

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA CHEMIE

STANOVENÍ VÁPŇÍKU V MLÉCE
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Michaela Krabcová

Vedoucí práce: Ing. Jan Hrdlička, Ph.D.

Plzeň 2015

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni 15. června 2016

.....
vlastnoruční podpis

Poděkování

Mé poděkování patří Ing. Janu Hrdličkovi, Ph.D. za odborné vedení práce, trpělivost a cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat paní Iloně Slavíkové za pomoc a ochotu při práci v laboratoři.

Anotace

Tato bakalářská práce je zaměřena na mléko a v něm obsažený vápník. Zabývá se složením mléka, jeho úpravou a přítomností vápníku, která je hlavním tématem praktické části. Porovnává mléka od různých savců, která se liší svým složením dle potřeb mláďat. Odlišnost lze dokázat i na obsahu vápníku. Porovnání množství minerálie v několika druzích mléka je úkolem praktické části. Pro zajímavost je zařazeno i mléko rostlinného původu.

Abstract

This bachelor's thesis is focused on milk and calcium contained there. It deals with composition of the milk, its treatment and the presence of calcium which is the main topic of a practical part. It compares milks of various mammals which differ in their ingredients according to the different needs of baby animals. Difference can be also demonstrated by calcium content in milk. Comparing the amount of this mineral in several types of milk is the task of the practical part. Just as a matter of interest I also concerned there with soya milk.

Obsah

Úvod	8
1 Charakteristika a složení mléka	9
1.1 Bílkoviny v mléce	10
1.2 Tuk v mléce	10
1.3 Sacharidy v mléce	11
1.4 Minerální látky v mléce.....	11
1.5 Vitaminy v mléce.....	13
1.6 Enzymy v mléce.....	14
2 Vápník ve výživě.....	15
2.1 Denní potřeba vápníku	15
2.2 Zdroje vápníku.....	15
2.3 Nedostatek vápníku.....	16
3 Homeostáza vápníku v těle	18
3.1 Parathormon.....	18
3.2. Kalcitonin	18
3.3 Vitamin D	19
4 Tepelné ošetření mléka	20
4.1 Pasterace	20
4.2 Sterilizace a ultra-tepelné ošetření.....	20
5 Mlékárenské produkty	22
5.1 Tekuté mléčné výrobky	22
5.1.1 Konzumní mléko.....	22
5.1.2 Konzumní smetany	22
5.2 Zakysané mléčné výrobky.....	23
5.2.1 Jogurty.....	23
5.2.2 Další zakysané mléčné výrobky	24

5.3 Máslo	24
5.4 Sýr Eidam	24
6 Praktická část	27
6.1 Stručná charakteristika vybraných druhů mléka.....	27
6.1.1 Kravské mléko	27
6.1.2 Kozí mléko	27
6.1.3 Mateřské mléko	28
6.1.4 Sójové mléko	29
6.2 Zkoumané vzorky mléka	29
6.2.1 Kravské polotučné mléko Benefit s UHT ošetřením v obalu TetraPak.....	29
6.2.2 Rostlinné mléko Provamel Soya Calcium, organic bio	29
6.2.3 Bio kozí mléko pasterované	30
6.2.4 Čerstvé kravské mléko ze statku.....	30
6.2.5 Mateřské mléko	30
6.3 Komplexometrická titrace	31
6.3.1 Pracovní postup	31
6.3.2 Pomůcky a chemikálie	33
6.3.3 Výpočty k přípravě chemikálií	33
6.3.4 Naměřené hodnoty	34
6.3.5 Výpočty	37
6.3.6 Výsledky a závěr.....	40
6.4 Spalování mléka a manganometrie	41
6.4.1 Pracovní postup	41
6.4.2 Pomůcky a chemikálie	42
6.4.3 Výpočty k přípravě chemikálií	42
6.4.4 Naměřené hodnoty a výpočet výsledků	43
6.4.5 Závěr	44

Shrnutí	45
Seznam literatury	46
Seznam obrázků	48

Úvod

Mléko patří neodmyslitelně k životu všech savců včetně člověka. Je důležitým zdrojem energie, základních živin, vitamínů, minerálních látek a vody pro narozené mládě. Každý druh savce má jinak stavěné tělo, jinou potřebu potravy a jiný způsob života. Proto je zřejmé, že i mléka samic různých živočišných druhů budou mít rozdílná složení. Kvalita mléka závisí na mnoha faktorech, a tak ani jednotlivé samice stejného druhu savce nemají naprosto totožné složení mléka.

Člověk jako jediný živočišný druh konzumuje i mléka jiných živočichů po celý svůj život. Nejčastěji konzumovaným mlékem pro člověka je mléko turu domácího. Kravskému mléku je proto věnovaná velká část práce. Nepatří sem jen konzumace mléka jako tekutiny, ale i výrobků z něj, které zaujímají v lidském jídelníčku nezanedbatelný podíl. Přestože se mezi lidmi najdou jedinci, kteří mléko a mléčné výrobky z vlastního rozhodnutí nekonzumují, většina z nás si život bez jogurtu nebo hrnku cappuccina nedovede představit.

Mléko a mléčné výrobky mají pro výživu člověka velký význam. Jedním z důležitých minerálů potřebných pro vývoj a život člověka je vápník. Zdroje vápníku jsou různé, nejčastěji si však lidé vzpomenou právě na mléko a výrobky z něj. Mléko patří do výživy člověka po dlouhá staletí. Za tu dobu se lidé naučili využívat ho k přípravě mnoha produktů, které známe a používáme dodnes. Úpravou mléka až po vznik mléčného výrobku se více či méně mění složení a může docházet i ke ztrátám minerálních látek a vitamínů.

Jak již bylo na začátku řečeno, každé mládě potřebuje specifickou výživu. Mléka se od různých samic liší a liší se i množství obsaženého vápníku. To je téma pro praktickou část práce, kde se pokusím rozdíly najít a tím jedinečnost každého mléka prokázat. Pro porovnání je zkoumáno i mléko rostlinné, kterým vegani nahrazují živočišná mléka.

1 Charakteristika a složení mléka

Mléko lze obecně definovat jako sekret samic savců, který má za úkol vyživovat narozené mládě. Chemické složení mléka se u různých savců liší. Některé složky pocházejí z krve samice a další jsou syntetizovány v mléčných žlázách. Látky obsažené v mléce jsou v různých stupních disperze. Mléčný tuk je obsažen formou disperze tukových kuliček, laktóza a většina minerálních látek tvoří pravé roztoky a bílkoviny jsou v koloidní formě.

Tabulka 1

Základní chemické složení mléka různých savců (průměrné hodnoty v hmotnostních %)

Druh savce	Sušina*	Celkové bílkoviny	Kaseiny	Sérové bílkoviny	Tuk	Laktóza
Člověk	12,2	1,0	0,4	0,6	3,8	7,0
Skot	12,7	3,4	2,8	0,6	3,7	4,8
Koza	12,3	2,9	2,5	0,4	4,5	4,1
Ovce	19,3	4,5	4,6	0,9	7,4	4,8
Prase	18,8	4,8	2,8	2,0	6,8	5,5
Kůň	11,2	2,5	1,3	1,2	1,9	6,2
Osel	11,7	2,0	1,0	1,0	1,4	7,4
Sob	33,1	11,5	8,6	1,5	16,9	2,8
Králík	36,1	13,9	9,3	4,6	18,3	2,1
Bizon	14,6	4,5	3,7	0,8	3,5	5,1
Lední medvěd	47,6	10,9	7,1	3,8	33,1	0,3
Tuleň	67,7	11,2	-	-	53,1	0,7

Zdroj: ANDĚL, 2010

*Odpařováním látky až do konstantní hmotnosti vzniká sušina. Sušina mléka je tvořena mléčným tukem, bílkovinami, laktózou, minerálními látkami, enzymy a vitamíny.

1.1 Bílkoviny v mléce

Mléko obsahuje dobře stravitelné a výživově kvalitní bílkoviny, proto je velmi dobrým zdrojem proteinů. Podílejí se na základních fyzikálně-chemických vlastnostech mléka a jeho nutriční hodnotě. Z celkového obsahu dusíkatých látek v mléce je výrazná většina čistých bílkovin, malý zbytek připadá na nebílkovinné dusíkaté látky, v převážné části na produkty metabolismu jako močovinu, amoniak, kyselinu močovou, enzymy, kreatin a další. Výživa, plemeno, stádium laktace, sezóna, doživost a další faktory ovlivňují obsah dusíkatých látek v mléce.

Bílkoviny mléka lze rozdělit na kaseinové a sérové (syrovátkové). Obě skupiny bílkovin jsou heterogenními proteiny a obsahují několik individuálních bílkovin. Primární struktura se u jednotlivých druhů savců liší. Kaseinové a sérové bílkoviny se liší svými vlastnostmi. Sérové se nesrážejí při pH 4,6, což je stanovený izoelektrický bod kaseinu při 30 °C. Kaseinové bílkoviny jsou odolné vysokým teplotám a obsahují atomy fosforu. Naproti tomu sérové fosfor prakticky neobsahují.

Podle zastoupení kaseinových a syrovátkových bílkovin lze rozdělit mléko na kaseinové a albuminové. Kaseinové obsahuje převážnou část čistých bílkovin kaseinových (více než 75 %) a tato mléka produkují přežvýkavci. Masožravci, býložravci a všežravci s jednoduchým žaludkem produkují mléko albuminové, ve kterém se nachází méně než 75 % kaseinových bílkovin z celkového množství čistých proteinů.

1.2 Tuk v mléce

Kravné mléko obsahuje zhruba 3,5–4,5 % tuku bez předchozí úpravy. Nejvíce zastoupenou skupinou lipidů v mléce jsou triacylglyceroly, které tvoří až 97 % ze 100 % lipidů mléka. Mezi minoritní lipidy se pak řadí diacylglyceroly, monoacylglyceroly, volné mastné kyseliny, fosfolipidy, cholesterol, estery sterolů a v širším slova smyslu i vitaminy rozpustné v tucích, tedy vitaminy A, D, E a K. Většina lipidů se v mléce vyskytuje ve formě tukových kuliček, tzv. globulí. Jejich průměr se pohybuje mezi 0,1–20, 0 μm a jeden mililitr mléka jich může obsahovat až 10¹⁰. Tuk tedy tvoří jemnou rozptýlenou emulzi, která má výhodu dobré stravitelnosti pro mládě i člověka. Nevýhodou však je, že větší povrch může být narušen enzymy kontaminující

mikroflóry, či může adsorbovat různé nežádoucí sloučeniny, které způsobují zápach a pachut' mléka.

