

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra kvality zemědělských produktů**



**Mateřské mléko a jeho náhražky**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Marie Pettíková**

**Vedoucí práce: Ing. Veronika Legarová, PhD.**

© 2015 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Mateřské mléko a jeho náhražky" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Veronice Legarové PhD. za odborné vedení, ochotu a věcné připomínky, které mi poskytla při zpracování diplomové práce. Také bych ráda poděkovala Ing. Miroslavě Potůčkové za konzultace k metodickému zpracování práce a za praktické rady k experimentální části práce.

Dále bych velice ráda poděkovala MUDr. Ivě Burianové z Fakultní Thomayerovy nemocnice v Praze za konzultace a asistenci při analýze mateřského mléka na přístroji MIRIS. Poděkování patří také MUDr. Marcele Černé, vedoucí lékařce pražské mléčné banky v ÚPMD, za návštěvu laboratoře.

Rovněž bych ráda poděkovala všem maminkám, paní Vlastě Kovářové a panu Ing. Jiřímu Tetzeliemu za poskytnutí vzorků mléka pro analýzu.

Poděkování patří také mé rodině za podporu během celého studia.

# Mateřské mléko a mléčné náhražky

## Souhrn

Diplomová práce je rozdělena na literární přehled a vlastní experiment, obojí zabývající se složením mateřského mléka, umělých mléčných náhražek a alternativních druhů mléka v podobě kobyliho, oslího a kozího mléka.

Úvod literární rešerše je věnován jednotlivým složkám mateřského mléka. Kromě druhových rozdílů mlék jsou také typické odlišnosti ve složení mléka v průběhu laktace. Složení mléka se výrazně liší mezi jednotlivými ženami. Některé makronutrienty a mikronutrienty mohou být ovlivněny stravou matky. Obsah vitaminů v mateřském mléce je významně ovlivněn jejich příjmem ve stravě. Tuk je velice proměnlivou složkou ve výživě matky. Jeho obsah se může lišit v souladu s denní dobou či požitou potravou. Důkazy o vlivu stravy na obsah bílkovin v mateřském mléce jsou však v rozporu. Strava matky nemá vliv na koncentraci laktózy v mateřském mléce. Stále více dětí je alergických na bílkovinu kravského mléka. Proto alternativní druhy mléka v podobě oslího či kobyliho mléka by mohly být pro dítě vhodnější díky nižší alergicitě. Závěr literární rešerše je věnován metodám získávání mateřského mléka. Kojení je přirozenou výživou v prvním půlroce života kojence. Vzhledem k stále většímu uznání výhod kojení pro dítě roste zvýšená obliba matek své dítě kojit. Přesto však existuje mnoho případů, kdy matky kojit nemohou. V takových případech lze použít umělou mléčnou výživu na bázi kravského či kozího mléka nebo získat ošetřené mléko z Banky mateřského mléka.

V experimentální části práce byl sledován obsah základních složek mateřského mléka v souvislosti s dobou laktace a podobností alternativních druhů mléka. Byly zjištěny průměrné hodnoty obsahu bílkovin, sacharidů, tuku, energetické hodnoty a sušiny. Z měření vyplývá podobnost v obsahu sacharidů mateřského a kobyliho mléka. U ostatních složek mateřského mléka a alternativních druhů mléka byly statisticky průkazné rozdíly. Obsah složek v mateřském mléce a umělých mléčných náhražkách nebyl statisticky významný kromě obsahu sacharidů. Obsah laktózy v mateřském mléce byl vyšší v porovnání s běžně dostupnými umělými náhražkami. Nižší obsah laktózy v umělých mléčných výživách může být způsoben přidávkem dalších cukrů v podobě maltózy, dextrinů nebo škrobu. Pro pokus byla také použita umělá mléčná výživa a sušené varianty kobyliho a oslího mléka. U porovnávaných sušených variant byly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly.

**Klíčová slova:** nutriční složení, umělá kojenecká výživa, kobydí mléko, oslí mléko, kojeneček

# **Breast milk and it's substitutes**

## **Summary**

The diploma thesis is divided into literary review and experiment. Both dealing with composition of breast milk, milk formulas and alternative type of milk in form of mare's, donke's and goat's milk.

The first section of the literary review was focused on individual components of human milk. Apart from species differences milks are also typical differences in the composition of milk during lactation. The composition of milk varies significantly between individual women. Some of macronutrients and micronutrients can be affected by the mother's diet. The content of vitamins in breast milk is significantly affected by their dietary intake. Fat is very variable component of maternal nutrition. Its content may be different in accordance with the time of day or ingested food. Evidence on the influence of diet on protein content in breast milk is inconsistent. A mother's diet has no effect on concentration of lactose in milk. Increasing number of children are allergic to cow's milk protein. Alternative types of milk in the form of a donkey and mare are more suitable for child due to the lower allergenic. Conclusion literary research is devoted to methods of obtaining milk. Breastfeeding is the natural diet in the first six months of life, infants. Given the increasing recognition of the benefits of breastfeeding for baby growing the increased popularity of mother's breastfeeding a baby. However, there are many cases where mother's can't breastfeed. In such cases, can be used artificial milk formulas based on cow's or goat's milk or obtain treated milk from the breast milk banks.

The experiment investigated content of basic components of breast milk in the context of the period of lactation and similarities of alternative milks. Were taken average content of protein, carbohydrates, fat, energy and dry matter. The measurements show a similarity in the carbohydrate content of breast and mare's milk. For other components of the breast milk and alternative milks were statistically significant differences. The content of the components in breast milk and milk formulas replacers were not statistically significant except carbohydrate content. The content of lactose in breast milk was higher in comparison with commercially available milk formulas. Lower lactose content in milk formulas may be caused by the addition of other sugars as maltose, dextrin or starch. For the experiment was also used a milk formulas and dried variants mare and donkey milk. For dried variants were observed also statistically significant differences.

**Keywords:** nutritional composition, artificial formulas, mare's milk, donkey's milk, infant

# Obsah

Úvod.....	11
Literární rešerše .....	13
3.1 Mateřské mléko .....	13
3.1.1 Druhy mateřského mléka.....	13
3.1.2 Kolostrum .....	13
3.1.3 Přejídné mléko .....	14
3.1.4 Zralé mléko.....	14
3.2 Složení mateřského mléka.....	14
3.2.1 Voda .....	15
3.2.2 Energetická hodnota .....	16
3.2.3 Sacharidy .....	16
3.2.4 Tuk.....	17
3.2.5 Bílkoviny .....	18
3.2.6 Vitaminy .....	19
3.2.7 Minerální látky a stopové prvky .....	23
3.3 Metody získávání mateřského mléka .....	25
3.3.1 Kojení .....	25
3.3.2 Banka mateřského mléka.....	29
3.3.3 Náhražky mateřského mléka .....	30
3.3.4 Legislativní požadavky na sušené mléčné výrobky .....	31
3.4 Přídavky do kojenecké výživy .....	35
3.4.1 Prebiotika.....	35
3.4.2 Probiotika .....	36
3.4.3 Vícesytné mastné kyseliny .....	37
3.4.4 Nukleotidy .....	37
3.5 Speciální mléka .....	38
3.5.1 Mléka se sníženým obsahem mléčného cukru .....	38
3.5.2 Antirefluxní mléka.....	38
3.5.3 Mléka pro nedonošené děti a děti s nízkou porodní hmotností .....	39
3.5.4 Sojová „mléka“ .....	39
3.5.5 Hypoantigenní a hypoalergenní mléka .....	39
3.6 Obměny mateřského mléka ve výživě dětí .....	40
3.6.1 Kobydí mléko .....	41
3.6.2 Kozí mléko .....	41
3.6.3 Oslí mléko .....	42
3.6.4 Mléko prasnice .....	42
3.6.5 Velbloudí mléko .....	43



