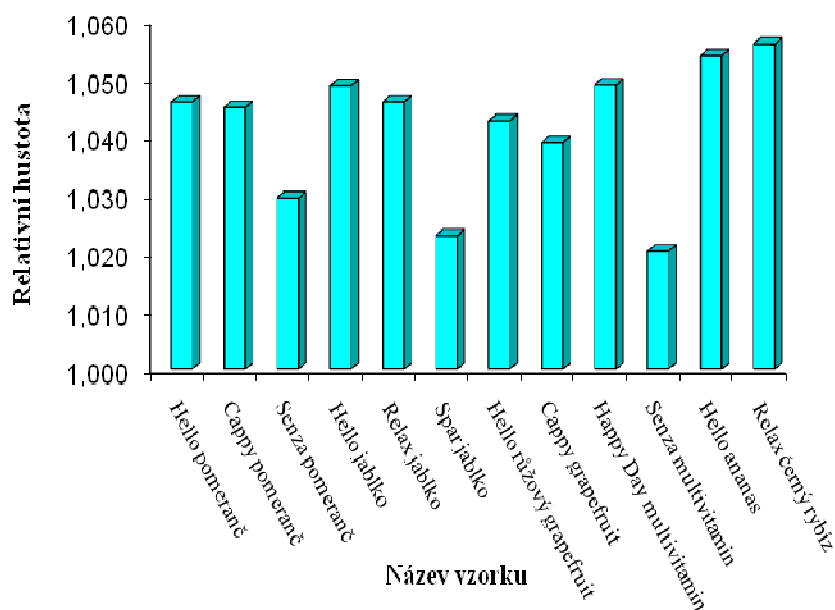
#### 4.4 Výsledky relativní hustoty

Výsledky byly získány měřením podle postupu popsaného v kapitole 3.4.4.

Tabulka č. 6 (obr. 6) znázorňuje dosažené výsledky stanovení relativní hustoty. Nejnižší hodnotu relativní hustoty má ovocný nápoj Senza multivitamin 1,020 a největší Relax černý rybíz 1,056. Směrodatná odchylka ve většině případů byla nulová, maximálně dosahovala hodnoty 0,002. Nejvyšší hodnoty u vzorků Hello ananas a Relax černý rybíz mohly být způsobeny výskytem dužniny. Přestože výsledky relativních hustot všech vzorků se extrémně neliší, je vidět rozdíl mezi ovocnou šťávou, ovocným nápojem a ovocným nektarem. Získané hodnoty jsou srovnatelné s odbornou literaturou, která uvádí hodnoty v rozmezí 1,050 – 1,084.<sup>[42]</sup>

Tabulka č. 6: Výsledky stanovení relativní hustoty

název vzorku	relativní hustota ( $d_{20/20}$ )
Hello pomeranč	1,046
Cappy pomeranč	1,045
Senza pomeranč	1,030
Hello jablko	1,049
Relax jablko	1,046
Spar jablko	1,023
Hello růžový grapefruit	1,043
Cappy grapefruit	1,039
Happy Day multivitamin	1,049
Senza multivitamin	1,020
Hello ananas	1,054
Relax černý rybíz	1,056



