

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická

Stanovení vybraných chemických vlastností rostlinných nápojů  
Tereza Rubešová

Bakalářská práce  
2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tereza Rubešová**  
Osobní číslo: **C16071**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**  
Název tématu: **Stanovení vybraných chemických vlastností rostlinných nápojů**  
Zadávající katedra: **Katedra analytické chemie**

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

Vypracujte literární rešerši:

1. V teoretické části popište význam a výrobu jednotlivých druhů rostlinných nápojů. Dále se věnujte chemickému složení rostlinných nápojů a zjistěte rozdíly ve složení v porovnání s kravským mlékem. Charakterizujte analytické metody, které se používají na stanovení základních složek rostlinných nápojů.
2. V experimentální části stanovte vybrané vlastnosti rostlinných nápojů (obsah cukrů, tuků, bílkovin či vápníku) a porovnejte je s vlastnostmi kravského mléka.
3. Získané výsledky kriticky zhodnoťte a porovnejte s literaturou.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**Podle pokynů vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Tomáš Hájek, Ph.D.**

Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce:

**5. února 2019**

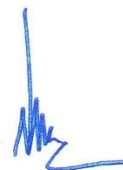
Termín odevzdání bakalářské práce:

**4. července 2019**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.  
děkan

L.S.



prof. Ing. Karel Ventura, CSc.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2019

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.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 1. 7. 2018

Tereza Rubešová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Tomáši Hájkovi, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce se zabývá rostlinnými nápoji. V první části jsou stručně popsány suroviny, ze kterých se nápoje vyrábí, využití a výroba nápojů a jejich chemické složení, které je porovnáváno s kravským mlékem. Druhá polovina teoretické části se zaměřuje na principy jednotlivých stanovení vybraných chemických vlastností rostlinných nápojů. V experimentální části bylo provedeno stanovení vybraných chemických vlastností, jako je stanovení cukrů, tuků, bílkovin, vápníku, kyselosti a relativní hustoty. Výsledky devíti vzorků rostlinných nápojů byli porovnávány s výsledky kravského mléka.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Rostlinné nápoje, sója, kokosový ořech, rýže, mandle, lískový ořech, kešu, oves, špalda, mák

## **TITLE**

Determination of selected chemical properties of plant beverages

## **ANNOTATION**

This bachelor thesis is dedicated to plant-based beverages. Raw materials, production processes, chemical composition and utilization of these beverages are described in the first segment of the theoretical part. The second segment of the theoretical part is focused on analytical principles of determination of several selected properties significant for this kind of beverages. Experimental part of the thesis summarizes the results of analytical experiments such as determination of sugars, fats, proteins, calcium, acidity and relative density that were performed on nine samples of plant-based beverages and compared with properties of cow's milk.

## **KEYWORDS**

Plant-based beverages, soy, coconut, rice, almond, hazelnut, cashew, oats, spelled, poppy

# OBSAH

<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>10</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>11</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>12</b>
<b>1 TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>13</b>
1.1 Sójový nápoj .....	13
1.1.1 Sója – historie a popis .....	13
1.1.2 Popis a historie používání sójového nápoje .....	13
1.1.3 Výroba sójového nápoje .....	14
1.1.3.1 Tradiční způsob výroby .....	14
1.1.3.2 Moderní způsob výroby .....	15
1.1.4 Chemické složení sójového nápoje a porovnání s kravským mlékem.....	16
1.2 Kokosový nápoj .....	17
1.2.1 Kokosový ořech – popis .....	17
1.2.2 Popis a používání kokosového nápoje .....	18
1.2.3 Výroba kokosového nápoje .....	18
1.2.4 Chemické složení kokosového nápoje a porovnání s kravským mlékem.....	19
1.3 Rýžový nápoj .....	20
1.3.1 Rýže setá – popis .....	20
1.3.2 Popis a používání rýžového nápoje .....	21
1.3.3 Výroba rýžového nápoje .....	21
1.3.3.1 Tradiční japonská výroba.....	21
1.3.3.2 Moderní způsob výroby .....	22
1.3.4 Chemické složení rýžového nápoje a porovnání s kravským mlékem .....	23
1.4 Oříškové nápoje (mandlový, lískooříškový a kešu nápoj).....	23
1.4.1 Mandloň, líska a ledvinovník.....	23
1.4.2 Popis a používání oříškových nápojů .....	24
1.4.3 Výroba oříškových nápojů.....	24
1.4.4 Chemické složení oříškových nápojů a porovnání s kravským mlékem .....	25
1.5 Ovesný a špaldový nápoj .....	25
1.5.1 Oves a špalda .....	25

1.5.2	Popis a používání ovesného a špaldového nápoje .....	26
1.5.3	Výroba ovesného a špaldového nápoje.....	26
1.5.4	Chemické složení ovesného a špaldového nápoje .....	27
1.6	Makový nápoj .....	27
1.6.1	Mák setý.....	27
1.6.2	Popis a používání makového nápoje.....	28
1.6.3	Výroba makového nápoje .....	28
1.6.4	Chemické složení makového nápoje.....	28
1.7	Chemické složení rostlinných nápojů - shrnutí.....	29
1.8	Možnosti stanovení základních složek rostlinných nápojů.....	29
1.8.1	Stanovení cukrů .....	29
1.8.1.1	Metoda podle Herzfelda.....	30
1.8.1.2	Metoda podle Bertranda.....	30
1.8.1.3	Metoda podle Schoorla a Luffa-Schoorla.....	30
1.8.1.4	Metoda podle Ofnera .....	31
1.8.1.5	Metoda podle Potterata-Eschmanna .....	31
1.8.2	Stanovení tuků .....	31
1.8.2.1	Stanovení celkového tuku metodou Schmid-Bondzynski-Rafzlauff.....	32
1.8.2.2	Stanovení tuku podle Röse-Gottlieba .....	32
1.8.2.3	Butyrometrické stanovení tuku podle Gerbera .....	33
1.8.3	Stanovení bílkovin .....	33
1.8.3.1	Stanovení obsahu celkového dusíku a bílkovin podle Kjeldahla .....	33
1.8.3.2	Stanovení amoniakálního dusíku mikrodifuzí podle Conwaye .....	34
1.8.3.3	Stanovení bílkovin v mléce titračně podle Steineggera.....	34
1.8.3.4	Spektrofotometrické stanovení oranžič G .....	35
1.8.3.5	Spektrofotometrické stanovení Nesslerovým činidlem .....	35
1.8.3.6	Spektrofotometrické stanovení bílkovin roztokem amidočerni 10 B .....	35
1.8.4	Stanovení vápníku.....	35
1.8.4.1	Komplexometrické stanovení vápníku .....	35
1.8.4.2	Manganometrické stanovení vápníku .....	36
1.8.4.3	Vážková metoda .....	36
1.8.5	Stanovení celkové kyselosti.....	36
1.8.6	Stanovení relativní hustoty .....	36

<b>2</b>	<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST</b> .....	<b>37</b>
2.1	Přístroje a zařízení .....	37
2.1.1	Stanovení tuků .....	37
2.1.2	Stanovení bílkovin .....	37
2.1.3	Stanovení hustoty.....	37
2.2	Chemikálie .....	37
2.2.1	Stanovení cukrů .....	37
2.2.2	Stanovení tuků .....	38
2.2.3	Stanovení bílkovin .....	38
2.2.4	Stanovení vápníku.....	38
2.2.5	Stanovení celkové kyselosti.....	39
2.3	Vzorky .....	39
2.4	Pracovní postupy.....	41
2.4.1	Stanovení cukrů .....	41
2.4.2	Stanovení tuků .....	42
2.4.3	Stanovení bílkovin .....	42
2.4.4	Stanovení vápníku.....	43
2.4.5	Stanovení celkové kyselosti.....	43
2.4.5.1	Standardizace hydroxidu sodného .....	43
2.4.6	Stanovení hustoty.....	43
<b>3</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>44</b>
3.1	Stanovení cukrů .....	44
3.2	Stanovení tuků .....	45
3.3	Stanovení bílkovin .....	46
3.4	Stanovení vápníku.....	48
3.5	Stanovení celkové kyselosti.....	49
3.6	Stanovení relativní hustoty .....	49
3.7	Celkové srovnání obsahu základních živin v rostlinných nápojích .....	50
<b>4</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>52</b>
<b>5</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA</b> .....	<b>53</b>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Ilustrativní obrázek sójového nápoje .....	13
Obrázek 2 Výroba sójového nápoje Illinoisovou metodou .....	16
Obrázek 3 Ilustrativní obrázek kokosového nápoje .....	18
Obrázek 4 Výroba kokosového nápoje .....	19
Obrázek 5 Ilustrativní obrázek rýžového nápoje .....	21
Obrázek 6 Výroba rýžového nápoje moderním způsobem .....	22
Obrázek 7 Ilustrativní obrázek oříškových nápojů .....	24
Obrázek 8 Výroba oříškových nápojů .....	25
Obrázek 9 Ilustrativní obrázek ovesného nápoje .....	26
Obrázek 10 Výroba ovesného a špaldového nápoje .....	27
Obrázek 11 Ilustrační obrázek makového nápoje .....	28
Obrázek 12 Výroba makového nápoje .....	28
Obrázek 13 Přístroj k extrakci tuku podle Rose-Gottlieba .....	32
Obrázek 14 Conwayova nádobka na stanovení amoniaku mikrodifuzí .....	34
Obrázek 15 Stanovená kyselost, obsah cukrů, tuků a bílkovin všech vzorcích rostlinných nápojů .....	51

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Složení sójového nápoje a kravského mléka.....	17
Tabulka 2 Složení kokosového nápoje a kravského mléka.....	20
Tabulka 3 Složení rýžového nápoje a kravského mléka .....	23
Tabulka 4 Složení oříškových nápojů a kravského mléka .....	25
Tabulka 5 Složení ovesného, špaldového nápoje a kravského mléka.....	27
Tabulka 6 Složení makového nápoje a kravského mléka .....	29
Tabulka 7 Názvy použitých vzorků, jejich výrobci a složení .....	40
Tabulka 8 Výsledky stanovení cukrů ve vzorcích rostlinných nápojů .....	45
Tabulka 9 Výsledky stanovení tuků ve vzorcích rostlinných nápojů .....	46
Tabulka 10 Výsledky stanovení bílkovin ve vzorcích rostlinných nápojů .....	47
Tabulka 11 Výsledky stanovení vápníku ve vzorcích rostlinných nápojů.....	48
Tabulka 12 Výsledky stanovení celkové kyselosti ve vzorcích rostlinných nápojů.....	49
Tabulka 13 Výsledky stanovení hustoty ve vzorcích rostlinných nápojů.....	50

## ÚVOD

V poslední době se na trhu častěji objevují různé druhy rostlinných nápojů, které mají sloužit jako náhražka kravského mléka. Jejich spotřeba každoročně stoupá. Čím dál častěji se jejich upotřebení nachází i při vaření v kuchyni. Převážně se jich využívá v asijské kuchyni. Rostlinný nápoj je suspenze rozmělněného rostlinného materiálu ve vodě. Každý nápoj má jiné složení v závislosti na použité surovině. Někteří výrobci do svých nápojů přidávají vápník, vitaminy, zahušňovadla nebo dochucovadla, aby zlepšili výživové a sensorické hodnoty nápoje. Nápoje se dají koupit čerstvé, tepelně ošetřené nebo sušené. Mezi největší spotřebitele patří vegani a lidi s laktózovou intolerancí nebo s prokázanou alergií na mléčnou bílkovinu.

Cílem této práce bylo stanovit vybrané vlastnosti rostlinných nápojů a porovnat je s kravským mlékem. V práci je také popsána samotná výroba a využití sójového, kokosového, mandlového, lískooříškového, kešu, ovesného, špaldového nebo makového nápoje.

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

Rostlinné nápoje se častou používají jako náhražka kravského mléka. Jedná se o nápoje připravené z různých rostlinných zdrojů jako je například sója, rýže, ořechy atd. V této kapitole je uvedeno devět zástupců rostlinných nápojů, které se běžně prodávají na území České republiky. U každého zástupce je napsáno pár informací o samotné rostlině, o využití nápoje, dále o výrobě a chemickém složení nápoje. Označení „Mléko“ lze dle legislativy používat pouze na výrobky pocházející z mléčných žláz savců. Běžně se pro rostlinné alternativy používá název nápoj, ale často se používá i nesprávný termín mléko [1,2].

## 1.1 Sójový nápoj

### 1.1.1 Sója – historie a popis

Sója se řadí mezi luštěniny, ale na rozdíl od ostatních luštěnin (hrách, čočka, fazole, cizrna) je velmi bohatá na bílkoviny. Pochází z Asie, kde se pěstuje po tisíce let. Za posledních několik desetiletí produkce sóji prudce stoupla. Do Evropy a Ameriky se sója dostala až v 18. století. Nyní je sója čtvrtou nejrozšířenější plodinou na světě (po kukuřici, pšenici a rýži). Mezi největší producenti patří USA, Brazílie, Argentina a Čína. V Evropě to je Itálie, Francie, Srbsko, Maďarsko a Chorvatsko [3,4].

Rostliny jsou vysoké 60–80cm. Mají malé bílé nebo fialové květy, hnědé, ploché, kožovité a krátké lusky s dvěma až čtyřmi žlutými nebo zelenými vejcovitými semeny (tj. sójové boby) [3].

