

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020

Alina Makarova

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Analýza mléka

Alina Makarova
Bakalářská práce

2020

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Alina Makarova**
Osobní číslo: **C17388**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Téma práce: **Analýza mléka**
Zadávací katedra: **Katedra analytické chemie**

Zásady pro vypracování

1. Proveďte literární rešerši zabývající se analýzou mléka. Zaměřte se nejen na mléko živočišné, ale pozornost věnujte i mléku rostlinnému (např.: sójové, mandlové atd.).

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Aleš Eisner, Ph.D.**
Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce: **5. února 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **4. července 2020**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2020

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 13. 7. 2020

Alina Makarova

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Alešovi Eisnerovi, Ph.D. za velmi přátelský přístup a cenné rady.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou složení mléka kravského a jeho rostlinných alternativ. V bakalářské práci je popsán obsah kravského mléka, technologicky významné vlastnosti mléka a jejich analýza, složení rostlinných nápojů a srovnání jejich složení s kravským mlékem.

KLÍČOVÁ SLOVA

- Kravské mléko
- Alternativy mléka
- Rostlinné nápoje
- Technologicky významné vlastnosti mléka

TITLE

Analysis of the milk

ANNOTATION

My bachelor's degree work is about analysis of the cow's milk and its plant-based alternatives. In my work I tell about substances of the cow's milk, technologically important characteristics of the milk, analysis, structure of plant-based drinks and comparison its characteristics with cow's milk.

KEYWORDS

- Cow milk
- Alternatives to milk
- Plant-based drinks
- Technologically important characteristics of the milk

Obsah:

Seznam obrázků.....	11
Seznam tabulek.....	12
Seznam zkratk a značek.....	13
0. Úvod.....	14
1. Kravské mléko.....	15
1.1. Vlastnosti základních složek mléka.....	16
1.1.1. Proteiny.....	16
1.1.2. Lipidy.....	17
1.1.3. Sacharidy.....	19
1.1.4. Vitamíny.....	20
1.1.5. Minerální látky.....	22
1.1.6. Antibiotika.....	23
1.1.7. Hormony.....	24
2. Technologicky významné vlastnosti mléka a jejich analýza.....	25
2.1. Stanovení nečistot v mléce.....	25
2.2. Stanovení kyselosti mléka.....	25
2.2.1. Aktivní kyselost.....	25
2.2.2. Titrační kyselost.....	25
2.3. Stanovení obsahu tuků.....	25
2.3.1. Metoda podle Röseho a Gottlieba.....	26
2.3.2. Acidobutyrometrické stanovení podle Gerberova.....	26
2.4. Stanovení hustoty mléka.....	26
2.5. Stanovení obsahu bílkovin v mléce.....	27
2.5.1. Steineggerova metoda.....	27
2.5.2. Kjeldahlova metoda.....	27
2.6. Stanovení obsahu laktózy.....	27
2.6.1. Metoda Luffa – Schoorla.....	27
2.6.2. Polarimetrická metoda.....	27
2.7. Stanovení obsahu chloridů.....	28
2.8. Stanovení obsahu vápníku.....	28
2.9. Stanovení obsahu sušiny v mléce.....	28
2.10. Stanovení obsahu tukuprosté sušiny v mléce.....	28
3. Rostlinné náhražky mléka.....	29
3.1. Sójový nápoj.....	29

3.2.	Mandlový nápoj.....	32
3.3.	Rýžový nápoj.....	33
3.4.	Kokosový nápoj.....	35
3.5.	Ovesný nápoj.....	36
3.6.	Kladné a záporné stránky různého druhu rostlinného nápoje.....	39
3.7.	Ostatní druhy rostlinných nápojů.....	40
3.7.1.	Arašídový nápoj.....	40
3.7.2.	Sezamový nápoj.....	40
3.8.	Struční přehled důležitých složek rostlinných nápojů.....	41
4.	Závěr.....	42
	Použitá literatura.....	43

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Přístroj pro extrakci dle Röseho a Gottlieba.....	26
Obrázek 2 – Butyrometr.....	26
Obrázek 3 – Pyknometr.....	26
Obrázek 4 - Parnas – Wagner přístroj.....	27
Obrázek 5 – Polarimetr.....	28

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Hlavní frakce kaseinu.....	16
Tabulka 2 – Bílkoviny mléčného séra.....	17
Tabulka 3 – Složení mléčných lipidů.....	18
Tabulka 4 – Obsah mastných kyselin v mléčném tuku.....	18
Tabulka 5 – Obsah vitamínů v mléce.....	21
Tabulka 6 – Obsah minerálních látek v mléce.....	23
Tabulka 7 – Složení sojového nápoje a kravského mléka.....	31
Tabulka 8 – Složení mandlového nápoje a kravského mléka	33
Tabulka 9 – Složení rýžového nápoje a kravského mléka	34
Tabulka 10 – Složení kokosového nápoje a kravského mléka.....	36
Tabulka 11 – Složení ovesného nápoje a kravského mléka.....	37
Tabulka 12 - Funkční složky alternativ rostlinného mléka a jejich výhody pro zdraví.....	41

Seznam zkratek a značek

HDL	lipoproteiny s vysokou hustotou
LDL	lipoproteiny s nízkou hustotou
NE	niacinový ekvivalent = 1 mg niacinu = 60 mg tryptofanu
P_s	obsah sušiny v mléce v hmotnostních %
P_t	obsah tuku v mléce (g tuku ve 100 ml vzorku)
P_{th}	obsah tuku v mléce ve hmotnostních procentech (g tuku ve 100 g vzorku)
P_{tsp}	obsah tukuprosté sušiny v hmotnostních %
RE	retinolový ekvivalent = 1 μ g retinolu = 6 μ g β - karotenu
SH	Soxhlet Henkela
α_{S1} – CN	α_{S1} – kasein
α_{S2} – CN	α_{S2} – kasein
β – CN	β - kasein
κ – CN	κ - kasein

0. Úvod

Mléko je důležitým nápojem pro každého člověka v jakémkoliv věku, protože obsahuje spoustu látek, které člověk potřebuje pro zdravý život. Lidé, kteří konzumují 1 litr mléka denně, získávají 100 % úhrady vápníku, sodíku a některých vitaminů [1].

Mléko svým složením tvoří skoro ideální potravinu a při určité kombinaci s jinými potravinami lze docílit vyváženého příjmu všech nutričně důležitých látek. Například, mléko obsahuje kvalitativní bílkoviny pro výstavbu tkání, tuk a sacharidy jako zdroj energie, esenciální složky jako vitaminy a minerální látky.

V evropských státech se mléko a mléčné výrobky podílejí na příjmu tuku a bílkovin asi 80 % a 30 % na příjmu vápníku. Světová výroba mléka je přibližně 800 mil. tun. 83 % z tohoto čísla je kravské mléko. V ČR výroba mléka dosahuje 2,9 mil. tun.

Existuje tvrzení, že kravské mléko není určeno pro výživu člověka, protože jeho obsah odpovídá potřebám telete, ale člověk je jediný savec, který používá mléko odlišného savce pro výživu [2]. V současné době v obchodech můžeme vidět spoustu různého rostlinného mléka. Výběr rostlinných mlék na našem trhu je velký (sójové, mandlové, kokosové, rýžové, ovesné). Výběr je moc veliký a lidé se v tom pomalu začínají ztrácet. Většina z nich neví, jaký je rozdíl ve složení kravského mléka a nějakého určitého druhu rostlinného a jaký druh si vlastně vybrat. V této práci se zabývám rozdílem v chemickém složení kravského a rostlinného mléka.

1. Kravské mléko.

Mléko je sekret mléčné žlázy savců. Je to potrava, která obsahuje všechny nutričně významné složky [4]. Složení mléka a koncentrace jeho živin jsou takové, aby zcela a ideálně uspokojovaly energetické a metabolické potřeby potomstva příslušného druhu během raného postnatálního života. Pro udržení a růst novorozence musí být během období kojení trvale zajištěno asi 40–50 nezbytných živin [3]. Prakticky stejný doplněk živin musí být poskytován po celou dobu života. Téměř polovina těchto nezbytných živin se vyskytuje v kravském mléce ve vysokých koncentracích [3].

Americká analýza odůvodnila předpoklad, že zvýšení spotřeby mléčných potravin na doporučená množství je jednou z praktických změn, která by mohla výrazně zlepšit obsah některých vitaminů a minerálních látek v těle, které jsou v současné době nedostatečně konzumovány a mají pozitivní vliv na zdraví. Týká se to příjmu vápníku, hořčíku a vitamínu A.

Nedávné studie přispěly k dalším důkazům, že konzumace mléka a mléčných výrobků je spojena se sníženým rizikem řady chronických onemocnění, jako například dětská obezita, diabetes typu II, kardiovaskulární onemocnění, rakovina močového měchýře, rakovina prsu a rakovina žaludku [3]. Navíc další důkazy zdůraznily příznivý účinek příjmu mléka a mléčných výrobků na hustotu minerálů v kosti.

Mléko a mléčné výrobky jsou jediným a důležitým zdrojem vitamínu B12 ve výživě lakto-vegetariánů. U veganských diet se může nezbytně vyskytnout metabolismus s nedostatkem několika živin. Jsou to jód, železo, vitamíny A, B2 a vitamin B12.

Někteří lidé by chtěli, ale nemohou konzumovat mléko kvůli alergickým příznakům na specifické mléčné proteiny nebo kvůli nesnášenlivosti laktózy. Intolerance laktózy se pohybuje v rozmezí od 2 do 5 % v severní Evropě, 17 % ve Finsku, 50 % v Jižní Americe a Africe, více než 90 % v jihovýchodní Asii [3].

V dnešní době nejvíce konzumované mléko je kravské. Mléko krav se v lidské výživě používá od doby, kdy se muži před 8 000–10 000 lety změnili z lovce / sběrače na zemědělce [3].

V průměru kravské mléko obsahuje 3,2 % bílkovin (2,6 % kaseinu a 0,6 % sérových bílkovin), 4 % tuku, 4,6 % laktózy a 0,7 % popelovin. Konkrétní hodnoty jsou variabilní. Nejvíce variabilní je obsah tuku. Odchyly přítomnosti laktózy a bílkovin obvykle jsou několik desetin procenta. Mléko je polydisperzní systém. Mléčný tuk je obsažen ve formě emulze v mléčné plazmě. Kasein je hlavní mléčná bílkovina. Je přítomná ve formě koloidní disperze v mléčném séru, které také obsahuje koloidní roztok sérových bílkovin, minerální látky, roztok laktózy a další složky [4].