Triacylglyceroly jsou sloučeniny tvořené trojsytným alkoholem (glycerolem), na který jsou navázány tři mastné kyseliny. Mastné kyseliny jsou na glycerol vázány estericky a všechny tři mohou být stejné nebo rozdílné. Celkově může kravské mléko obsahovat i více než 100 různých mastných kyselin, nejvíce jsou však zastoupeny takové, které mají sudý počet uhlíků v rozsahu 4-18. Mastné kyseliny ovlivňují vlastnosti jednotlivých triacylglycerolů, jako třeba bod tání. Mezi mastné kyseliny obsažené v mléčném tuku patří kyselina máselná, palmitová, olejová, stearová, linolová, myristová, kaprinová a další. Každá z těchto mastných kyselin má odlišný bod tání a různý obsah tuku. Obsah tuku v mléce a zastoupení mastných kyselin ovlivňuje několik faktorů. Nejdůležitějším je složení potravy, kterou dojná samice přijímá. S tím souvisí i roční období. Dále pak genetická výbava, stadium laktace a další.

1.3 Sacharidy v mléce

Hlavním a základním sacharidem v mléce je laktóza, které se někdy říká i mléčný cukr, protože se vyskytuje pouze v mléce. Laktóza je disacharid. Tvoří ji D-galaktóza a D-glukóza, které jsou spojeny glykozidickou vazbou. Obsah laktózy v kravském mléce je přibližně 4,5 %, nachází se rozpuštěna v přítomné vodě a dává mléku lehce nasládlou chuť. Laktózu v těle člověka štěpí enzym β -galaktozidáza v tenkém střevě. Hydrolyzuje ji na jednotlivé vstřebatelné monomery glukózu a galaktózu. Pokud je však tento enzym málo aktivní, nemůže být laktóza hydrolyzována, proniká dále do tlustého střeva, kde působí aktivně osmoticky, a způsobuje průjemy. Tento stav, kdy enzym nepracuje vůbec či nedostatečně, se projevuje u mnoha lidí a je nazýváno jako intolerance laktózy. Pro tyto osoby je nejúčinnější omezit konzumaci výrobků s vysokým obsahem laktózy. Nově se objevují i delaktózovaná mléka, ve kterých je obsažen enzym štěpící laktózu na glukózu a galaktózu.

1.4 Minerální látky v mléce

Minerální látky se do mléka dostávají z krve samice. V mléce se jedná zvláště o fosforečnany, chloridy, sírany, uhličitany nebo hydrogenuhličitany. Minerální látky mohou být v mléce obsaženy v koloidním systému, pravém roztoku nebo navázány

na další složky mléka, například na bílkoviny nebo membránu tukových globulí. Obsah minerálních látek je velmi důležitý pro výživu mláďete. Dále také pro výživu člověka ve formě mléka a mléčných výrobků. Pro člověka dobře využitelný je z mléka především vápník, hořčík a zinek. Minerální látky však hrají důležitou roli i v udržení acidobazických a osmotických rovnováh v mléce, některé působí jako kofaktory pro správnou funkci enzymů.

Tabulka 2

Obvyklé zastoupení minerálních látek v kravském mléce

Prvek	Jednotky	Rozpětí
Sodík	mg/l	350-900
Draslík	mg/l	1100-1700
Chlor (jako chloridy)	mg/l	900-1100
Vápník	mg/l	1100-1300
Hořčík	mg/l	90-140
Fosfor	mg/l	900-1000
Železo	μg/l	300-600
Zinek	μg/l	2000-6000
Měď	μg/l	100-600
Mangan	μg/l	20-50
Jod	μg/l	200-300
Fluor (jako fluoridy)	μg/l	30-220
Selen	μg/l	5-67
Kobalt	μg/l	0,5-1,3
Chrom	μg/l	8-13
Molybden	μg/l	18-120
Nikl	μg/l	0-50
Křemík	μg/l	750-7000
Vanad	μg/l	0-310
Cín	μg/l	40-500
Arsen	μg/l	20-60

Zdroj: Fox & McSweeney, 1998

1.5 Vitaminy v mléce

V mléce jsou obsaženy vitaminy rozpustné ve vodě i v tucích. Primárně je mléko jediným zdrojem vitaminů pro sající mládě, obsahuje tedy všechny vitaminy, ikdyž některé jen v minimálním množství. Vlivem technologických zpracování, ošetřování a dlouhodobého skladování se cestou od nadojení mléka až k člověku snižuje obsah vitaminů až o polovinu. Obsah opět závisí na krmivu dojnice, stadiu a pořadí laktace.

Tabulka 3

Obvyklý obsah vitaminů rozpustných ve vodě přítomný v kravském mléce

Vitamin	Obsah (mg/l)
Tiamin (vit. B1)	0,20-0,80
Riboflavin (vit. B2)	0,52-2,50
Niacin (vit. B3)	0,47-2,00
Pyridoxin (vit. B6)	0,11-1,90
Kobalamin (vit. B12)	0,003-0,038
Kyselina listová	0,037-0,272
Kyselina pantotenová	0,60-4,90
Biotin (vit. H)	0,01-0,09
Kyselina askorbová a její deriváty (vit. C)	5,0-27,5

Zdroj: Fox & McSweeney, 2009

Tabulka 4

Obvyklý obsah vitaminů rozpustných v tuku přítomný v kravském mléce

Vitamin	Obsah (mg/l)
Retinol (vit. A)	0,1-1,0
Cholekalciferol (vit. D)	0,0001-0,0012
Tokoferoly (vit. E)	0,20-1,84
Vitamin K	0,01-0,03

Zdroj: Fox & McSweeney, 2009

1.6 Enzymy v mléce

Enzymy jsou minoritní proteinovou složkou mléka. Snižují aktivační energii a označují se za biokatalyzátory. Enzymy jsou tvořené jen z bílkovin nebo se na bílkovinu váže ještě nebílkovinná část. Nebílkovinná část se nazývá kofaktor a může být tvořena vázaným kovovým iontem, nízkomolekulární termostabilní organickou sloučeninou nebo koenzymem. Apoenzym, tedy bílkovinná část, a kofaktor tvoří enzym, který lze označit jako holoenzym. Podle typu katalyzovaných reakcí se enzymy dělí do několika tříd, z nichž nejvýznamnější obsažené v mléce jsou oxidoreduktázy a hydrolázy. Oxidoreduktázy katalyzují oxidačně redukční procesy, přenášejí vodík či elektrony z donoru na akceptor. Hydrolázy štěpí hydrolyzovatelné vazby, například peptidové, esterové apod., za přítomnosti vody a reakce, při které se voda uvolňuje. Do třídy hydroláz patří esterázy včetně lipáz, glykozidázy, amidázy a další. Aktivita enzymů je ovlivňována teplotou, pH, chemickými látkami a dalšími vnějšími podmínkami.

V mléce lze nalézt až 100 různých enzymů, které se dle původu dělí na 2 hlavní skupiny. Enzymy endogenní jsou původními enzymy mléka. Enzymy exogenní jsou mikrobiálního původu či přidané během zpracování mléka technologickými postupy. Mezi významné enzymy mléka patří proteázy, které hydrolyzují peptidovou vazbu bílkovin a peptidů. Lipázy a esterázy katalyzují hydrolýzu triacylglycerolu na glycerol a mastné kyseliny. Fosfatázy hydrolyzují esterovou vazbu. Amylázy štěpí sacharidy jako škrob nebo glykogen na dextriny, případně až na disacharid maltózu.

2 Vápník ve výživě

Z hlediska výživy člověka patří vápník mezi makroelementy, tedy takové minerály, jejichž denní potřeba přesahuje 100 mg. Mimo vápníku patří do stejné skupiny i fosfor, sodík, draslík, chlor, hořčík nebo síra. Fyziologické účinky vápníku stejně jako dalších minerálů závisejí na jeho přijímaném množství. Pokud je příjem minerálu nedostatečný, projevují se známky deficitu, při optimálním příjmu je zajištěna správná funkce prvku. Pokud však příjem výrazněji přesáhne optimální a bezpečný rozsah, objeví se známky toxicity. Všechny prvky jsou tedy toxické, pokud je jejich konzumace nadměrná. U každého prvku je toxické množství jiné. Důležitou roli hraje i vstřebatelnost prvku v těle.

2.1 Denní potřeba vápníku

Vápník se v těle vyskytuje z 99 % v kostech a zubech. Je tedy jasné, že kojenci a děti potřebují dostatek vápníku pro růst kostí a zubů. Vápník pomáhá udržovat chemickou rovnováhu v těle, udržuje správnou srážlivost krve, reguluje srdeční rytmus či pomáhá vyvolat spánek. Doporučený příjem vápníku je 800 mg až 2 500 mg, což je stále bezpečná dávka. Děti do 1 roku by měly přijmout 400 mg denně, od 1 do 10 let věku 600 – 900 mg denně a dospívající až 1 200 mg za den. U těhotných a kojících žen je optimální příjem 1 500 až 2 000 mg za den. Pro vstřebatelnost vápníku je důležité dostatečné množství hořčíku a pro zabudování vápníku do kostí je potřebný dostatek vitamínu D. Naopak alkohol, kouření, vysoká konzumace kávy značně snižují vstřebatelnost vápníku.

2.2 Zdroje vápníku

Mezi zdroje vápníku patří bez pochyby mléko a mléčné výrobky. Na 100 g polotučného kravského mléka je asi 120 mg vápníku. Dalšími zdroji jsou ryby, hlavně losos a sardinky, které na 100 g obsahují dokonce více než 300 mg vápníku. Mák je dalším velkým zdrojem, který na 100 g obsahuje více než 1 400 mg vápníku. Dalšími zdroji jsou brokolice, kapusta, pórek, mandle, arašidy, pistácie, luštěniny, rozinky, citrony, sójové boby, ovesné vločky, neloupaná rýže a mnoho dalších potravin.