### 1.1.2 Popis a historie používání sójového nápoje



Obrázek 1 Ilustrativní obrázek sójového nápoje [5]

Sójové nápoje (Obrázek 1) jsou řídké emulze, které se využívají jako náhražka kravského mléka, dále na výrobu tofu nebo na výrobu zakysaných sójových produktů, které jsou podobné jogurtu. Už po staletí je to tradiční snídaňový nápoj využívaný v jihovýchodní Asii. Sójové nápoje se na trhu vyskytují s přirozenou chutí nebo se často prodávají ochucené např. s vanilkovou nebo čokoládovou příchutí [4,6,7].

### 1.1.3 Výroba sójového nápoje

Výrobu sójového nápoje můžeme rozdělit v základě na dvě metody: tradiční způsob výroby a moderní způsob výroby. Tradiční způsob výroby je typický pro domácí výrobu a v Asii se často podává jako čerstvý a horký nápoj během snídaně. Výrobek má omezenou trvanlivost a má charakteristickou hořkou a svíravou chuť. Moderní způsob výroby byl vynalezen ve 20. století v USA. Je podobný tradičnímu způsobu výroby, do kterého bylo vloženo několik modifikací, aby došlo ke snížení chuti po sójových bobech, která mnoha lidem nebyla příjemná [4,8].

#### 1.1.3.1 Tradiční způsob výroby

Nejdříve je důležité si vybrat správnou odrůdu sóji, která bude mít za následek konečnou chuť a barvu a zároveň bude poskytovat dobré využití bílkovin a tuků. Dále je potřeba mít skladovací prostory, kde mohou být sójové boby uloženy v suchu. Před samotnou výrobou musí proběhnout čištění, při kterém se odstraní cizí materiál z bobů, jako je prach, kameny a nečistota [9].

Následně se sójové boby namočí přes noc ve studené vodě. Objem použité vody je 2–3x větší než objem bobů. Následně se voda vypustí a sójové boby se 2–3x opláchnou čistou vodou. Namočené boby se rozemelou s malým množstvím vody a ke vzniklé suspenzi se přidá desetkrát více vody než sóji. Následně se suspenze přefiltruje přes síto nebo tkaninu a filtrát se vaří 30 až 60 minut. Hotový nápoj se může podávat takto horký nebo se může uschovat pro další využití. Případně se využívá na výrobu dalších produktů [4,8].

### 1.1.3.2 Moderní způsob výroby

V základě existují tři způsoby moderní výroby sójového nápoje a jsou pojmenovány podle organizací, ve které byly vyvinuty [4]:

- Cornell
- USDA
- Illinois

Na začátku je opět vybírání správné odrůdy, skladování a čištění sójových bobů. Tentokrát se odstraňují i poškozené sójové boby, na které by jinak působil enzym lipoxigenáza. Lipoxigenáza vytváří nepříjemnou chuť sójového bobu [9].

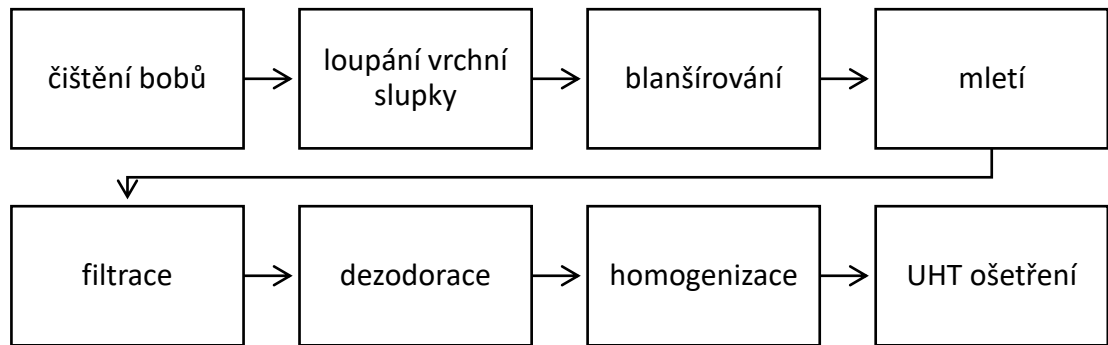
Po čištění následuje loupání vrchní slupky, na které se nachází mnoho bakterií. Tímto krokem by se měla zvýšit trvanlivost a sójový nápoj by měl mít i lepší chuť. Slupka obsahuje převážně polysacharidy, které by jinak způsobovala v nápoji nepříjemné pachy. Zároveň se může snížit doba pro tepelnou inaktivaci a tím se sníží denaturace bílkovin a hnědnutí sójového nápoje [9].

Dále se provádí blanširování, kde se sójové boby máčí v roztoku hydrogenuhličitanu sodného při vysoké teplotě, při kterém dojde k inaktivaci enzymu lipoxigenáza, která způsobuje hořkou chuť. Současně se vymyjí ve vodě rozpustné oligosacharidy (způsobují nadýmání) a spouští inaktivaci inhibitoru trypsinu [9].

V horkém roztoku hydrogenuhličitanu sodného se provádí i mletí, kde se převedou sójové boby na koloidní roztok. Nerozpustná vláknina se odfiltruje, ideálně za použití dekantačních odstředivek. Tímto se předejde křídové chuti v ústech. K odstranění nežádoucích těkavých látek se používá dezodorace. Následně se přidá tolik vody, aby se docílilo požadovaného obsahu bílkovin. Dále se můžou přidat ochucovadla, sladidla, oleje, vitaminy či minerály (např. vápník). Poté následuje homogenizace. Tekutina se vytlačuje pod velkým tlakem a tím získáme krémovitější a jednotnější konzistenci [9].

Nakonec se často provádí UHT (Ultra-high temperature) ošetření, čímž inaktivujeme bakterie a prodloužíme tak trvanlivost výrobku a zbavíme nápoj nežádoucích pachů [9].

Výše popsany postup odpovídá metodě Illinois (Obrázek 2). Cornellova metoda se liší ve složení roztoku, ve kterém se sójové boby namáčí. U této metody se místo hydrogenuhličitanu sodného používá hydroxid sodný ( $c_{\text{NaOH}} = 0,05 \text{ mol/l}$ ), ve kterém jsou boby namočeny při 50–65 °C po dobu dvou hodin a následně jsou promyty vodou. Boby se melou s horkou vodou (80–100 °C). Výsledná kaše se filtruje, filtrát se naředí vodou a poté se roztok homogenizuje.



Obrázek 2 Výroba sójového nápoje Illinoisovou metodou

Metoda USDA spočívá v extruzi oloupaných sójových bobů při vysoké teplotě pomocí extrudéru. Výsledný prášek se smísí s vodou, emulgátorem, oleji a následně se suspenze intenzivně homogenizuje. Tato metoda nemá žádné filtrační metody a ve výsledném nápoji jsou tak obsaženy celé sójové boby [4].

#### 1.1.4 Chemické složení sójového nápoje a porovnání s kravským mlékem

Sójový nápoj obsahuje okolo 10 % sušiny v závislosti na použitém poměru vody a sójového bobu při zpracování. Obecně obsahují více bílkovin, železa a nenasycených mastných kyselin v porovnání s kravským mlékem. Naproti tomu kravské mléko má vyšší obsah tuku, sacharidů, vápníku a riboflavinu (vitamin B2). Z tohoto důvodu začalo mnoho výrobců sójové nápoje obohacovat o vitamíny, minerály a v některých případech i o aminokyseliny. Nejčastěji se přidává vápník a vitamíny skupiny B. V Tabulce 1 je pro porovnání uvedeno přibližné složení sójového nápoje a kravského mléka [4,8].

Tabulka 1 Složení sójového nápoje a kravského mléka [4]

Složka	Sójový nápoj	Kravské mléko
<b>Bílkoviny (g/100 g)</b>	3,6	2,9
<b>Sacharidy (g/100 g)</b>	2,9	4,5
<b>Tuky (g/100 g)</b>	2,0	3,2
<b>Voda (g/100 g)</b>	90,8	88,7
<b>Popel (g/100 g)</b>	0,5	0,7
<b>Vápník (mg/100 g)</b>	15	100
<b>Železo (mg/100 g)</b>	1,2	0,1
<b>Thiamin (B1) (mg/100 g)</b>	0,003	0,003
<b>Riboflavin (B2) (mg/100 g)</b>	0,02	0,15

## 1.2 Kokosový nápoj

### 1.2.1 Kokosový ořech – popis

Kokosovník ořechoplodný je palma, která je pěstována kvůli svému plodu – kokosovému ořechu. Kokosový ořech se řadí mezi ovoce. Má okolo 25 cm, je vejčitý a má v průřezu trojúhelníkovitý tvar. Skládá se z tvrdé skořápky, bílého endospermu a ve středu je dutina, ve které je kokosová voda. Kokosové jádro má vysoký obsah oleje a bílkovin [4,10].

### 1.2.2 Popis a používání kokosového nápoje



Obrázek 3 Ilustrativní obrázek kokosového nápoje [11]

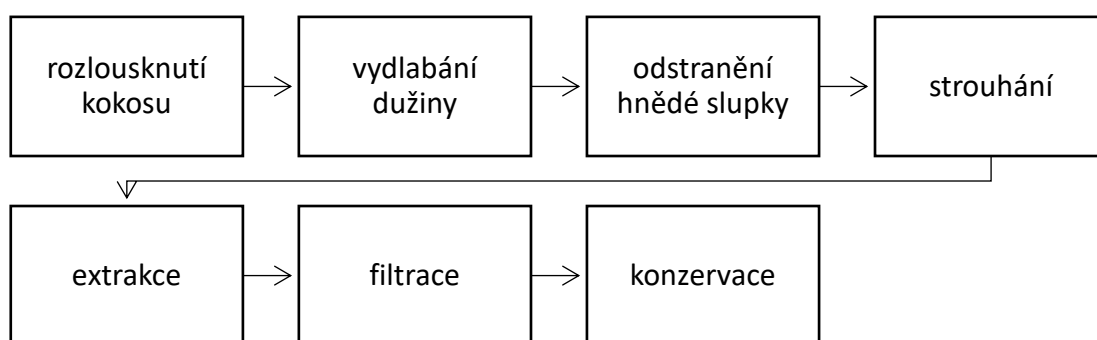
Na začátek je důležité mít přehled v termínech jako je kokosová voda, kokosové mléko (nápoj) a kokosový krém. Kokosová voda je kapalina, která je uzavřena v jádru kokosového ořechu. Kokosové mléko je kapalina připravená z nastrouhaného a rozdrceného endospermu kokosu s vodou. Kokosový krém je produkt podobný kokosovému mléku, ale má vyšší obsah tuku a vyšší hustotu. Kokosové mléko se přefiltruje, smísí s emulgátory a stabilizátory (někdy i zahusťovadly) a emulguje se za vzniku krémové konzistence. Konzistence kokosového mléka a kokosového krému velmi záleží na výrobcích. Existují i lehká kokosová mléka, které jsou více naředěná vodou a hodí se jako náhražka za odstředěné mléko nebo dále existují koncentráty kokosového krému, které se vyrábějí částečným odstraněním vody z kokosového krému [10,12].

Kokosové mléko (Obrázek 3) voní a chutná po kokosu. Velmi často, nejvíce v asijské kuchyni, se využívá na zjemnění a vytvoření krémové konzistence u některých polévek a omáček. Kokosové mléko (případně kokosový krém) může díky svému obsahu tuku nahradit plnotučné mléko, proto se využívá na výrobu pudinku, bezmléčné šlehačky a jako náhražka crème fraîche či zakysané smetany. Dále se z něho mohou vyrábět dezerty, alkoholické nápoje, sirupy anebo například náhražky jogurtů [13–15].

### 1.2.3 Výroba kokosového nápoje

Kokosový ořech se nejdříve musí rozlousknout. Po odstranění kokosové vody se tupým nožem vydlabe dužina. Hnědá slupka na dužině se odstraní za pomoci ostré čepelky a dužina se omyje vodou. Následně se dužina nastrouhá a přidá se k ní voda o teplotě okolo 80 °C, ve které

se extrahuje deset minut. Tímto krokem se zároveň sníží mikrobiální kontaminace. Suspenze se poté filtruje přes látkový filtr nebo se odstředí při nízké rychlosti, aby došlo k odstranění jemných částic. Takto připravený kokosový nápoj nelze dlouhou dobu skladovat bez chlazení, zmražení, dehydratace či jiném způsobu konzervace. Mezi krátkodobé konzervace patří pasteurace, kdy se kokosový nápoj zahřívá na teplotu 72 °C po dobu 20 minut. Pasterovaný nápoj vydrží maximálně pět dnů při teplotě 4 °C. V posledních letech je velmi oblíbené UHT ošetření, kde se mléko zahřeje na teplotu 121 °C po dobu kratší než pěti minut. Výroba kokosového nápoje je znázorněna na následujícím obrázku (Obrázek 4) [14–16].



Obrázek 4 Výroba kokosového nápoje

Čerstvý nápoj lze obtížně vyrobit v místech, kde kokosovník ořechoplodný neroste. Je to z důvodu častého kažení kokosového ořechu při dopravě. Proto byl vynalezen druhý způsob výroby kokosového nápoje. Endosperm kokosového ořechu se očistí, omyje ve vodě a následně se nastrouhá nebo rozřeže na požadovanou velikost. Takto upravený endosperm se vloží do horkovzdušných pecí na půl hodiny až hodinu při teplotě 155 až 158 °C. Dojde ke snížení vlhkosti na hodnotu nižší než pět hmotnostních procent a za ideálních podmínek méně než tři hmotností procenta. Po tomto kroku je důležité sledování vlhkosti při skladování a dopravě. Při výrobě kokosového nápoje ze sušeného kokosu se sušený kokos se smísí s vodou. Následně je směs míchána a zahřívána na teplotu okolo 75 °C po dobu přibližně 20 minut, aby se usnadnila absorpce vody a zlepšil se kontakt všech částic kokosu s vodou. Poslední fází je lisování směsi na hydraulickém lisu, kde je dobré udržovat vyšší teplotu (okolo 70 °C). Tímto krokem získáme hladkou emulzi [17].