3.7 Zdravotní problémy spojené s konzumací mléka.....	43
3.7.1 Laktózová intolerance .....	44
3.7.2 Alergie na bílkovinu kravského mléka.....	44
4 Materiál a metodika .....	46
4.1 Odběr biologických vzorků.....	46
4.1.1 Odběr vzorků mateřského mléka.....	46
4.1.2 Odběr vzorku kobyliho mléka .....	46
4.1.3 Odběr vzorku kozího mléka .....	46
4.1.3 Odběr vzorku oslího mléka .....	46
4.1.4 Počáteční mléčná výživa .....	47
4.2 Použité chemikálie a materiál .....	47
4.2.1 Přístroje a další vybavení.....	47
4.3 Příprava vzorků pro analýzu .....	48
4.4 Stanovení obsahu základních složek mateřského mléka pomocí přístroje MIRIS HMA .....	48
4.5 Stanovení složek mléka pomocí přístroje MilkoScan FT 120 .....	50
4.6 Stanovení bílkovin pomocí přístroje Kjehltec (ČSN 46 1011-18).....	51
4.6.1 Stanovení kaseinu (ČSN ISO 17997-2).....	51
4.6.2 Stanovení čistých bílkovin (ČSN ISO 8968-5) .....	52
4.6.3 Stanovení hrubých bílkovin (ČSN ISO 8968-3) .....	52
4.7 Stanovení frakcí sacharidů pomocí metody HPLC.....	53
4.8 Stanovení obsahu tuku acidobutyrometrickou metodou podle Gerbera (ČSN 57 0530) .....	55
4.9 Stanovení sušiny (ČSN 57 0530) .....	55
5 Statistické vyhodnocení výsledků.....	57
5. 1 Tuk mateřského mléka vs. tuk alternativních druhů mléka .....	57
5.1.1 Závislost obsahu tuku mateřského mléka na době laktace.....	57
5. 2 Bílkoviny mateřského mléka vs. bílkoviny alternativních druhů mléka.....	59
5.2.1 Závislost obsahu hrubých bílkovin mateřského mléka na době laktace.....	59
5.2.2 Závislost obsahu čistých bílkovin mateřského mléka na době laktace .....	61
5.2.2.1 Podobnost v obsahu hrubých bílkovin alternativních druhů mléka a mateřského mléka .....	62
5.2.3 Závislost obsahu kaseinu mateřského mléka na době laktace.....	63
5. 3 Sacharidy mateřského mléka vs. sacharidy alternativních druhů mléka.....	66
5.3.1 Závislost obsahu laktózy na době laktace .....	66
5.3.2 Podobnost v obsahu laktózy alternativních druhů mléka a mateřského mléka .....	67
5.3.3 Závislost obsahu glukózy na době laktace .....	68
5.3.4 Podobnost v obsahu glukózy alternativních druhů mléka a mateřského mléka .....	69
5.3.5 Závislost obsahu galaktózy na době laktace.....	70

5.3.6 Podobnost v obsahu galaktózy alternativních druhů mléka a mateřského mléka .....	71
5. 4 Mateřské mléko vs. umělé mléčné náhražky .....	72
5.4.1 Laktóza .....	72
5.4.2 Bílkoviny .....	73
5.4.3 Tuky.....	74
5.4.4 Energetická hodnota .....	75
5. 5 Umělé mléčné náhražky vs. alternativní druhy mléka (sušené varianty).....	76
5.5.1 Bílkoviny .....	76
5.5.2 Laktóza .....	77
5.5.3 Tuk.....	78
6 Diskuze .....	79
6.1 Bílkoviny.....	79
6.2 Sacharidy.....	79
6.3 Tuk .....	80
6.4 Mateřské mléko vs. umělé mléčné náhražky .....	80
6.4.1 Bílkoviny .....	80
6.4.2 Laktóza .....	80
6.4.3 Tuky.....	81
6.4.4 Energetická hodnota .....	81
6.5 Umělé mléčné náhražky vs. alternativní druhy mléka .....	81
7 Závěr .....	82
8 Seznam literárních zdrojů .....	83
9 Přílohy.....	97

## Úvod

Mateřské mléko je považováno za velmi komplexní tekutinu a nejlepší zdroj výživy pro kojence. WHO a UNICEF označují kojení za nepřekonatelný způsob jak zajistit ideální potravinu pro zdravý růst a vývoj dětí, který má jedinečné biologické a emocionální vlastnosti na zdraví dítěte i matky. WHO a UNICEF doporučují výlučné kojení po dobu 6 měsíců a následně v kojení pokračovat s postupnými příkrmy až do 2 let věku dítěte. Právo dítěte na kojení lze nalézt v Úmluvě o právech dítěte (104/1991 Sb.). Laktace je rozdělena do tří fází: kolostrum, mléko přechodné a mléko zralé. Složení mateřského mléka se významně liší v jednotlivých fázích laktace. Složení mléka může být také ovlivněno rasou, náboženstvím či stravovacími návyky. I přes technologický pokrok ve vývoji umělé kojenecké výživy je velice pravděpodobné, že se nepodaří vytvořit dokonalou náhradu za mateřské mléko, zejména z důvodu měnícího se složení mateřského mléka dle aktuálních potřeb dítěte a doby laktace.

## **Hypotéza a cíl práce**

Cílem diplomové práce je v teoretické části zpracování literární rešerše zaměřené na mateřské mléko a jeho náhražky ve vztahu k výživovým potřebám kojence. Cílem praktické části práce je porovnat složení mateřského mléka náhodně vybraných matek se složením běžně dostupné umělé výživy pro kojence a dalších možných alternativ v podobě kobyliho či oslího mléka.

### **Diplomová práce ověřuje následující hypotézu:**

- 1) Složení mateřského mléka je významně vhodnější pro výživu kojence než umělá mléčná výživa.
- 2) Lze předpokládat určitou souvislost mezi složením mateřského mléka a zkoumaných potencionálních alternativ.
- 3) Lze předpokládat určitou souvislost mezi složením běžně dostupných náhražek mateřského mléka a zkoumaných potencionálních alternativ.

## **Literární rešerše**

### **3.1 Mateřské mléko**

Je známo, že mateřské mléko je nejlepší výživou pro novorozence podporující jeho optimální růst. Mateřské mléko poskytuje kojenci důležité látky, živiny, biologicky aktivní a imunologické složky. Mléčná žláza se začíná vyvíjet přibližně v 6. týdnu těhotenství a její vývoj pokračuje až do porodu. Mateřské mléko je tvořeno ve žláзовých buňkách mléčné žlázy, které jsou uspořádány do váčkovitých útvarů. Vytvořené mléko přechází do vývodů, kde se v rozšířené části v oblasti dvorce prsu hromadí. Řízení tvorby a množství vyprodukovaného mléka závisí na dvou hormonech – oxytocinu a prolaktinu, které jsou vylučovány podvěskem mozkovým. Oxytocin má vliv na uvolňování vytvořeného mléka a aktivuje se sáním dítěte nebo pouhou myšlenkou matky na dítě. Prolaktin je tvořen v menším množství na konci těhotenství a působí na tvorbu nezralého mléka, tzv. mleziva. Nejčastějším podnětem pro vyloučení prolaktinu do krve je opět sání dítěte. Prolaktin hraje důležitou roli v prvních 30 minutách po porodu, kdy by měl být novorozenec přiložen k prsu matky, aby došlo k spuštění mléka (Strožický a Pizingerová, 2006; Brázdová *et al.*, 2007).

#### **3.1.1 Druhy mateřského mléka**

Kromě druhových rozdílů mlék existují také typické odlišnosti ve složení a vlastnostech mléka v průběhu laktace (Gajdůšek, 2003).

#### **3.1.2 Kolostrum**

První fáze mléka, která se vytváří v průběhu těhotenství a těsně po porodu se nazývá kolostrum neboli mlezivo. Kolostrum se tvoří do 4 dní po porodu. Je sytě žluté barvy a bohaté na bílkoviny, protilátky, vitaminy a minerální látky (Anonym 1, 2014).

### **3.1.3 Přejchodné mléko**

Přejchodné mléko je světle bílé barvy a obsahuje vysoké množství tuku, bílkovin a laktózy. Je bohaté na vitamíny a má vysokou energetickou hodnotu. Mnoho matek pozoruje změny v množství a konzistenci mléka přibližně 2 až 3 dny po porodu (Anonym 1, 2014).