Přestože je pro nás nejznámějším zdrojem vápníku kravské mléko, lepším zdrojem je mléko kozí a ovčí. Proto bychom měli zařadit i tyto druhy mlék a výrobky z nich do běžného každodenního jídelníčku.

Tabulka 5

Množství vápníku ve vybraných potravinách

Potravina / 100 g	Vápník v mg
Polotučné mléko	118
Polotučný tvaroh	120
Vaječný žloutek	140
Tofu	510
Mandle	94
Špenát	126
Mák	1460

Zdroj: <http://www.laktea.cz/index.php?page=zdrava-vyziva&article=potreba-a-zdroje-vapnikux>

Tabulka 6

Obsah vápníku v různých druzích mléka

Druh mléka	Obsah vápníku v mg/100 g
Kravské	100-120
Kozí	150-170
Ovčí	160-180
Sójové	4-78

Zdroj: <https://www.mojemedicina.cz/pro-pacienty/diagnozy/osteoporozavyziva-pri-osteoporoze/#vvp>

2.3 Nedostatek vápníku

Nedostatek vápníku u dětí může způsobit narušení tvorby a růstu kostí. Děti trpí na časté zlomeniny, kazí se jim rychleji zuby. U dospělých způsobuje nedostatek vápníku měknutí až řídnutí kostí, bušení srdce, svalové záškuby, křeče svalů horních a dolních končetin, nadměrné krvácení při menstruaci a další. Pokud je nedostatek dlouhotrvající, může vést k velmi špatnému stavu kostí a zubů, může

napomoci vzniku paradentózy, může vést ke vzniku roztroušené sklerózy, lámání nehtů, zvýšená je i dráždivost trávicího ústrojí, což se projevuje průjmy.

Zvláštní potřebu vápníku mají těhotné a kojící ženy. Ty potřebují denně přijmout více než 1 500 mg vápníku. Pokud by ho nebyl dostatek, bere si tělo vápník z kostí maminky a ta si tak může způsobit až řídnutí kostí. U starých lidí se vápník špatně vstřebává, proto je nutné také zvýšit jeho příjem. Hrozí opět i řídnutí kostí.

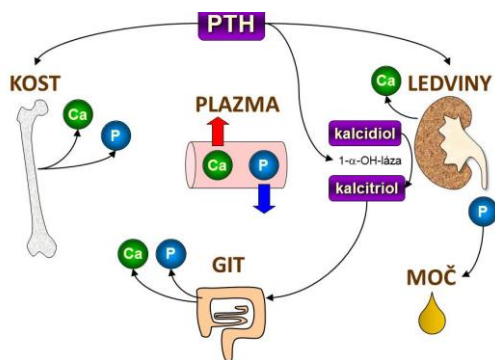
3 Homeostáza vápníku v těle

Hladina vápníku v těle je udržována účinkem hormonů, které se starají o pohyb minerálu mezi extracelulární tekutinou, ledvinami, střevem a kostmi. Koncentrace kalcia je primárně řízená hormony parathormon, kalcitonin a 1,25-dihydroxyvitamin D.

3.1 Parathormon

Parathormon (PTH) je polypeptidický hormon složený z 84 aminokyselin. Je tvořen v příštítných tělískách a jeho úkolem je zvyšovat kalcémii společně s kalcitriolem, aktivním metabolitem vitaminu D, a kalcitoninem. Reguluje koncentraci vápníku v krvi působením na své hlavní cílové tkáně kosti, ledviny a střevo. Kostní tkáň se stále obměňuje, dochází k remodelaci kostí. Nastává odbourávání a tvorba kosti, ze staré kosti tedy vzniká nová. Zahájení remodelace kosti stimuluje pravděpodobně buňky monitorující mechanické zatížení kosti. Parathormon patří k nejdůležitějším faktorům, které řídí celý proces znovuoživení kosti. Parathormon současně stimuluje odbourávání kostí (katabolický účinek) i tvorbu kosti nové (anabolický účinek).

Obrázek 1: Vliv parathormonu na kalciumfosfátový cyklus



3.2. Kalcitonin

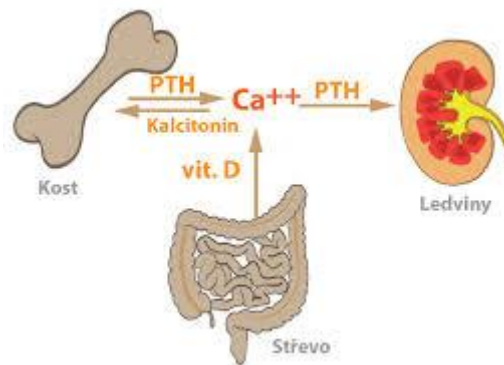
Kalcitonin je peptid skládající se z 32 aminokyselin. V těle se stará o to, aby se vápník z krve uložil do kostí. Působí jako antagonist parathormonu, to znamená, že se do těla vyplavuje při zvýšené kalcemii. Kalcitonin hraje roli i v ledvinách a hlavně v CNS (centrální nervové soustavě). Receptory pro kalcitonin se nachází v hypotalamu.

Pokud se injekcí zavede kalcitonin do mozkových komor, nastává analgetický účinek, který se využívá při léčbě kostních syndromů, např. osteoporóze. Sekrece kalcitoninu se s věkem snižuje, u žen je celkově nižší než u mužů. V době těhotenství a kojení je ale jeho sekrece zvýšená. Velmi zvýšená hladina kalcitoninu v krvi souvisí nejčastěji s karcinomy štítné žlázy, mohou však souviset i s extrathyreoideálními. Účinky tohoto hormonu jsou ale i antistresové či antiaterosklerotické.

3.3 Vitamin D

Vitamin D získáváme z potravy ve dvou formách. Buď jako vitamin D₂, ergokalciferol, který pochází z rostlin, nebo jako vitamin D₃, cholekalciferol, který je původu živočišného. Potrava však není jeho hlavním zdrojem. 80 - 90 % tělesné potřeby je pokryto endogenní syntézou v kůži. Podmínkou syntézy v kůži je dostatek slunečního záření, konkrétně středněvlňného ultrafialového UVB. Vitamin D je provitaminem, který se aktivuje v těle v játrech a ledvinách. V ledvinách se účinkem enzymu 1-alfa-hydroxylázy aktivuje nejúčinnější forma vitaminu D a to je 1,25(OH)₂D neboli kalcitriol. Vitamin D se účastní resorpce vápníku ve střevě a pomáhá tím regulovat optimální hladinu Ca v krvi.

Obrázek 2: Regulace vápníku v organismu



4 Tepelné ošetření mléka

Mléko je potřeba tepelně ošetřit z několika důvodů. Mezi hlavní patří zajištění zdravotní nezávadnosti, prodloužení trvanlivosti mléka nebo zajištění optimálních podmínek pro výrobu mléčných produktů. Pro úpravu mléka se využívá hlavně procesů pasterace, sterilace a UHT (ultra-high temperature processing) metody. Pasterace má za úkol redukovat vegetativní formy mikroorganismů, sterilace zničí i většinu bakteriálních spor. Metoda UHT dokáže zajistit dlouhou dobu trvanlivosti i při skladování v pokojové teplotě. Tepelné ošetření neovlivní obsah bílkovin a vápníku v mléce. Různé druhy ošetření mohou zaznamenat různé chutě. Mléko po pasteraci bude mít chuť nejvíce podobnou nadojenému bez úprav. Pro trvanlivost mléka je pak důležitý i obal a skladování. Dále je důležité i to, zda jde obal po otevření znovu zavřít, či jen odstříhneme roh krabice a už ji nemůžeme zavřít. Uzavíratelný obal je samozřejmě lepší.

4.1 Pasterace

Pasterace zničí až 99,9 % mikroflóry, avšak nedojde ke zničení bakteriálních spor. V České Republice se běžně používají tyto druhy pasterace:

- vysoká pasterace: při teplotě 85 °C po dobu několika sekund
- šetrná pasterace: při teplotě 71-74 °C po dobu 30-20 sekund
- dlouhodobá pasterace: při teplotě 63-65 °C po dobu 30-20 minut.

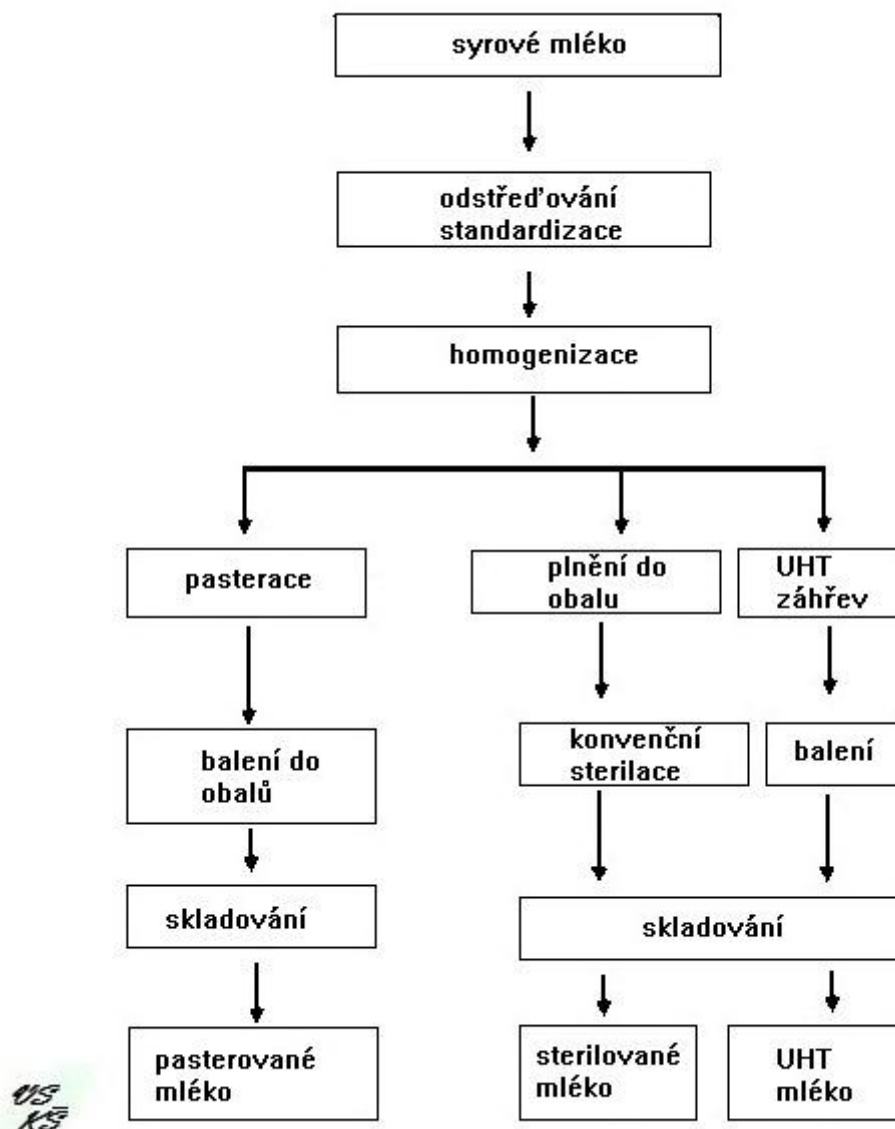
Mléko po pasteraci vydrží několik dní. Pro prodloužení trvanlivosti na týden až měsíce je nutné ošetřit mléko sterilací.