1.1. Vlastnosti základních složek mléka.

1.1.1. Proteiny.

Proteiny jsou biopolymery, jejich kostru představuje polypeptidový řetězec. Tento řetězec je tvořen více než 100 aminokyselinami, které jsou spojené peptidovou vazbou. Podle struktury rozlišujeme bílkoviny na jednoduché a složené. Jednoduché se dělí na fibrilární (elastin, keratin, aktin, myosin) a globulární (hemoglobin, imunoglobulin atd.). V organismu plní funkci stavební, transportní, pohybové, katalytické, ochranné.

Kravné mléko je zdrojem dvou hlavních kategorií proteinů. Jsou to kaseiny a proteiny v séru nebo syrovátce. Ty mají velmi různé složení, strukturální a funkční vlastnosti [5].

Asi 78 % mléčných bílkovin tvoří kasein, který se vysráží z mléka při pH 4,6 [2]. Obsahuje všechny běžné aminokyseliny a je také bohatý na esenciální aminokyseliny [6]. Jde o 4 základní druhy fosfoproteinů. Z technologického hlediska je významná jejich rozpustnost v roztoku vápenatých iontů. Kasein zahrnuje několik frakcí. Jsou to α_{S1} -CN, α_{S2} -CN, β -CN, κ -CN. V tabulce 1 je uvedeno v jakém poměru se nachází tyto frakce [4]. Díky hydrofobním silám a pomocí fosforečnanů a citrátů vápenatých se seskupují do micel, kulových částic o rozměru 50-300 nm [4]. V jedné micelle je asi 5000 kaseinových molekul. Tyto molekuly mají různé modely uspořádání, ve kterých na povrchu převládá κ -CN, který chrání jiné frakce před vysrážením vápenatými ionty [2].

Tabulka 1 – Hlavní frakce kaseinu [4]

Frakce	Obsah (g/l)	Poznámka
α_{S1} -CN	12-15	nerozpustná v Ca^{2+}
α_{S2} -CN	3-4	nerozpustná v Ca^{2+}
β -CN	9-11	částečně rozpustný
κ -CN	2-4	není citlivý na Ca^{+2}

Sérové bílkoviny jsou globulární bílkoviny, které se nachází v mléce ve formě koloidního roztoku. Na rozdíl od kaseinu jsou termolabilní proteiny, denaturují, odolnější vůči proteolýze [2,4]. α – laktalbumin a β – laktoglobulin jsou hlavní sérové bílkoviny [2].

Při rozbalení globulární struktury se rozbalí funkční skupiny aminokyselin a tím se zpřístupní chemickým reakcím. Významné jsou reakce $-\text{SH}$ skupiny, které působí jako antioxidační činidlo a jsou důležité z hlediska reaktivity při záhřevu [4].

β – laktoglobulin má uvnitř své molekuly hydrofobní dutinu. V ní mohou být vázány hydrofobní molekuly (vitamin D, retinol) [2].

V mléce se nachází další řada minoritních bílkovin. Jsou to laktoferin, imunoglobuliny, transferin. Vlastnosti minoritních bílkovin jsou závislé na složení a struktuře dané bílkoviny. V tabulce číslo 2 jsou ukázány funkce minoritních bílkovin [2,4].

Tabulka 2 – Bílkoviny mléčného séra [2,4]

Frakce	Obsah g/kg mléka	Funkce
imunoglobuliny	0,8	antibakteriální účinky
α – laktalbumin	1,2	přidává se do kojenecké stravy a do produktů s omezeným obsahem bílkovin
β – laktoglobulin	3,2	tepelná denaturace, zdroj SH skupiny, váže vápník a zinek
sérový albumin	0,4	váže v krvi mastné kyseliny a funguje jako nosič menší molekuly
laktoferin	0,1	váže Fe – inhibice některých sporotvorných bakterií
transferin	0,1	
proteázo-peptonová frakce	0,8	heterogenní produkty hydrolýzy kaseinu

Mléčné bílkoviny hrají pozitivní roli při omezení kazivosti zubů. Glykoproteiny (laktoferin) má schopnost redukovat tvorbu zubního plaku a kasein může remineralizovat zubní sklovinu.

Mléko obsahuje bílkoviny, které mohou způsobit alergickou reakci. Do té skupiny patří α_{S1} -CN, α_{S2} -CN, β -CN a β – laktoglobulin. Také mohou vyvolávat alergii, ale méně často, imunoglobuliny, α – laktalbumin, laktoferol. Alergie na mléčné bílkoviny má asi 1 % dospělých a 2-3 % dětí [2,6].

1.1.2. Lipidy.

Lipidy jsou látky biologického původu, které jsou rozpustné v organických rozpouštědlech. Podlé složení se lipidy dělí na homolipidy (obsahují estery mastných kyselin a alkoholů) a heterolipidy (sloučeniny obsahující mastné kyseliny, alkohol a kovalentně vázané

další sloučeniny). K lipidům patří i doprovodné látky (např. steroidy, karotenoidy) a volné mastné kyseliny. V organismu mají funkci ochrannou, rezervní, stavební, katalytickou [7].

V mléce je tuk dispergován ve formě tukových kuliček, jejich velikost je v rozmezí 0,1 - 15 µm. Hlavními lipidy vyskytujícími se v mléce jsou triacylglyceroly, které jsou obklopené vrstvou povrchově aktivních látek (fosfolipidy a membránové lipoproteiny) [4]. Složení mléčných lipidů je uvedeno v tabulce 3 [8]. Každá třída lipidů se skládá z mnoha různých druhů molekul. Glyceridy jsou sloučeniny, ve kterých 1, 2 nebo 3 -OH skupiny glycerolu reagují s jednou nebo více mastnými kyselinami za tvorbu esterů [8].

Tabulka 3 – Složení mléčných lipidů [8]

Skupina lipidů	Obsah v % (hm.)
Triacylglyceroly	97,5
Diacylglyceroly	0,36
Monoacylglyceroly	0,027
Cholesterol	0,31
Volné mastné kyseliny	0,027
Fosfolipidy	0,6

V mléce bylo detekováno asi 500 samostatných mastných kyselin. Nejvíce přítomné jsou kyseliny olejová, palmitová a myristová [8]. V tabulce 4 jsou znázorněny obsahy některých mastných kyselin, přítomných v mléčném tuku [2].

Mléko obsahuje vysoký podíl nízkomolekulárních mastných kyselin (kyseliny kapronová, máselná, kaprylová), které poskytují mléčnému tuku chuť a vůni. Malé množství volných mastných kyselin vede k typické chuti mléčného tuku. Jejich větší množství vyvolává nepříjemnou kovovou chuť kvůli vyšší kyselosti mléčného tuku uvolněného lipolýzou [9,10].

Tabulka 4 – Obsah mastných kyselin v mléčném tuku [2]

Mastné kyseliny	Obsah v % (hm.)
C18:1	28
C16:0	26
C14:0	12
C18:0	11
C12:0	4
C4:0	3
C10:0	3

1.1.3. Sacharidy.

Sacharidy jsou organické sloučeniny (aldehydy nebo ketony), které obsahují několik hydroxylových skupin. Zahrnují jednoduché cukry (monosacharidy) a jejich polymery, oligosacharidy i polysacharidy [11].

Kravné mléko obsahuje přibližně 4,8 % laktózy [2]. Laktóza je disacharid složený z D – galaktózy a D – glukózy, které jsou spojené β – glykosidovou vazbou. Patří k redukujícím cukrům a při zvýšené teplotě reaguje s volnými aminokyselinami bílkovin. Tím proběhne Maillardova reakce, jejíž produkty vyvolávají změny chuti a způsobují hnědnutí mléka.

Laktóza se vyskytuje ve dvou anomerech, které se liší fyzikálními vlastnostmi. Rozpustnost α - laktózy při 20 °C je asi 7 g na 100 g vody, rozpustnost β – laktózy je přibližně 50 g na 100 g vody. V roztoku dochází k ustanovení rovnováhy anomeru v poměru 37:63. V přírodě se laktóza vyskytuje pouze v mléce [2,4].

Především laktóza je přítomná v mléce jako zdroj energie. Laktóza není tak sladká jako ostatní cukry. Pomáhá tělu vstřebávat vápník a fosfor. Má vliv na růst přátelských bakterií potřebných ve střevech. Galaktóza, jeden z cukrů, které obsahuje laktóza, je důležitou součástí mozku a nervové tkáně. Uvolňuje se při trávení laktózy [2,12].

Stravitelnost laktózy je závislá na aktivitě enzymu β -galaktosidázy (laktáza) v tenkém střevě. Pomocí laktázy se laktóza štěpí na monosacharidy – glukózu a galaktózu. Vysoká aktivita tohoto enzymu je u malých dětí. U dospělých se aktivita snižuje nebo zcela mizí. Při nedostatečné aktivitě β -galaktosidázy se nerozštěpená laktóza dostává do tlustého střeva. Zde pomocí přítomných bakterií fermentuje na plynné produkty – oxid uhličitý a vodík a na organické kyseliny, které způsobují zvýšenou zádrž vody. To vede k laktózové intoleranci, což způsobuje křeče, nadýmání, pocity tlaku v břišní dutině a v extrémních případech i průjemy, žaludeční nevolnosti a zvracení. Nepřítomnost laktázy však nemusí vést k laktózové intoleranci, protože ta je ovlivněná nutričními a genetickými faktory [2]. Na celém světě má téměř 70 procent dospělé populace laktózovou intoleranci. Většinou jsou to lidé z Indie, Asie, Afriky, Španělska a středomořských států [12]. Kvůli tomu, že probiotické bakterie (jako *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*) zvyšují produkci β – galaktosidázy (laktázy), je rozumné navrhnout, že by mohly být použity při léčbě tohoto stavu za účelem zlepšení stravitelnosti laktózy v tenkém střevě a zmírnění příznaků spojených s laktózovou intolerancí [13]. V roce 1985 byla Gillilandova studie první, která prokázala, že probiotika mohou zlepšit příznaky intolerance laktózy [14]. Lidé, kteří měli tyto symptomy, konzumovali jogurt obohacený probiotiky a po určité době se jejich příznaky nestravitelnosti laktózy zmenšily [13].

Méně často se setkáváme s ještě jednou komplikací v metabolismu laktózy. Je to galaktosemie (1:50000 narozených dětí). Autosomálně recesivní porucha metabolismu galaktózy

je vzniká kvůli tomu, že není funkční některý enzym pro její metabolismus. Galaktóza je metabolizována na galaktiol. Galaktiol se pak hromadí v oku a způsobuje šedý zákal. Poškozuje játra, membrány v mozku, pohlavní orgány, ledviny [2].