### **3.1.4 Zralé mléko**

Přibližně 10 až 15 dní po porodu začíná tvorba zralého mateřského mléka. Zralé mléko je složeno převážně z vody. Na začátku kojení tzv. přední mléko je namodralé barvy, ke konci kojení tzv. zadní mléko zbledá v reakci se zvyšujícím se obsahem tuku v mléce (Anonym 1, 2014).

## **3.2 Složení mateřského mléka**

Mateřské mléko je druhově specifické kompletní krmivo pro novorozence. Složení mateřského mléka se mění v průběhu laktačního období, záleží však také na jednotlivci. Objem vyprodukovaného mateřského mléka úzce souvisí s hmotností kojence. Mateřské mléko se výrazně liší od složení kravského mléka z hlediska makronutrientů jako jsou sacharidy, lipidy a bílkoviny, tak i stopových prvků. Odlišnosti jsou v různých typech mastných kyselin a faktorech ovlivňujících jejich absorpci. Přítomné proteiny se liší v kvalitativním a kvantitativním obsahu dusíku. V mateřském mléce je obsaženo vyšší množství laktózy než v mléce kravském. Frakce oligosacharidů jsou také velmi odlišná. Vliv na koncentraci tuků a energetický obsah mateřského mléka, stejně jako složení mastných kyselin, tak imunologické vlastnosti úzce souvisí se stavem výživy matky na rozdíl od obsahu bílkovin. Koncentrace laktózy není nijak výrazně ovlivněna stravou. Existují důkazy, že koncentrace vitaminů v mateřském mléce jsou ovlivněny příjmem vitaminů matky. Minerály jsou méně variabilní, s výjimkou selenu. Složení mateřského mléka se zřetelně liší v čase a mezi jednotlivými ženami (Emmet a Rogers, 1997). V Tabulce 1 je uveden přehled hlavních složek mateřského mléka.

**Tabulka 1: Přehled hlavních složek mateřského mléka v porovnání s kravským mlékem**

<b>Živina</b>	<b>MM kolostrum</b>	<b>MM přechodné</b>	<b>MM zralé</b>	<b>Kravské mléko neupravené</b>	<b>Umělá mléčná výživa</b>
Voda (g)	88,2	87,4	87,1	87,8	87,9
Bílkoviny (g)	2	1,5	1,3	3,2	1,4
Tuky (g)	2,6	3,7	4,1	3,9	3,6
Energetická hodnota (kcal)	56	67	69	66	64
Celkový dusík (g)	0,31	0,23	0,2	0,5	0,22
Nasycené mastné kyseliny (g)	1,1	1,5	1,8	2,4	1,4
Mononenasycené mastné kyseliny (g)	1,1	1,5	1,6	1,1	1,3
Vícesytné mastné kyseliny (g)	0,3	0,5	0,5	0,1	0,6
Cholesterol (mg)	31	24	16	14	6
Sacharidy (g)	6,6	6,9	7,2	4,8	7,1

(Emmet a Rogers, 1997)

### **3.2.1 Voda**

Voda je nezbytnou živinou pro existenci lidského organismu. Potřeba a množství vody je ovlivněno mnoha faktory. Ke ztrátě vody dochází dechem, potem, močí či stolicí. Obsah vody v těle klesá s věkem, ale množství látek v ní rozpuštěných s věkem stoupá. U novorozence představuje voda cca 70 % tělesné hmotnosti, po prvním roce života obsah vody klesá na 60 %. Potřeba vody u kojence se pohybuje v rozmezí od 140 do 160 ml na kilogram tělesné hmotnosti, u adolescenta od 40 do 50 ml na kilogram tělesné hmotnosti. Potřeba vody s věkem stoupá. U kojence se pohybuje denní příjem okolo 500 – 1000 ml, u adolescenta od 2200 do 2700 ml. Kojenec přijme podstatnou část vody v podobě stravy (Stožický a Pizingerová, 2006).

### 3.2.2 Energetická hodnota

Energetická hodnota mateřského mléka je značně rozdílná, zejména v důsledku rozdílného obsahu tuku (McClelland *et al.*, 1978). Strožický a Pizingerová (2006) uvádí, že celková energetická potřeba u kojence se pohybuje mezi 2600 – 3600 kJ za den. Potravinové tabulky ve Velké Británii uvádí energetickou hodnotu mateřského mléka okolo 69 kcal (289 kJ) / 100 ml mléka (McClelland *et al.*, 1978). U plně kojeného dítěte se podílejí tuky na krytí celkové energetické potřeby z více jak 50 %. Pro porovnání, u adolescenta by celková energetická potřeba tuků neměla překročit 30 %. Podíl bílkovin hradí 14 % a sacharidů cca 31 % denní energetické potřeby novorozence (Strožický a Pizingerová, 2006).

### 3.2.3 Sacharidy

Laktóza je hlavní disacharid mateřského mléka. Jedná se o základní živinu lidské stravy, která má specifické funkce v mateřském mléce. Laktóza v mateřském mléce napomáhá vstřebávání vápníku, udržuje aciditu ve střevech a pomáhá určit charakter bakteriální flóry vyskytující se ve střevech. V mateřském mléce je laktóza obsažena ve vyšší koncentraci než v mléce kravském. Náhradní kojenecká výživa je upravována tak, aby koncentrace sacharidů měla podobnou koncentraci s mateřským mlékem. Dosahuje se tak spíše pomocí glukózových polymerů než laktózy (Emmet a Rogers, 1997). Koncentrace laktózy v mateřském mléce není citlivá na změny ve stravování kojící matky. V mlezivu odebraném 4 dny po porodu se nachází cca 2,1 g/100 ml oligosacharidů. Ve zralém mléce odebraném 120 dní po porodu je obsaženo cca 1,3 g/100 ml oligosacharidů (Coppa *et al.*, 1993).

Dalších 1,2 % z celkových sacharidů v kolostru jsou monosacharidy, převážně glukóza a fukóza, jejichž koncentrace se snižuje ve zralém mléce. Oligosacharidy spolu s laktózou usnadňují růst bifidobakterií ve střevě a napomáhají tak chránit kojence před gastrointestinálními infekcemi - díky inhibici ulpívání bakterií na epitelu střeva (Emmet a Rogers, 1997).



### 3.2.4 Tuk

Tuk je hlavním zdrojem energie v mateřském mléce a velice proměnlivou složkou reagující na výživu matky. Na začátku kojení je celkový obsah tuku nízký, s postupným kojením obsah tuku vzrůstá a může se zvýšit až čtyřnásobně (Sanders *et al.*, 1978). Rovněž se obsah tuku liší v souladu s denní dobou, jednotlivou matkou a druhem potravin, kterou matka požije. Tuk mateřského mléka je zcela odlišný od mléka ostatních zvířat a zpravidla je nejlépe vstřebáván střevní mikroflórou kojence. Mateřské mléko obsahuje inaktivní formu lipázy, která se aktivuje přítomností žlučových kyselin v duodenu a pomáhá tak lépe štěpit tuku. L-karnitin, molekula, která se podílí na transportu mastných kyselin s dlouhým řetězcem na mitochondriální úrovni, je přítomna ve větším množství v mléce mateřském oproti kravskému mléku (Agget *et al.*, 1991).

Mateřské mléko obsahuje linolovou a  $\alpha$ -linolenovou kyselinu, které jsou nezbytné pro odpovídající dietu kojence. V kojenecké výživě byl navržen poměr linolové a  $\alpha$ -linolenové kyseliny 5:1 nebo 15:1 (Agget *et al.*, 1991). Mateřské mléko obsahuje také polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem jako jsou kyselina arachidonová a dokosahexaenová. Tyto mastné kyseliny nehrají výraznou roli ve výživě dospělého člověka, ale je pravděpodobné, že pro novorozence a malé děti jsou nezbytné díky nedostatečné syntéze těchto kyselin z jejich prekurzorů. Většina mléčných náhražek nepokryje celé spektrum mastných kyselin, které se nachází v mateřském mléce, zejména polyenové mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (PUFA) (Emmet a Rogers, 1997).