4.2 Sterilace a ultra-tepelné ošetření

Po sterilaci jsou zničeny téměř všechny mikroorganismy v mléce včetně spor. Zároveň si však musí mléko zachovat co nejméně změněné chuťové a fyzikální vlastnosti a výživové hodnoty. Steriluje se při teplotě 110-130 °C po dobu 30-20 minut již v obalu výrobku a následuje zchlazení. Dochází ale ke změně nutričních hodnot a hlavně chuťových i senzorických vlastností.

Využívanější metodou je tzv. ultratepelné ošetření (UHT, Ultra High Treatment). Mléko se na krátkou dobu zahřívá na velmi vysokou teplotu, 137-150 °C, a plní do sterilních obalů tzv. Tetra pak. Při UHT záhřevu nedochází ke změně mléčného tuku a obsahu minerálních látek. Sníží se množství některých vitaminů, denaturují bílkoviny a malá část laktozy se částečně přemění na disacharid laktulozu. Výživové hodnoty ale zůstávají stejné.

Obrázek 3: Schéma postupu při tepelném ošetření mléka



5 Mlékárenské produkty

Množství druhů výrobků z mléka je obrovské. Mlékárny vymýšlejí nové chutě, hledají další nápady a zákazníci tak mohou vybírat z nepřeberného množství výrobků. Nelze proto popsat všechny druhy. Níže uvedené produkty jsou jen příkladem z mnoha.

5.1 Tekuté mléčné výrobky

Mezi tekuté výrobky patří mimo konzumního mléka také smetana, ochucená mléka, sladká smetana, instantní šlehačka a další.

5.1.1 Konzumní mléko

Z hlediska tučnosti známe mléka odtučněná, polotučná a plnotučná. Plnotučné mléko obsahuje nejméně 3,5 % tuku. Tato hodnota platí i u mléka s neupraveným tukem označovaného jako Selské plnotučné mléko. Polotučné obsahuje 1,5-1,8 % tuku a odtučněné má obsah tuku pod 0,5 %. Tuk jako nositel chuti ovlivňuje výrazně mléko. Plnotučné je nejchutnější, naopak odtučněné odborníci občas nazývají obarvenou drahou vodou.

Pokud bychom chtěli dělit mléko podle jeho tepelného ošetření, byla by to mléka pasterovaná, trvanlivá (UHT) a mléka s prodlouženou trvanlivostí (ESL).

Ochucená trvanlivá mléka jsou zaměřena na dětské konzumenty. Výroba je stejná jako u trvanlivého mléka a následuje ochucení další složkou, nejčastěji vanilkovou, jahodovou, banánovou, čokoládovou. Navíc se může přidávat sacharóza (řepný cukr) nebo fruktóza (ovocný cukr). Dětem dodají energii a mléko osladí. Dále může být výrobek obohacen o vápník a vitamin D. Obsahují stabilizátory, zejména polysacharidy. Ochucená mléka jsou dodávána do škol v rámci programu pro zvýšení konzumace mléčných výrobků u dětí.

5.1.2 Konzumní smetany

Smetanou se rozumí výrobek získaný pouze z mléka, který obsahuje nad 10 % tuku. Smetany mají využití při vaření, cukrařině či pro dochucení nápojů. Sladké smetany mají 10-18 % tuku a mohou mít trvanlivost do 10 dnů (pasterované)

nebo trvanlivé (sterilované, UHT). Obsah tuku 30-40 % má smetana ke šlehání, která musí mít nad 30 % tuku, aby se opravdu dala ušlehat do pevné a stabilní pěny. V obchodech je k dostání nejčastěji smetana ke šlehání s 33 % tuku. Jestliže smetana obsahuje více jak 35 %, mluvíme o vysokotučné smetaně. Pro usnadnění práce si konzument může koupit instantní šlehačku, tedy tu ve spreji. Smetana je v uzavřené nádobě přesycená nejčastěji oxidem dusným, tlakově se vytlačuje z nádoby a díky velkému poklesu tlaku expanduje za vzniku pěny. Šlehačka ve spreji je slazená. V obchodech lze koupit i rostlinnou šlehačku ve spreji, která není mléčným výrobkem a chutí se odlišuje.

Zakysaná smetana obvykle obsahuje 10-12 % nebo 20-30 % tuku. Jedná se o produkt mléčného kvašení za přítomnosti speciálních bakterií, uvedených dále v textu. Kysaná smetana má mírně nakyslou chuť a už není tekutá. Tato smetana patří mezi zakysané mléčné výrobky.

5.2 Zakysané mléčné výrobky

Zakysané mléčné výrobky vzniknou přeměnou části laktózy na kyselinu mléčnou působením bakterií mléčného kvašení. Vyšší kyselostí se vysráží bílkoviny. Zakysání neboli fermentace prodlužuje trvanlivost konzervací biologickou cestou. Zakysané mléčné výrobky jsou snadno stravitelné, protože obsahují méně laktózy než mléko. Zároveň mají podobný obsah vápníku, který je lépe vstřebatelný, pomáhají udržovat rovnováhu střevní mikroflóry a celkově upravit trávení.

5.2.1 Jogurty

Fermentací mikroorganismy *Lactobacillus bulgarius* a *Streptococcus thermophilus* vzniká jogurt. Jogurt obsahuje živou jogurtovou kulturu, jejíž množství je řízeno legislativou. S koncem data minimální trvanlivosti jogurtu musí být přítomno deset milionů zárodků na gram a to v poměru mikroorganismů 1 : 1 nebo 1 : 2 či 2 : 1. Pokud lehce převažují laktobacily, pozmění se chuť na kyselější.

Výroba jogurtů může probíhat dvěma způsoby, které liší tím, kdy dochází k fermentaci. Zda před naléváním do obalů nebo až v obalu. Výživové vlastnosti výrobků jsou identické. Přídavkem smetany nebo odtučněného mléka se standardizuje tuk, přídavkem odtučněného sušeného mléka se standardizuje sušina, které obvykle bývá kolem 8 %.

5.2.2 Další zakysané mléčné výrobky

Jogurtová mléka se vyrábí podobně jako jogurty, které fermentují před stáčením do obalu. Obsah sušiny se neupravuje, výrobek lze tedy snadno pít jako jogurtový nápoj, do kterého mohou být přidány různé ochucující složky.

Zakysaných mlék existuje několik typů, které se od sebe liší obsahem tuku a použitou mikrobiální kulturou. Patří sem kysané podmásli, vedlejší produkt výroby másla. Smetanový zákys a Valašská kyška, jejichž obsah vápníku je stejný jako u mléka, vlivem kyselého prostředí se však lépe vstřebává. Acidofilní mléko je kyselejší, v obchodech se prodává s příchutí ovoce. Kefír, kefirové mléko se chutí lehce odlišuje, opět lze sehnat i variantu s příchutí.