1.1.4. Vitamíny.

Vitamíny jsou látky s nízkou molekulovou hmotností, které lidský organismus nezbytně potřebuje a nedokáže si je vytvořit sám. Musí je přijímat s potravou. Nejčastěji působí jako regulátory životních pochodů a jako kofaktory enzymatických reakcí. Některé vitamíny přijímáme s potravou ve formě provitaminů (organické látky, které se pomocí UV záření nebo enzymů mění na aktivní vitamíny). V důsledku nedostatečného příjmu vitaminů dochází k hypovitaminóze, v těžší formě – avitaminóze. V případě nadbytečného příjmu vede k hypervitaminóze. Vitamíny mohou být rozpustné v tucích (A, D, E, K, F) a rozpustné ve vodě (B, H, C, bioflavonoidy, kyselina lipová) [7].

Z hlediska zdraví každý přítomný vitamín hraje důležitou roli v životě každého člověka. Vitamín A je nezbytný pro vidění, správnou funkci epiteliálních tkání a kůže. Hlavním znakem nedostatku vitamínu A je vznik šerosleposti až oslepnutí. Při nadbytku retinolu se hromadí v játrech a může být toxickým pro člověka.

Vitamín D potřebujeme pro ovlivňování metabolismu fosforu a vápníku v kostech. Nedostatek tohoto vitamínu u dětí může způsobit křivici, u dospělých změkčení kostí a zvýšené riziko zlomenin. Nadbytek se projeví hubnutím, zvracením a přesunem vápníku do plic nebo ledvin. Nejdůležitější antioxidant je vitamín E, který chrání organismus před peroxidací mastné kyseliny s dvojnými vazbami. Pomáhá při hojení jizev na kůži. Hypovitaminóza se může projevit jako onemocnění svalové a nervové soustavy a také poškozuje játra. Nadbytek se prakticky neprojevuje.

Hlavní funkcí vitamínu K je udržování normální srážlivosti krve. Také hraje významnou roli v metabolismu kostí a pojivové tkáni. Málokdy dochází k projevům deficitu a hypervitaminóze.

Vitamíny skupiny B mají velký význam v metabolismu. Reguluje činnost nervového a kardiovaskulárního systému, mohou zlepšit funkci střev a stav kůže, posílit imunitu. Nedostatek se projevuje jako nervové poruchy a kožní onemocnění.

Vitamín C hraje důležitou roli v syntéze kolagenu, adrenalinu, serotoninu a žlučových kyselin, a také podporuje vstřebávání železa. Je účinným antioxidantem a chrání imunitní systém. Mezi příznaky nedostatku vitamínu C v těle patří slabost imunitního a svalového systému, krvácející dásně, suchá kůže, vypadávání vlasů, křehké nehty, únava. K nadbytku u vitaminů rozpustných ve vodě nedochází.

Kravské mléko je velmi dobrým zdrojem vitamínů B₂ (riboflavin), B₃ (niacin), B₅ (kyselina pantotenová), B₇ (biotin), B₁₂ (kobalamin). Aminokyselina tryptofan je také přítomna v mléce a může být syntetizována na niacin. Vitamin C v kravském mléce je přítomen v malém množství, protože kyselinu askorbovou skot umí syntetizovat sám.

Obsah vitamínů, které jsou rozpustné v tucích je závislý na krmivu a ročním období. Mléko obsahuje všechny vitamíny, které jsou rozpustné v tucích. Vitamin A a jeho provitamin, které jsou nezbytné pro vidění a mají antioxidační vlastnosti, jsou přítomny ve velkém množství. Jeho obsah je vyšší v období pastvy nebo zeleného krmení a má vliv na barvu kravského mléka [2].

Mléko neobsahuje hodně vitamínu D, i když se to často uvádí. Je to v důsledku běžné fortifikace mléka tímto vitamínem. V některých státech, např. v Kanadě a USA, je povinná fortifikace vitamínem D. Hlavní role vitamínu D je regulace vápníku v celém těle. V tabulce číslo 5 jsou uvedené obsahy všech vitamínů, které obsahuje mléko [2].

Tabulka 5 – Obsah vitamínů v mléce [2]

Vitamin	Množství v 1 l mléka
B1	0,4 mg
B2	1,8 mg
B3	9,0 NE
B5	3,5 mg
B6	0,5 mg
B7	30 µg
B11	50 µg
B12	4 µg
A	380 RE
D	0,5 µg
E	1 mg
K	35 µg
C	15 mg

RE – retinolový ekvivalent = 1 µg retinolu = 6 µg β – karotenu

NE – niacinový ekvivalent = 1 mg niacinu = 60 mg tryptofanu

1.1.5. Minerální látky.

Minerální látky jsou anorganické prvky a jejich sloučeniny. V potravinách jejich obsah je v průměru 0,5 – 3 hm. %. Prvky podle množství lze rozdělit na majoritní (makroprvky) – K, Na, Ca, Mg, Cl, P, S; minoritní – Zn, Fe; stopové prvky (mikroprvky) – Mn, Se, Zn, I, Fe, Co, Al, As, Cd. Podle fyziologického významu dělíme na esenciální, neesenciální a toxické. Interakci minerálních látek obsažených v potravine mezi sebou a přítomných organických sloučenin dochází k ovlivnění biologické využitelnosti prvků ve stravě. Některé organické sloučeniny např. aminokyseliny, kyselina askorbová, laktóza zvyšují využitelnost minerálních látek ve výživě. Látky jako například oxaláty a vláknina tuto využitelnost snižují.

V organismu člověka minerální látky jsou přítomné v malém množství, ale jsou pro výživu nezbytné. Jejich nedostatek v stravě může způsobit onemocnění. Jsou součástí tkání, krve, kostí, zubů. Mají schopnost působení jako biokatalyzátory [2].

Obsah všech minerálních látek v mléce je asi 0,7 % hm. Hlavní zástupci jsou uvedeni v tabulce číslo 6. Důležitou roli hraje obsah a forma vápníku v mléce. Z tabulky můžeme vidět, že 34 % přítomného vápníku se nachází v rozpustné formě v mléčném séru především jako hydrogenfosforečnan a citrát a 66 % vápníku je v mléce ve formě koloidního fosforečnanu vápenatého, který je obsažen v kaseinových micelách. Mezi rozpustnými a koloidními formami se vytváří rovnováha. Aktivita tohoto kationtu ovlivňuje koloidní stabilitu kaseinu a tím i termostabilitu a sladké srážení mléka. Využitelnost vápníku je zvýšená obsahem laktózy a kyseliny mléčné. Z určitých pokusů bylo stanoveno, že v přítomnosti laktózy je absorbováno 45 % vápníku z mléka. Bez obsahu laktózy bylo absorbováno jenom 28 %. Toto zlepšení vstřebávání platí také pro hořčík a zinek [2,4].

V těle člověka vápník hraje významnou roli. Je základní součástí zubů a kostí. Také se nachází i ve svalech, krvi a dalších tělesných tkáních. Pro lepší vstřebávání hraje důležitou roli přítomnost vitamínu D, který pomáhá při ukládání vápníku do kostní hmoty. Při nedostatku tohoto minerálu může docházet k osteoporóze.

Kromě makroprvků, které jsou ukázaný v tabulce číslo 6, mléko také obsahuje řadu stopových prvků. Z tohoto hlediska je mléko významným zdrojem zinku a jodu [2].

Tabulka 6 – Obsah minerálních látek v mléce [2]

Složka	Koncentrace (mg/l)	Rozpustná forma (%)	Koloidní forma (%)
vápník	1200	34	66
sodík	500	92	8
draslík	1450	92	8
citráty	1750	94	6
chloridy	1200	100	0
hořčík	130	67	33
fosforečnany	750	43	57
sírany	100	100	0

1.1.6. Antibiotika.

Antibiotika jsou látky s antimikrobním účinkem. Nejdříve mezi antibiotika považovali pouze produkty živých mikroorganismů. Nyní také vyrábí antibiotika polysyntetickou a syntetickou cestou. Pomocí antibiotik se léčí infekční onemocnění člověka a také se používají při léčbě chorob hospodářských zvířat.

Antibiotika mají nejen pozitivní účinky. Nejčastější vedlejší projevy antibiotik jsou toxické projevy, alergické reakce, hypovitaminóza, rezistence. Mají také vliv na syntézu proteinů.

V mlékařství se setkáváme s antibiotiky, která se mohou vyskytovat přirozeně z léků nebo krmiv [14].

Antibiotika jsou na farmě hojně používána k léčbě mastitidy a respirační infekce zvířete. Především jsou to penicilin, streptomycin, neomycin, chlortetracyklin, chloramfenikol, tetracyklin. Mléko získané během a po ukončení léčby by mělo být zlikvidováno, protože pak antibiotika přecházejí do mléka. Pokud zbytky antibiotik zůstanou v mléce a tento napoj bude konzumován člověkem, existuje riziko chemické otravy nebo alergické reakce. Doba, kdy zase mléko může být dodáváno do mlékáren, záleží na druhu antibiotika používaného při léčbě. Bylo zjištěno, že minimální doba, po které je možno dodávat mléko dojníc které užívali antibiotika, je 3-5 dnů. Při použití erytromycinu tato doba je 5 až 6 dnů po ukončení léčby [15,16,17].

Pro člověka antibiotika, která se nachází v mléce, nemají toxické účinky, protože jsou přítomny v malých dávkách, ale existuje riziko vzniku alergií, rezistence a modifikace přirozené mikroflóry ve střevním traktu.

Hlavními typy antibiotik zkoumaných v mléce jsou fluorochinolony (např. enrofloxacin), sulfonamidy (např. sulfamethazin), β -laktamy (např. peniciliny a penemy), aminoglykosidy (např. streptomycin) a tetracykliny (např. oxytetracyklin). Nejpoužívanějším antibiotikem v léčbě mastitidy u dojnic jsou β -laktamy.

Aminoglykosidy jsou účinné proti široké škále gram pozitivních a gram negativních bakterií, které působí inhibicí syntézy proteinů. Mohou být použity při léčbě mastitidy a podobných infekcí [16].

Sulfonamidová antibiotika, jako je sulfamethazin, která také byla stanovená v mléce, fungují jako konkurenční inhibitory enzymů uvnitř bakterií [16]. Běžně se používají, protože jsou levná a účinná.

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) je běžně používaná technika pro analýzu sloučenin, jako jsou antibiotika v mléce [17].

1.1.7. Hormony.

Hormony jsou biologicky aktivní organické látky, které jsou produkovány ve speciálních žlázách s vnitřní sekrecí (endokrinních žlázách) a ze kterých pak putují do místa působení. Účinek hormonu se projeví po vazbě na specifické receptory. Receptory jsou proteinové látky a mají dvě části, jedna má vlastnost rozpoznání hormonu, druhá umí produkovat signál, který pak spojuje rozpoznání a funkce hormonu [7].