Na obsah tuku a energetickou hodnotu mléka má vliv výživa matky (Emmet a Rogers, 1997). Michaelsen *et al.* (1994) v dánské studii uvádí, že vyšší koncentrace tuku v mléce měly matky, které v těhotenství přibraly více kilogramů ve srovnání s matkami s nízkou až střední tělesnou hmotností. Karmarkar a Ramakrishnan (1960) zkoumali vztah mezi obsahem tuku ve stravě matek a obsahem tuku v mateřském mléce u 60 indických žen. Zjistili, že při příjmu 37 až 60 g tuku za den se zvyšuje obsah tuku v mateřském mléce. Mléko matek na vegetariánské stravě obsahovalo až pětkrát více mastných kyselin (C18:2) oproti mléku omnivorních matek. Mléko matek na makrobiotické stravě obsahovalo méně nasycených mastných kyselin (CLS-20) a polyenových mastných kyselin ve srovnání s mlékem omnivorních matek. Energetický přísun mastných kyselin ze stravy matky představuje přibližně 30 % mastných kyselin v mléce. Ostatních 70 % mastných kyselin mateřského mléka je syntetizováno z tukové tkáně (Emmet a Rogers, 1997).

### 3.2.5 Bílkoviny

Průměrný obsah bílkovin ve třech fázích laktace je uveden v Tabulce 1. Koncentrace proteinů v kolostru je mnohem vyšší než ve zralém mléce. Je to dáno sekrečním imunoglobulinem A, který pravděpodobně nemá nutriční hodnotu, protože není absorbován sliznicí střeva, ale pouze chrání střevní sliznici proti infekci (Prentice *et al.*, 1987). Kravské mléko má oproti mateřskému mléku vyšší obsah bílkovin a velmi odlišné složení jednotlivých frakcí. Proteiny syntetizované přímo z mléčné žlázy jsou laktoferin, alfa-laktalbumin a kasein. Ostatní proteiny jsou odvozeny z krevního oběhu matky, jako je např. sérový albumin (Lonnerdal *et al.*, 1976). Koncentrace bílkovin vylučovaných mléčnou žlázou je velice rychle snižována během prvních dnů kojení. Koncentrace bílkovin krevního séra zůstávají poměrně konstantní. Kravské mléko obsahuje mnohem více kaseinu než mateřské mléko. Přibližně dvě třetiny mateřského mléka tvoří syrovátkové proteiny. Aminokyseliny syrovátky mateřského mléka jsou velmi odlišné od mléka kravského.

Laktoferin se nachází ve větším množství ve zralém mateřském mléce oproti mléku kravskému. Laktoferin má dvě možné funkce, reguluje vstřebávání železa a má antimikrobiální účinky vzhledem k tomu, že prochází střevní sliznicí neabsorbován. Mateřské mléko obsahuje až o 25 % více nebílkovinného dusíku než mléko kravské. Nebílkovinné dusíkaté látky zahrnují močovinu, kyselinu močovou, kreatin, volné aminokyseliny, taurin, kyselinu glutamovou, aminosacharidy a alkoholy, peptidické hormony, nukleové kyseliny a nukleotidy. Biologický význam nebílkovinných sloučenin dusíku není zcela objasněn, otázkou zůstává, zda mají význam ve vývoji kojence (Walker, 1985). Nebílkovinný dusík koluje v krvi matky a obsah je poměrně stálý v průběhu celé laktace. Pouze malá část močoviny je biologicky dostupná, závisí na hydrolýze pomocí střevních mikroorganismů (Emmet a Rogers, 1997).

Volná aminokyselina taurin je přítomna ve vysokých koncentracích v mateřském mléce. Syntéza taurinu je u novorozenců velmi omezená, u dospělých osob není nezbytnou aminokyselinou. Určité oblasti nervového systému obsahují vysoké koncentrace taurinu a experimenty na zvířatech ukázaly, že nedostatek taurinu může způsobovat defekty ve vývoji očí. Taurin se také podílí na absorpci tuků (Emmet a Rogers, 1997). Galeano *et al.* (1987) zkoumali tři skupiny novorozenců s nízkou porodní hmotností, která byla živena mateřským mlékem, mléčnou náhražkou bez přídavku taurinu a mléčnými náhražkami s přídavkem taurinu. Bylo zjištěno, že skupina novorozenců, která byla živena do tří týdnů věku mateřským mlékem nebo mléčnými náhražkami s přídavkem taurinu, tak lépe

vstřebávala tuk. Nebílkovinný dusík se nachází ve významném množství v kojenecké výživě, množství však závisí na způsobu výroby a zdroji použitých bílkovin. Prvorodičky mají vyšší obsah bílkovin v mléku oproti matkám, co již rodily. Důkazy o vlivu výživy matky na koncentraci bílkovin v mléce jsou v rozporu (Emmet a Rogers, 1997).

### 3.2.5.1 Kyselina sialová

Lidé jsou geneticky schopni sami vyrábět kyselinu sialovou neboli L-acetylneuraminovou kyselinu (NANA) díky mutacím, ke kterým došlo s našimi předky lidoopy (Tangvoranuntakul *et al.*, 2003). Nejvyšší koncentrace se v lidském těle vyskytuje v šedé kůře mozkové jako součást gangliosidů, které se účastní rozpoznávání buněk a následnému nervovému přenosu. NANA je součástí různých glykolipidů, mukoproteinů, součástí sekretů žláz, např. v slinách, buněčných membránách či krevní plazmě. NANA je vázaná ze 73 % na volné oligosacharidy mateřského mléka. Sialová kyselina také koreluje s množstvím dokosaheptaenové kyseliny, která se řadí mezi esenciální nenasycené mastné kyseliny. Dokosaheptaenová kyselina zvyšuje zrakovou ostrost u předčasně narozených kojenců. Lidské mléko obsahuje vysoké koncentrace kyseliny sialové, ale její metabolismus a biologické pochody nejsou v současnosti zcela známy. Otázkou zůstává, zda je kyselina sialová důležitou živinou z hlediska vývoje kojených dětí oproti dětem krmeným umělou kojeneckou výživou. Obsah kyseliny sialové je nejvyšší v kolostru matek, které předčasně porodily cca 42 770,15 mmol/l, o něco málo nižší je v kolostru matek, které porodily v termínu cca 37 270,15 mmol/l (Wang a Brand-Miller, 2003).

### 3.2.6 Vitaminy

Obecně platí, že vitaminy mají vysokou biologickou dostupnost (Lonnerdal, 1985). Na výživu matky budou lépe reagovat vitaminy rozpustné ve vodě, než koncentrace minerálů a vitaminů rozpustných v tucích. Koncentrace vitaminů v mateřském mléce se zvyšuje v reakci na zvyšující se příjem vitaminů ve stravě matky (Emmet a Rogers, 1997).

### 3.2.6.1 Vitaminy rozpustné v tucích

Mléčné lipidy jsou bohaté na vitaminy A, D, E a K. Obecně platí, že mlezivo je bohaté na vitamin A a vitamin E, postupně se však koncentrace těchto vitaminů snižují. Poměrně stabilní obsah těchto vitaminů je ve zralém mléce. Obsah tuku může mít výrazný vliv na koncentraci vitaminu E a vitaminu K v mateřském mléce. Kromě tuku mohou mít značný vliv na vyšší koncentraci vitaminu A a vitaminu D v mateřském mléce vazebné proteiny (Kamao *et al.*, 2007).

#### Vitamin A

Koncentrace vitaminu A klesá v průběhu kojení. Několik studií uvádí souvislost mezi obsahem vitaminu A ve stravě matek během těhotenství a následnému obsahu vitaminu A v mateřském mléce. Například obsah vitaminu A v mléce žen z rozvojových zemí jako je Indie, Jordánsko či Cejlon, kde je příjemem vitaminu A v potravě marginální, je zákonitě obsah v mateřském mléce nižší, než v Severní Americe či Evropě. Doplnky stravy nemají žádný vliv na obsah vitaminu A v mateřském mléce (Jelliffe a Jelliffe, 1978).