5.3 Máslo

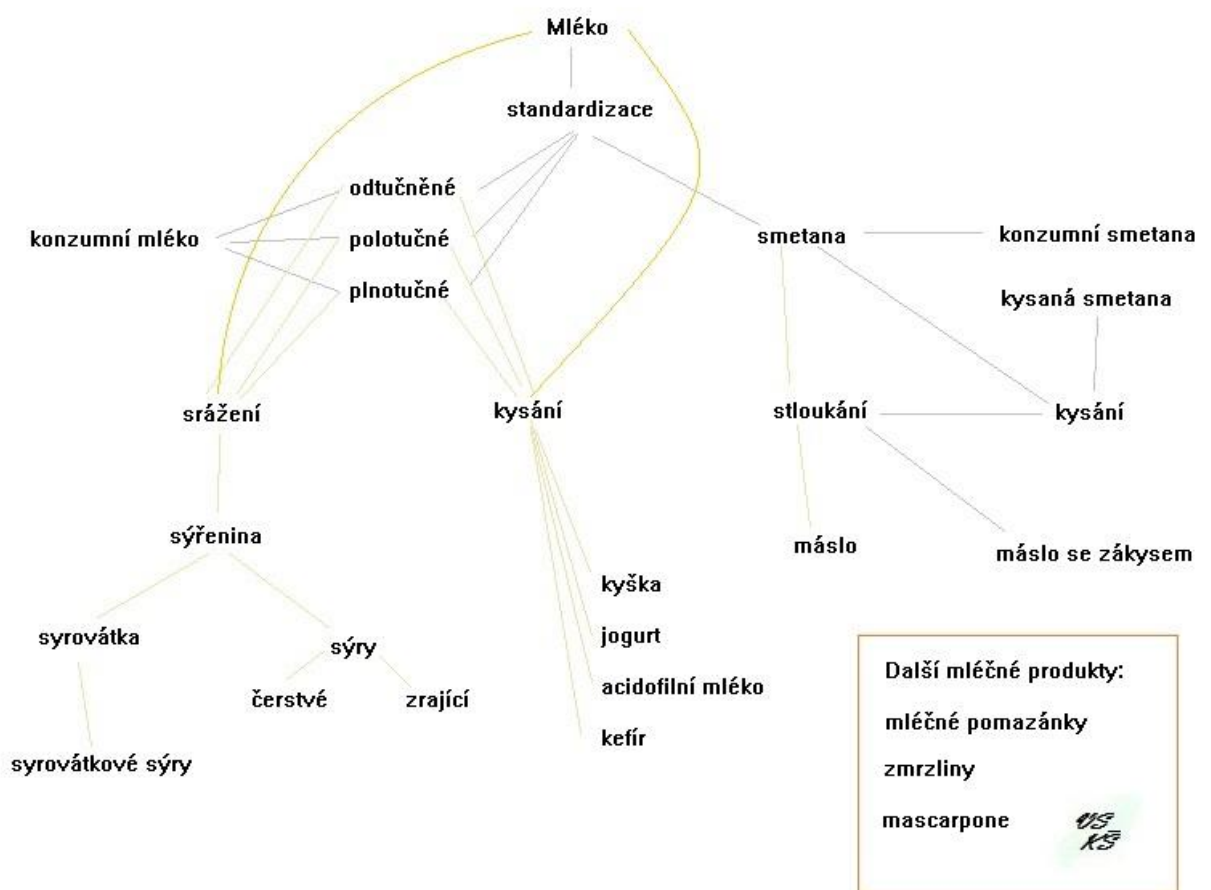
Máslo se vyrábí pouze ze smetany o tučnosti 38–42 %. Smetana v mlékárnách zraje v chladu bez míchání po dobu asi deseti hodin. Chlazeným válcem pak dochází ke stloukání, dokud produkt neobsahuje legislativou daných 82 % tuku. Vedlejším produktem výroby je oddělené podmásli. Obsah vody v másle nesmí překročit 16 %. Pokud by se do másla přidal rostlinný tuk, už se výrobek nesmí jmenovat máslo a vše musí být uvedeno na obalu. Pod pojmem stolní máslo se skrývá výrobek, který stát koupí od mlékárny, zamrazí ho na 24 měsíců jako státní rezervy pro krizové případy. Po dvou letech se máslo rozmrazí a dostává se do prodeje s povinným názvem stolní máslo. Od másla čerstvého se mírně liší chutí. V České Republice je spotřeba másla statisticky určena na zhruba 5 kg na osobu a rok.

5.4 Sýr Eidam

Nejprodávanějším sýrem v Česku je Eidam. Z historie naší země se nejvíce uchytila jeho varianta s 30 % tuku v sušině. Vyrábí se ještě s 45 % a 20 % tuku v sušině. Mimo obsah tuku se liší samozřejmě chuťovými vlastnostmi. Jak již bylo zmíněno, tuk je nositelem chuti, proto bude lahodnější plnotučný sýr než ten s nízkým podílem tuku. V průměru platí, že z 12 litrů mléka o potřebné tučnosti se vyrobí 1 kg sýra. Pro plnotučný sýr se používá mléko s tučností 2,8 %, pro nejoblíbenější polotučný se používá mléko s 1,55 % tuku a pro nízkotučný je vhodné mléko o 1,0 % tuku.

Mimo mléka je potřeba mlékařských kultur, které se nejvíce podílejí na chuti sýra, a syřidla, tradičně enzym chymozin. Dříve se používaly telecí žaludky pro získání syřidla. Dnes už naštěstí umíme syřidlo vyrobit. Mléko se vysráží a vzniká tekutá syrovátka a sýrové zrno. Oboje se dohromady lisuje. Následuje solení v nasyceném roztoku kamenné soli po dobu dvou dní. Pak už se sýry zabalí do speciálních folií, které jsou propustné pro plyny. Tyto zrací folie jsou zároveň obaly, ve kterých se cihla sýra prodává. Na řadu pak přichází zrání ve zracích sklepích po dobu minimálně 3 týdnů při teplotě 6 °C.

Obrázek 4: Schéma výroby některých mléčných produktů



Obrázek 5: Některé mléčné výrobky a obsah vápníku

Produkt (100 g)	Energie (kJ)	Tuk (g)	Sušina (g)	Vápník (mg)
mléko odstředěné	144	0,13	9,22	124
mléko polotučné	190	1,5	10,28	124
sušené mléko odtučněné	1500	1	96	1400
podmáslí	153	1	9,2	103
kysaná smetana	523	11	19	120
jogurt nízkotučný	162	0,7	12	178
jogurt smetanový	587	12	22	119
máslo	3056	82	84	22
pomazánkové máslo	1300	30	42	160
tvaroh nízkotučný	450	2,5	25	110
tvaroh tučný	530	8,4	22	105
olomoucké syrečky	574	0,95	38	130
eidam 30 %	1104	16	59	1060
eidam 40%	1550	30	60	773
hermelín	1200	22	49	400

6 Praktická část

V praktické části této práce jsem se rozhodla dokázat přítomnost vápníku v mléce a určit množství v různých druzích tohoto nápoje. Zkoumala jsem pět druhů mléka, z nichž čtyři byly živočišného původu a jedno rostlinné. Mléko kravské, člověkem nejčastěji konzumovaný druh mléka, jsem pro porovnání zkoumala podle dvou návodů.

6.1 Stručná charakteristika vybraných druhů mléka

6.1.1 Kravské mléko

Mléko turu domácího a výrobky z něj patří mezi základní potraviny člověka. Významný je obsah bílkovin, lehce stravitelného tuku v podobě emulze a množství minerálních látek. Mléko se řadí mezi výrazné zdroje vápníku. V jednom litru je i více než gram vápníku. Dalšími důležitými minerálními látkami jsou draslík, hořčík nebo sodík. Z vitamínů jsou obsaženy vitamin A, B1, B2, B6, E nebo K. Obsah všech látek v mléce je velmi ovlivněn stravou a kvalitou života dojnice.

Stravitelnost mléka u člověka s věkem klesá a mnoho lidí má po určitém množství zkonsumovaného mléka trávicí problémy. Velký výskyt mezi lidskou populací má alergie na mléko a intolerance laktózy. Alergie je způsobena imunitní reakcí organismu na bílkoviny obsažené v mléce. Intolerance má základ v nedostatku enzymu laktáza, který štěpí mléčný cukr zvaný laktóza. Člověk je jediným dospělým savcem, který konzumuje mléko jiného savce. I proto se vedou spory o případné škodlivosti mléka jiných savců na lidský organismus.

6.1.2 Kozí mléko

Mléko kozy domácí je kvalitnější a lépe stravitelné než mléko turu domácího. Produkce kozího a kravského mléka je nesrovnatelná, kozího se produkuje podstatně méně. Jedním z důvodů je i fakt, že u kozího mléka je ještě vyšší důležitost kvality a nezávadnosti potravy zvířete. Do kozího mléka se snáze dostanou jedy a různé nechtěné zárodky, které by po konzumaci člověkem mohly způsobit určité zdravotní potíže. Pokud se na krmivo dostatečně dbá, má kozí mléko prospěšnější účinky na lidský organismus než mléko kravské.

Složení kozího mléka se podobá mléku kravskému. V kozím je o něco více tuku, vápníku, draslíku, fosforu, vitamínů A a B2. O něco menší je obsah celkových bílkovin, vitamínů E a B6. Předností kozího mléka jsou menší a rozptýlenější kuličky tuku, které jsou snáze stravitelné. Typickou chuť mléka způsobují mastné kyseliny s krátkým a středně dlouhým řetězcem, kterých je v něm obsaženo více než v kravském mléce. Jedná se především o kyselinu kaprinovou (kyselina dekanová, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$)

Kozí mléko se používá v kosmetice pro omlazení kůže, při kožních a dýchacích problémech i v alternativním léčení.

6.1.3 Mateřské mléko

Své specifické složení má i mléko mateřské. Jeho složení odpovídá potřebám miminka a tak se s rostoucím dítětem mění i složení mateřského mléka. Ke změnám v mléce dochází při změnách ročního období, v průběhu dne a dokonce i během jediného kojení. Mléko matky má pro dítě nenahraditelný význam, a pokud je to jen trochu možné, měla by každá matka vyživovat miminko kojením.

Složení mléka se od porodu proměňuje. V prvních dnech po porodu je husté žluté, které se nazývá mlezivo nebo kolostrum. Obsahuje mnoho bílkovin a také látky usnadňující adaptaci novorozence novému prostředí. Po několika dnech se z mleziva stává mléko přechodné, které už není tak výrazně žluté ani husté. Asi po dvou až třech týdnech po porodu se začne objevovat zralé mateřské mléko. Z většiny je tvořeno vodou, dále obsahuje bílkoviny v daleko nižším množství než u mléka kravského. Tyto bílkoviny se od bílkovin v kravském mléce odlišují a jsou lehce vstřebatelné. Navíc obsahují i látky posilující imunitu novorozence. Hlavním sacharidem je laktóza, celkově je v mateřském mléce více sacharidů než u mléka turu domácího. Pro miminko jsou ideálně vstřebatelné a pomáhají využívat přítomný vápník. Tuky jsou v mléce důležité nejen pro svou vysokou energetickou hodnotu, ale také pro vstřebatelnost vitamínů rozpustných v tucích.

Přítomnost vitamínů a minerálních látek je výrazně ovlivněna stravou matky. Pokud je výživa matky kvalitní ve všech ohledech, je vstřebatelnost minerálů, vitamínů i stopových prvků vysoká.

6.1.4 Sójové mléko

Sójový nápoj nesprávně nazývaný mlékem se vyrábí ze sójových bobů. Zdaleka není plnohodnotnou náhradou živočišného mléka. Neobsahuje plnohodnotné bílkoviny a obsahuje i nestravitelné sacharidy. Na druhou stranu má příznivější složení mastných kyselin a neobsahuje cholesterol. Minerální látky a vitamíny jsou ve výrazně nižším zastoupení než u mléka kravského. Navíc se špatně vstřebávají a jejich využitelnost tím ještě více klesá.