Kravné mléko je produktem živočišného původu, do kterého hormony vstupují přirozeně. Mnoho hormonů z krve a mléčné tkáně je přítomné v mléce, protože cirkulující proteiny mohou být převedeny do mléka pomocí aktivního transportu. Také mléčné žlázy umí lokálně syntetizovat vylučované hormony. V těle krav jsou progesteron a estrogeny, které jsou produkovány folikulárním aparátem vaječnicků. Některé hormony, jako například kortizol, se u krav objevují ve větších koncentracích v mléce než v krvi [18].

Pohlavní steroidy (estrogeny, androgeny a progestiny) hrají zásadní roli v reprodukčním systému. Fungují na genetické úrovni pomocí receptoru. Dvě třídy pohlavních hormonů jsou estrogeny a androgeny. Regulují sexuální diferenciaci, sekundární sexuální charakteristiky a sexuální chování. Estrogeny jsou sloučeniny regulující menstruační a reprodukční cykly. U dívek estrogeny pocházejí z nadledvin a pohlavních žláz a primárně podporují a ovlivňují zrání a funkci sekundárních pohlavních orgánů. Role estrogenů není omezena na reprodukci. Jejich role se rozšiřuje na kosterní, kardiovaskulární a centrální nervový systém. Různé patologie, např. rakovina, zánětlivá, neurodegenerativní a metabolická onemocnění jsou spojené s dysfunkcemi estrogenního systému.

Progestiny patří do třetí třídy sexuálních steroidů, které hrají důležitou roli při těhotenství a liší se od estrogenů a androgenů. Progestiny pocházejí z vaječnicků a placenty. Regulují menstruační cyklus a udržují těhotenství [19].

2. Technologicky významné vlastnosti mléka a jejich analýza.

2.1. Stanovení nečistot v mléce.

Stanovení je založeno na tlakové filtraci vzorku přes látkový nebo vatový filtr. Po jeho usušení porovnáváme vzhled se standardem a zjistíme stupeň znečištění. Další možnost určení původu nečistot je mikroskopicky nebo pod lupou. Na základě výsledku můžeme zhodnotit hygienu při dojení a ošetřování syrového mléka. Mléko, u kterého je stupeň znečištění více než 3, je nevhodné [20].

2.2. Stanovení kyselosti mléka.

Kyselost mléka hraje důležitou roli při kontrole v průběhu fermentace a je indikátorem kvality suroviny. Existují dva způsoby jejího vyjadřování.

2.2.1. Aktivní kyselost.

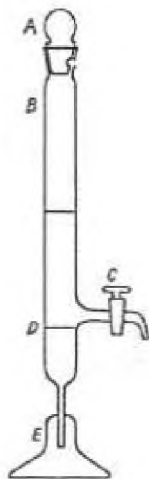
První způsob – aktivní kyselost nebo pH. pH čerstvého mléka je v rozmezí 6,6 – 6,8. Při stanovení aktivní kyselosti používáme potenciometrickou metodu, kde se po úpravě vzorku měří přímo pH [4,20].

2.2.2. Titrační kyselost.

Druhý způsob – titrační kyselost (spotřeba odměrného alkalického roztoku při neutralizaci vzorku s použitím indikátoru – fenolftalein). Vyjadřuje celkové množství kyselých skupin v mléce. Hodnota titrační kyselosti je také závislá na množství fosforečnanů a bílkovin (zejména kaseinu). Při vyjadřování titrační kyselosti se používají různé jednotky např. Dornica, % kyseliny mléčné, ° Thörnera, kde vyjadřujeme kyselost jako spotřebu roztoku NaOH o koncentraci 0,1 mol/l na neutralizaci 100 ml mléka. Nejčastěji používaná jednotka ve střední Evropě je Soxhlet Henkela (SH). Podle Soxhlet Henkela titrační kyselost je spotřeba 0,25 M NaOH na neutralizaci 100 ml mléka nebo 100 g výrobku. Podle SH čerstvé mléko má titrační kyselost v rozmezí 6,8 – 7,2. Zvýšení titrační kyselosti o 4,4 dle SH může být způsobeno 0,1 % kyseliny mléčné [4,20].

2.3. Stanovení obsahu tuků

Tučnost hraje důležitou roli při posouzení jakosti a při výpočtu ceny mléka. Ke stanovení můžeme použít metody extrakční nebo acidobutyrometrické.



Obrázek 1– Přístroj pro extrakci dle Röseho a Gottlieba [21] (A – zátka, B – tělo přístroje, C –boční rameno s kohoutem, D – vhodná výška hladiny, E – stojánek)

2.3.1. Metoda podle Röseho a Gottlieba.

Metoda podle Röseho a Gottlieba je nejvhodnější extrakční metoda pro mléko. Její princip je v tom, že netukové složky se rozpouští pomocí HCl za varu nebo amoniaku za chladu. Dále tuk extrahujeme pomocí ethanolu, petroléteru a dietyléteru. Po jeho oddestilování a vysušení zvážíme a přepočítáme na navážku vzorku [20,25]. Ke stanovení používáme speciální extrakční zařízení jako na obrázku číslo 1.

2.3.2. Acidobutyrometrické stanovení podle Gerberova.

Acidobutyrometrické stanovení podle Gerberova je

založeno na působení kyseliny sírové, která rozpouští bílkoviny, zejména obaly tukových kuliček mléka. Dále se uvolní tuk a oddělí pomocí odstředění. Po přidavku amylalkoholu se dosáhne viditelného rozhraní. Na butyrometru se odečte hodnota p_t (obsah tuku v g ve 100 ml analyzovaného vzorku). Pak provedeme přepočet na množství tuku ve hmotnostních procentech p_{th} podle rovnice číslo 1. Metoda není přesná jako Röseho a Gottlieba a slouží jenom jako orientační metoda. Na obrázku 2 je butyrometr se zátkou [20,25].



Obrázek 2 – Butyrometr [22]

$$P_{th} = (P_t + 0,04) / 1,04 \quad (1)$$

P_{th} - obsah tuku v mléce ve hmotnostních procentech (g tuku ve 100 g vzorku)

P_t - obsah tuku v mléce (g tuku ve 100 ml vzorku)

2.4. Stanovení hustoty mléka.

Aby při měření hustoty tuková fáze byla v kapalném stavu nejdříve zahříváme ve vodní lázni na teplotu 40 °C během 3-5 min. Dále rychle ochladíme do 20 °C za míchání. Hustotu stanovíme pomocí pyknometru, který je uveden na obrázku 3. Existují ještě možnosti stanovení například pomocí hydrostatických vah a hustoměru (laktodenzimetr) [20].



Obrázek 3 – Pyknometr [23]

2.5. Stanovení obsahu bílkovin v mléce

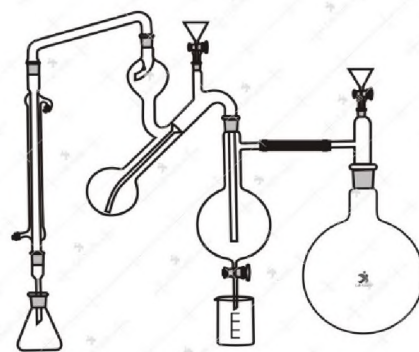
Stanovení můžeme provádět titračními metodami nebo destilačně.

2.5.1. Steineggerova metoda.

Steineggerova metoda je titrační metoda, která je založena na neutralizaci původní kyselosti mléka. Pomocí titrace a po přidavku 40 % formaldehydu dochází ke zvýšení kyselosti, která se stanoví titrací odměrným roztokem NaOH s koncentrací 0,25 M a indikátorem fenolftalein do růžové barvy. Tato spotřeba se nazývá aldehydové číslo. Pro přepočítání na množství bílkovin máme použít korekční součinitel 6,38. Výsledek podělíme na hustotu a získáme množství bílkovin v %.

2.5.2. Kjeldahlova metoda.

Kjeldahlova destilační metoda je založena na mineralizaci vzorku varem v koncentrované kyselině sírové s použitím katalyzátoru. Všechny dusíkaté látky přejdou na síran amonný, zředí se destilovanou vodou, v odměrné baňce doplní po značku a z odpipetovaného podílu se



amoniak vytěsni pomocí NaOH v Parnasově – Wagnerově přístroji (na obrázku 4). Amoniak se předestiluje s vodní parou do předlohy se známým objemem odměrného roztoku H_2SO_4 . Nadbytek kyseliny se pak stanoví zpětnou titrací odměrným roztokem hydroxidu sodného. Množství dusíku v % vypočteme pak podle vzorce [20].

2.6. Stanovení obsahu laktózy

2.6.1. Metoda Luffa – Schoorla.

Metodou Luffa – Schoorla se stanovují redukující cukry nepřímou. Za varu v alkalickém prostředí redukující cukry redukují měďnatou sůl na oxid měďný z Luffova roztoku. Nezareagovaná měďnatá sůl se stanoví jodometricky nepřímou titrací thiosíranem sodným. Před vlastním stanovením upravujeme vzorek pomocí Carrezových činidel, aby odstranil všechny bílkoviny a slizovité látky.

2.6.2. Polarimetrická metoda.

Druhou metodou stanovení je polarimetrická metoda. Její podstatou je to, že po vyčechení mléka ve filtrátu se měří optická otáčivost, pomocí polarimetru na obrázku 5. Tato hodnota je úměrná obsahu laktózy [20,25].



Obrázek 5 – Polarimetr [26]

vyjadřujeme v mg ve 100 g mléka. Pomocí množství chloridu můžeme stanovit tzv. chlorcukrové číslo (poměr mezi laktózou a chloridy v mléce) [20].

2.8. Stanovení obsahu vápníku

Vápník a ostatní minerální látky můžeme stanovit různými způsoby například pomocí atomové absorpční spektrometrie, iontově-selektivní elektrody, spektrometrie a dalších.

Klasická metoda pro stanovení vápníku v mléce je srážení vápníku jako šřavelan vápenatý s následnou titrací šřavelanu roztokem manganistanu draselného. Další metodou je jeho chelatometrická titrace s použitím murexidu jako indikátoru, který mění barvu, když váže vápník [27].

2.9. Stanovení obsahu sušiny v mléce

Množství sušiny je základní typickou hodnotou. Sušina je zbytek vzorku, který je získán jeho vysušením za předepsané teploty. Odpařená část je voda. Mléko odpipetujeme do hliníkové váženky, předsušíme na vroucí vodní lázni 30 minut a sušíme v elektrické sušárně při teplotě 102 °C do konstantní hmotnosti. Obsah sušiny vyjadřujeme v % [20].