#### 1.2.4 Chemické složení kokosového nápoje a porovnání s kravským mlékem

U kokosového nápoje je velmi variabilní obsah vody a tuku, který záleží převážně na výrobci, jak moc výsledný produkt naředí. Proto obsah tuku se může pohybovat přibližně od 15

do 25 %. Kokosový nápoj obsahuje pětikrát až osmkrát více tuku než kravské mléko. Dále obsahuje také více železa a vitamínu B1. Kravské mléko obsahuje naproti tomu více sacharidů a bílkovin. Pro porovnání jsou všechny přibližné hodnoty uvedeny v Tabulce 2 [13,18].

Tabulka 2 Složení kokosového nápoje a kravského mléka [18]

Složka	Kokosový nápoj	Kravské mléko
<b>Bílkoviny (g/100 g)</b>	2,3	2,9
<b>Sacharidy (g/100 g)</b>	2,2	4,5
<b>Tuky (g/100 g)</b>	23,84	3,2
<b>Voda (g/100 g)</b>	67,62	88,7
<b>Vápník (mg/100 g)</b>	16	100
<b>Železo (mg/100 g)</b>	1,64	0,1
<b>Thiamin (B1) (mg/100 g)</b>	0,026	0,003

### 1.3 Rýžový nápoj

#### 1.3.1 Rýže setá – popis

Rýže pochází z rostliny, která se nazývá rýže setá (*Oryza sativa*). Patří mezi nejvýznamnější plodiny na světě. Mezi významnými producenty patří Čína, Indie, Indonésie, Bangladéš, Vietnam a Thajsko [4]. Rýže je ze všech náhražek nejvíce hypoalergenní. V základě můžeme rýži dělit na rýži hnědou a bílou. Hnědá rýže je v podstatě nezpracovaná rýže, ze které je odstraněna pouze slupka. Má oříškovou chuť, bohatou texturu a také se déle vaří. Naproti tomu bílá rýže, tzv. „leštěná rýže“, se uvaří rychle, je levná, má měkkou texturu a sladký podtón. Bílá rýže je zbavena slupky, povrchové vrstvy zrna a klíčku. Odstraněním těchto částí ve větším množství ztratí bílá rýže některé živiny. Mezi tyto živiny patří vitaminy skupiny B, hořčík, selen a vláknina. Na druhou stranu hnědá rýže může obsahovat více anorganického arsenu [14].

### 1.3.2 Popis a používání rýžového nápoje



Obrázek 5 Ilustrativní obrázek rýžového nápoje [19]

Rýžový nápoj (Obrázek 5) má mírně sladkou chuť a je řidší oproti ostatním rostlinným nápojům. Nápoje jsou obvykle doslazovány sirupy z třtinového cukru, mohou obsahovat zahušťovadla, stabilizátory a dále mohou být obohacovány vitaminy a minerály jako je: vápník, vitamin B<sub>3</sub>, B<sub>12</sub>, D a železo. Tento nápoj je nejméně alergenní v porovnání s ostatními, proto je vhodný pro osoby s laktózovou intolerancí, alergiemi na mléko, sóju, ořechy nebo osoby s celiakií. Často se používá do nápojů, na pečení, ke snídaňovým cereáliím, na výrobu rýžového jogurtu a je velmi oblíbený v asijských zemích [2,10,14].

### 1.3.3 Výroba rýžového nápoje

Rýžový nápoj se může vyrábět tradičním nebo moderním způsobem. U moderní metody je několik možností. Zde jsou uvedeny dva příklady výroby. Výrobce si může sám upravit poměry vody a rýže či přídavky obou enzymů, podle požadovaných vlastností produktu [20].

#### 1.3.3.1 Tradiční japonská výroba

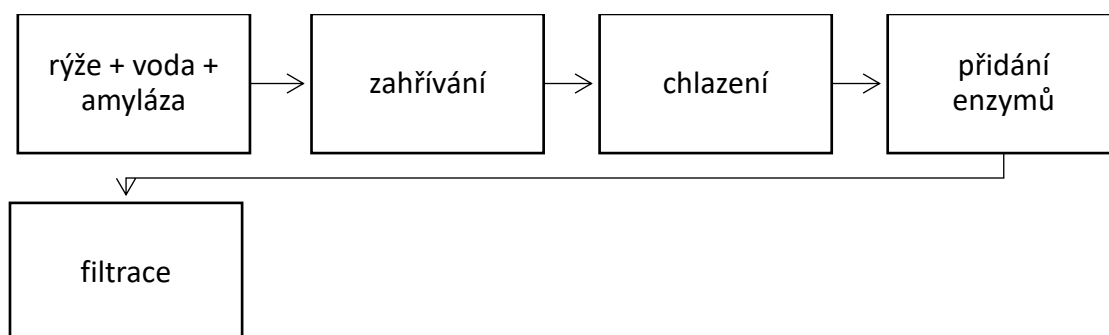
Na tradiční japonskou výrobu rýžového nápoje se mísí rýže s rýží koji. Koji rýže se vyrábí z uvařené nebo dušené rýže, která se následně zaočkuje spory plísně *Aspergillus oryzae*. Výsledná rýže obsahuje velké množství enzymů, převážně  $\alpha$ -amyláz. Tímto dochází k ztekutění a zcukření škrobu. Po kultivaci, které trvá 4–48 hodin, se zcukřená hmota přefiltruje přes filtr nebo síta v závislosti na druhu použité rýže. Výsledný filtrát má bílou až béžovou barvu, je sladký a chutná po rýži. Textura a sladkost suspenze je dána celkovým obsahem pevného podílu a stupněm rozložení škrobu. Pokud je doba kultivace příliš dlouhá, tak výsledný nápoj je sice

velmi sladký, ale může být i nakyslí. Z tohoto důvodu se kultivace zastavuje dříve, aby nedocházelo ke vzniku nežádoucích chutí, to ale brání ke vzniku glukózy, maltózy a dextrinů. Tento nutriční nápoj připravený z rýže je nazýván amazake, z japonštiny sladké saké. Amazake obsahuje převážně maltózu. Glukóza je obsažena ze 2–3 % z celkového množství sacharidů [20].

### 1.3.3.2 Moderní způsob výroby

Jsou známy dva způsoby výroby rýžového nápoje. V prvním případě (Obrázek 6) se vloží 45 kilo rýže do 100 litrů vody, která obsahuje okolo 250 ppm vápníku. K této směsi se přidá 100 g  $\alpha$ -amylázy pocházející od bakterie *Bacillus subtilis* a směs se zahřívá ve dvoustěnném parním ohřivači na 80 °C po dobu 30 minut. Následně se na 15 minut teplota zvýší na 100 °C a pak je směs schlazena na 60 °C, kde se k ní přidá 50 ml  $\beta$ -amylázy a 100 ml glukosidázy. Při této teplotě je směs držena dvě hodiny a následně je přečištěna přes síto. Získaná tekutina je podobná mléku a má 31 % sušiny. V sušině obsahuje 10 % glukózy a 35 % maltózy. Nápoj vyrobený tímto způsobem je sladký a je méně cítit po rýži [20].

Druhý postup je v základu stejný jako ten první, pouze je tu několik změn: Rýže se vkládá pouze do 80 litrů vody, opět se přidá 100 g  $\alpha$ -amylázy a směs se zahřívá stejně jako v předchozím odstavci. Ke zchlazené směsi (na 60 °C) se ale přidá pouze 450 ml glukosidázy. Nakonec se směs opět po dvou hodinách filtruje. Výsledný nápoj obsahuje stejné množství sušiny (31%), ale množství glukózy v sušině se zvýšilo na 70 %. Toto má výhodu pro tvorbu mraženého krému, kde se nemusí používat žádná další sladidla a díky vyššímu bodu tuhnutí, nám umožňuje výrobu krémové nemléčné zmrzliny. Dále se může tento nápoj usušit a používat místo sladidla například do pudinku [20].



Obrázek 6 Výroba rýžového nápoje moderním způsobem

### 1.3.4 Chemické složení rýžového nápoje a porovnání s kravským mlékem

Rýžový nápoj má nízký obsah tuku, bílkovin, vápníku a neobsahuje cholesterol a laktózu. Oproti kravskému mléku obsahuje více cukrů, vody, železa a thiaminu (vit. B1). Všechny přibližné hodnoty základních složek jsou popsány v Tabulce 3 [10,14,18].

Tabulka 3 Složení rýžového nápoje a kravského mléka [18]

Složka	Rýžový nápoj	Kravské mléko
<b>Bílkoviny (g/100 g)</b>	0,28	2,9
<b>Sacharidy (g/100 g)</b>	9,17	4,5
<b>Tuky (g/100 g)</b>	0,97	3,2
<b>Voda (g/100 g)</b>	89,28	88,7
<b>Železo (mg/100 g)</b>	0,2	0,1
<b>Thiamin (B1) (mg/100 g)</b>	0,027	0,003
<b>Riboflavin (B2) (mg/100 g)</b>	0,142	0,15

## 1.4 Oříškové nápoje (mandlový, lískooříškový a kešu nápoj)

### 1.4.1 Mandloň, líska a ledvinovník

Mandle jsou jedny z nejrozšířenějších druhů ořechů. Rostou na stromu, který se nazývá mandloň obecná (*Prunus dulcis*). Mezi nejpoužívanější odrůdy patří *Prunus dulcis var. dulcis* a *Prunus dulcis var. amara*. První odrůda tzv. sladké mandle se používají do mnoha cukrářských výrobků, jako jsou například makronky nebo marcipán. Druhá odrůda tzv. hořké mandle se používají na výrobu mandlového oleje [10].

Lískové ořechy jsou druhé nejpoužívanější ořechy na světě. Rostou na keři jménem líska obecná. Mezi největší celosvětový producenti lískových oříšků patří Turecko, konkrétně oblast okolo Černého moře [21].

Kešu ořechy pocházejí z vysokého stromu, který se nazývá ledvinovník západní. Mezi největší producenty kešu oříšků patří Vietnam a Indie [22].

### 1.4.2 Popis a používání oříškových nápojů



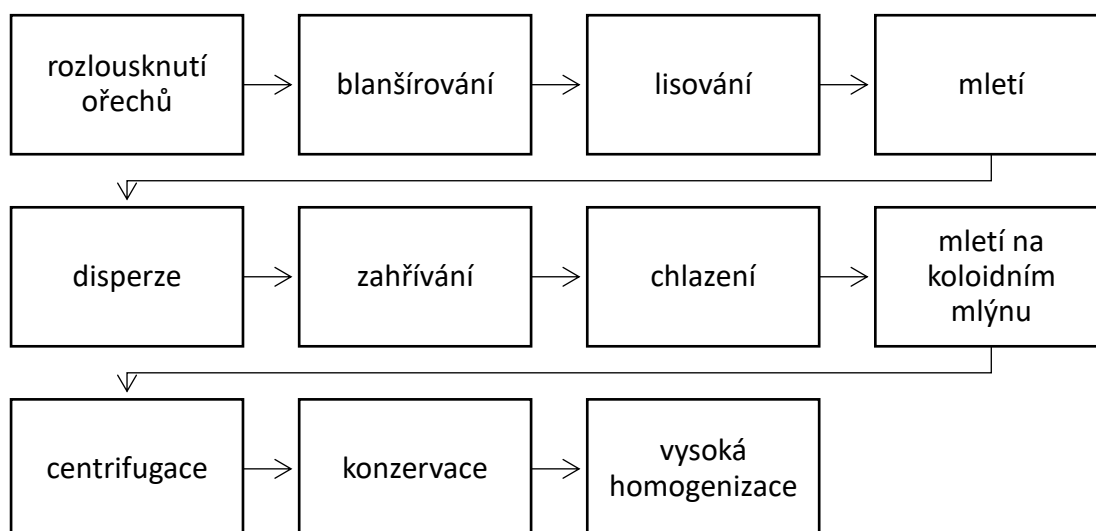
Obrázek 7 Ilustrativní obrázek oříškových nápojů [23–25]

Mandlový nápoj byl již ve středověku oblíbenou potravinou. Ještě dnes je na Mallorce základem pro mandlový sorbet a v jižní Itálii si můžete objednat „Latte di Mandorla“ jako studený osvěžující nápoj [13]. Má ořechové aroma, bílou mléčnou barvu a konzistenci podobnou mléku. Kešu nápoj má máslovou, jemnou a lahodnou chuť. Lískooříškový nápoj má světle hnědou barvu a má nejsilnější oříškové aroma [14].

Oříškové nápoje (Obrázek 7) se hodí na každodenní použití, do těsta, na cereálie nebo přímo ke konzumaci. Mohou se z nich vyrábět rostlinné sýry, pudinky, zmrzliny, jogurty, zakysané smetany a rostlinné náhražky másla. Mandlový a kešu nápoj mají jemnou chuť, polévkám a omáčkám dodávají na sytosti a hutnosti. [14,26].