#### Vitamin D

Kojenci jsou ohroženi nedostatkem vitaminu D díky omezenému vystavení přímému slunečnímu záření a nízké hladině vitaminu D v mateřském mléce. Vitamin D podávaný ve formě suplementů má pozitivní vliv na koncentraci vitaminu D v mléce. Koncentrace vitaminu D v mateřském mléce se liší i vlivem expozice slunečního záření. Nedostatek vitaminu D u kojenců může být v pozdějším věku spojen s kardiometabolickými riziky. Souhrn kardiometabolických rizik zahrnuje aterosklerotické vaskulární postižení (ischemická choroba srdeční a ischemická mozková příhoda) a metabolické onemocnění (diabetes mellitus 2. typu) (Kew *et al.*, 2013).

#### Vitamin E

Vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol) patří mezi silné antioxidanty. Chrání buněčné membrány proti peroxidaci. Jakožto lipofilní sloučenina se hromadí v cirkulujících lipoproteinech, buněčných membránách a tukových zásobách. Reaguje s volnými radikály a molekulárním kyslíkem. Chrání tak vícesytné mastné kyseliny (PUFA) a lipoproteiny proti peroxidaci (Debier *et al.*, 2005; Traber *et al.*, 2012). Vitamin E je důležitou součástí stravy od početí, časných stádií života až po postnatální vývoj. Přenos vitaminu E přes placentu pro plod je během těhotenství

omezen, proto mateřské mléko je jediným zdrojem vitamínu E pro kojené novorozence. Příjem vitamínu E je důležitý pro antioxidační aktivitu a stimulaci rozvoje imunitního systému dítěte (Debier, 2007).

### Vitamin K

Nejvýznamnější úlohou vitamínu K je udržet normální krevní srážlivost. Nedostatek vitamínu K patří mezi další možné problémy u kojenců. Transplacentární přenos vitamínu K je minoritní a děti se rodí s jeho nízkou zásobou. Mateřské mléko také obsahuje nízké koncentrace vitamínu K (Canfield *et al.*, 1990; Lambert *et al.*, 1992). Koncentrace fylochinonu (vitamínu K<sub>1</sub>) v mateřském mléce se pohybuje okolo 1 – 9 ng/ml. Počáteční kojenecká výživa má obvykle mnohem vyšší obsah vitamínu K, obsah se pohybuje okolo 50 - 100 µg/l (Greer, 1995). Obsah vitamínu K v mateřském mléce není ovlivněn denním příjmem potravy žen. Při nedostatku vitamínu K existují důkazy o pozdní hemoragii. (Canfield *et al.*, 1990; Lambert *et al.*, 1992).

#### **3.2.6.2 Vitaminy rozpustné ve vodě**

Studie ukázaly, že změny ve stravování mohou ovlivnit obsah vitaminů rozpustných ve vodě. Strava bohatá na vitaminy rozpustné ve vodě je spojována s vyšší koncentrací těchto vitaminů v mateřském mléce. Obsah ve vodě rozpustných vitaminů v mateřském mléce je dostatečný v případě vyvážené stravy, ve většině případů nedochází k jejich nedostatku (Filer, 1977). Koncentrace vitaminů rozpustných ve vodě jako jsou např. thiamin, niacin, vitamin B<sub>6</sub>, kyselina listová, pantotenová kyselina a biotin se zvyšuje v průběhu laktace. Koncentrace vitaminů B<sub>12</sub> zůstává stejná, přičemž koncentrace vitaminů C během laktační doby většinou klesá (Emmet a Rogers, 1997). Thomas *et al.* (2014) uvádí, že suplementace vitamínu B<sub>12</sub>, B<sub>6</sub>, kyseliny listové, thiaminu a riboflavinu významně ovlivňuje koncentrace těchto vitaminů v mateřském mléce. Koncentrace vitaminů byly pozorovány na skupině žen 6 měsíců po porodu. Porovnání koncentrací je uvedeno v Tabulce 2 (Thomas *et al.*, 2014).

**Tabulka 2: Vliv doplňků stravy na koncentraci vitaminů v mateřském mléce**

Vitamin	Koncentrace při neužívání vitaminových doplňků	Koncentrace při užívání vitaminových doplňku
Vitamin B <sub>1</sub>	243 ± 35 (μg/)	274 ± 46 (μg/l)
Vitamin B <sub>2</sub>	208 ± 34 (μg/)	228 ± 42 (μg/l)
Vitamin B <sub>6</sub>	212 ± 58 (μg/)	235 ± 49 (μg/l)
Vitamin B <sub>12</sub>	0,642 ± 0,098 (μg/)	0,866 ± 0,295 (μg/l)
Kyselina listová	50,1 ± 4,5 (μg/)	54,8 ± 7 (μg/l)
Vitamin C	35,2 ± 12,0 (mg/l)	38,4 ± 12,3 (mg/l)

(Thomas *et al.*, 2014).

### Vitamin B<sub>1</sub>

Deficit vitamínu B<sub>1</sub> je v těhotenství poměrně častý. Suplementace v rámci vyváženého jídelníčku těhotných žen není nutná. Thiamin může příznivě působit na křeče dolních končetin v období gravidity (Sohrabvand, 2006).

### Vitamin B<sub>2</sub>

Nedostatek vitamínu B<sub>2</sub> se v těhotenství vyskytuje velice vzácně. Riboflavin je citlivý na světlo a jeho nedostatek u novorozenců může nastat v souvislosti s hyperbilirubinemií léčenou fototerapií (Hronek, 2004).

### Vitamin B<sub>6</sub>

Pyridoxin se úměrně svému příjmu vylučuje do mateřského mléka. Vysoké dávky (stovky mg/den) mohou mít inhibiční vliv na laktaci. Při vyšším příjmu bílkovin během těhotenství se doporučuje zvýšit denní přísun pyridoxinu o cca 15 μg/g bílkovin ve stravě. Aktivní forma vitamínu B<sub>6</sub> (pyridoxal fostát) v těhotenství přirozeně klesá v důsledku kumulace této aktivní formy plodem navzdory případné hypovitaminóze matky. V důsledku nedostatku vitamínu B<sub>6</sub> může dojít k edémům, zvýšené únavě, anémii či bolestem končetin (Dror a Allen, 2012). Vitamin B<sub>6</sub> lze využít k léčbě těhotenských nevolností. Většina autorů uvádí dávkování 25 mg vitamínu každých 8 hodin (Sahakian *et al.*, 1991; Levichek *et al.*, 2002).

### Vitamin B<sub>12</sub>

Četné studie potvrzují, že obsah vitamínu B<sub>12</sub> v mateřském mléce úzce souvisí se stravováním matky. Mléko žen, které konzumovaly pouze vegetariánskou stravu, mělo nižší koncentraci vitamínu B<sub>12</sub> oproti omnivorním matkám. (Specker *et al.*, 1985). Dále byly pozorovány matky na makrobiotické stravě v porovnání s omnivorními matkami. Mateřské

mléko matek na makrobiotické stravě mělo nižší obsah vitamínu B<sub>12</sub>. Nižší obsah vitaminů by mohl pozitivně korelovat s příjmem masa a ryb (Donangelo *et al.*, 1989).

### Kyselina listová

Smith *et al.* (1983) a Selmenpera *et al.* (1986) uvádí, že suplementace kyseliny listové nemá žádný vliv na obsah kyseliny listové v mateřském mléce v jakékoli fázi laktace. Je prokázáno, že kyselina listová přednostně přechází do mléčné žlázy a udržuje svoji koncentraci v mateřském mléku na úkor matky (Metz *et al.*, 1968). Thomas *et al.* (2014) však uvádí opak, který je uveden v Tabulce 2.