Obsah důležitých látek je ovlivněn postupem výroby nápoje. Sója je častým alergenem, proto by se neměla objevit ani ve formě nápoje v jídelníčku dětí mladších 3 let. Nápoj má nažloutlou barvu a chutí se liší od kravského mléka. Cena sójového nápoje je násobně vyšší než cena běžně kupovaného živočišného mléka.

6.2 Zkoumané vzorky mléka

6.2.1 Kravské polotučné mléko Benefit s UHT ošetřením v obalu TetraPak

Mléko živočišného původu s obsahem tuku 1,5 %. V balení 1 000 ml. Cena za balení 20 Kč. Na obalu uvedené výživové údaje na 100 ml výrobku: energetická hodnota 192kJ/46 kcal, tuky 1,5 g, sacharidy 4,8 g, bílkoviny 3,2 g, sůl 0,1 g. Obsah vápníku na obalu neuveden. Mléko prošlo ultratepelným ošetřením. Výrobce MADETA a.s., České Budějovice. Obsah vápníku v polotučném UHT mléce by měl být okolo 120 mg na 100 g.

6.2.2 Rostlinné mléko Provamel Soya Calcium, organic bio

Rostlinné mléko z produktů kontrolovaného ekologického zemědělství. Složení: voda, loupané sójové boby (7,2 %), jablečný koncentrát, vápenitá mořská řasa (Lithothamnium calcareum 0,4 %), jedlá mořská sůl. Přirozeně bez laktózy a lepku. Výživové hodnoty uvedené na obalu na 100 ml výrobku: energetická hodnota 188 kJ/45 kcal; tuky 2,1 g; sacharidy 2,4 g; bílkoviny 3,7 g; vláknina 0,6 g; sůl 0,15 g; vápník 120 mg. Dle uvedené hodnoty vápníku by mělo být v tomto ohledu mléko shodné s polotučným kravským mlékem. Cena za balení 250 ml vychází na 23 Kč. Ošetřeno UHT, v TetraPak obalu.

6.2.3 Bio kozí mléko pasterované

Živočišné mléko, produkt ekologického zemědělství. Výrobce Kozí farma Pěnčín. Plnotučné selské mléko o obsahu tuku minimálně 3,5 %. Obsah bílkovin minimálně 3 %. Další výživové hodnoty nejsou na obalu uvedeny. Cena za balení 500 ml je 35 Kč. Obsah vápníku na obalu neuveden. Tučnost mléka byla poznat i na nádobí, kde zanechávalo mastný povlak. Kozí mléko by mělo patřit do jídelníčku zdravé výživy. Mnoho lidí tento druh mléka vyhledává, jiní ho nesnáší. Nikoliv pro alergie, ale pro typický zápach a vůni.

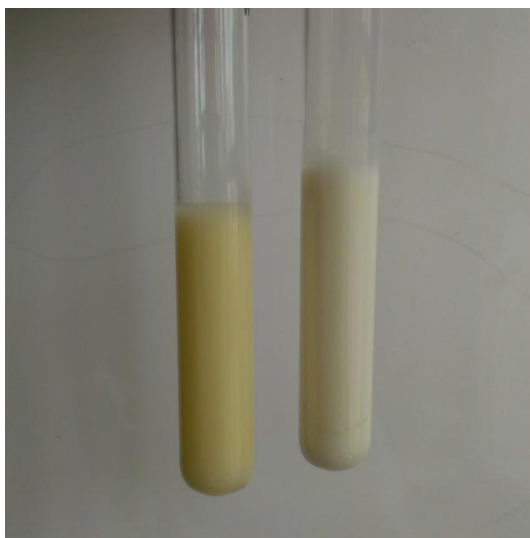
6.2.4 Čerstvé kravské mléko ze statku

Mléko od ustájené krávy ze statku v obci Hradiště spadající pod mikroregion zbirožsko, okres Rokycany. Asi 13 let stará kráva, dojena každé ráno, výnos jednoho podojení je okolo pěti litrů mléka automatickou dojačkou. Jedná se o čerstvé tepelně neupravené mléko o neznámé tučnosti. Stejně jako kozí mléko nechává mastný povlak na nádobí. Obsah tuku je tedy minimálně 3,5 %. Pro práci jsem použila mléko staré jeden den.

6.2.5 Mateřské mléko

Mateřské mléko mi pro výzkum věnovala anonymní maminka rodící ve FN Lochotín. Mléko bylo nažloutlé, pár dní po porodu. V nemocnici ho uchovávali jeden den v uzavřené nádobě v lednici. Po vyjmutí z lednice jsem do hodiny prováděla zkoumání obsahu vápníku.

Obrázek 6: Porovnání barvy mléka mateřského (vlevo) a kravského.



6.3 Komplexometrická titrace

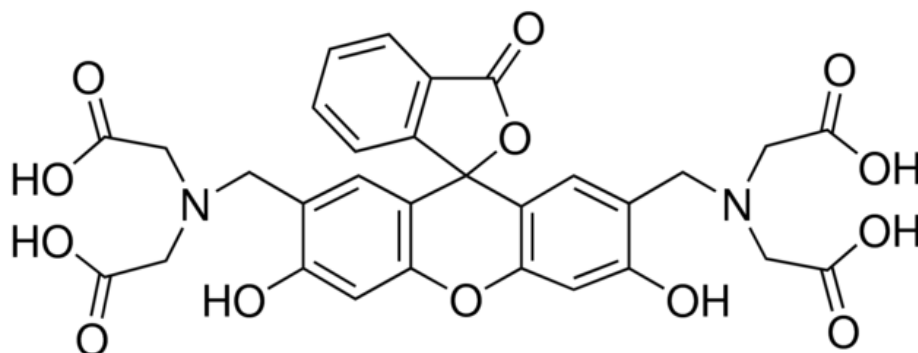
6.3.1 Pracovní postup

Komplexometrická titrace s použitím indikátoru fluorexon

- navážila jsem si 10 g vzorku mléka a v odměrné baňce o objemu 250 ml doplnila po rysku destilovanou vodou. Promíchala, odpipetovala 50 ml k stanovení a doplnila na 100 ml destilovanou vodou
- připravila jsem si roztok hydroxidu draselného (KOH) o koncentraci 4 mol/l podle níže uvedeného výpočtu. Do baňky o objemu 100 ml jsem vsypala navážené potřebné množství KOH a po rysku doplnila destilovanou vodou. Řádně jsem roztok promíchala
- navážila jsem chemikálie pro vznik směsi fluorexonu, fenolftaleinu a chloridu sodného na předem vypočítané množství, vše v třecí misce tloučkem řádně promíchala a vzniklou směs fluorexonu přesypala do připravené nádoby
- pro titraci roztokem chelatonu III o koncentraci 0,02 mol/l jsem si navážila vypočítané množství chemikálie pro 2 litry výsledného roztoku, doplnila destilovanou vodou na daný objem a řádně promíchala. Roztokem jsem propláchla titrační baňku i byretu pro odstranění případných nečistot a objem přelila do titrační baňky. Automatickou byretu jsem naplnila roztokem chelatonu III

- k 100 ml připraveného vzorku jsem přidala odpipetovaných 5 ml roztoku KOH, asi 0,2 g směsi fluorexonu a na magnetické míchače za stálého míchání pomalu titrovala roztokem chelatonu III do zmizení fluoreskující zelené na světle růžové zbarvení
- postup jsem pro každý vzorek mléka opakovala několikrát
- stejný postup jsem provedla pro slepou zkoušku, kde vzorkem byla destilovaná voda, spotřebované množství chelatonu III nebylo žádné nebo jen neznatelně malé

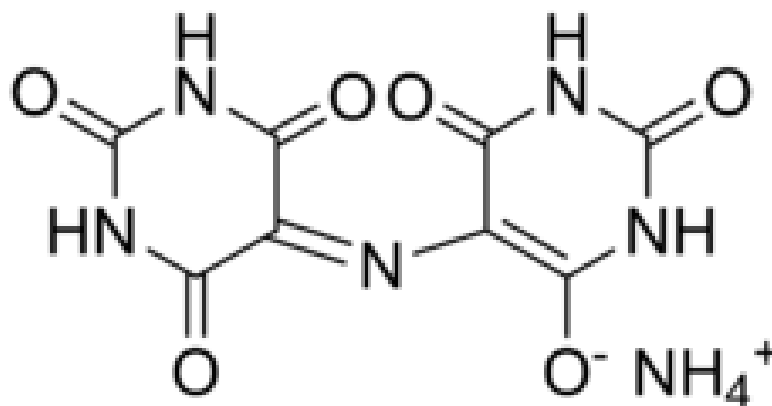
Obrázek 7: Strukturní vzorec fluorexonu



Komplexometrická titrace s použitím indikátoru murexid

- celý postup je stejný do bodu, kdy se přidává indikátor. Místo fluorexonu jsem použila směs murexidu s chloridem sodným v poměru 1 : 100 a titrovala ze světle růžového zbarvení na modrofialové.

Obrázek 8: Strukturní vzorec murexidu



6.3.2 Pomůcky a chemikálie

Kádinky, odměrné baňky, pipety (50 ml, 5 ml), automatická byreta, balónek, stříčka, nálevka, magnetická míchačka, analytické váhy, lžička, titrační baňka, třecí miska, tlouček, destilovaná voda, KOH, vzorek mléka, fluorexon, fenolftalein, chlorid sodný (NaCl), chelaton III, murexid.

6.3.3 Výpočty k přípravě chemikálií

Roztok KOH o koncentraci 4 mol/l.

$$c = 4 \text{ mol/l}$$

$$V = 100 \text{ ml} = 0,1 \text{ l}$$

$$M_{(\text{KOH})} = 56,11 \text{ g/mol}$$

$$m_{(\text{KOH})} = ?$$

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$4 = \frac{m}{56,11 \cdot 0,1}$$

$$m = 4 \cdot 5,611$$

$$\mathbf{m = 22,444 \text{ g}}$$

Pro vznik roztoku KOH o dané koncentraci a určeném objemu je potřeba navážít 22,444 g KOH.