### 1.4.3 Výroba oříškových nápojů

Oříšky zbavené skořápky se upravují blanšírováním, částečně se odtuční pomocí lisování a namelou se. Často se používají nepražené ořechy, ale můžou se použít i pražené. Namletý prášek je nasypán do vody a mohou přidat i další složky, např. stabilizátory. Vše se zahřívá na 90 °C a následně se suspenze během pěti minut zchladí na pokojovou teplotu, díky čemuž dojde ke zlepšení rozpustnosti bílkovin, sacharidů a minerálů. Pro zlepšení efektivity následného čištění je dále zařazeno mletí na koloidním mlýnu. Po zchlazení na 55 °C, když dojde ke zvýšení viskozity, tak se provede čištění pomocí centrifugace. Cílem čištění je odstranit všechny větší částice, které lze rozeznat jazykem, tzn. částice větší než 50 µm. Dále se provádí tepelné ošetření, nejčastěji UHT pasterace. Během chlazení se ještě snižuje rozptyl velikosti částic pomocí vysokotlaké homogenizace. Homogenizace trvá pár vteřin a provádí se při 180 000 hPa. Poslední krok výroby oříškových nápojů je balení. Výroba oříškových nápojů je znázorněna na následujícím obrázku (Obrázek 8) [27].



Obrázek 8 Výroba oříškových nápojů

#### 1.4.4 Chemické složení oříškových nápojů a porovnání s kravským mlékem

Oříškové nápoje obsahují méně cukrů, tuků i bílkovin než kravské mléko. Hodnoty těchto tří oříškových nápojů jsou si velmi podobné. Přesné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 4.

Tabulka 4 Složení oříškových nápojů a kravského mléka [18,28]

Složka	Mandlový nápoj	Lískooříškový nápoj	Kešu nápoj	Kravské mléko
<b>Bílkoviny (g/100 g)</b>	0,5	0,4	0,5	2,9
<b>Sacharidy (g/100 g)</b>	3,0	3,1	2,6	4,5
<b>Tuky (g/100 g)</b>	1,1	1,6	1,1	3,2

### 1.5 Ovesný a špaldový nápoj

#### 1.5.1 Oves a špalda

Oves setý (*Avena sativa*) je obilnina, která se pěstuje pro svá škrobnatá zrna. Oves je bohatým zdrojem vitamínu B<sub>1</sub>, bílkovin a také má vysoký obsah tuku [10].

Pšenice špalda (*Triticum spelta*) je druh odolné pšenice, která má vyšší podíl bílkovin, tuků a minerálů oproti jiným druhům pšenice [10,29].

### 1.5.2 Popis a používání ovesného a špaldového nápoje

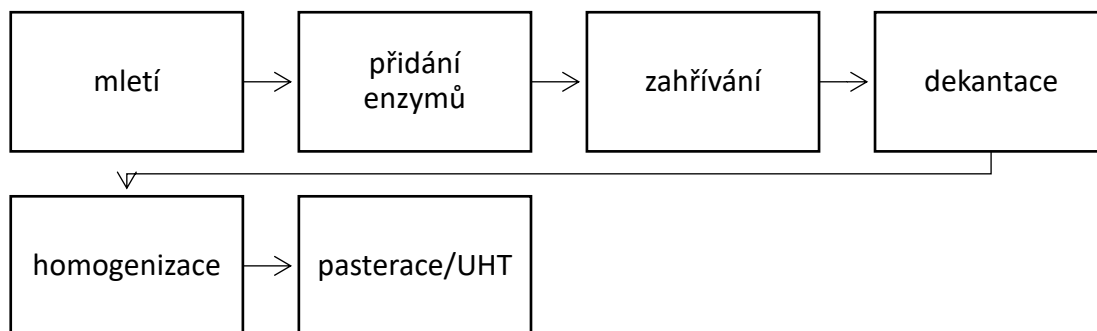


Obrázek 9 Ilustrativní obrázek ovesného nápoje [30]

Ovesný (Obrázek 9) a špaldový nápoj chutná sladce a lehce po obilí [13]. Tyto nápoje se používají jako náhražka kravského mléka, do cereálií, na výrobu rostlinného jogurtu, zmrzliny a jiných cukrářských výrobků. [31].

### 1.5.3 Výroba ovesného a špaldového nápoje

Pro výrobu ovesného nápoje se nejčastěji používají ovesné vločky a pro výrobu špaldového nápoje špaldová zrna. Výchozí produkt se mele s vodou při 52–63 °C a výsledná suspenze se upraví tak, aby obsahovala 10–15 hmotnostních % namletých vloček. Dále přidají enzymy, převážně  $\beta$ -amylázy, a nechají se působit jednu až dvě hodiny při teplotě 58–61 °C. Díky enzymům se přibližně 60 % škrobu rozloží na maltózu. Následně se suspenze zahřeje na 85–90 °C čímž dojde k inaktivaci enzymů. Z produktu se odstraní nerozpustné částice, např. dekantací nebo filtrací, a poté se nápoj homogenizuje. Nakonec se provádí pasterizace nebo UHT ošetření. Výroba je znázorněna na následujícím obrázku (Obrázek 10) [31].



Obrázek 10 Výroba ovesného a špaldového nápoje

#### 1.5.4 Chemické složení ovesného a špaldového nápoje

V Tabulka 5 jsou základní hodnoty složení ovesného a špaldového nápoje v porovnání s kravským mlékem. Oba nápoje mají nižší obsah bílkovin a tuku. Naopak mají vyšší obsah sacharidů.

Tabulka 5 Složení ovesného, špaldového nápoje a kravského mléka [13,32]

Složka	Ovesný nápoj	Špaldový nápoj	Kravské mléko
Bílkoviny (g/100 g)	1	1,5	2,9
Sacharidy (g/100 g)	6,5	6,2	4,5
Tuky (g/100 g)	1,5	1,5	3,2

## 1.6 Makový nápoj

### 1.6.1 Mák setý

Mák setý se dobře pěstuje na slunečních místech. Dosahuje výšky 30–150 cm, má žluté kořeny, holý stonek s voskovým povlakem. Listy jsou podlouhlé, postupně se rozšiřující a jsou dlouhé 15–20 cm. Květ je velký, hladký a nejčastěji má bílou barvu. V některých zemích je jeho pěstování zakázáno, protože v nezralých makovicích je obsaženo opium, které se využívá na výrobu drog. Samotný mák obsahuje velké množství olejů a vápníku [33].



bílkovin. Makový nápoj má o 1,6 g /100 g nápoje méně bílkovin, než má kravské mléko. V Tabulka 6 jsou uvedené přesné hodnoty makového nápoje a kravského mléka [34].

Tabulka 6 Složení makového nápoje a kravského mléka [34]

Složka	Makový nápoj	Kravské mléko
Bílkoviny (g/100 g)	1,3	2,9
Sacharidy (g/100 g)	5,0	4,5
Tuky (g/100 g)	3,6	3,2

## 1.7 Chemické složení rostlinných nápojů - shrnutí

V rostlinných nápojích se z cukrů nejvíce vyskytuje sacharóza, glukóza, maltóza a následně fruktóza. V kravském mléce je přítomna pouze laktóza, která se v rostlinných nápojích nevyskytuje. Mastné kyseliny v rostlinných nápojích jsou převážně nenasycené, a to jak mononenasycené, tak i polynenasycené. Výjimku tvoří kokosový nápoj, který obsahuje naopak převážně nasycené mastné kyseliny, stejně jako kravské mléko. To navíc ještě obsahuje cholesterol. V bílkovinách v rostlinných nápojích jsou nejvíce obsaženy aminokyseliny: kyselina glutamová, kyselina asparagová, arginin, leucin, prolin, glycin a fenylalanin. V mléku je nejvíce obsažena opět kyseliny glutamová a následně prolin, leucin a lysin [18,33].

## 1.8 Možnosti stanovení základních složek rostlinných nápojů

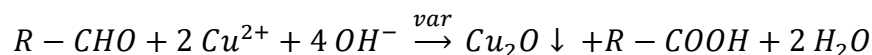
### 1.8.1 Stanovení cukrů

Názvem sacharidy se označují polyhydroxyketony a polyhydroxyaldehydy. Sacharidy se dělí podle počtu cukerných jednotek vázaných v molekule na monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy a složené sacharidy. Monosacharidy jsou složeny pouze z jedné cukerné jednotky. Oligosacharidy jsou složeny ze dvou až deseti sacharidových jednotek, přičemž tyto dvě skupiny se často označují souhrnným názvem cukry, protože mají mnoho společných vlastností a také často mají sladkou chuť [36].

Rostlinné nápoje mají velmi proměnlivé složení monosacharidů, oligosacharidů a polysacharidů. Některé tyto nápoje jsou doslazovány (např. glukózový sirup, agávový sirup či řepný

cukr atd.), ale na rozdíl od kravského mléka neobsahují laktózu, která je v kravském mléce hlavním sacharidem [2,36].

Metody pro stanovení cukrů lze rozdělit do dvou skupin: na metody chemické a fyzikální. Chemické metody jsou nejčastěji založeny na reakci karbonylové skupiny sacharidů s alkalickým roztokem mědnaté soli za vzniku červenohnědé sraženiny oxidu měďného a karboxylu.



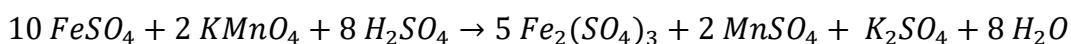
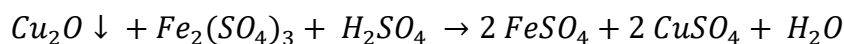
Takto jdou stanovit redukující cukry (glukóza, fruktóza, laktóza invertní cukr atd.). Sacharóza jako neredukující cukr lze stanovit až po inverzi sacharózy za zvýšené teploty pomocí koncentrované kyseliny chlorovodíkové. Fyzikální metody jsou méně vhodné pro tyto rostlinné nápoje na rozdíl od metod chemických [37,38].

#### 1.8.1.1 Metoda podle Herzfelda

Tato metoda je metoda vážková a řadíme ji mezi jednu z nejstarších metod. Redukující cukry redukují roztok mědnaté soli za vzniku oxidu měďného. Vyredukovaný oxid mědnatý se zfiltruje na filtračním kelímku a po promytí se vysuší a zváží. Z tabulky se následně zjistí množství redukujících cukrů [37].

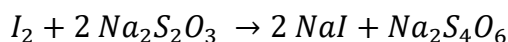
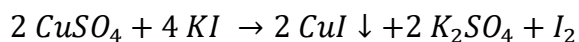
#### 1.8.1.2 Metoda podle Bertranda

Vyloučený oxid měďný se po odfiltrování rozpustí v roztoku síranu železitého v přítomnosti kyseliny sírové. Dochází ke kvantitativní redukci trojmocného železa na dvojmocné. Roztok železnaté soli se po přidávky kyseliny fosforečné stanoví titrací odměrným roztokem manganistanu draselného. Zároveň se provede i slepý pokus, kde místo cukerného roztoku se k Fehlingovým roztokům přidá destilovaná voda. Spotřeba manganistanu draselného na slepý pokus se odečte od spotřeby na vlastní stanovení a přepočítá se na ekvimolární množství mědi. Následně se z tabulky odečte odpovídající množství glukosy [37].



#### 1.8.1.3 Metoda podle Schoorla a Luffa-Schoorla

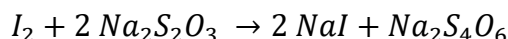
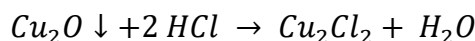
Nezreagované mědnaté ionty se stanoví jodometricky tak, že v kyselém prostředí reagují s jodidem draselným za vzniku jódu. Uvolněný jód se titruje odměrným roztokem thiosíranu sodného. Za stejných podmínek se provede slepý pokus.



Rozdíl mezi Schoorlovou metodou a metodou podle Luffa-Schoorla, je v použitém roztoku. Metoda podle Schoorla využívá Fehlingovi roztoky (složení roztoků viz kapitola 2.2.1) na rozdíl od druhé metody, která využívá Luffův roztok (bezvodý uhličitan sodný, kyselina citrónová, pentahydrát síranu měďnatého a voda) [37].

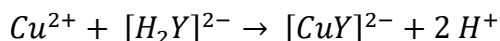
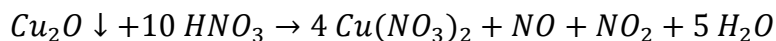
#### 1.8.1.4 Metoda podle Ofnera

Sraženina oxidu měďného vyloučeného z Ofnerova roztoku (síran měďnatý, bezvodý uhličitan sodný, vinan sodnodraselný a dekahydrát hydrogenfosforečnanu sodného) po reakci s cukerným roztokem se rozpustí v kyselině chlorovodíkové. K vyloučenému chloridu měďného se přidá známý nadbytek jódu a nespotřebovaný jód se titruje odměrným roztokem thiosíranu sodného [37].



#### 1.8.1.5 Metoda podle Potterata-Eschmanna

Vyloučený oxid měďný se oddělí filtrací a po promytí se rozpustí v kyselině dusičné za vzniku dusičnanu měďnatého. Měďnaté ionty se stanoví chelatometricky pomocí odměrného roztoku chelatonu 3. Titrace se provádí na indikátor murexid v amoniakálním prostředí (pH = 10). Množství redukujícího cukru se vyhledá v tabulce na základě zjištěné spotřebě chelatonu 3 [38].