### Vitamin C

Obsah vitamínu C v mateřském mléce je poměrně nízký oproti jiným potravinám. V mnoha zemích třetího světa se obsah vitamínu C mění v závislosti na dostupnosti čerstvého ovoce a zeleniny. Mléko špatně živěných žen v Botswaně obsahovalo vyšší koncentrace vitamínu C v období dešťů (2,7 mg/100 ml) oproti období sucha (1,7 mg/100 ml) v důsledku již výše zmíněné dostupnosti rostlinných potravinových zdrojů (Emmet a Rogers, 1997).

## **3.2.7 Minerální látky a stopové prvky**

Biologická dostupnost většiny minerálních látek v mateřském mléce je mnohem vyšší v porovnání s náhradní kojeneckou výživou na bázi kravského mléka. Koncentrace většiny minerálních látek zůstává stejná po celou dobu laktace. Výjimkou může být zinek, měď a železo. Tyto minerální látky mají nejvyšší koncentraci v mateřském mléce bezprostředně po porodu (Donangelo *et al.*, 1989; Nagra, 1989). Aggent *et al.* (1991) se domnívají, že děti s nízkou porodní hmotností jsou náchylnější k nedostatku mědi a zinku. Zároveň příjem těchto minerálů stravou matky nemá významný vliv na koncentraci v mateřském mléce. Nebyl zaznamenán žádný významný rozdíl v obsahu mědi, železa a zinku v kolostru dobře živěných a podvyživěných indických matek. Také koncentrace vápníku a hořčíku v mateřském mléce není ovlivněna nutričním stavem matky (Garg *et al.*, 1988). Mléko pákistánských žen má nižší obsah minerálních látek jako je fosfor, sodík, draslík a hořčík oproti ženám ve Velké Británii. Navzdory tomu obsah vápníku byl stejný (Nagra, 1989). Moser *et al.* (1988) zkoumali mléko nepálských a amerických matek. Došli k názoru, že obsah vápníku je velice podobný přes výrazně nižší příjem potravy matek žijících v Nepálu.

Dagnelie *et al.* (1992) zkoumali mléko matek na makrobiotické stravě a omnivorních matek. Mléko matek na makrobiotické stravě obsahovalo méně hořčíku a vápníku v porovnání s mlékem omnivorních matek. Domnívají se, že obsah hořčíku a vápníku v mléce souvisí se spotřebou masa a ryb. Není tedy jasné, do jaké míry ovlivňuje množství vápníku či hořčíku ve stravě koncentraci těchto minerálních látek v mateřském mléce.

Funk *et al.* (1990) zkoumali koncentraci selenu u gambijských žen a došli k závěru, že nižší obsah selenu v mateřském mléce úzce souvisí s nedostatkem potravin v období dešťů. Studie mateřského mléka finských matek ukazuje na vliv složení stravy v souvislosti s obsahem chromu v mateřském mléce. Koncentrace selenu a chromu v mateřském mléce tak může být ovlivněna stravováním matky (Kumpulainen *et al.*, 1980). Stopové prvky v mateřském mléce mají i při nízkých koncentracích vysokou biologickou dostupnost. Obsah stopových prvků se mezi jednotlivci může lišit, závisí také na nutričním stavu matky a příjmu potravy (Emmet a Rogers, 1997).

**Tabulka 3: Obsah minerálních látek v MM a mléčných náhražkách**

Stopový prvek	Kolostrum	Přechodné mléko	Zralé mléko	Kravské mléko	Mléčná formule
Na (mg)	47	30	15	55	18
K (mg)	70	57	58	140	54
Ca (mg)	28	25	34	115	51
Mg (mg)	3	3	3	11	4
P (mg)	14	16	15	92	28
Fe (mg)	0,07	0,07	0,07	0,05	0,7
Cu (mg)	0,05	0,04	0,04	Tr.	Tr.
Zn (mg)	0,6	0,3	0,3	0,4	0,4
Cl (mg)	N	86	42	100	35
Mn (mg)	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
Se (mg)	N	2	1	1	N
I (mg)	N	N	7	15	7

(Emmet a Rogers, 1997).

\*Tr. - sledované

\*N - nedostupné



### 3.3 Metody získávání mateřského mléka

Přirozenou výživou v prvním půlroce života kojence je kojení. WHO definuje zdraví jako stav tělesného, duševního a společenského uspokojení. Kojení splňuje všechny tyto předpoklady. Mateřské mléko je pro svou jedinečnost a specifičnost ve výživě kojence nenahraditelné. Vhodnou alternativou pro získání mateřského mléka může být Mléčná banka. V zemích s dobrým hygienickým standardem uměle živené děti netrpí zvýšenou nemocností oproti kojenným dětem, avšak přednosti mateřského mléka jsou veliké. Dítě by mělo být převedeno na umělou mléčnou výživu pouze v případě neúspěšné výživy z prsu matky. Základem většiny kojeneckých výživ v ČR jsou sušené mléčné výrobky na bázi kravského mléka (Stožický a Pizingerová, 2006).

#### 3.3.1 Kojení

Zdravotní výhody kojení jsou veliké. Kojení je spojeno zejména s nižším výskytem nekrotizující enterokolitidy a průjmů v raném období života. Kojení jedinci také trpí méně častým výskytem zánětlivých střevních onemocnění, diabetem 2. typu a obezitou v dospělosti. Nutriční složení mateřského mléka se mění v průběhu laktace a díky biologické činnosti konkrétních složek mléka. Kojené děti mohou přibývat na váze pomaleji díky vlastní regulaci příjmu mléka oproti dětem krmených umělou výživou. Upravování složení umělé výživy jako je např. snížení obsahu bílkovin, přidání prebiotik, růstových faktorů nebo sekrečního imunoglobulinu A může modulovat střevní a pankreatické funkce a snížit tak možné rozdíly mezi kojennými a krmenými novorozenci (Le Hueřrou-Luron *et al.*, 2010). V posledních letech roste uznání výhod kojení a odráží se tak ve zvýšeném výskytu kojících matek. Jedna z nejčastějších příčin předčasného odstavení dítěte je nízká zásoba mléka, bolest bradavek či prsou. Vzhledem k zvýšenému povědomí o výhodách mateřského mléka se stále více rodičů obrací na Banky mateřského mléka, díky kterým mohou získat pro výživu svého dítěte ošetřené mléko jiné matky. Předčasně narozené nebo kriticky nemocné děti často netolerují perorální výživu a jsou proto krmeny intravenózně nebo pomocí nasogastrické sondy. Matky jsou tak závislé na odsávačkách. Mnoho matek, které odsává mléko pomocí odsávačky, nemá dostatek mléka v porovnání s matkami kojícími své děti přirozeně (Brent, 2013). Výlučně mléčná strava by měla být podávána od narození kojence do konce 4. - 6. měsíce věku. Množství vypitých tekutin je cca 125 – 150 ml/kg/den. Denní váhové přírůstky dítěte se pohybují okolo 28 g/den. U kojenných dětí mohou být přírůstky nižší než u dětí krmených

mléčnými náhražkami (Vincentová, 2006). Vliv kouření při kojení je veliký. Matky, které nekouří, produkují větší množství mléka oproti matkám kuřačkám. To má následně vliv na tělesnou hmotnost kojence. Bylo měřeno tempo růstu dětí. Děti nekuřáckých matek přibíraly na váze v rozmezí  $550 \pm 130$  g, zatímco u matek kuřaček děti přibývaly na váze v rozmezí  $340 \pm 170$  g. Výsledky ukazují negativní vliv kouření na objem mateřského mléka a nedostatečné energetické potřeby pro dítě (Vio *et al.*, 1991).

### **Deset kroků k úspěšnému kojení**

WHO a UNICEF vydali doporučení 10 kroků k úspěšnému kojení. Toto prohlášení vzniklo v roce 1989.