2.10. Stanovení obsahu tukuprosté sušiny v mléce

Tukuprostá sušina (P_{tsp}) je procentový obsah části sušiny bez tuku. Vyjadřuje se v %. Obvykle se stanoví jako rozdíl sušiny a tuku podle rovnice číslo 2. Také lze vypočítat z tučnosti a hustoty [20].

$$P_{tsp} = P_s - P_{th} \quad (2)$$

P_{tsp} - obsah tukuprosté sušiny v hmotnostních %

P_s - obsah sušiny v mléce v hmotnostních %

P_{th} - obsah tuku v mléce ve hmotnostních procentech (g tuku ve 100 g vzorku)

3. Rostlinné náhražky mléka.

Rostlinné náhražky mléka jsou rychle rostoucím segmentem na našem trhu a po celém světě. Jsou novější kategorie speciálních nápojů. Alergie na kravské mléko, nesnášenlivost laktózy, kalorická obava, přítomnost cholesterolu, více preference veganské stravy mají v dnešní době vliv na výběr mléka. Rostlinné mléčné alternativy jsou rostoucím trendem, který může sloužit jako levná alternativa v zemích, kde je zásoba kravského mléka nedostatečná.

Většina těchto mléčných alternativ nemá nutriční rovnováhu ve srovnání s kravským mlékem. Nicméně obsahují funkčně aktivní složky, které mají zdraví podporující vlastnosti a tím přitahují spotřebitele k jejich používání.

Hlavní důvod používání rostlinné náhražky mléka je nesnášenlivost laktózy. Velký vliv na to má etnický původ člověka. Například v Evropě lidé mají nejnižší míru nesnášenlivosti laktózy v rozmezí od 5 % u britské populace do 17 % ve Finsku a severní Francii. V Jižní Americe, Africe a Asii má více než 50 % populace laktázovou intoleranci a v některých asijských zemích je tento podíl téměř 100 % [28].

Druhý důvod pití rostlinného mléka je v tom, že nápoj neobsahuje cholesterol, což je vhodné pro skupinu populace mající srdeční choroby.

Další pozitivní stránka je v tom, že rostlinné zdroje (obiloviny a luštěniny) obsahují složky, které mají dobrý vliv na zdraví člověka jako například vlákniny. Alternativy mléka na bázi rostlin jsou tekutiny. V důsledku rozkladu (zmenšení velikosti) rostlinného materiálu (obiloviny, pseudo-obiloviny, luštěniny, ořechy) jsou extrahované ve vodě. Po homogenizaci tekutiny dochází ke zmenšení velikosti částic do 5–20 μm . Částice jsou podobné kravskému mléku vzhledem a konzistencí. Ačkoli v literatuře není uvedena žádná definice a klasifikace těchto rostlinných alternativ mléka, pokouší se o obecnou klasifikaci do pěti kategorií [28]:

- na bázi obilovin: ovesné, rýžové, kukuřičné mléko,
- na bázi luštěnin: sójové, arašídové mléko,
- na bázi ořechů: mandlové, kokosové mléko,
- na bázi semeníku: sezamové, lněné, konopné, slunečnicové mléko,
- pseudo-cereálie: quinoa, teff, amarant mléko.

3.1. Sójový nápoj.

Sója je unikátní dietní zdroj, který je velmi bohatý na bílkoviny a tuky. Tato semena obsahují 35–45 % bílkovin a 20 % tuků a hrají důležitou roli jako zdroj bílkovin u lidí při vegetariánské stravě. Pěstování sóji v západních zemích začalo až na počátku 19. století [29].

Sójový nápoj je důležitý tradiční nápoj pocházející z východních zemí. Jeho spotřeba v západních zemích vzrůstá, protože roste podvědomí zákazníka o prospěšných funkcích sójových potravin pro zdraví [30,31]. Použití sójového nápoje bylo poprvé zaznamenáno asi před 2000 lety v Číně. Sójový nápoj byla první rostlinná náhražka mléka, která je zdrojem živin v zemích, kde byla nedostatečná zásoba mléka. To bylo také populární mezi populacemi, které mají alergické reakce na mléčné proteiny a nesnášejí laktózu. Tento nápoj je dobrým zdrojem esenciálních mono nenasycených a polynenasycených mastných kyselin, které mají dobré účinky na kardiovaskulární systém. Sójový nápoj je také dobrým zdrojem isoflavonů. Isoflavony jsou známé svým ochranným účinkem proti rakovině, kardiovaskulárním onemocněním a osteoporóze. Genistein je nejhojnějším isoflavonem v sóji a je považován za biologicky neaktivnější. Kromě isoflavonů je také známo, že sójové proteiny poskytují ochranné a terapeutické účinky proti několika nemocem. Sójová strava je také bohatá na fytochemikálie, jako jsou fytosteroly, které jsou schopné snižovat hladinu cholesterolu. Nevýhody konzumace sójového nápoje jsou v tom, že tento nápoj může vyvolávat alergie na sóju a alergické reakce na sójové proteiny [29].

Nápoj byl široce konzumován jako alternativa ke kravskému mléku, zejména v populacích trpících alergií na mléko a nesnášenlivostí laktózy. Často sójový výrobek doporučují jako náhradu kravského, ale z hlediska výživy kravské mléko není možné nahradit sójovým, hlavně pro děti.

Sójový nápoj obsahuje 2,86 % bílkovin, 1,53 % tuku, 0,27 % popela, 1,53 % uhlohydrátu, 93,81 % vlhkosti, asi 3 ppm riboflavinu [30]. Jsou to nažloutlé kapaliny, které připomínají vzhledem mléko, ale mají jinou chuť a vůni [31]. Obsah všech hlavních živin (bílkoviny, tuky, sacharidy) sójového nápoje se neliší od kravského mléka, ale liší se pouze jejich kvalitou. Sójové bílkoviny mají nedostatek esenciálních aminokyselin – methioninu a cystinu, a proto na rozdíl od bílkovin kravského mléka patří mezi neplnohodnotné bílkoviny. Obsah sacharidu se výrazně liší, protože kravské mléko obsahuje laktózu, v sójových nápojích jsou sacharóza a různé oligosacharidy jako např. verbaskosa, rafinóza, stachyosa, které způsobují nadýmání a jsou nestravitelné. Složení mastných kyselin tuku je lepší pro zdraví než složení mastných kyselin tuku kravského mléka. Také pozitivní stránka sójového nápoje je v tom, že na rozdíl od kravského mléka neobsahuje cholesterol. Sójové výrobky obsahují méně minerálních látek než kravské mléko a také jsou minerální látky méně využitelné než z kravského mléka. Například, využitelnost vápníku ze sójových nápojů je kolem 10 %, z mléčných výrobků asi 30 %. Využitelnost vápníku z kravského mléka je lepší díky přítomnosti laktózy, která zvyšuje využitelnost. Na rozdíl od sójového nápoje kravské mléko obsahuje vitamin B12 a obsahuje vyšší hladinu vitaminu A. Obsah ostatních vitaminů se příliš neliší [31].

Další problém sójových nápojů je v tom, že sójové boby obsahují ve větším množství než kravské mléko toxické a antinutriční látky. Nejvýznamnější antinutriční látky v sójových bobech jsou inhibitory proteáz (trypsinu a chymotrypsinu), které mají schopnost snižovat využitelnost bílkovin. Také jsou přítomné goitrogenní látky, které mají nepříznivý vliv na činnost štítné žlázy. Další antinutriční látky jsou lektiny, které způsobují zpomalení růstu. Pomocí tepla lze odstranit tyto toxické látky, proto pokud sójové nápoje jsou vyrobeny kvalitními výrobci, jsou bezpečné [31]. Existují složky, které jsou tepelně stabilní. Například, fytoestrogeny, lysinoalanin, saponiny, kyselina fytová. Tyto látky mají schopnost vázat minerální látky do složitě využitelných komplexů a tím způsobovat jejich nižší využitelnost. Tepelně stabilní složky lze do určité míry odstranit pomocí speciálních postupů, ale malé množství bude vždy přítomné v sójových výrobcích. V kravském mléce kromě alergenů, lysinoalaninu a purinů se tyto látky prakticky nevyskytují [31].

K nedostatku sójových nápojů patří malá využitelnost minerálních látek, hlavně vápníku a zinku. Přítomnost toxických látek a nízká nutriční hodnota bílkovin také patří k minusům. Také sójové nápoje mají dobrou stránku využití. obsahují cholesterol a mají zdravější složení mastných kyselin tuků [31].

V tabulce číslo 7 jsem uvedla složení sójového nápoje, kde je znázorněna informace o nutriční hodnotě sójového výrobku pod značkou ALPRO na 100 ml. Tento údaj jsem brala z krabičky. Jako vizuální srovnání jsem vytvořila sloupec se stejnými nutričními hodnotami kravského mléka Pilos s obsahem tuku 1,5 %. Obsah vitaminů a vápníku kravského mléka jsem vzala z kapitoly 1.1.4 Vitamíny a 1.1.5 Minerální látky.

Tabulka 7 – Složení sójového nápoje a kravského mléka

Složky	Obsah sójového nápoje*	Obsah kravského mléka**
Sacharidy	2,5 g	4,6 g
z toho cukry	2,5 g	4,6 g
tuky	1,8 g	1,5 g
z toho nasycené mastné kyseliny	0,3 g	0,9 g
Bílkoviny	3,0 g	3,2 g
vitamíny		
vitamin D	0,75 µg 15 %***	0,05 µg 1 %***
vitamin B2	0,21 mg 15 %***	0,18 mg 13 %***
vitamin B12	0,38 µg 15 %***	0,4 µg 16 %***

Tabulka 8 – Složení sójového nápoje a kravského mléka

Vláknina	0,5 g	0 g
Sůl	0,11 g	0,10 g
Minerály		
Vápník	120 mg 15 %***	120 mg 15 %***
energetická hodnota	164 kJ/39 kcal	188 kJ/45 kcal

* krabice sójového nápoje Alpro

** krabice kravského mléka Pilos

*** referenční hodnota příjmu

Složení sójového nápoje 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). Bez lepku.

3.2. Mandlový nápoj.

V posledních letech se však mandlový výrobek stal jedním z nejpobulárnějších alternativ kravského mléka na trhu v Severní Americe, EU a na australském trhu. Výzkum prováděný na mandlovém mléku ukazuje, že konzumace mandlového nápoje může být účinným řešením u dětí trpících alergií nebo intolerancí na kravské mléko. Bylo zjištěno, že je dokonce lepší, než sójový napoj díky přítomnosti mandlí.