#### 1.8.2 Stanovení tuků

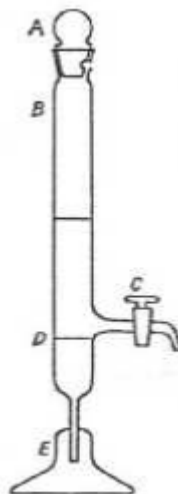
Tuk se zpravidla v potravinářství označuje jako netěkavý extrakt získaný lipofilním rozpouštědlem (např. diethylether, petrolether) a sušený jednu hodinu při 105 °C. Nejčastěji jde o směs jednoduchých lipidů, znečištěných uhlovodíky, organickými kyselinami, éterickými oleji nebo třeba barvivy. Složení velmi záleží na použitém rozpouštědle. Vzorek je většinou před samotnou extrakcí rozložen vhodným činidlem [37].

### 1.8.2.1 Stanovení celkového tuku metodou Schmid-Bondzynski-Rafzloff (gravimetricky)

Vzorek se rozloží pomocí 25% kyseliny chlorovodíkové a následně se převede do dělicí baňky, kde se tuk z hydrolyzátu vyextrahuje pomocí organického rozpouštědla dichlormethanu. Po oddělení fází se organická fáze nejprve oddělí a poté zahřeje na vodní lázni. Dojde k odpaření organického rozpouštědla a v baňce zůstane pouze tuk, který se stanoví gravimetricky (vážkově) [39].

### 1.8.2.2 Stanovení tuku podle Röse-Gottlieba

Stanovení tuku podle Röse-Gottlieba se hodí pro vzorky s vyšším obsahem vody, lipoproteinů a sacharidů. K tomuto stanovení se používá speciální extrakční zařízení (Obrázek 13), do kterého se naváží asi 10 g vzorku. K protřepaného obsahu se přidá 25% amoniak, který rozloží bílkoviny vzorku. Dále se přidá 96% ethanol a k lepšímu rozlišení vrstev se může přidat kongočerveň. Nakonec se přidá diethylether a petrolether. Po velkém promísení obsahu se přístroj nechá 2 hodiny v klidu stát, dokud se vrchní vrstva nevyčeří a zcela neoddělí od vodné fáze. Tento krok je možné urychlit pětiminutovým centrifugováním při 500–600 otáčkách za minutu. Horní (organická) vrstva se převede do baňky, ze které jsou následně oddestilována organická rozpouštědla. Tuk se následně stanoví vážkově [39].



Obrázek 13 Přístroj k extrakci tuku podle Rose-Gottlieba (A – zátka, B – tělo přístroje, C – Boční rameno s kohoutem, D – vhodná výška hladiny, E – stojánek) [39]

### 1.8.2.3 Butyrometrické stanovení tuku podle Gerbera

Působením kyseliny sírové se rozpustí bílkoviny a fosfolipidové obaly tukových kuliček mléka. Uvolněný tuk se oddělí odstředěním a pomocí přídavku amylalkoholu se dosáhne ostrého rozhraní. Objem tuku se odečte na stupnici butyrometru, která je kalibrována tak, že udává obsah tuku přímo v hmotnostních procentech. Tato metoda je vhodná pouze jako orientační [37,39].

### 1.8.3 Stanovení bílkovin

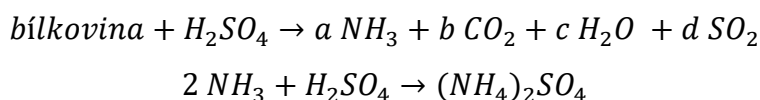
Bílkoviny jsou polymery aminokyselin, které vznikly procesem proteosyntéza. V jedné molekule bílkoviny je běžně více než 100 aminokyselin vzájemně vázaných peptidovou vazbou do nerozvětvených řetězců [36].

Metody na stanovení bílkovin můžeme rozdělit na dvě základní skupiny: stanovení hrubých a stanovení čistých bílkovin. Hrubé bílkoviny vyjadřují celkový obsah dusíku, tzn., že hrubé bílkoviny v sobě zahrnují i jiné dusíkaté látky nebílkovinné povahy, a tyto metody jsou vhodné pro stanovení bílkovin ve směsi s jinými složkami potravin. Naproti tomu čisté bílkoviny jsou přesnější a eliminují přítomnost nízkomolekulárních nebílkovinných dusíkatých látek ve vzorku. Tyto metody jsou vhodné pro stanovení bílkovin v čistých bílkovinových preparátech [37].

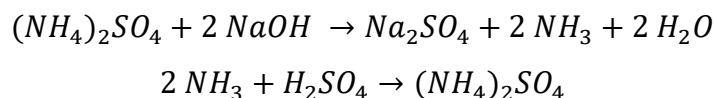
Většinu metod na stanovení bílkovin předchází mineralizace. Mineralizace je metoda, při které se dusík ze vzorku převede na síran amonný, který dále stanovujeme různými metodami, mezi které patří destilační metoda podle Kjeldahla, mikrodifuzní metoda podle Conwaye nebo spektrofotometrické stanovení s Nesslerovým činidlem. Zbylé metody jako je Steineggerova metoda, spektrofotometrické stanovení oranžím G a spektrofotometrické stanovení roztokem amidočerni 10 B jsou stanovení bez předchozí mineralizace [38].

#### 1.8.3.1 Stanovení obsahu celkového dusíku a bílkovin podle Kjeldahla

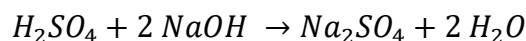
Vzorek se mineralizuje s koncentrovanou kyselinou sírovou za varu v přítomnosti katalyzátoru (např. oxid mědnatý, síran mědnatý, rtuť, peroxid vodíku či selen). Veškerý dusík, který byl obsažen ve vzorku, se mineralizací převede na amoniak, který reaguje s kyselinou sírovou za vzniku síranu amonného.



Dusík ze síranu amonného se uvolní pomocí 30% hydroxidu sodného a destilačně se převede do předlohy se známým nadbytečným množstvím odměrného roztoku kyseliny sírové.



Přebytek této kyseliny se titruje odměrným roztokem hydroxidu sodného na indikátor Tashiro nebo methylčerveně.

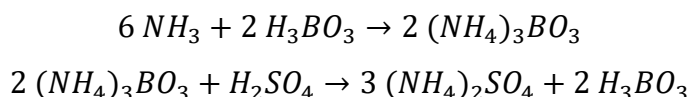


Obsah dusíku se přepočte na obsah tzv. hrubé bílkoviny vynásobením příslušným faktorem (např. mléko 6,38; ořechy 5,30; mouka, těstoviny, obiloviny 5,70 atd.), případně univerzálním faktorem 6,25.

Tato metoda je univerzální pro běžné potraviny a potravinářské suroviny. Také to je metoda rozhodčí a současně slouží pro kalibraci přístrojů pro automatické stanovení bílkovin [37,39].

### 1.8.3.2 Stanovení amoniakálního dusíku mikrodifuzí podle Conwaye

Vzorek se zmineralizuje podle Klejdahla. Roztok síranu amonného se smísí ve vnějším prostoru Conwayovy nádoby (Obrázek 14) s nasyceným roztokem uhličitanu draselného nebo 50% hydroxidem draselným. Uvolněný amoniak se absorbuje v roztoku kyseliny borité, která se nachází uprostřed Conwayovy nádoby. Vzniklý boritan amonný se stanoví titračně odměrným roztokem kyseliny sírové nebo chlorovodíkové na indikátor složeného z roztoku bromkresolové zeleně a roztoku methylčerveně [37].

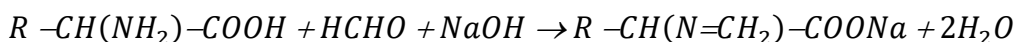


Obrázek 14 Conwayova nádoba na stanovení amoniaku mikrodifuzí [38]

### 1.8.3.3 Stanovení bílkovin v mléce titračně podle Steineggera

Vzorek po zneutralizování roztokem hydroxidu sodného na fenolftalein se titruje odměrným roztokem hydroxidu sodného ( $c_{NaOH} = 0,25 \text{ mol/l}$ ) za přítomnosti formaldehydu, který blokuje volné skupiny  $-NH_2$ . Spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného odpovídá po přepočtu

obsahu bílkovinného dusíku v mléce. Mililitr odměrného roztoku NaOH odpovídá 0,0758 g bílkovinného dusíku. Ke zjištění obsahu bílkovin v procentech se vypočítaná hmotnost bílkovinného dusíku vynásobí korekčním faktorem 6,38 a podělí hustotou mléka [37].

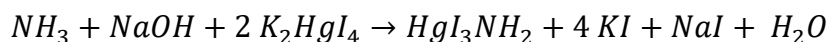


#### 1.8.3.4 Spektrofotometrické stanovení oranží G

Pufrovaný roztok barviva oranže G se váže s bílkoviny. Spektrofotometricky se zjistí úbytek intenzity zbarvení roztoku při 480 nm a vypočítá se množství bílkovin ve vzorku [39].

#### 1.8.3.5 Spektrofotometrické stanovení Nesslerovým činidlem

Vzorek se mineralizuje s kyselinou sírovou za varu v přítomnosti katalyzátoru (peroxid vodíku). Veškerý dusík, který byl obsažený ve vzorku, se mineralizací převede na amonnou sůl, která se stanoví spektrofotometricky reakcí s Nesslerovým činidlem v alkalickém prostředí.



Intenzita zbarvení se měří při 450 nm proti destilované vodě. Obsah dusíku se odečítá z kalibrační křivky a po přepočtení na navážku a vynásobením faktorem 6,25 se získá obsah hrubých bílkovin [37].

#### 1.8.3.6 Spektrofotometrické stanovení bílkovin roztokem amidočerni 10 B

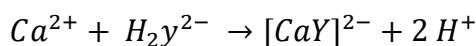
Bílkoviny mléka vytváří nerozpustný komplex (bílkovina-barvivo) s roztokem organického barviva amidočerni 10 B. Tento nerozpustný komplex se oddělí filtrací nebo odstředěním. Následně se spektrofotometricky stanoví pokles intenzity zbarvení roztoku, který je úměrný obsahu bílkovin [39].

### 1.8.4 Stanovení vápníku

Mezi chemické metody na stanovení vápníku patří chelatometrická, manganometrická a vázková metoda.

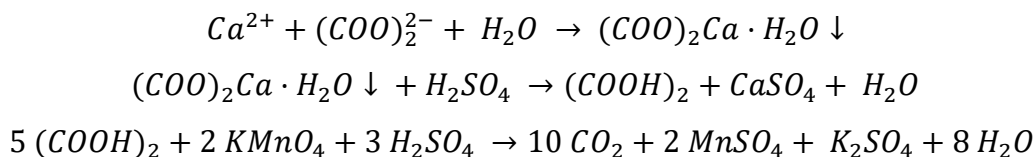
#### 1.8.4.1 Komplexometrické stanovení vápníku

Obsah vápníku se stanoví titrací odměrným roztokem chelatonu 3 při pH 12 na indikátor murexid. pH se upraví roztokem hydroxidu sodného nebo draselného [38].



#### 1.8.4.2 Manganometrické stanovení vápníku

Vápenaté ionty se ze vzorku za horka v amoniakálním prostředí vysráží pomocí šťavelanu amonného za vzniku bílé sraženiny šťavelanu vápenatého. Sraženina se odfiltruje a po promytí se rozpustí v zředěné kyselině sírové. Uvolněná kyselina šťavelová se titruje manganistanem draselným do slabě růžového zbarvení [38].



#### 1.8.4.3 Vážková metoda

Vápenaté ionty se ze vzorku za horka v amoniakálním prostředí vysráží pomocí šťavelanu amonného za vzniku bílé sraženiny šťavelanu vápenatého. Sraženina se odfiltruje, promývá, spaluje a žihá při teplotě 500 °C na uhličitán vápenatý a následně při 1000 °C na vážitelný produkt oxid vápenatý [37].

#### 1.8.5 Stanovení celkové kyselosti

Celková (titrační) kyselost je dána obsahem kyselých reagujících látek a zjistí se titrací odměrným roztokem hydroxidu sodného o koncentraci  $c = 0,25 \text{ mol/l}$  na indikátor fenolftalein. Výsledek se udává buď jako látkový obsah kyselin v milimolech na litr nebo podle Soxhleta-Henkela ve stupních SH. Kyselost podle Soxhleta-Henkela (°SH) udává množství mililitrů odměrného roztoku hydroxidu sodného o koncentraci  $c = 0,25 \text{ mol/l}$ , který je potřebný k neutralizaci 100 ml mléka nebo 100 g mléčného výrobku na indikátor fenolftalein [40,41].

#### 1.8.6 Stanovení relativní hustoty

Relativní hustota se dá zjistit pomocí pyknometru. Toto stanovení je založeno na porovnávání hmotnosti určitého objemu stanovované kapaliny s hmotností stejného objemu srovnávací kapaliny (destilované vody) [38].