Každé zdravotní zařízení poskytující péči matkám a novorozencům by mělo mít:

1. vypracovanou strategii přístupu ke kojení, která je rutinně předávána všem členům zdravotnického týmu,
2. školit veškerý zdravotnický personál v dovednostech nezbytných k provádění této strategie,
3. informovat všechny těhotné ženy o výhodách a technice kojení,
4. umožnit matkám zahájit kojení do půl hodiny po porodu,
5. ukázat matkám způsob kojení a udržení laktace i pro případ, kdy jsou odděleny od svých dětí,
6. nepodávat novorozencům žádnou jinou potravu ani nápoje kromě mateřského mléka, s výjimkou lékařsky indikovaných případů,
7. praktikovat rooming-in, umožnit matkám a dětem zůstat pohromadě 24 hodin denně,
8. podporovat kojení podle potřeby dítěte, nikoli podle předem stanoveného časového harmonogramu,
9. nedávat kojeným novorozencům žádné náhražky mateřského mléka, šidítka, dudlíky,
10. povzbuzovat zakládání dobrovolných skupin matek pro podporu kojení a upozorňovat na ně matky při propuštění z porodnice (Mydlilová, 2003).

#### **3.3.1.1 Výhody kojení pro dítě**

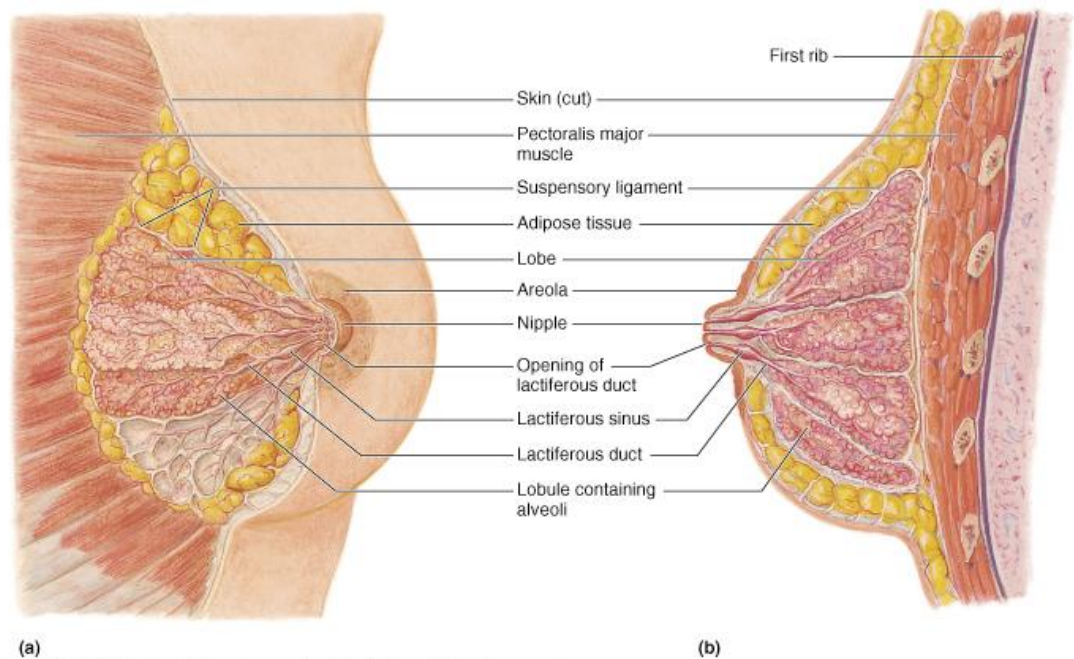
1. ochrana před infekcemi (zánět středního ucha, zánět hrtanu, zánět průdušek či střevních infekcí jako jsou průjmy),

2. ochrana před vznikem potravinových alergií a před alergickými projevy v budoucnosti,
3. optimální vývoj duševních schopností dítěte,
4. menší riziko vzniku cukrovky, obezity či chudokrevnosti,
5. správný vývoj kostí a menší riziko osteoporózy do budoucna (Gregora a Zákostecká, 2010).

### 3.3.1.2 Výhody kojení pro matku

1. nejpohodlnější, nejvhodnější a nejlevnější způsob výživy dítěte,
2. přirozené snížení váhového přírůstku z těhotenství, návrat hmotnosti ke stavu před otěhotněním,
3. menší poporodní ztráty krve,
4. ochrana před rakovinou prsu, vaječníků a osteoporózou (Gregora a Zákostecká, 2010).

**Obrázek 1: Anatomie mléčné žlázy**

















Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

<<http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2020/2020%20Exam%20Reviews/Exam%205/CH27%20Mammary%20Glands.htm>>.

### 3.3.1.3 Velikost žaludku novorozence

Během prvních dvou dní po porodu se žaludek novorozence zaplní cca 2 – 15 ml mateřského mléka. Dítě by mělo být krmeno 8 – 12 krát denně, tzn. každou 1 - 3 hodinu. Po prvních 24 hodinách po porodu a v prvním týdnu by mělo být dítě krmeno minimálně 8 krát denně, aby byla zajištěna dostatečná hydratace dětského organismu. Dítě nikdy nemůže být kojeno příliš mnoho, opak však nastat může. Žaludek kojence roste velice rychle, kojení se tak stává každým dnem efektivnější, méně časté a časově méně náročné (Wickham, 2015). Názorný příklad velikosti objemu žaludku (v ml) novorozence v prvních dnech života je uveden na Obrázku 2.

Obrázek 2: Velikost žaludku novorozence v prvních dnech života

GUIDELINES FOR NURSING MOTHERS									
Your Baby's Age	1 WEEK							2 WEEKS	3 WEEKS
	1 DAY	2 DAYS	3 DAYS	4 DAYS	5 DAYS	6 DAYS	7 DAYS		
<b>How Often Should You Breastfeed?</b> Per day, on average over 24 hours	 <p>At least 8 feeds per day (every 1 to 3 hours). Your baby is sucking strongly, slowly, steadily and swallowing often.</p>								
<b>Your Baby's Tummy Size</b>	 <p>Size of a cherry</p>		 <p>Size of a walnut</p>		 <p>Size of an apricot</p>		 <p>Size of an egg</p>		
<b>Wet Diapers: How Many, How Wet</b> Per day, on average over 24 hours	 <p>At least 1 WET</p>	 <p>At least 2 WET</p>		 <p>At least 3 WET</p>		 <p>At least 4 WET</p>		 <p>At least 6 HEAVY WET WITH PALE YELLOW OR CLEAR URINE</p>	
<b>Soiled Diapers: Number and Colour of Stools</b> Per day, on average over 24 hours	 <p>At least 1 to 2 BLACK OR DARK GREEN</p>		 <p>At least 3 BROWN, GREEN, OR YELLOW</p>			 <p>At least 3 large, soft and seedy YELLOW</p>			
<b>Your Baby's Weight</b>	Babies lose an average of 7% of their birth weight in the first 3 days after birth.				From Day 4 onward your baby should gain 20 to 35g per day (½ to 1½ oz) and regain his or her birth weight by 10 to 14 days.				
<b>Other Signs</b>	Your baby should have a strong cry, move actively and wake easily. Your breasts feel softer and less full after breastfeeding.								
 <p>Best milk is all the food a baby needs for the first six months – At six months of age begin introducing solid foods while continuing to breastfeed until age two or older. (WHO, UNICEF, Canadian Pediatric Society)</p> <p>If you need help ask your doctor, nurse, or midwife. To find the health department nearest you, call INFO line: 1-800-268-1154. For peer breastfeeding support call La Leche League Canada Referral Service 1-800-665-4324.</p> <p>03/2009</p>									

<<http://parentingpatch.com/guidelines-for-nursing-mothers-an-infographic-from-best-start/>>.