Mandle tvoří největší podíl na celkové spotřebě ořechů. Obsahují přibližně 25 % bílkovin. Mají velkou výživnou hodnotu a ve srovnání s jinými rostlinnými nápoji jsou vynikajícím zdrojem vitamínu E ve formě alfa-tokoferolu a manganu. Alfa-tokoferol je funkčně aktivní složkou vitamínu E a je silným antioxidantem, který hraje velkou roli při ochraně před volnými radikály. Mandle jsou bohatým zdrojem dalších živin, jako je vápník, hořčík, selen, draslík, zinek, fosfor a měď.

Mandle mají vysoký obsah mono nenasycených mastných kyselin, které jsou považovány za užitečné při hubnutí. Existuje také značné množství důkazů, že mono nenasycené mastné kyseliny pomáhají při snižování obsahu lipoproteinů s nízkou hustotou v těle. Vzhledem k tomu, že mandle jsou bohatým zdrojem tuků a mají nízký počet kalorií, z hlediska nutriční hodnoty je lepší nápoj ve srovnání s jinými rostlinnými nápoji [28,29]. V tabulce číslo 8 je znázorněn podrobný přehled složek mandlového mléka značky ALPRO na 100 ml. Tento údaj jsem brala z krabičky. Jako vizuální srovnání jsem vytvořila sloupec se stejnými nutričními hodnotami kravského mléka Pilos s obsahem tuku 1,5 %. Obsah vitaminů a vápníku kravského mléka jsem vzala z kapitoly 1.1.4 Vitamíny a 1.1.5 Minerální látky.

Mandle mají potenciální prebiotické vlastnosti díky přítomnosti arabinózy v pektinových látkách buněčné stěny, které zvyšují funkčnost snížením hladiny cholesterolu [28]. Ve studii provedené Mandalari [32], bylo stanoveno, že mandlová semena demonstrují potenciál k použití nového zdroje prebiotik se zvýšeným počtem populací bifidobakterií.

Alergie na ořechy a vysoké náklady na tento nápoj omezují její použití [28].

Tabulka 9 – Složení mandlového nápoje a kravského mléka

Složky	Obsah mandlového nápoje*	Obsah kravského mléka**
sacharidy	3 g	4,6 g
z toho cukry	3 g	4,6 g
tuky	1,1 g	1,5 g
z toho nasycené mastné kyseliny	0,1 g	0,9 g
bílkoviny	0,5 g	3,2 g
vitaminy		
vitamin D	0,75 µg 15 %***	0,05 µg 1 %***
vitamin B2	0,21 mg 15 %***	0,18 mg 13 %***
vitamin B12	0,38 µg 15 %***	0,4 µg 16 %***
vitamin E	180,00 mg 15 %***	0,1 mg 0,01 %***
vláknina	0,2 g	0 g
Sůl	0,13 g	0,10 g
minerály		
vápník	120 mg 15 %***	120 mg 15 %***
energetická hodnota	102 kJ/24 kcal	188 kJ/45 kcal

* krabice mandlového nápoje Alpro

** krabice kravského mléka Pilos

*** referenční hodnota příjmu

Složení mandlového nápoje Alpro: pitná voda, cukr, mandle (2 %), fosforečnan vápenatý, jedlá mořská sůl, stabilizátory (karubin, guma gellan), emulgátor (slunečnicový lecitin), vitaminy (riboflavin (B2), B12, E, D2). Bez lepku.

3.3. Rýžový nápoj.

Rýžový nápoj je odrůda obilného mléka, které lze připravit smícháním hnědé rýže (obvykle mleté) s vodou. Rýže je vždy vnímána jako bohatý zdroj sacharidů ve stravě, a proto bylo pozorováno, že rýžový výrobek obsahuje více cukru než kravské mléko. Zpracování vede

k rozkladu sacharidů na cukry, což dává rýžovému mléku jeho charakteristickou sladkou chuť bez přídavku cukrů.

Rýžový nápoj neobsahuje laktózu, takže je perfektní alternativou pro pacienty trpící nesnášenlivostí laktózy. Rýžový výrobek je hypoalergenní. Může působit jako alternativa v případě člověka, který má alergické problémy způsobenými sójovými boby a mandlemi. Výzkum ukázal, že konzumace rýžového nápoje jako alternativy ke kravskému mléku bez přídavku živin může mít za následek kwashiorkor (syndrom nedostatečného přívodu energie a nedostatku bílkovin), zejména u kojenců. Rýžový nápoj bez přídavku živin má také nedostatek minerálů a vitamínů, jako je vápník a B₁₂. Většina nápojů je na trhu již obohacena těmito látkami. Na rozdíl od sójových nápojů se rýžové vyrábějí z 12–19 % podílu rýže a obsah bílkovin je výrazně menší. To je způsobeno tím, že samotná rýže obsahuje málo bílkovin [29].

Studie provedená Shannonem a kol. [33] ukázala, že rýžový nápoj v Mississippi v USA má celkový obsah arsenu o 70 % větší, než může mít pitná voda podle stanovení WHO. Dlouhodobá konzumace arzenu může způsobit rakovinu a různé další zdravotní problémy [29]. Rýžový nápoj obsahuje fytosteroly, které snižují hladinu cholesterolu [28]. Nutriční profil rýžového nápoje společnosti Alpro na 100 ml je uveden v tabulce 9. Tento údaj jsem brala z krabičky. Jako vizuální srovnání jsem vytvořila sloupec se stejnými nutričními hodnotami kravského mléka Pilos s obsahem tuku 1,5 %. Obsah vitamínů a vápníku kravského mléka jsem vzala z kapitoly 1.1.4 Vitamíny a 1.1.5 Minerální látky.

Tabulka 10 – Složení rýžového nápoje a kravského mléka

Složky	Obsah rýžového nápoje*	Obsah kravského mléka**
sacharidy	9,5 g	4,6 g
z toho cukry	3,3 g	4,6 g
tuky	1,0 g	1,5 g
z toho nasycené mastné kyseliny	0,1 g	0,9 g
bílkoviny	0,1 g	3,2 g
vitamíny		
vitamin D	0,75 µg 15 %***	0,05 µg 1 %***
vitamin B12	0,38 µg 15 %***	0,4 µg 16 %***
sůl	0,09 g	0,10 g
Minerály		
vápník	120 mg 15 %***	120 mg 15 %***

Tabulka 11 – Složení rýžového nápoje a kravského mléka

energetická hodnota	200 kJ/47 kcal	188 kJ/45 kcal
---------------------	----------------	----------------

* krabice mandlového nápoje Alpro

** krabice kravského mléka Pilos

*** referenční hodnota příjmu

Složení rýžového nápoje Alpro: pitná voda, rýže (12 %), slunečnicový olej, fosforečnan vápenatý, maltodextrin, mořská sůl, stabilizátor (guma gellan), vitaminy (B12, D2), regulátor kyselosti (hydrogenfosforečnan draselný). Bez lepku.

3.4. Kokosový nápoj.

Kokosový nápoj je tekutina, která se extrahuje ze strouhané kokosové bílé dužiny, která je bohatá na nasycené tuky a široce se konzumuje v Asii a Jižní Americe. Jsou pěstovány v tropickém podnebí a jsou exportované do Severní Ameriky a Evropy. Je to jedna z nejrozšířenějších složek potravin v pokrmech indického subkontinentu a jihovýchodní Asie.

Kokosový nápoj je ve středu pozornosti od 60. let minulého století díky jeho jedinečnému složení a vlastnostem [29].

Kokos je výživný produkt a je dobrým zdrojem vlákniny. Kokosový výrobek je bohatý na vitamíny a minerály jako je železo, vápník, draslík, hořčík a zinek. Tento nápoj je také znám díky antikarcinogenní, antimikrobiální, antibakteriální a protivirové vlastnosti [28].

Shantz a Steward [34] a Pollard a kol. [35] analyzovali různé složky přítomné v kokosových výrobcích a jejich vliv na růstové buňky. Bylo stanoveno, že konzumace kokosového nápoje může zvýšit hladiny HDL (lipoproteinu s vysokou hustotou), což pomáhá při snižování škodlivých LDL (lipoproteinu s nízkou hustotou).

Kokosové tuky obsahují kyselinu laurovou. Kyselina laurová je přítomna v mateřském mléce a podporuje rozvoj mozku. Je užitečná při posilování imunitního systému a udržování pružnosti krevních cév [29]. Konzumace kokosového nápoje je málokdy spojena s alergickými reakcemi.

Tyto výhody pro zdraví spojené s používáním kokosového výrobku byly důvodem zvýšené poptávky v různých zemích. Ale kvůli své omezené dostupnosti, kokosové ořechy jsou exportovány do rozvinutých zemí Severní Ameriky a Evropy ve formě konzervovaných produktů [29]. Tinchan a kol. [36], analyzovali změny v tepelně zpracovaných konzervovaných kokosových mlécích (121 °C po dobu 5 minut) během skladování. Bylo zjištěno, že po překročení doby skladování 2 měsíce, koncentrace mastných kyselin s krátkým a středním řetězcem a dalších složek jako například aldehydy, se v důsledku oxidace lipidů zvýšily. Z toho vyplývá že dlouhá doba skladování může vést ke snížení nutriční hodnoty kokosového mléka [29]. Tabulka číslo 10 uvádí nutriční profil výrobků Alpro z kokosového nápoje na 100 ml.

Tento údaj jsem brala z krabičky. Jako vizuální srovnání jsem vytvořila sloupec se stejnými nutričními hodnotami kravského mléka Pilos s obsahem tuku 1,5 %. Obsah vitaminů a vápníku kravského mléka jsem vzala z kapitoly 1.1.4 Vitamíny a 1.1.5 Minerální látky.

Tabulka 12 – Složení kokosového nápoje a kravského mléka

Složky	Obsah kokosového nápoje*	Obsah kravského mléka**
sacharidy	2,7 g	4,6 g
z toho cukry	1,9 g	4,6 g
tuky	0,9 g	1,5 g
z toho nasycené mastné kyseliny	0,9 g	0,9 g
bílkoviny	0,1 g	3,2 g
vitamíny		
vitamin D	0,75 µg 15 %***	0,05 µg 1 %***
vitamin B12	0,38 µg 15 %***	0,4 µg 16 %***
sůl	0,13 g	0,10 g
minerály		
vápník	120 mg 15 %***	120 mg 15 %***
energetická hodnota	85 kJ/20 kcal	188 kJ/45 kcal

* krabice mandlového nápoje Alpro

** krabice kravského mléka Pilos

*** referenční hodnota příjmu

Složení kokosového nápoje Alpro: pitná voda, kokosové mléko (5,3 %) (kokosový krém, pitná voda), rýže (3,3 %), fosforečnan vápenatý, stabilizátory (guma guar, guma gellan, xanthan), mořská sůl, vitamíny (B12, D2), aromata. Může obsahovat stopy skořápkových plodů (ne arašidy). Bez lepku.