## **2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST**

### **2.1 Přístroje a zařízení**

#### **2.1.1 Stanovení tuků**

- Sušárna
- Dělicí baňka
- Exsikátor
- Analytické váhy (výrobce KERN)

#### **2.1.2 Stanovení bílkovin**

- Topné hnízdo
- Mineralizátor (Turbotherm rapid digestion unit – C. Gerhardt GmbH & Co. KG)
- Aparatura pro oddestilování amoniaku

#### **2.1.3 Stanovení hustoty**

- Pyknometr (objem 25 ml)
- Analytické váhy (výrobce KERN)

### **2.2 Chemikálie**

#### **2.2.1 Stanovení cukrů**

- Carrezovo čířidlo I (300 g síranu zinečnatého v 1 l destilované vody)
- Carrezovo čířidlo II (150 g hexakyanoželeznatanu draselného v 1 l destilované vody)
- Kyselina chlorovodíková 20%
- Hydroxid sodný 30%
- Fehlingovo činidlo I (69,3 g heptahydrát síranu měďného v 1 litru vody)

- Fehlingovo činidlo II (364 g vinanu sodno-draselného a 100 g hydroxidu sodného v 1 litri vody)
- Jodid draselný (roztok 3 g KI rozpuštěného v 10 ml vody)
- Kyselina sírová 1:6
- Thiosíran sodný ( $c = 0,1000 \text{ mol/l}$ )
- Škrobový maz
- Indikátor Tashiro

### 2.2.2 Stanovení tuků

- Amoniak 25%
- Ethanol 96%
- Diethylether
- Petrolether

### 2.2.3 Stanovení bílkovin

- Kyselina sírová 96%
- Kyselina sírová  $0,05289 \text{ mol/l}$
- Hydroxid sodný 30%
- Hydroxid sodný  $0,1024 \text{ mol/l}$
- Selenový katalyzátor
- Indikátor Tashiro

### 2.2.4 Stanovení vápníku

- Chelaton 3 ( $9,997 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ )
- Hydroxid sodný ( $4 \text{ mol/l}$ )
- Indikátor murexid

### 2.2.5 Stanovení celkové kyselosti

- Hydroxid sodný (0,25 mol/l)
- Indikátor fenolftalein
- Heptahydrát síranu kobaltnatého

## 2.3 Vzorky

Na analýzu bylo použito deset vzorků, které lze koupit v běžné obchodní síti. Devět vzorků byly rostlinného původu a poslední vzorek byl pro porovnání živočišného původu. Sedm vzorků je od značky Alpro, jeden od značky Berief Food a poslední je od české značky Nemléko s.r.o.. V Tabulka 7 je uvedený přesný název nápoje, pro zjednodušení jeho český název a také jeho výrobce.

Tabulka 7 Názvy použitých vzorků, jejich výrobci a složení

Číslo vzorku	Oficiální název vzorku	Český název vzorku	Výrobce	Složení
1	Soya original	sójový nápoj	Alpro	Pitná voda, loupané sójové boby (6 %), cukr, fosforečnan vápenatý, regulátor kyselosti (dihydrogenfosforečnan draselný), jedlá mořská sůl, aroma, stabilizátor (guma gellan), vitaminy (riboflavin, B12, D2).
2	Roasted almond original	mandlový nápoj	Alpro	Pitná voda, cukr, mandle (2 %), fosforečnan vápenatý, jedlá mořská sůl, stabilizátory (karubin, guma gellan), emulgátor (slunečnicový lecitin), vitaminy (riboflavin (B2), B12, E, D2).
3	Coconut original	kokosový nápoj	Alpro	Pitná voda, kokosové mléko (5,3 %) (kokosový krém, pitná voda), rýže (3,3 %), fosforečnan vápenatý, stabilizátory (guma guar, guma gellan, xanthan), mořská sůl, vitaminy (B12, D2), aromata.
4	Rice original	rýžový nápoj	Alpro	Pitná voda, rýže (12 %), slunečnicový olej, fosforečnan vápenatý, maltodextrin, mořská sůl, stabilizátor (guma gellan), vitaminy (B12, D2), regulátor kyselosti (hydrogenfosforečnan draselný).
5	Hazelnut original	lískooříškový nápoj	Alpro	Pitná voda, cukr, jádra lískových ořechů (2,5 %), fosforečnan vápenatý, jedlá mořská sůl, stabilizátory (karubin, guma gellan), emulgátor (slunečnicový lecitin), vitaminy (riboflavin (B2), B12, E, D2).
6	Cashew original	kešu nápoj	Alpro	Pitná voda, kešu ořechy (3,1 %), cukr, fosforečnan vápenatý, mořská sůl, stabilizátory (karubin, guma gellan), emulgátor (slunečnicový lecitin), vitaminy (riboflavin (B2), B12, E, D2).
7	Oat original	ovesný nápoj	Alpro	Pitná voda, oves setý (10 %), vláknina (inulin), slunečnicový olej, fosforečnan vápenatý, maltodextrin, mořská sůl, stabilizátor (guma gellan), vitaminy (riboflavin (B2), B12, D2).
8	Bio dinkel drink	špaldový nápoj	Berief Food	Voda, pšenice špalda (11 %), slunečnicový olej, mořská sůl
9	Nemléko makové	makový nápoj	Nemléko s.r.o.	Filtrovaná voda, mák (6 %), datle, řepkový olej, himalájská sůl.
10	Mléko	kravské mléko	Milkin	Čerstvé mléko plnotučné.

## 2.4 Pracovní postupy

### 2.4.1 Stanovení cukrů

Do 100 ml odměrné baňky bylo odpipetováno 50 ml vzorku, pouze u kravského mléka bylo použito 25 ml vzorku. Ke vzorku bylo přidáno 15 ml Cerrazova čiridla I a 15 ml Carrezova čiridla II. Obsah byl řádně promíchán, doplněn vodou po rysku a znovu promíchán. Vyčerený roztok byl přefiltrován přes skládaný filtr.

Dále bylo odpipetováno 10 ml získaného čirého filtrátu do 100ml odměrné baňky, přidáno 5 ml koncentrované kyseliny chlorovodíkové a obsah byl zahříván 5 minut na vodní lázni při teplotě okolo 68°C. Poté byla baňka zchlazena, obsah byl zneutralizován roztokem hydroxidu sodného na indikátor Tashiro. Odměrná baňka byla doplněna vodou po rysku a důkladně promíchána.

Tato inverze sacharózy byla provedena u všech vzorků, ale u vzorků 2 a 10 (tj. mandlový nápoj a kravské plnotučné mléko) bylo zároveň provedeno stanovení sacharidů bez inverze sacharózy a to tak, že 10 ml získaného čirého filtrátu bylo odpipetováno do 100ml odměrné baňky, doplněno vodou po rysku a důkladně promícháno.

Do 250ml Erlenmeyerovy baňky bylo odpipetováno 5 ml Fehlingova činidla I, 5 ml Fehlingova činidla II a 10 nebo 20 ml upraveného filtrátu. U vzorků 1, 3, 6 a 10 (tj. sójový nápoj, kokosový nápoj, kešu nápoj a kravské plnotučné mléko) bylo odpipetováno 20 ml upraveného filtrátu a u zbylých vzorků bylo pipetováno 10 ml upraveného filtrátu podle výše popsaného postupu. Dále do Erlenmeyerovy baňky byla přidána voda, tak aby výsledný objem byl 50 ml (tzn. 20 ml nebo 30 ml vody). Baňka byla postavena na vařič, který byl zapnutý na plný výkon, aby obsah baňky začal do 3 minut vřít. Po dosažení bodu varu byl výkon vařiče snížen, tak aby obsah mírně vřel a roztok byl takto udržován přesně 2 minuty. Následně byla baňka schlazena pod tekoucí vodou.

Ke zchlazenému roztoku byly přidány 3 g jodidu draselného rozpuštěného v 10 ml vody a dále bylo přidáno 10 ml zředěné kyseliny sírové (1:6). Uvolněný jód byl ihned titrován za neustálého míchání 0,1000 mol/l roztokem thiosíranu sodného. Ke konci titrace byly přidány 3 ml škrobového mazu a bylo titrováno do smetanové barvy, která vydržela minimálně 3 minuty stálá.

Stejným způsobem byl proveden i slepý pokus, kde k 5 ml Fehlingova roztoku I a 5 ml Fehlingova roztoku II bylo přidáno 40 ml vody.

### 2.4.2 Stanovení tuků

S přesností na tři desetinná místa bylo naváženo do kádinky 10 g vzorku. Ke vzorku bylo přidáno 5 ml 25% amoniaku a obsah byl opatrně promíchán. Následně bylo přidáno 6 ml ethanolu a roztok byl převeden do dělicí baňky. Kádinka byla vypláchnuta dalšími 4 ml ethanolu, které byly přidány ke zbytku vzorku. Dále kádinka byla vypláchnuta 25 ml diethyletheru, který byl opět přidán do dělicí baňky. Baňka byla uzavřena zátkou a obsah byl minutu silně protřepáván a současně převracen. Dále bylo do dělicí baňky přidáno 25 ml petroletheru (prvním podílem byla opláchnuta zátka) a obsah byl minutu protřepáván. Organická a vodná fáze byly odděleny v dělicí baňce. Vodná fáze byla převedena do druhé dělicí baňky, ke které bylo přidáno opět 25 ml diethyletheru a proces byl opakován stejně jako při první extrakci. Celkem byly provedeny tři extrakce. Organická fáze byla postupně ze všech tří extrakcí převedena do předem zvážené baňky a rozpouštědla byla odpařena na vodní lázni. Následně baňka byla vložena na 20 minut do sušárny. Po vychladnutí v exsikátoru byla baňka zvážena a byl spočítán obsah tuku ve vzorku na 100 ml vzorku.

$$x = m_{tuku} \cdot \frac{100}{m_{vz}}$$

### 2.4.3 Stanovení bílkovin

S přesností na tři desetinná místa bylo naváženo 5 g vzorku, které byly převedeny do mineralizační zkumavky společně se 3 g selenového katalyzátoru a 25 ml koncentrované kyseliny sírové. Zkumavka byla dána do topného hnízda a byla přikryta nerezovým boxem s odsávacím zařízením. Topné hnízdo bylo zapnuto a nastaveno na 70 % výkonu a zároveň byla spuštěna vodní vývěva. Průběžně byla kontrolována barva reakční směsi. Mineralizace byla ukončena 30 minut po vyjasnění a odbarvení roztoku. Zkumavka byla po celkovém čase 85 minut za stálého odsávání vytažena z topného hnízda a byla ochlazená na laboratorní teplotu. Do 100 ml odměrné baňky bylo nalito přiměřené množství destilované vody a po vychladnutí zkumavky byl její obsah opatrně do nich převeden za stálého chlazení baněk. Po vytemperování byla doplněna odměrná baňka destilovanou vodou po rysku a její obsah byl řádně promíchán.

Do destilační baňky bylo odpipetováno 10 ml roztoku vzorku, která byla vložena do již sestavené aparatury na oddestilování amoniaku. Do destilační baňky bylo přikapáváno 20–25 ml 30% hydroxidu sodného a oddestilovaný amoniak byl jímán do předlohy s 10 ml 0,05289 mol/l kyseliny sírové s přiměřeným množstvím destilované vody a indikátorem Tashiro. Když byl

všechna amoniak převedený do předlohy (do 10 minut), konec aparatury byl opláchnut destilovanou vodou a přebytek kyseliny sírové byl titrován odměrným roztokem (0,1024 mol/l) hydroxidu sodného do barvené změny indikátoru.

#### 2.4.4 Stanovení vápníku

Nejdříve bylo připraveno 500 ml odměrného roztoku chelatonu 3 rozpuštěním 1,8607 g základní látky a doplněním destilovanou vodou po rysku. Výsledná koncentrace byla  $9,997 \cdot 10^{-3}$  mol/l.

Do kádinky bylo naváženo 10 g vzorku a ten byl převeden do 250ml odměrné baňky. Baňka byla doplněna vodou po rysku a řádně promíchána. Do titrační baňky bylo odpipetováno 50 ml naředěného vzorku, dále bylo do baňky přidáno 100 ml vody, 5 ml 4mol/l hydroxidu sodného a 0,2 g indikátoru murexid. Takto upravený vzorek byl titrován odměrným roztokem chelatonu 3.

#### 2.4.5 Stanovení celkové kyselosti

Do titrační baňky bylo odpipetováno 50 ml vzorku. Do baňky byly přidány 2 ml indikátoru fenolftalein a tento roztok byl titrován odměrným roztokem hydroxidu sodného (0,25 mol/l) do slabě růžového zbarvení, který měl srovnávací roztok vytvořený z 50 ml roztoku vzorku a 1 ml heptahydrátu síranu kobaltnatého.

##### 2.4.5.1 Standardizace hydroxidu sodného

Na analytických vahách bylo naváženo s přesností na čtyři desetinná místa okolo 0,1576 g dihydrátu kyseliny šťavelové, navážka byla převedena do titrační baňky a byla zředěna destilovanou vodou. Bylo přidáno pár kapek indikátoru fenolftalein a roztok byl titrován 0,25 mol/l odměrným roztokem hydroxidu sodného do prvního stálého růžového zbarvení.

#### 2.4.6 Stanovení hustoty

Čistý a suchý pyknometr byl zvážen na analytických vahách s přesností na čtyři desetinná místa nejdříve prázdný, následně s destilovanou vodou a pak postupně se všemi vzorky. Každé měření bylo provedeno třikrát a mezi jednotlivými měřeními byl pyknometr řádně vyčištěn.

### 3 VÝSLEDKY A DISKUZE

V této kapitole jsou uvedeny všechny výsledky stanovení z jednotlivých měření vybraných chemických vlastností rostlinných nápojů v porovnání s kravským mlékem. Mezi vybrané chemické vlastnosti patřily obsah cukrů, tuků, bílkovin, vápníku, celková kyselost a hustota. Stanovení bylo prováděno celkem u 10 vzorků, přičemž devět vzorků byly rostlinné nápoje a poslední pro porovnání bylo kravské mléko. Všechny naměřené hodnoty jsou shrnuty do tabulek, kde jsou také uvedeny hodnoty deklarované výrobcem. Na konci této kapitoly je pro shrnutí graf, kde je vidět, který z rostlinných nápojů se nejvíce podobá složením kravskému mléku a který nejméně.