Roztok chelatonu III o koncentraci 0,02 mol/l.

$$c = 0,02 \text{ mol/l}$$

$$V = 2 \text{ l}$$

$$M_{(\text{chelaton III})} = 372,24 \text{ g/mol}$$

$$m_{(\text{chelaton III})} = ?$$

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$0,02 = \frac{m}{372,24 \cdot 2}$$

$$m = 744,48 \cdot 0,02$$

$$m = 14,8896 \text{ g}$$

Pro přípravu roztoku chelatonu III o dané koncentraci a určeném objemu je potřeba navázat 14,8896 g chelatonu III.

Směs fluorexonu dle návodu z 0,95 g fluorexonu, 0,05 g fenolftaleinu a 100 g NaCl.

$$m(\text{NaCl}) = 10 \text{ g}$$

$$m(\text{fluorexon}) = ?$$

$$m(\text{fenolftalein}) = ?$$

$$100 \div 10 = 10$$

$$0,95 \div 10 = 0,095 \text{ g fluorexonu}$$

$$0,05 \div 10 = 0,005 \text{ g fenolftaleinu}$$

Pro ušetření chemikálií se všechny hodnoty použily v desetinném množství, než bylo původně určeno.

6.3.4 Naměřené hodnoty

Vzorek č. 1:

Polotučné trvanlivé mléko Benefit, UHT

Číslo měření	Spotřeba roztoku chelatonu III v ml (fluorexon)	Spotřeba roztoku chelatonu III v ml (murexid)
1	2,95	2,9

2	3	2,95
3	3	2,9
4	2,85	2,9
5	3	2,9
6	2,95	2,85
7	2,9	2,9
8	2,95	2,9
9	2,75	2,95
10	2,95	2,85

Vzorek č. 2: Rostlinné mléko Provamel Soya Calcium, UHT, 120mg Ca/100ml

Číslo měření	Spotřeba roztoku chelatonu III v ml (fluorexon)	Spotřeba roztoku chelatonu III v ml (murexid)
1	1,75	1,3
2	1,7	1,1
3	1,8	1,2
4	1,7	1,15
5	1,75	1,05
6	1,75	1,1
7	1,7	1,15

Vzorek č. 3: Bio kozí mléko, pasterované

Číslo měření	Spotřeba roztoku chelatonu III v ml (fluorexon)	Spotřeba roztoku chelatonu III v ml (murexid)
1	2,9	3,1
2	2,8	3,1
3	2,85	3,05
4	3	3,1
5	3	3
6	2,95	3,05
7	2,85	3

Vzorek č. 4: Čerstvé kravské mléko, tepelně neošetřeno

Číslo měření	Spotřeba roztoku chelatonu III v ml (fluorexon)	Spotřeba roztoku chelatonu III v ml (murexid)
1	2,9	2,7
2	2,9	2,8
3	2,95	2,75
4	3	2,75
5	3	2,8

6	2,95	2,75
7	3	2,8

Vzorek č. 5: Mateřské mléko, tepelně neošetřeno

Číslo měření	Spotřeba roztoku chelatonu III v ml (fluorexon)	Spotřeba roztoku chelatonu III v ml (murexid)
1	0,75	0,75
2	0,65	0,8
3	0,65	0,7
4	0,7	0,7
5	0,65	0,7
6	0,65	0,75
7	0,7	0,75

6.3.5 Výpočty

$$Ca = \frac{0,8 \cdot c \cdot 100}{a}$$

Ca = hmotnost vápníku v mg v 100 g vzorku

c = spotřeba roztoku chelatonu III v ml po odečtu slepé zkoušky

a = navážka v g v odpipetovaném podílu

Vzorek č. 1

Průměrná hodnota výsledků (fluorexon) = 2,93 ml

Průměrná hodnota výsledků (murexid) = 2,9 ml

$$Ca = \frac{0,8 \cdot c \cdot 100}{a}$$

c (fluorexon) = 2,93 ml

a = 2 g

Ca = 117,2 mg

c (murexid) = 2,9 ml

Ca = 116 mg

Vzorek č. 2

Průměrná hodnota výsledků (fluorexon) = 1,736 ml

Průměrná hodnota výsledků (murexid) = 1,15 ml

$$Ca = \frac{0,8 \cdot c \cdot 100}{a}$$

c (fluorexon) = 1,736 ml

a = 2 g

Ca = 69,44 mg

c (murexid) = 1,15 ml

Ca = 46 mg

Vzorek č. 3

Průměrná hodnota výsledků (fluorexon) = 2,907 ml

Průměrná hodnota výsledků (murexid) = 3,057 ml

$$Ca = \frac{0,8 \cdot c \cdot 100}{a}$$

c (fluorexon) = 2,907 ml

a = 2 g

Ca = 116,28 mg

c (murexid) = 3,057 ml

Ca = 122,28 mg

Vzorek č. 4

Průměrná hodnota výsledků (fluorexon) = 2,957 ml

Průměrná hodnota výsledků (murexid) = 2,764 ml

$$Ca = \frac{0,8 \cdot c \cdot 100}{a}$$

c (fluorexon) = 2,957 ml

a = 2 g

Ca = 118,28 mg

c (murexid) = 2,764 ml

Ca = 110,56 mg

Vzorek č. 5

Průměrná hodnota výsledků (fluorexon) = 0,679 ml

Průměrná hodnota výsledků (murexid) = 0,736 ml

$$Ca = \frac{0,8 \cdot c \cdot 100}{a}$$

c (fluorexon) = 0,679 ml

a = 2 g

Ca = 27,16 mg

c (murexid) = 0,736 ml

Ca = 29,44 mg

6.3.6 Výsledky a závěr

Vzorek	Množství Ca (fluor.)	Množství Ca (mur.)	Průměrný obsah Ca
1. Polotučné kravské	117,2 mg	116 mg	116,6 mg
2. Sójové mléko	69,44 mg	46 mg	57,72 mg
3. Kozí mléko	116,28 mg	122,28 mg	119,28 mg
4. Čerstvé kravské	118,28 mg	110,56 mg	114,42 mg
5. Mateřské mléko	27,16 mg	29,44 mg	28,3 mg

Zkoumáním obsahu vápníku v různých druzích mléka jsem chtěla dokázat jedinečnost každého druhu. Mým cílem bylo zjistit hodnoty vápníku a porovnat mléka dle obsaženého množství minerální látky. Jedinečnost každé várky nadojeného mléka je vidět na naměřených hodnotách kravského mléka, kde jsem zkoumala mléko z krabice a čerstvé. Oboje od stejného živočišného druhu, obsah vápníku různý. Hodnoty vápníku se dají najít v literatuře i na internetu, což mi umožnilo porovnat správnost měření. Kozí mléko obsahuje okolo 150 mg vápníku na 100 ml, mateřské zhruba 35 mg vápníku ve stejném množství mléka.

Při průměrné hodnotě výsledků vzorku s použitím obou činidel se jasným vítězem podle obsahu vápníku stalo mléko kozí. Nejméně dle předpokladu má mléko mateřské. Zajímavý je výsledek u mléka sójového, kde výrobce na obalu slibuje hodnotu vápníku více než dvakrát vyšší než hodnota, kterou jsem naměřila. Obsah vápníku u kravského mléka tepelně ošetřeného a čerstvého bez úpravy je zhruba stejný. Mléko bylo ale od různých samic, které žijí v odlišných podmínkách a jsou krmeny odlišnou potravou. Nelze proto dělat závěr o negativním působení teploty na složení mléka.

Mimo výsledku u vzorku rostlinného mléka se všechny hodnoty obsahu vápníku blíží k hodnotám uvedeným na obalu nebo uveřejněným v odborných publikacích. Jsem si proto jistá, že z mé strany nedošlo k chybě při zkoumání sójového mléka.

6.4 Spalování mléka a manganometrie

Druhý postup byl časově příliš náročný a nebylo možno jej provádět se všemi druhy mléka. Proto jsem zpopelnila pouze mléko polotučné kravské, ošetřené UHT. Samotnému postupu předcházelo zmíněné spalování mléka na popel. Pro větší jistotu jsem spalovala 3 různé navážky mléka.

	Vzorek A	Vzorek B	Vzorek C
Navážka mléka v g	12,5	2,5	3,1

6.4.1 Pracovní postup

- všechny vzorky jsem po navázení dala sušit do vakuové sušárny při teplotách mezi 60–90 °C po dobu asi 100 minut, poté se v sušárně při teplotě 105 °C po dobu asi 5 hodin, následovalo ohřátí na 350 °C v peci po 3 hodiny, dalších 6 hodin v peci při teplotě 500 °C a chladnutí v exsikátoru
- všechny vzorky jsem rozpustila ve vypočítaném množství 25% kyseliny chlorovodíkové (HCl), převedla do odměrné baňky a doplnila do 100 ml vodou
- z každého vzorku jsme odpipetovala určený objem a zředila vodou na 100 ml
- vzorky jsem obarvila metyloranží (MO) a neutralizovala amoniakem do barevné změny, kterou jsem si pro porovnání vyzkoušela na destilované vodě obarvené MO, z růžové barvy vznikla žlutá
- dále jsem přidala potřebné množství octanu amonného o koncentraci 1 mol/l a metanolu
- zahřála jsem k varu a srážela nasyceným roztokem šťavelanu amonného do vzniku sraženiny
- vzorky jsem nechala do druhého dne stát v digestoři
- další den jsem vzorky odfiltrovala a promývala horkou vodou s několika kapkami amoniaku až do zmizení reakce na chloridy ve filtrátu, reakci na chloridy jsem zkoušela kapkou dusičnanu stříbrného (AgNO_3) do filtrátu, v přítomnosti chloridů se tvoří bílá sraženina
- sraženinu na filtračním papíře i s papírem jsem rozpustila ve 25 % kyselině sírové (H_2SO_4) a ve vodní lázni nechala ohřívát na 80 °C

- ještě za tepla jsem titrovala roztokem manganistanu draselného (KMnO₄) do doby, kdy přestalo mizet fialovočervené zbarvení, spotřebované množství KMnO₄ jsem si zapsala

6.4.2 Pomůcky a chemikálie

Kádinky, odměrné baňky, pipety, automatická byreta, balónek, stříčka, nálevka, analytické váhy, lžička, titrační baňka, odměrný válec, lodička, filtrační papír, stojan, držák na zkumavky, železný kruh, varná deska, vodní lázeň, skleněná tyčinka, teploměr, sušárna s nastavitelnou teplotou, vakuová sušárna, exsikátor, destilovaná voda, vzorky mléka, kyselina chlorovodíková (HCl), octan amonný (CH₃COONH₄), methanol (CH₃OH), kyselina sírová (H₂SO₄), hydroxid amonný (NH₄OH), dusičnan stříbrný (AgNO₃), methylovaný, manganistan draselný (KMnO₄), šťavelan amonný ((NH₄)₂C₂O₄).