Obr 6: Grafické znázornění výsledků stanovení relativní hustoty

#### 4.5 Výsledky refraktometrické sušiny

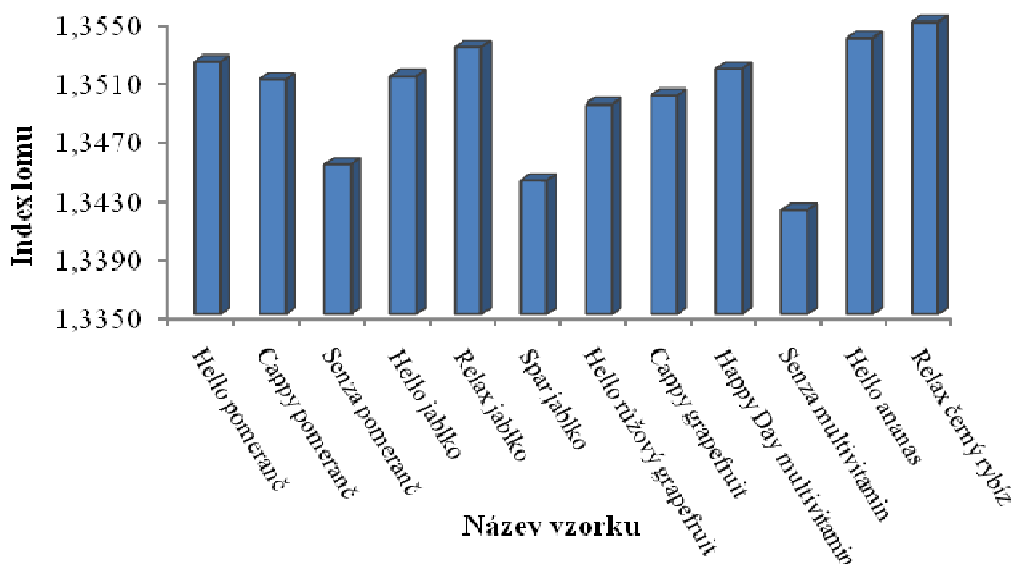
Výsledky byly získány měřením podle postupu popsaného v kapitole 3.4.5.

Výsledky stanovení refraktometrické sušiny jsou uvedeny v tabulce č. 7, obr. 7. Neukázaly se žádné extrémní odlišnosti v závislosti na druhu ovoce. Získané hodnoty

odpovídají údajům v literatuře (11,95 – 13,17 °Brix) a je z nich patrné, že se jedná o velmi sladké nápoje. Cukry jsou důležitou složkou refraktometrické sušiny a poskytují informace o autenticitě ovocných šťáv. Na základě těchto hodnot se můžeme domnívat, že jsou naměřené vzorky autentické.<sup>[37], [40]</sup>

Tabulka č. 7: Výsledky stanovení refraktometrické sušiny

název vzorku	index lomu $n_D$	Stupnice Brix	refraktometrická sušina (%)
Hello pomeranč	1,3522	13	12,86
Cappy pomeranč	1,3510	12	12,03
Senza pomeranč	1,3452	8	8,33
Hello jablko	1,3512	12	12,18
Relax jablko	1,3532	13	13,54
Spar jablko	1,3441	8	7,63
Hello růžový grapefruit	1,3493	11	10,96
Cappy grapefruit	1,3499	11	11,39
Happy Day multivitamin	1,3517	12	12,54
Senza multivitamin	1,3421	6	6,24
Hello ananas	1,3538	14	13,86
Relax černý rybíz	1,3549	14	14,62



Obr. 7: Grafické znázornění výsledků refraktometrické sušiny

## 5 Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá aktuálním tématem ověřování kvality ovocných šťáv. V teoretické části byla zpracována problematika jejich ověřování. Pro zpracování tohoto tématu byla použita česká i mezinárodní legislativa konfrontována s odbornou literaturou. Tato část se zaměřuje na chemické a fyzikální parametry, kterými lze kvalitu ovocných šťáv ověřovat. Jsou zde také popsány poznatky o způsobu klamání spotřebitele a možnostech odhalování tohoto problému.

V experimentální části bylo stanoveno pět parametrů u dvanácti komerčně dostupných ovocných šťáv. Získaná data byla podrobně analyzována a srovnána s dostupnými daty, které uvádějí odborné články a české normy. Fyzikálně-chemické vlastnosti se mohou výrazně lišit v závislosti na mnoha faktorech, jako je například pěstovaná odrůda ovoce, faktory životního prostředí (klíma, kvalita půdy, doba sklizně, zavlažování, hnojení, atd.), různé výrobní postupy a analytické metody.