#### 3.1 Stanovení cukrů

Cukry se využívají jako zdroj energie, biologicky aktivní látky, dále to jsou základní stavební jednotky mnoha buněk a také se vyznačují sladkou chutí. V rostlinných nápojích se vyskytují přirozené cukry z jednotlivých surovin, ale také se nápoje často doslazují sacharózou. V kravském mléce se vyskytuje disacharid laktóza, který se v rostlinných nápojích nevyskytuje [36].

Cukry byly stanoveny metodou podle Schoorla a výsledky byly přepočítány na obsah sacharózy. Často se do nápojů přidává sacharóza, která nelze přímo metodou podle Schoorla stanovit. Úkolem bylo stanovit veškeré cukry. Z tohoto důvodu byl testován vliv inverze na stanovení obsahu cukru u dvou vzorků (kravské mléko a mandlový nápoj). U těchto vzorků byly stanoveny sacharidy před a po inverzi sacharózy. Inverze byla provedena kyselinou chlorovodíkovou při teplotě 68 °C.

Zjištěné koncentrace cukrů u kravského mléka před a po inverzi byly téměř totožné. Naproti tomu obsahy stanovených cukrů před a po inverzi u mandlového nápoje byly velmi rozdílné. Bylo zřejmé, že mandlový nápoj byl oproti kravskému mléku doslazován sacharózou. Aby bylo stanoveno celkové množství cukrů, byla ještě před vlastní analýzou u všech vzorků provedena inverze. Celý postup je uveden v kapitole 2.4. V Tabulka 8 jsou uvedeny získané výsledky u jednotlivých vzorků spolu s hodnotami uvedenými na obalu.

Tabulka 8 Výsledky stanovení cukrů ve vzorcích rostlinných nápojů – přepočítány na obsah sacharózy (n = 2)

číslo vzorku	název vzorku	obsah cukrů [g/100 ml] nápoje - stanovení	obsah cukrů [g/100 ml] nápoje - etiketa
1	sójový nápoj	2,76	2,5
2	mandlový nápoj	2,99	3,0
3	kokosový nápoj	1,49	1,9
4	rýžový nápoj	3,67	3,3
5	lískooříškový nápoj	2,89	3,1
6	kešu nápoj	1,91	2,0
7	ovesný nápoj	3,79	3,3
8	špaldový nápoj	6,28	5,7
9	makový nápoj	3,41	3,3
10	kravské mléko	3,31	4,4

Obsah cukrů v rostlinných nápojích se pohyboval od 1,91 mg do 6,28 mg sacharózy na 100 ml vzorku. Nejvyšší obsah cukrů byl stanoven u špaldového nápoje (6,28 mg/100 ml), kde byl obsah cukrů cca 2x větší než u ostatních vzorků. Celkem u čtyř nápojů byl stanoven vyšší obsah cukrů než v kravském mléce (rýžový, ovesný, špaldový a makový). Nejméně cukrů bylo stanoveno u kešu nápoji (1,91 mg/100 ml). Výsledky stanovení jsou si podobné s údaji uvedenými na etiketě. Nejvyšší rozdíl byl u kravského mléka, kde koncentrace cukru uvedená na etiketě byla o cca 25 % vyšší, než koncentrace zjištěna stanovením. To mohlo být způsobeno tím, že v kravském mléce se vyskytuje pouze laktóza, ale pro porovnání vše bylo přepočítáváno na obsah sacharózy.

### 3.2 Stanovení tuků

Tuk má vysokou výživovou hodnotu, je to velký zdroj energie, pomáhá nám vstřebávat lipofilní vitaminy a je také nositelem chuti. Kravské mléko obsahuje převážně nižší nasycené mastné kyseliny a větší množství cholesterolu, na rozdíl od většiny rostlinných nápojů (mimo kokosového nápoje), které obsahují velké množství nenasycených mastných kyselin [42].

Tuk byl stanoven pomocí opakované extrakce rozpouštědly diethyletheru a petroletheru po předchozím rozležení bílkovin pomocí amoniaku. Po vyextrahování tuku do organických rozpouštědel byly rozpouštědla odpařena a tuk byl stanoven gravimetricky. Přesný postup je uveden v kapitole 2.4.2. V Tabulka 9 naleznete stanovený obsah tuku v porovnání s obsahem tuku uvedený na etiketě.

Tabulka 9 Výsledky stanovení tuků ve vzorcích rostlinných nápojů (n = 1)

číslo vzorku	název vzorku	obsah tuku [g/100 ml nápoje] - stanovení	obsah tuku [g/100 ml nápoje] - etiketa
1	sójový nápoj	1,52	1,8
2	mandlový nápoj	1,25	1,1
3	kokosový nápoj	1,08	0,9
4	rýžový nápoj	1,08	1,0
5	lískooříškový nápoj	1,65	1,6
6	kešu nápoj	1,34	1,1
7	ovesný nápoj	1,72	1,5
8	špaldový nápoj	1,24	1,5
9	makový nápoj	4,19	3,6
10	kravské mléko	2,80	3,5

Mimo makový nápoj měly všechny rostlinné nápoje nižší obsah tuku než kravské mléko. Koncentrace tuku v rostlinných nápojích se pohybovala v rozmezí od 1,08 g/100 ml do 1,72 g/100 ml nápoje, vyjma již zmiňovaného makového nápoje, který obsahoval 4,19 g/100 ml tuku. Rostlinné nápoje měli v průměru o cca 1,4 g/100 ml méně tuku než kravské mléko.

### 3.3 Stanovení bílkovin

Bílkoviny mají v lidském těle mnoho funkcí: strukturní, katalytickou, transportní, obrannou, pohybovou, zásobní, senzorickou, regulační a výživovou. Tvoří většinu hmoty živých organismů. Bílkoviny mléka se dělí na kasein a syrovátkové bílkoviny ( $\beta$ -laktoglobulin a  $\alpha$ -laktalbumin). Tyto bílkoviny se vyskytují pouze v mléce. Jejich výhoda je ta, že aminokyselinové

složení je velice blízké potřebám člověka, což žádný rostlinný nápoj nemá. Mezi nevýhody kravského mléka patří možná alergie na mléčnou bílkovinu u některých jedinců [13,36,43].

Metodou podle Kjeldahla byl stanoven obsah hrubých bílkovin, tzn. obsah celkového dusíku ve všech vzorcích. Tato metoda je založena na předchozí mineralizaci vzorku, kde se amoniakální dusík převede na síran amonný. Následně se ze síranu amonného oddestiluje amoniak, který reaguje s přebytkem odměrného roztoku kyseliny sírové. Tento přebytek se stanoví titračně pomocí hydroxidu sodného (viz postup kapitola 2.4.3). V Tabulka 10 naleznete výsledky měření spolu s informacemi od výrobce.

Tabulka 10 Výsledky stanovení bílkovin ve vzorcích rostlinných nápojů (n = 2)

číslo vzorku	název vzorku	obsah bílkovin [g/100 ml] nápoje - stanovení	obsah bílkovin [g/100 ml] nápoje - etiketa
1	sójový nápoj	2,87	3,00
2	mandlový nápoj	0,86	0,50
3	kokosový nápoj	0,50	0,10
4	rýžový nápoj	0,49	0,10
5	lískooříškový nápoj	0,89	0,40
6	kešu nápoj	0,66	0,50
7	ovesný nápoj	0,23	0,30
8	špaldový nápoj	1,27	0,80
9	makový nápoj	1,44	1,30
10	kravské mléko	3,64	3,30

Všechny rostlinné nápoje měly nižší obsah bílkovin oproti kravskému mléku. Nejbližší se ke kravskému mléku přiblížil, co se obsahu hrubých bílkovin týče, sójový nápoj (2,87 g/100 ml). Ostatní nápoje se pohybovaly v rozmezí od 0,23 g/100 ml do 1,44 g/100 ml. V průměru rostlinné nápoje obsahují o 2,62 mg/100 ml méně bílkovin než kravské mléko. Koncentrace zjištěné stanovením se v některých případech velmi liší s koncentracemi uvedenými na obale, protože celkové koncentrace bílkovin v nápojích jsou velmi nízké. Ve většině případů byl stanoven vyšší obsah bílkovin než udává výrobce. Rozdíly mohly být způsobené tím, že se stanovoval obsah hrubých bílkovin, zatímco výrobci pravděpodobně uvádějí obsah čistých bílkovin.

### 3.4 Stanovení vápníku

Vápník patří mezi majoritní minerální prvky. Lidské tělo ho využívá jako stavební materiál pro kosti a zuby, dále je důležitý pro dráždění nervů a svalů, průtok krve a aktivace některých enzymů a hormonů [13,37].

Vápník byl stanoven chelatometrickou metodou s vizuální indikací bodu ekvivalence za použití indikátoru murexid. V Tabulka 11 je uvedeno stanovené množství vápníku s porovnáním množství uvedené na některých etiketách.

Tabulka 11 Výsledky stanovení vápníku ve vzorcích rostlinných nápojů (n = 3)

číslo vzorku	název vzorku	obsah vápníku [mg/100 ml] nápoje - stanovení	obsah vápníku [mg/100 ml] nápoje - etiketa
1	sójový nápoj	16,47	120
2	mandlový nápoj	12,21	120
3	kokosový nápoj	10,14	120
4	rýžový nápoj	6,96	120
5	lískooříškový nápoj	6,47	120
6	kešu nápoj	11,87	120
7	ovesný nápoj	8,60	120
8	špaldový nápoj	14,51	-
9	makový nápoj	19,06	-
10	kravské mléko	97,10	-

Prvních sedm nápojů mělo být fortifikováno vápníkem na koncentraci 120 mg ve 100 ml nápoje. Tento obsah nebyl v žádném nápoji nalezen. Toto mohlo být způsobeno nesprávně zvolenou metodou z důvodů různé barevnosti vzorků. Podle stanovení kravské mléko, s velkým nárůstem oproti ostatním nápojům, obsahuje nejvíce vápníku (97,10 mg/100 ml). Ze zástupců rostlinných nápojů nejvíce vápníku obsahuje makový nápoj (19,06 mg/100 ml) a nejméně lískooříškový nápoj (6,47 mg/100 ml).

### 3.5 Stanovení celkové kyselosti

Celková kyselost udává celkové množství volných kyselin těkavých i netěkavých a kyselých solí, které je možno zneutralizovat hydroxidem sodným nebo draselným [37].

Celková kyselost byla stanovena titrací odměrným roztokem hydroxidu sodného na fenolftalein a výsledek je udáván podle Soxhleeta-Henkela, tedy ve stupních °SH. Výsledky stanovení jsou uvedeny v Tabulka 12.

Tabulka 12 Výsledky stanovení celkové kyselosti ve vzorcích rostlinných nápojů (n = 3)

číslo vzorku	název vzorku	celková kyselost [°SH] - stanovení
1	sójový nápoj	5,06
2	mandlový nápoj	0,38
3	kokosový nápoj	0,31
4	rýžový nápoj	0,34
5	lískooříškový nápoj	0,79
6	kešu nápoj	1,09
7	ovesný nápoj	0,68
8	špaldový nápoj	3,76
9	makový nápoj	3,66
10	kravské mléko	6,22

Všechny rostlinné nápoje měly nižší kyselost než kravské mléko a to až 20x. Nejvíce volných kyselin měl z rostlinných nápojů sójový nápoj (5,06 °SH), špaldový nápoj (3,76 °SH) a makový nápoj (3,66 °SH). Ostatní rostlinné nápoje se pohybovaly v rozmezí od 0,31 °SH do 1,09 °SH.

### 3.6 Stanovení relativní hustoty

Hustota byla stanovena z důvodu přepočtu mezi hmotností a objemem, protože veškeré údaje byly udávány na objem, nicméně některé metody vyžadovaly vzorky vážít. Hustota byla stanovena pyknometricky. V Tabulka 13 naleznete stanovené hodnoty.

Tabulka 13 Výsledky stanovení hustoty ve vzorcích rostlinných nápojů (n = 3)

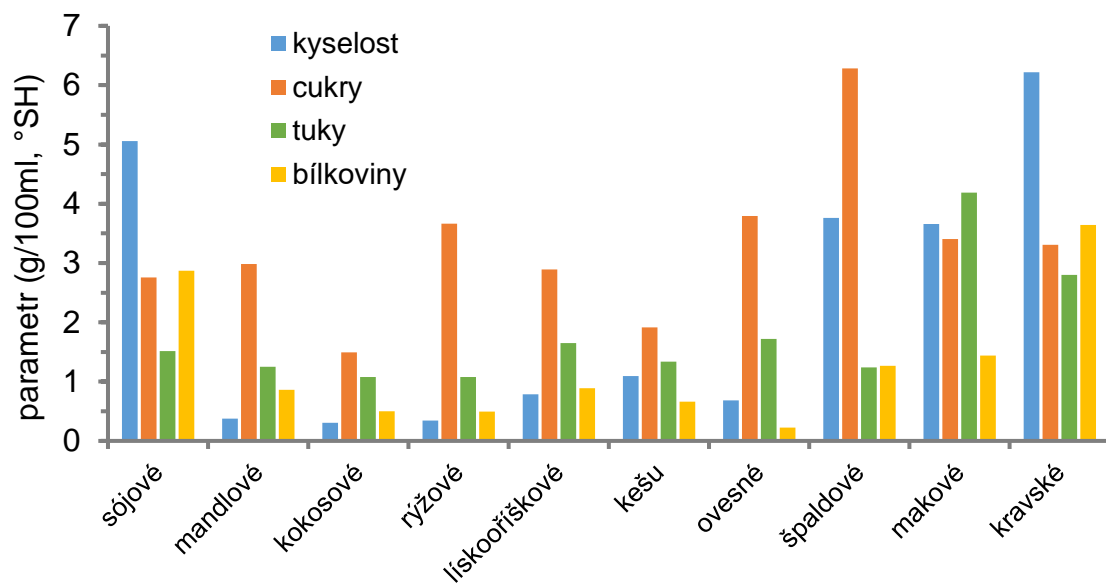
číslo vzorku	název vzorku	relativní hustota
1	sójový nápoj	1,0294
2	mandlový nápoj	1,0192
3	kokosový nápoj	1,0154
4	rýžový nápoj	1,0432
5	lískooříškový nápoj	1,0193
6	kešu nápoj	1,0173
7	ovesný nápoj	1,0361
8	špaldový nápoj	1,0363
9	makový nápoj	1,0215
10	kravské mléko	1,0343

Hustota testovaných vzorků byla velice podobná, pohybovala se v rozmezí od 1,0154 (kokosový nápoj) do hodnoty 1,0432 (rýžový nápoj). Špaldový, ovesný a rýžový nápoj měly vyšší hustotu než kravské mléko.