3.5. Ovesný nápoj.

Ovesný nápoj byl objeven na trhu v nedávné době a má terapeutické účinky. Oves získal velký zájem díky přítomnosti vlákniny, fytochemikálií a vysoké výživné hodnotě. Oves má různé zdravotní výhody, jako například protirakovinné vlastnosti. Zdravotní účinky ovesa jsou spojeny s přítomností vlákniny, jako jsou β-glukan, funkční bílkoviny, lipidové a škrobové složky, fytochemikálie přítomné v ovesných zrnech, a proto je jednou z nejlepších surovin pro přípravu rostlinného mléka. Oves je dobrým zdrojem kvalitních bílkovin s dobrou rovnováhou aminokyselin. Zájem o oves je vyvoláván hlavně přítomností funkčně aktivní složky β-glukanu.

β -glukan je rozpustná vláknina. Má schopnost zvyšovat viskozitu roztoku a může zpomalovat vyprazdňování žaludku. Zvyšuje čas trávení gastrointestinálního traktu, který je spojen se sníženou hladinou glukózy v krvi. Ovesná vlákna jsou také dobrým zdrojem antioxidantů a polyfenolů. Oves obsahuje 60 % škrobu, 11–15 % celkového proteinu, 5–9 % lipidů, 2,3–8,5 % vlákniny a 0,54 % vápníku [28].

Oves obsahuje významné množství kyseliny fytové, která je antinutriční látka a má schopnost tvořit nerozpustné komplexy reakcí s minerálními látkami a tím snižuje jejich biologickou využitelnost. Fytátový fosfor představuje 48,7–70,9 % celkového obsahu fosforu v ovsu.

Jedna z negativních stránek ovesného nápoje je v tom, že obsahuje malé množství vápníku, který je nezbytnou živinou pro růst a vývoj [28]. V tabulce číslo 11 je ukázán nutriční profil nápoje značky Alpro na 100 ml. Tento údaj jsem brala z krabičky. Jako vizuální srovnání jsem vytvořila sloupec se stejnými nutričními hodnotami kravského mléka Pilos s obsahem tuku 1,5 %. Obsah vitaminů a vápníku kravského mléka jsem vzala z kapitoly 1.1.4 Vitamíny a 1.1.5 Minerální látky.

Tabulka 13 – Složení ovesného nápoje a kravského mléka

Složky	Obsah ovesného nápoje*	Obsah kravského mléka**
sacharidy	7,0 g	4,6 g
z toho cukry	3,3 g	4,6 g
tuky	1,3 g	1,5 g
z toho nasycené mastné kyseliny	0,1 g	0,9 g
bílkoviny	0,3 g	3,2 g
vitaminy		
vitamin D	0,75 μ g 15 %***	0,05 μ g 1 %***
vitamin B2	0,21 mg 15 %***	0,18 mg 13 %***
vitamin B12	0,38 μ g 15 %***	0,4 μ g 16 %***
sůl	0,10 g	0,10 g
minerály		
vápník	120 mg 15 %***	120 mg 15 %***
energetická hodnota	182 kJ/43 kcal	120 mg 15 %***

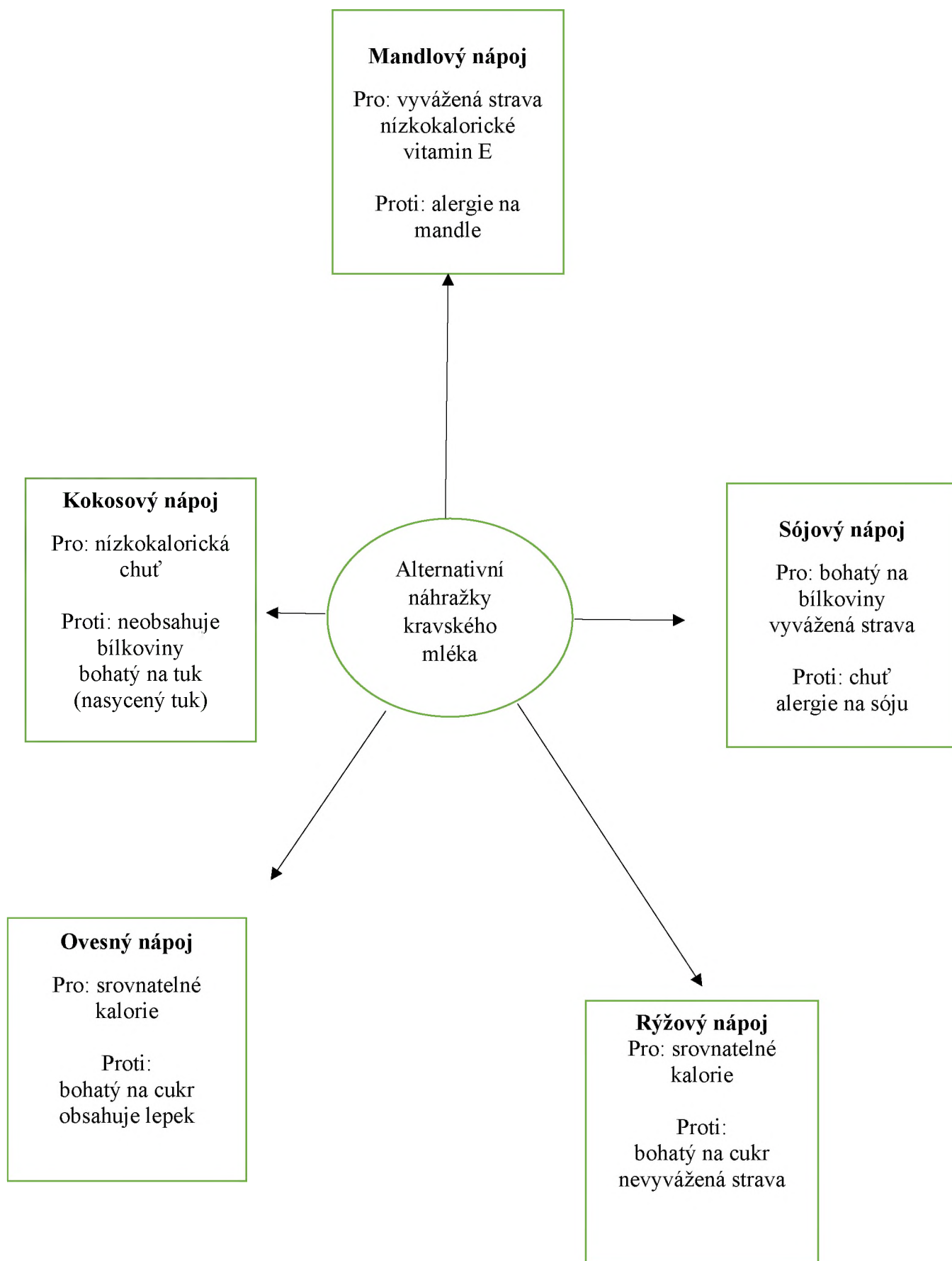
* krabice mandlového nápoje Alpro

** krabice kravského mléka Pilos

*** referenční hodnota příjmu

Složení ovesného nápoje Alpro: Pitná voda, oves setý (10 %), vláknina (inulin), slunečnicový olej, fosforečnan vápenatý, maltodextrin, mořská sůl, stabilizátor (guma gellan), vitaminy (riboflavin (B2), B12, D2). Obsahuje lepek.

3.6. Kladné a záporné stránky různého druhu rostlinného nápoje.



3.7. Ostatní druhy rostlinných nápojů.

3.7.1. Arašídový nápoj.

Arašídy jsou slibnou surovinou pro přípravu rostlinného nápoje. Arašídový výrobek je v rozvojových zemích široce využíván vegetariány a lidmi, kteří mají alergickou reakci na kravské mléko. K jeho vyšší spotřebě přispělo především díky dobrým účinkům rostlinného nápoje na zdraví.

Arašídy jsou považovány za zdravé díky několika bioaktivním složkám, které jsou známé svými preventivními vlastnostmi na zdraví člověka. Arašídy jsou dobrým zdrojem bílkovin, tuků, vitamínů, minerálů, antioxidantů, fytosterolů atd. Mají potenciál ke zlepšení hladiny lipidů v krvi, hladiny cukru v krvi a mají vliv na průměrnou délku života [28].

Funkční vlastnosti arašídů jsou spojeny hlavně s přítomností fenolických sloučenin, které jsou známé svou antioxidační funkcí a ochrannou rolí proti nemocem spojeným s oxidačními poruchami, jako je ischemická choroba srdeční, mozková mrtvice a rakovina [28].

3.7.2. Sezamový nápoj.

Sezam je jedním z nejdůležitějších olejnin na světě. Je konzumován v různých přípravcích, jako je tahini (ředěná sezamová pasta), cukrovinky atd. Je zdrojem vysoce kvalitních bílkovin s unikátní rovnováhou aminokyselin. Sezamové semeno obsahuje významné množství lignanů, jako je sezamin a další látky. Sezamové lignany mají antioxidační, antikarcinogenní, protinádorové a antivirové účinky. Obsahuje významné množství anti nutričních látek, například šťavelany a fytáty (kyselina fytinová). Oxaláty jsou pouze na vnější straně semene a většina z nich je odstraněna během likvidování povrchové vrstvy.

Sezamové proteiny jsou citlivé na denaturaci teplem a málo rozpustné ve vodě, proto před přípravou sezamového nápoje je nutná modifikace proteinu. Tuto modifikaci lze dosáhnout pomocí namáčení, smažení, fermentace, mikrovlnného zahřívání [28].

Nejvíce sezamové mléko konzumují ve Španělsku a Jižní Koreji.

Ostatní rostlinné nápoje, jako jsou konopné, hráškové, z lískového ořechu, slunečnicové, melounové atd., v některých západních zemích se připravují nebo jsou komerčně dostupné, ale ve vědecké literatuře nejsou k dispozici [28].