Všechny zvolené parametry mohou vést k prvotnímu odhalení falšování ovocných šťáv. Dosažené výsledky neukázaly žádné extrémní hodnoty, které by vedly k domněnce, že se jedná o falšovanou potravinu. Po analýze grafického vyjádření zkoumaných parametrů vyplynulo, že jsou však značné rozdíly v závislosti na charakteru ovocného džusu, kdy ovocné nektary a nápoje mají nižší hodnoty ve všech pěti sledovaných parametrech v porovnání s ovocnými šťávami, což je v souladu s uváděnými údaji výrobců na obale zkoumaných vzorků.



## 6 Použitá literatura

- [1] Ruxton, C.H.S., Gardner, E.J., Walker, D.: *Pure juices can reduce disease risk, says review*, International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2007.
- [2] Singhal, R.S.; Kulkarni, P.R.; Rege, D.V.: *Handbook of Indices of Food Quality and Authenticity*, Woodhead Publishing, 1997.
- [3] Vyhláška 335 Ministerstva zemědělství ze dne 12. prosince 1997.
- [4] Balašík, J.: *Technologie pro konzerváře pro 1. ročník SOU*, Praha: SNTL, 1991.
- [5] Čurda, D. a kol.: *Vybrané kapitoly z konzervářské a mrazářské technologie*, VŠCHT, Praha, 1992.
- [6] Ilčík, F., Vagunda, J., Bebjak, P.: *Technologie konzervářství pro 4. ročník SPŠ konzervářské*, Praha: SNTL, 1981.
- [7] Státní zemědělská a potravinářská inspekce – Problematika falšování potravin [online]. [staženo 2. 1. 2010].  
Dostupný z WWW:  
<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1001148&docType=ART&nid=11342&chnum=1>
- [8] Zákon o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů č. 110/1997 Sb. ze dne 1. září 1997.
- [9] Zákon o ochraně spotřebitele č. 634/1992 Sb. ze dne 16. prosince 1992.
- [10] Úřední věstník Evropské unie. NAŘÍZENÍ RADY (EHS) č. 2081/92 ze dne 14. července 1992 o ochraně zeměpisných označení a označení původu zemědělských produktů a potravin.
- [11] Rezoluce Valného shromáždění OSN č. 39/248 z 9. dubna 1985, o ochraně spotřebitele.
- [12] Kvasničková A.: *Článek F*, Výživa a potraviny 59, 4, 92 - 93, 2004.
- [13] Luu, D., Westphal, G.: *Lebensmittelindustrie* 28, 11, 489 - 490, 1981.
- [14] Kefford, J.F.: *Food Product Quarter* 29, 4, 65 – 71, 1969.
- [15] Matyáš Z.: *Obecná hygiena potravin*, VŠV Brno, 214, 1991.
- [16] Ingr I., Pokorný J., Valentová H.: *Senzorická analýza potravin*, Brno: MZLU, 201, 2001.
- [17] ČSN ISO 5492 Senzorická analýza – Slovník. 1999.