### 3.7 Celkové srovnání obsahu základních živin v rostlinných nápojích

Na Obrázek 15 je patrné celkové srovnání složení všech vzorků. V obrázku není uveden pouze obsah vápníku, a to z důvodu velkého rozdílu mezi deklarovaným a zjištěným množstvím.

Kravské mléko je výživově nejbohatší. Poměrem složek je kravskému mléku nejpodobnější sójový nápoj. Mezi další výživově bohaté rostlinné nápoje patří makový nápoj od značky Nemléko. Naopak mezi nejméně výživově hodnotný nápoje patří určitě kokosový a kešu nápoj.



Obrázek 15 Stanovená kyselost, obsah cukrů, tuků a bílkovin všech vzorcích rostlinných nápojů.

## 4 ZÁVĚR

První část bakalářské práce je věnována jednotlivým druhům rostlinných nápojů. U každého druhu je popsána jeho výroba, nejčastější využití daného nápoje, chemické složení a také je jeho složení porovnáváno s kravským mlékem. Druhá polovina teoretické části se zaměřuje na principy jednotlivých stanovení vybraných vlastností rostlinných nápojů, kterými jsou obsah cukrů, tuků, bílkovin nebo vápníku. V experimentální části jsou nejprve vypsány použité přístroje, chemikálie a vzorky. Dále tam jsou uvedeny použité pracovní postupy, zjištěné výsledky a celkové srovnání nápojů.

Cílem této práce bylo stanovit vybrané vlastnosti devíti druhů rostlinných nápojů a jednoho vzorku kravského mléka. Byly stanoveny cukry metodou podle Schoorla, tuky extrakční metodou organickými rozpouštědly, bílkoviny podle Kjeldahla nebo vápník chelatometricky. Dále byla stanovena celková kyselost a relativní hustota všech vzorků. Nejvíce se kravskému mléku svým složením podobá sójový nápoj. U sójového nápoje byl obsah cukrů stanoven na hodnotu 2,76 g/100 ml, tuků na 1,52 g/100 ml a bílkovin na 2,87 g/100 ml. U kravského mléka byl obsah cukrů stanoven na hodnotu 3,31 g/100 ml, tuků na 2,80 g/100 ml a bílkovin na 3,64 g/100 ml. Stanovené hodnoty dále byly porovnávány s hodnotami uvedenými od výrobce. Koncentrace se většinou shodovaly. Největší rozdíly byly u stanovení vápníku. Někteří lidé mají na sóju alergii, stejně tak někteří lidé mohou mít problémy s ořechy či lepkem. Pro tyto osoby je nejvhodnější rýžový nápoj, protože rýže je ze všech surovin na výrobu rostlinného nápoje nejvíce hypoalergenní.

Rostlinné nápoje se nejčastěji využívají k samotnému pití jako osvěžující nápoj, jako základ pro rostlinné náhražky sýrů, jogurtů, smetan, margarínů atd. a při vaření do polévek, omáček a dezertů. Část populace je hojně využívá jako náhražku kravského mléka. Z výživového hlediska žádný z nápojů nedosahuje takové kvality jako právě kravské mléko a pouze několik nápojů se k tomuto složení alespoň přibližuje.

## 5 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Označování mléka. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. 2018 [cit. 2019-06-04]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92074.aspx>
- [2] HORÁČKOVÁ, Šárka. Porovnání rostlinných nápojů a kravského mléka z výživového a sensorického hlediska. *Mlékařské listy*. 2017, , 4-9.
- [3] DOSTÁLOVÁ, Radmila. *Sója a výrobky ze sóji*. 1. vydání. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú., 2017. Jak poznáme kvalitu?. ISBN 978-80-87719-57-2.
- [4] CABALLERO, Benjamin, ed. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* [online]. Second Edition. -: Elsevier, 2003 [cit. 2019-03-05]. ISBN 9780122270550.
- [5] Alpro sójový nápoj original. In: *Alpro* [online]. b.r. [cit. 2019-06-04]. Dostupné z: <https://www.alpro.com/cz/produkty/napoje/sojovy-neochuceny/original>
- [6] KADLEC, Pavel, Karel MELZUCH a Michal VOLDŘICH. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2012. Monografie. ISBN 978-80-7418-145-0.
- [7] *Kirk-Othmer food and feed technology: 2 volume set*. Hoboken: Wiley-Interscience, 2008. ISBN 978-0-470-17448-7.
- [8] JOHNSON, Lawrence, Pamela WHITE a Richard GALLOWAY. *Food Use of Whole Soybean* [online]. 1 vydání. Urbana, IL: AOCS Press, 2008, s. 441-481 [cit. 2019-04-30]. ISBN 978-1-893997-64-6.
- [9] BERK, Zeki. *Technology of production of edible flours and protein products from soybeans* [online]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1992 [cit. 2019-03-14]. ISBN 92-5-103118-5. Dostupné z: <http://www.fao.org/3/t0532e/t0532e00.htm#con>
- [10] INTERNATIONAL FOOD INFORMATION SERVICE, . *Dictionary of Food Science and Technology* [online]. 2. vydání. International Food Information Service, 2009 [cit. 2019-05-06]. ISBN 978-1-61583-120-3. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpDFSTE001/dictionary-food-science/dictionary-food-science>
- [11] Alpro kokosový Nápoj. In: *Alpro* [online]. b.r. [cit. 2019-06-11]. Dostupné z: [https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks\\_coconut1\\_800x450\\_c.webp](https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks_coconut1_800x450_c.webp)

- [12] THE CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, . *Codex Alimentarius* [online]. Organization of the United Nations, 2009 [cit. 2019-05-07]. ISBN 978-1-60119-779-5. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCA000015/codex-alimentarius/codex-alimentarius>
- [13] FRITZSCHEOVÁ, Doris. *Intolerance laktózy*. 1.vydání. Bratislava: Noxi, 2015. ISBN 978-80-8111-258-4.
- [14] ADAMS, Ashley. *Vaříme bez mléka*. 1.vydání. Praha: Synergie Publishing SE, 2015. ISBN 978-80-7370-383-7.
- [15] SEOW, Chee a Choon GWEE. Coconut milk: chemistry and technology. *International Journal of Food Science & Technology* [online]. 2003, **32**(3), 189-201 [cit. 2019-05-07]. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.1997.00400.x>.
- [16] BELLEWU, M. a K. BELLEWU. Comparative physico-chemical evaluation of tiger-nut, soybean and coconut milk sources. *International journal of agriculture and biology*. 2007, **5**, 785-787.
- [17] DOLMAN, Clarence D. *Desiccated coconut milk emulsion extracts and processes of producing the same*. b.r. US2941888A.
- [18] *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28* [online]. U.S. Department of Agriculture, 2017 [cit. 2019-05-07]. ISBN 978-1-61583-902-5. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpUSDANND1/usda-national-nutrient/usda-national-nutrient>
- [19] Alpro rýžový nápoj. In: *Alpro* [online]. b.r. [cit. 2019-06-11]. Dostupné z: [https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks\\_rice\\_800x450\\_c.webp](https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks_rice_800x450_c.webp)
- [20] MITCHELL, Cheryl R.; Pat R. MITCHELL and Robert NISSENBAUM. *Nutritional rice milk production*. b.r. US4744992A.
- [21] SHAHIDI, Fereidoon. Antioxidant Phytochemicals in Hazelnut Kernel (*Corylus avellana* L.) and Hazelnut Byproducts. *Journal of Agricultural and food chemistry* [online]. 2007 [cit. 2019-06-03]. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf062472o>.
- [22] Cashew. *Wikipedia* [online]. b.r. [cit. 2019-06-03]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cashew>
- [23] Alpro lískooříškový nápoj. In: *Alpro* [online]. b.r. [cit. 2019-06-11]. Dostupné z: [https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks\\_hazelnut1\\_800x450\\_c.webp](https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks_hazelnut1_800x450_c.webp)

- [24] Alpro mandlový nápoj original. In: *Alpro* [online]. b.r. [cit. 2019-06-11]. Dostupné z: [https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks\\_almond\\_800x450\\_c.webp](https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks_almond_800x450_c.webp)
- [25] Alpro nápoj s kešu ořechy. In: *Alpro* [online]. b.r. [cit. 2019-06-11]. Dostupné z: [https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks\\_cashew2\\_800x450\\_c.webp](https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks_cashew2_800x450_c.webp)
- [26] *Nemléko* [online]. 2019 [cit. 2019-06-06]. Dostupné z: <https://www.nemleko.cz/>
- [27] BERGER, Jacques; Guilaine BRAVAY and Martine BERGER. *Almond milk preparation process and products obtained*. b.r. US5656321A.
- [28] *Alpro* [online]. Belgie, 2012 [cit. 2019-06-03]. Dostupné z: <https://www.alpro.com/cz>
- [29] ARENDT, Elke. *Cereal grains for the food and beverage industries* [online]. 1.vydání. Philadelphia, PA: Woodhead Pub., 2013 [cit. 2019-06-08]. ISBN 978-085-7094-131. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCGFBI003/cereal-grains-food-beverage/cereal-grains-food-beverage>
- [30] Alpro ovesný nápoj. In: *Alpro* [online]. b.r. [cit. 2019-06-11]. Dostupné z: [https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks\\_oat\\_800x450\\_c.webp](https://www.alpro.com/upload/products/banners/drinks_oat_800x450_c.webp)
- [31] TRIANTAFYLLOU, Angeliki Öste. *Non-dairy, ready-to-use milk substitute, and products made therewith*. b.r. US6451369B1. Uděleno 2002.
- [32] Bio Dinkel Drink. *Berief* [online]. 2019 [cit. 2019-06-06]. Dostupné z: <https://www.berief-food.de/de/produkte/unsere-pflanzlichen-drinks-sojaghurts-und-kochcremes/pflanzliche-drinks/bio-dinkel-drink/>
- [33] PETER, K., ed. *Handbook of herbs and spices* [online]. Oxford: Woodhead, 2002 [cit. 2019-06-08]. Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. ISBN 978-0-85709-039-3. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHHSV0007/handbook-herbs-spices-3/handbook-herbs-spices-3>
- [34] Nemléko. In: *Nemléko* [online]. b.r. [cit. 2019-06-06]. Dostupné z: <https://www.nemleko.cz/wp-content/uploads/2018/10/nemleko-mak-slider.jpg>
- [35] NEUDEKOVÁ, Petra. Makové mléko dodá tělu vápník a pomůže s překyselením. *Jógoviny.cz* [online]. EuroAge, 2014 [cit. 2019-06-09]. Dostupné z: <https://www.jogoviny.cz/clanky/zdravi/makove-mleko-doda-telu-vapnik-pomuze-s-prekyselenim>

- [36] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. 1.vydání. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902-3913-7.
- [37] HÁLKOVÁ, Jana, Marie RUMÍŠKOVÁ a Jana RIEGLOVÁ. *Analýza potravin*. 1.vydání. Újezd u Brna: RNDr. Ivan Straka, 2000. ISBN 80-902-7753-5.
- [38] LUKEŠOVÁ, Eva. *Laboratorní cvičení z analytické chemie pro 3. a 4. ročník: Obor: 29-42-M/01 Analýza potravin*. Praha, 2010. Dostupné také z: <http://studenti.podskalska.cz/eucebnice/labcvzach3.pdf>
- [39] KLECKEROVÁ, Andrea. *Vybrané analýzy mléka, mléčných výrobků a vajec* [online]. 1.vydání. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014, s. 8-31 [cit. 2019-04-01]. ISBN 978-80-7509-170-3.
- [40] LUKEŠOVÁ, Eva. *Laboratorní cvičení z analytické chemie pro 4. ročník: Obor: 29-42-M/01 Analýza potravin*. Praha 2, 2011. Dostupné také z: <http://studenti.podskalska.cz/eucebnice/labcvzach4.pdf>
- [41] HÁLKOVÁ, Jana, Jana RIEGLOVÁ a Marie RUMÍŠKOVÁ. *Analýza potravin: Laboratorní cvičení*. Újezd u Brna: RNDr. Ivan Straka, 2000. ISBN 80-902-7754-3.
- [42] POKORNÝ, Jan a Jan PÁNEK. *Základy výživy a výživová politika*. 1.vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1996. ISBN 80-708-0260-X.
- [43] SLUKOVÁ, Marcela. *Výroba potravin a nutriční hodnota*. 1.vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-947-1.