3.8. Struční přehled důležitých složek rostlinných nápojů.

Tabulka 14 - Funkční složky alternativ rostlinného mléka a jejich výhody pro zdraví

Druh mléka	Aktivní látka	Výhody zdraví
sójové mléko	isoflavony	ochranný účinek proti rakovině, kardiovaskulárním onemocněním a osteoporóze
	fytoosteroly	snižující hladinu cholesterolu
mandlové mléko	alfa-tokoferol	silný antioxidant, který hraje rozhodující roli při ochraně před volnými radikály
	arabinóza	prebiotické vlastnosti
kokosové mléko	kyselina laurová	podporuje rozvoj mozku, posiluje imunitní systém a udržuje pružnost krevních cév
rýžové mléko	fytoosteroly	snižuje hladinu cholesterolu a vysoký krevní tlak
ovesné mléko	β -glukan	zvyšuje viskozitu roztoku a může zpomalovat vyprazdňování žaludku, zvyšuje čas trávení gastrointestinálního traktu
arašídové mléko	fenolové sloučeniny	ochranná role proti oxidačnímu poškození a chorobám, jako je ischemická choroba srdeční, mozková mrtvice a rakovina
sezamové mléko	lignany	Mají antioxidační, antikarcinogenní, protinádorové a antivirové vlastnosti

4. Závěr

Mléko je jedním z nejpůvodnějších nápojů. Alergie na mléčné bílkoviny a intolerance laktózy omezují její použití. V moderním světě existuje hodně rostlinných alternativ. Cílem této bakalářské práce bylo pokusit se rozebrat složení kravského mléka a nápojů na bázi rostlinných produktů.

V první části své práce jsem rozebrala podrobné složení kravského mléka, kde jsem uvedla, jaké problémy mohou být spojeny s konzumací jednotlivých složek.

V další části jsem se pokusila zjistit, jaké technologicky významné vlastnosti má mléko a jak je v laboratoři lze stanovit.

Ve třetí části své práce jsem zanalyzovala, jaké existují alternativy ke kravskému mléku, jejich složení, zvláštní látky a jejich vliv na lidské zdraví. Také jsem porovнала obsah kravského mléka s obsahem rostlinných alternativ.

Vzhledem k výše uvedenému ve své práci můžu usoudit, že pokud člověk nemá alergii na bílkoviny kravského mléka a netrpí intolerancí laktózy, bude pro něj nejlepší varianta kravské mléko. Zaprvé rostlinné alternativy nemají takové množství bílkovin. Zadruhé přestože je rostlinné mléko obohaceno o některé minerální látky a vitamíny, kravské mléko má vyšší vstřebatelnost.

Pokud však člověk má problémy spojené s konzumací kravského mléka, nejlepší alternativou bude sójový nápoj, protože jeho nutriční profil je blíže kravskému mléku.

Ve srovnání všech alternativ kravského mléka mandlový nápoj obsahuje nejvíce vitamínů, hlavně vitamínu E, ale obsah bílkovin a dalších živin není srovnatelný s obsahem kravského mléka. Problém je také v tom, že mandle mohou způsobovat alergie.

Rostlinné náhražky mají pozitivní aspekty spotřeby, protože obsahují některé látky, které mají dobrý vliv na lidské zdraví. Nejsou však vhodné pro absolutní nahrazení kravského mléka. Můžeme pouze obohatit naši stravu pomocí rostlinných nápojů, ale nemůžeme plně nahradit kravské mléko.

Použitá literatura

1. ČEPIČKA, Jaroslav. Obecná potravinářská technologie. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1995. ISBN 80-7080-239-1.
2. SLUKOVÁ, Marcela. Výroba potravin a nutriční hodnota. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-947-1.
3. SCHOLZ-AHRENS, Katharina E., Frank AHRENS a Christian A. BARTH. Nutritional and health attributes of milk and milk imitations. *European Journal of Nutrition* [online]. Springer, 2020, s. 19–34. *European Journal of Nutrition*. DOI: 10.1007/s00394-019-01936-3. ISSN: 1436-6215.
4. KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing, 2009, s. 227-233. ISBN 978-80-7418-051-4
5. WILLIAMS, Peter a Glyn O. PHILLIPS (eds). *Gums and Stabilisers for the Food Industry 17 - The Changing Face of Food Manufacture - The Role of Hydrocolloids - 2.2.1 Caseins*. Royal Society of Chemistry, 2014, s. 11-14. ISBN: 978-1-68015-807-6.
6. GRUMEZESCU, Alexandru Mihai a Alina Maria HOLBAN (eds.). *Biopolymers for Food Design - Handbook of Food Bioengineering* [online]. Elsevier, 2018, s. 211-214. ISBN 978-0-1281-1501-5.
7. KORECKÁ, Lucie, Šárka ŠTĚPÁNKOVÁ a Alexander ČEGAN. Obecná biochemie: pro speciální chemicko-biologické obory. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012. ISBN 978-80-7395-470-3.
8. MOREAU, Robert A., a Afaf KAMAL-ELDIN (eds.). (2009). *Gourmet and Health-Promoting Specialty Oils - 21.4.4 Ghee Flavor* [online]. AOCS Press, 2009, s. 13-16. ISBN 978-1-68015-975-2.
9. GAJDŮŠEK, Stanislav, Vladimír KLÍČNÍK. *Mlékařství*. Vysoká škola zemědělská v Brně, 1993. ISBN 80-7157-073-7.
10. ZADRAŽIL, Karel. *Mlékařství*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha, 2002. ISBN 80-86642-15-1
11. KOOLMAN, Jan a Klaus-Heinrich RÖHM. *Barevný atlas biochemie*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-2977-0.
12. Experts from The Mayo Clinic Experts from UCLA Center for Human Nutrition Experts from Dole Food Company. *Encyclopedia of Foods - A Guide to Healthy Nutrition - 10. Dairy Foods* [online]. Elsevier, 2002. ISBN 978-0-08-053087-1.

13. WATSON, Ronald Ross a Victor R. PREEDY. Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics - Bioactive Foods in Health Promotion - 8.11.7 Urinary Tract Infections [online]. Elsevier, 2016. ISBN 978-0-12802-371-6.
14. Gilliland, S.E., 1985. Influence of bacterial starter culture on nutritional value of foods: improvement of lactose digestion by consuming foods containing lactobacilli, CDP20, 28-33
15. HEJZLAR, Miroslav, Miloš TEPLÝ a Bohumil HYL MAR. Antibiotika a jejich použití v potravinářství a zemědělství. Praha: SNTL, 1980.
16. AHMED, Minhaz Uddin, Mohammed ZOUROB a Eiichi TAMIYA (eds.). Food Biosensors - 4.2.3.3 Detecting Lactose in Milk Samples [online]. Royal Society of Chemistry, 2017. ISBN 978-1-5231-2621-7.
17. CHANDAN, Ramesh C., Arun KILARA, Nagendra P. SHAH (eds.). Dairy Processing and Quality Assurance (2nd Edition) - 24.4.2 Inhibitory Substances in Milk [online]. John Wiley & Sons, 2016. ISBN 978-1-5231-1861-8.
18. JENSEN, Robert G. (ed.). Handbook of Milk Composition - 5.9.2.2 Gonadal Hormones [online]. Elsevier, 1995. ISBN 978-0-08-053311-7.
19. VARDANYAN, Ruben a Victor HRUBY. Synthesis of Best-Seller Drugs - 27.3 Estrogens [online]. Elsevier, 2016. ISBN 978-0-12-411524-8.
20. HÁLKOVÁ, Jana, Jana RIEGLOVÁ a Marie RUMÍŠKOVÁ. Analýza potravin: Laboratorní cvičení. Újezd u Brna: RNDr. Ivan Straka, 2000, 60-66. ISBN 80-902775-4-3.
21. KLECKEROVÁ, Andrea. Chemie potravin: laboratorní cvičení. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014, s. 23. ISBN 978-80-7509-170-3.
22. Powdered milk butyrometer, without stopper. VWR [online]. b.r. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://pl.vwr.com/store/product/8563925/butyrometr-do-mleka-w-proszku-bez-korka>
23. Pyknometr dle Gay-Lussaca, SIMAX. Verkon [online]. b.r. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://m.verkon.cz/pyknometr-dle-gay-lussaca-simax/>
24. Parnas And Wagner Assembly. Jainsons India [online]. b.r. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <http://labsmith.net/product-detail.php?id=NDUy%20%20>
25. DAVÍDEK, Jiří. Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1977.
26. Polarimetr kruhový Novex. Verkon [online]. b.r. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://m.verkon.cz/polarimetr-kruhovy-novex/>
27. GRIFFITHS, Mansel W. (ed.). Improving the Safety and Quality of Milk, Volume 2 - Improving Quality in Milk Products - 8.3.1 Increase of the Mineral Content in Milk [online]. Woodhead Publishing, 2010.

28. SETHI, Swati, S.K., TYAGI a Rahul K., ANURAG. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology* [online]. Springer, 2016, s. 3408–3423. DOI: 10.1007/s13197-016-2328-3. ISSN 0022-1155
29. VANGA, Sai Kranthi, Vijaya, RAGHAVAN. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk?. *Journal of Food Science and Technology* [online]. Springer, 2018, s. 10–20 (2018). *Journal of Food Science and Technology*. DOI: 10.1007/s13197-017-2915-y. ISSN:0022-1155.
30. DECKER, Eric A., Ryan J. ELIAS a D. Julian MCCLEMENTS (eds.). *Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications, Volume 1 - Understanding Mechanisms of Oxidation and Antioxidant Activity - 3.4.4 Emulsifiers* [online]. Woodhead Publishing, 2010. ISBN 978-0-85-709044-7
31. DOSTÁLOVÁ, Jana. Srovnání výživové hodnoty kravského mléka a sójových nápojů. *Výživa a potraviny*, 2003, 58, č. 1, s. 2-3.
32. Mandalari G, Nueno-Palop C, Bisignano G, Wickham MS, Narbad A. Potential prebiotic properties of almond (*Amygdalus communis* L.) seeds. *Appl Environ Microbiol*. 2008 Jul; 74(14):4264-4270. DOI: 10.1128/AEM.00739-08.
33. Shannon R, Rodriguez JM. Total arsenic in rice milk. *Food Addit Contam Part B Surveill*. 2014;7(1):54-56. DOI:10.1080/19393210.2013.842941
34. E. M. Shantz and F. C. Steward. Coconut milk factor: the growth-promoting substances in coconut milk¹. *Journal of the American Chemical Society* 1952 74 (23), 6133-6135. DOI: 10.1021/ja01143a530
35. J. K. Pollard, E. M. Shantz, F. C. Steward. Hexitols in coconut milk: Their role in nurture of dividing cells. *Plant Physiology* Jul 1961, 36 (4) 492-501; DOI: 10.1104/pp.36.4.492
36. Tinchán P, Lorjaroenphon Y, Cadwallader KR, Chaiseri S. Changes in the profile of volatiles of canned coconut milk during storage. *J Food Sci*. 2015; 80(1):C49-C54. DOI:10.1111/1750-3841.12730