- [18] Príbela A., Mala P., Sabolová G., Turek P., Máté D., Baranová M., Nagy J.: *Senzorické hodnotenie potravinárskych surovín, aditívnych látok a výrobkov. Inštitút vzdelavania veterinárnych lekárov, Košice, 2001.*
- [19] Pokorný J.: *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 1993.*
- [20] Horáková, M., Lischke, P., Grunwald, A.: *Chemické a fyzikální metody analýzy vody, Praha: SNTL, 1989.*
- [21] Štulík, K. a kol.: *Analytické separační metody. Univerzita Karlova v Praze – Nakladatelství Karolinum, 2004.*
- [22] Server 2theta [online]. [staženo 27.5. 2010]  
Dostupný z WWW: <http://www.2theta.cz/nabidka/Cvit.htm>
- [23] Davídek, J. a kol.: *Laboratorní příručka analýzy potravin, Praha: SNTL, 1991.*
- [24] Aguado, M.A., Ibarz, A.: *Variación de la densidad de un zumo de manzana con la temperatura y concentración, Alimentación, Equipos y Tecnología, 209 – 216, 1988.*
- [25] Bayindirli, L.: *Mathematical analysis of variation of density and viscosity of apple juice with temperature and concentration, Journal of Food Preservation 16, 23 – 28, 1992.*
- [26] Bayindirli, L.: *Density and viscosity of grape juice as a function of concentration and temperature, Journal of Food Preservation 17, 147 – 151, 1993.*
- [27] Constenla, D.T., Lozano, J.E., Trapiste, G.H.: *Thermophysical properties of clarified apple juice as a function of concentration and temperature, Journal of Food Science 54, 3, 663 - 668, 1989.*
- [28] Ibarz, A., Miguelsanz, R.: *Variation with temperature and soluble solids concentration of the density of a depectinated and clarified pear juice, Journal of Food Engineering 10, 319 – 323, 1989.*
- [29] Kolektiv autorů: *Mechanika tekutin – příručka pro měření, Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 154, 1987.*
- [30] Kubáň, V., Kubáň, P.: *Analýza potravin, Brno: MZLU, 2007.*
- [31] Opekar, F.: *Základní analytická chemie, Praha: Karolinum, 2002.*
- [32] Česká technická norma, *Ovocné a zeleninové šťávy – Stanovení titrační kyselosti, ČSN EN 12147, 1998.*

- [33] Česká norma, Ovocné a zeleninové šťávy – Stanovení formolového čísla, ČSN EN 1133, 1996.
- [34] Česká technická norma, Ovocné a zeleninové šťávy – Spektrofotometrické stanovení obsahu prolinu, ČSN EN 1141, 1996.
- [35] Česká norma, Ovocné a zeleninové šťávy – Stanovení relativní hustoty, ČSN EN 1131, 1996.
- [36] Česká technická norma, Ovocné a zeleninové šťávy – Odhad obsahu rozpustné sušiny – Refraktometrická metoda, ČSN EN 12143, 1998.
- [37] Marín, R., Ferrer, B.S., Ferrer, A., Rodríguez, G.O.: *Physical – chemical characteristics of detail pasteurized orangeades*, Food Chemistry 51, 153 – 157, 1994.
- [38] Vieira, S.M., Theodoro, K.H., Glória, M.B.A.: *Profile and levels of bioactive amines in orange juice and oranže soft drink*, Food Chemistry 100, 895 - 903, 2007.
- [39] Eisele, T.A., Drake, S.R.: *The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apple varieties*, Journal of Food Composition and Analysis 18, 213 – 221, 2005.
- [40] Niu, L., Wu, J., Liao, X., Chen, F., Wang, Z., Zhao, G., Hu, X.: *Physicochemical Characteristics of Orange Juice Symples From Seven Cultivars*, Agricultural Sciences in China 7, 1, 41 – 47, 2008.
- [41] AIJN (Association of the Industry of Juices and Nectars), Code of Practice for Evaluation of Fruit and Vegetable Juices, Brussels, Belgium, 2004.
- [42] Ramos, A.M., Ibarz A.: *Density of Juice and Fruit Puree as a Function of Soluble Solids Content and Temperature*, Journal of Food Engineering 35, 57 – 63, 1998.

## 7 Přílohy

Příloha č. 1: Refraktometrické stanovení sušiny z indexu lomu při teplotě 20 °C

Index lomu	Refraktometrická sušina (%)
1,3376	3,17
1,3389	4,06
1,3410	5,51
1,3421	6,24
1,3441	7,63
1,3452	8,33
1,3493	10,96
1,3499	11,39
1,3510	12,03
1,3512	12,18
1,3517	12,54
1,3522	12,86
1,3532	13,54
1,3538	13,86
1,3549	14,62

Příloha č. 2: Vztah mezi stupnicí BRIX a indexem lomu

stupně Brix	Index lomu
0	1,33299
1	1,33442
2	1,33586
3	1,33732
4	1,33879
5	1,34026
6	1,34175
7	1,34325
8	1,34476
9	1,34629
10	1,34782
11	1,34937
12	1,35093
13	1,35250
14	1,35408
15	1,35568