6.4.3 Výpočty k přípravě chemikálií

Octan amonný

$$c = 1 \text{ mol/l}$$

$$V = 0,02 \text{ l}$$

$$M = 77,086$$

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$1 = \frac{m}{77,086 \cdot 0,02}$$

$$m = 1,54172 \cdot 1$$

$$m \cong 1,54 \text{ g}$$

Pro přípravu roztoku octanu amonného o dané koncentraci je potřeba navážít 1,54g octanu amonného.

Výpočet množství chemikálií pro různé navážky

	návod	vzorek A	vzorek B	vzorek C
	25 g	12,5 g	2,5 g	3,1 g

HCl	10 ml	5 ml	1 ml	$\cong 1,25$ ml
CH ₃ COONH ₄	25 ml	12,5 ml	2,5 ml	3,1 ml
CH ₃ OH	10 ml	5 ml	1 ml	$\cong 1,25$ ml
H ₂ SO ₄	80 ml	40 ml	8 ml	$\cong 10$ ml

6.4.4 Naměřené hodnoty a výpočet výsledků

	vzorek A	vzorek B	vzorek C
spotřeba KMnO ₄	3,3 ml	1,4 ml	2 ml

$$Ca = \frac{2,004 \cdot b \cdot 100}{a}$$

b = spotřeba roztoku manganistanu draselného v ml

a = navážka v odpipetovaném podílu v g

vzorek A

$$Ca = \frac{2,004 \cdot b \cdot 100}{a}$$

b = 3,3 ml

a = 6,25 g

Obsah vápníku na 100 g vzorku mléka je 105,8112 mg.

vzorek B

$$Ca = \frac{2,004 \cdot b \cdot 100}{a}$$

b = 1,4 ml

a = 2,5 g

Obsah vápníku na 100 g vzorku mléka je 112,224 mg.

vzorek C

$$Ca = \frac{2,004 \cdot b \cdot 100}{a}$$

$$b = 2 \text{ ml}$$

$$a = 3,1 \text{ g}$$

Obsah vápníku na 100 g vzorku mléka je 129,29 mg.

6.4.5 Závěr

Průměrná hodnota výsledků všech tří zkoumaných vzorků je přibližně 115,775 mg vápníku na 100 g mléka. Tato hodnota se blíží k uváděnému množství 120 mg vápníku na 100 g mléka na obalech polotučného tepelně ošetřeného mléka. Ke ztrátám mohlo dojít z důvodu mé nezkušenosti s tímto postupem, čistoty chemikálií či z dalších důvodů. Naměřená hodnota stejného mléka u komplexometrické titrace byla v průměru 116,6 mg vápníku na 100 ml mléka. Hodnoty obou postupů jsou velmi podobné. Tím jsem dokázala správné provedení postupů a naměření hodnot.

Shrnutí

Mléko a mléčné výrobky patří do života člověka od dávné historie a své místo ve výživě jistě neztratí. Proto je dobré vědět, co vlastně konzumujeme a jaké složení potravina má. Každý kousek podílející se na celku je důležitý a lze ho s potřebným úsilím najít a dokázat. Lidé konzumují mléčné výrobky z mnoha důvodů. Jedním z hlavních je všeobecně známý fakt, že jsou dobrým zdrojem vápníku. Každý druh mléka je jiný a jiné je i množství minerálních látek.

Při tvorbě této bakalářské práce jsem si chtěla vyzkoušet převedení teorie do praxe a dokázat zveřejněná fakta. Postupným vnořením do tématu se začaly objevovat nové a nové odbočky, které by stály za průzkum. Mě však od začátku nejvíce zajímala rozdílnost množství vápníku v různých druzích mléka. Protože nejvíce lidí včetně mě konzumuje kravské mléko a výrobky z něj, zaměřila jsem se v teoretické části na tento druh. V praktické části jsem přidala ještě další mléka, která může člověk běžně sehnat a mléko mateřské, které by mělo tvořit výživu novorozence. Přestože se hodnoty vápníku dají snadno vyhledat, není už tak snadné najít postup realizovatelný pro dané podmínky a časová omezení. Ze dvou možných pokusů byl jeden dobře proveditelný a poměrně rychlý, díky čemuž jsem mohla měření provádět důkladně a opakovaně. Výsledky byly nad očekávání velmi blízké normovaným hodnotám.

Lidé, kteří nekonzumují mléko ani výrobky z něj mají mnoho důvodů. Mohou být založeny na soucitu se zvířetem, nechutenství k tekutině z cizího těla, nebo na vědeckých studiích. Každá věc má rub i líc, mléko není výjimkou. Existuje mnoho studií, které uvádějí, proč bychom mléko neměli konzumovat. Daný problém by však zabral samostatnou práci. Tato práce je zaměřena na přínos mléka a vápníku pro člověka a cestu, jak si veřejně známá fakta dokázat.

Seznam literatury

- HÁLKOVÁ, Jana, Marie RUMÍŠKOVÁ a Jana RIEGLOVÁ. *Analýza potravin: laboratorní cvičení*. 1. vyd. Újezd u Brna: Ivan Straka, 2000, 109, xxxix s., příloha - tabulky. ISBN 8090277543.
- HÁLKOVÁ, Jana, Marie RUMÍŠKOVÁ a Jana RIEGLOVÁ. *Analýza potravin*. 2. vyd. Újezd u Brna: I. Straka, 2001, ii, 94, iv s. ISBN 80-86494-02-0.
- ROEDIGER-STREUBEL, Stefanie. *Minerální látky a stopové prvky*. Vyd. 1. Praha: Ivo Železný, 1997, 158 s. Knížky dostupné každému. ISBN 80-237-3490-3.
- KVASNIČKOVÁ, Alexandra. *Minerální látky a stopové prvky: esenciální minerální prvky ve výživě*. 1. vyd. Praha: ÚZPI-Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998, 127 s. ISBN 80-851-2094-1.
- ANDĚL, Michal. *Mléko a mléčné výrobky ve výživě*. 1. vyd. Praha: Potravinářská komora České republiky, 2010, 34 s. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 978-80-254-9012-9.
- DRAGOUNOVÁ, Hedvika. *Hodnocení jakosti mléka a mlékárenských výrobků: návody pro praktická cvičení*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, 2003, 57 s. ISBN 80-86642-24-0.
- CVAK, Zdeněk, Ludmila PETERKOVÁ a Eva ČERNÁ. *Chemické a fyzikálně-chemické metody v kontrole jakosti mléka a mlékárenských výrobků*. 1. vyd. Praha: Milkom, 1992, 221 s. Technická publikace. ISBN 80-85120-36-4.
- BUŇKA, František. *Mlékárenská technologie I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013, 258 s. ISBN 978-80-7454-254-1.
- KOPÁČEK, Jiří. *Mléko a mléčné výrobky: jak poznáme kvalitu?*. 1. vyd. Praha: Potravinářská komora ČR, 2014, 31 s. Jak poznáme kvalitu? ISBN 978-80-88019-02-2.
- ŠÍPALOVÁ, Markéta. *Změny jakostních parametrů mléka a mléčných výrobků: Quality changes of milk and dairy products : teze disertační práce*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012, 47 s. ISBN 978-80-7454-222-0.

HOUŠKA, Milan. *Mléko, mléčné výrobky a polotovary*. 1. vyd. Praha: Středisko technických informací potravinářského průmyslu Výzkumného ústavu potravinářského průmyslu, 1991, 198 s. Vybraná inženýrská data pro potravinářský průmysl. ISBN 80-85120-08-9.

Nové poznatky v technologii výroby a zpracování mléka: Current problems in production and technology of milk : sborník tezí přednášek z mezinárodní konference. Vyd. 1. České Budějovice: Scientific Pedagogical Publishing, 1996, 178 s. ISBN 80-85645-23-8.

DORT, Jiří. *Metabolismus vápníku, fosforu a vitamínu D a vývoj kostí nedonošených dětí*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2008, 103 s. ISBN 978-80-7394-109-3.

celostní medicína.cz. www.celostnimediceina.cz. [online]. 2004 [cit. 2015-06-01]. Dostupné z: <http://www.celostnimediceina.cz/vapnik.htm>

Zpracování mléka. [online]. 2013 [cit. 2015-06-01]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1690

Potřeba a zdroje vápníku. Laktea, o.p.s.. [online]. 2014-2015 [cit. 2015-06-20]. Dostupné z: <http://www.laktea.cz/index.php?page=zdrava-vyziva&article=potreba-a-zdroje-vapnikux>

Zpracování mléka. [online]. 2013 [cit. 2015-06-01]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1684

Složení mateřského mléka. www.kojeni.net. [online]. 2006-2014 [cit. 2015-06-23]. Dostupné z: http://www.kojeni.net/pruvodce-kojici-zeny-3/16-Slozeni_materskeho_mleka.html

Murexide. *Wikipedia*. [online]. 2015 [cit. 2015-06-23]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Murexide>

Fluorexon. Sigma-Aldrich. [online]. 2015 [cit. 2015-06-23]. Dostupné z: <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/119857?lang=en®ion=CZ>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vliv parathormonu na kalciumfosfátový cyklus	18
Obrázek 2: Regulace vápníku v organismu	19
Obrázek 3: Schéma postupu při tepelném ošetření mléka.....	21
Obrázek 4: Schéma výroby některých mléčných produktů.....	25
Obrázek 5: Některé mléčné výrobky a obsah vápníku	26
Obrázek 6: Porovnání barvy mléka mateřského (vlevo) a kravského.....	31
Obrázek 7: Strukturní vzorec fluorexonu	32
Obrázek 8: Strukturní vzorec murexidu	32