### 3.3.2 Banka mateřského mléka

Mateřské mléko lze získat z Banky mateřského mléka, neformálním sdílením přes internet nebo prostřednictvím osobních kontaktů s kojící matkou. Je však důležité zkoumat bezpečnost a etické otázky v souvislosti s dárcovstvím mateřského mléka (Brent, 2013). V České republice působí 5 bank mateřského mléka, jsou jimi Praha - ÚPMD, Hradec Králové, České Budějovice, Most a Česká Lípa. Mateřské mléko je nejpřirozenější potravou pro novorozence a kojence. První, kdo formuloval myšlenku o konzervaci mateřského mléka, byl v roce 1907 pražský pediatr Epstein. V roce 1909 vznikla první banka mateřského mléka ve Vídni. Dle doporučení WHO je od roku 1987 v České Republice zakázáno kojit dítě cizí matkou nebo krmit dítě neošetřeným mateřským mlékem z důvodu možného přenosu HIV a proto byla vyvinuta různá opatření (Dort *et al.*, 2011). Mezi jedno z nejdůležitějších opatření patří pasterizace. Pasterizační teplota pro mateřské mléko je 62,5 °C po dobu 30 minut. Tato teplota bezpečně inaktivuje HIV a CMV virus. Virus HIV je termolabilní již při teplotě 56 °C po dobu 10 minut, pouze však v extracelulární fázi mléka. Pro virus zabudovaný v intracelulární fázi je nutné použít teplotu 62,5 °C po dobu 30 minut, kromě HIV viru se zničí i jiné termolabilní viry. Mléko si tak zachová maximum příznivých vlastností a zároveň je pro dítě bezpečným zdrojem potravy.

Dárkyně mateřského mléka musí být zdravá, doložit potvrzení od obvodního lékaře a následně je vyšetřena na HIV, HBsAg, BWR, AST, ALT, výtěry – krk, stolice a vyšetření moče. Dárkyně by při odstříkání mléka měla dodržovat základní hygienické požadavky. Mléko nesmí být starší 6 měsíců. Mléko je odstříkáno do skleněných lahví, které jsou dodány Bankou mateřského mléka. Prvních 10 ml mléka matka odstříká mimo sběrnou lahev kvůli zvýšené bakteriální kontaminaci. Lahev s mlékem je následně označena jménem a datem sběru. Mléko se po odstříkání uchovává v mrazničce, další dávky odstříkaného mléka se přidávají k již zmrazenému mléku. Během transportu do banky musí zůstat mléko zmrazené. Zmrazené mléko je následně uchováno v Bance mateřského mléka, stále ve zmrazené podobě při minimální teplotě -18 °C. Mléčná banka označí lahve o objemu 250 ml jménem dárkyně, datem příjmu a vyplní evidenční list dárkyně. Výkupní cena mateřského mléka v mléčné bance v Podolí se pohybuje okolo 200 Kč za litr mléka, prodejní cena upraveného mléka je cca 900 Kč za litr. Mateřské mléko dárkyň je přednostně podáváno dětem na novorozeneckém oddělení (Mydlilová, 2014).

### **Diagram výrobního procesu:**

1. odběr mléka od dárkyně nebo matky,
2. transport mléka do banky,
3. příjem mléka v bance,
4. pasterace mléka,
5. chlazení mléka,
6. rychlé zmrazení,
7. skladování -18°C (Mydlilová, 2014).

### **3.3.3 Náhražky mateřského mléka**

Když matka není schopna kojit, je nutné vybrat co nejlepší náhradu za mateřské mléko. Tyto náhražky (formule) se vyrábějí převážně z kravského mléka. Mateřské mléko je mléko albuminového typu, poměr bílkovin albumin:kasein je cca 80:20. Kravské mléko má poměr bílkovin zhruba opačný. Zde nastává první problém, tedy nevhodný poměr bílkovin, který může vyvolat potíže. Za nežádoucí lze považovat i příliš vysoký celkový obsah bílkovin, špatné složení tuků, nízký obsah sacharidů, nevyvážený obsah vitaminů a minerálních látek a jejich následná špatná vstřebatelnost. Dnes se však kojenecká umělá výživa upravuje a zdokonaluje tak, aby se její složení co nejvíce podobalo mateřskému mléku (Illková *et al.*, 2005).

#### **3.3.3.1 Počáteční náhražky mateřského mléka**

Počáteční náhražky mateřského mléka jsou určeny pro výživu dětí do 4 měsíců věku. Lze je použít až do 1 roku dítěte díky nejpodobnějšímu složení živin jako má mateřské mléko, jsou tedy pro miminko nejšetrnější (Illková *et al.*, 2005). Počáteční formule jsou doplňovány prebiotickou směsí Nutricia, která má prospěšné účinky na imunitní systém novorozenců tak, aby se nejvíce podobala mléku mateřskému (Vincentová, 2006).

#### **3.3.3.2 Pokračovací náhražky mateřského mléka**

Pokračovací náhražky mateřského mléka jsou určeny pro výživu dětí od 4. do 12. měsíce věku. Množství bílkovin je upraveno, ale poměr albuminu a kaseinu se dále

neupravuje. Mléko je následně obohaceno vitaminy, minerálními látkami, mastnými kyselinami, případně dalšími látkami (Illková *et al.*, 2005). Stejně tak jako počáteční formule jsou i pokračovací formule doplněny o prebiotickou směs. Pokračovací mléka jsou určena k umělé výživě kojence až po zavedení nemléčných porcí stravy při nedostatku mateřského mléka (Vincentová, 2006).

### **3.3.3.3 Batolecí náhražky mateřského mléka**

Batolecí náhražky mateřského mléka jsou určeny pro výživu dětí od 12. měsíce věku. Jedná se o plnotučná mléka obohacená o některé vitaminy a minerální látky (Illková *et al.*, 2005).

### **3.3.4 Legislativní požadavky na sušené mléčné výrobky**

Sušeným mlékem nebo sušenou smetanou se označuje mléčný výrobek v prášku, získaný sušením mléka plnotučného, odtučněného, částečně odtučněného, smetany nebo jejich směsi, s obsahem vody nejvýše 5 % hm. (77/2003 Sb.).

#### **3.3.4.1 Označování obalů**

- a) Sušený mléčný výrobek, s výjimkou sušeného odtučněného mléka, se u názvu výrobku označí obsahem tuku v procentech hmotnostních podle Tabulky 4.
- b) U sušeného mléka a sušené smetany v balení určeném pro konečného spotřebitele se uvede doporučený způsob ředění nebo způsob uvedení do původního stavu, včetně údaje o obsahu tuku v procentech hmotnostních v takto upraveném výrobku.
- c) Je-li zahuštěný mléčný výrobek, sušený mléčný výrobek a tekutá smetana o hmotnosti menší než 20 g zabalen ve skupinovém obalu, mohou být údaje o označení uvedeny pouze na skupinovém obalu, s výjimkou uvedení názvu druhu výrobku.

- d) U sušeného mléčného výrobku, s výjimkou výrobku určeného pro zvláštní výživu, se na obalu určeném pro konečného spotřebitele uvede označení "není určeno pro výživu kojenců do 12 měsíců".
- e) V blízkosti názvu potraviny se označují u pevných nebo sypkých potravin údaje o hmotnosti v gramech nebo kilogramech.
- f) Označením "mléčný" lze označit mléčný výrobek, v němž mléko nebo mléčný výrobek tvoří nejméně 50 % hm. tohoto výrobku (77/2003 Sb.).

**Tabulka 4: Sušené mléčné výrobky – obsah tuku**

<b>Druh výrobku</b>	<b>Obsah tuku (v % hmot.)</b>
Sušená smetana	více než 42,0 včetně
Sušené plnotučné mléko	16,0 až 42,0
Sušené částečně odstředěné mléko	více než 1,5 až 26,0 včetně
Sušené odstředěné mléko	méně než 1,5 včetně

(77/2003 Sb.)

#### **3.3.4.2 Uvádění do oběhu**

- a) Mléko, smetana a mléčné výrobky speciálně ošetřené, zahuštěné mléko, sušené mléko, bílkovinné mléčné výrobky se skladují, přepravují a uvádějí do oběhu při teplotě do 24 °C.
- b) Sušené mléčné výrobky se skladují při relativní vlhkosti vzduchu do 70 % (77/2003 Sb.).

#### **3.3.4.3 Legislativní požadavky na potraviny pro počáteční a pokračovací kojeneckou výživu a výživu malých dětí**

Pro účely této vyhlášky se rozumějí:

- a) kojenci - děti do ukončeného dvanáctého měsíce věku,
- b) malé děti - děti od ukončeného jednoho roku do ukončeného třetího roku věku,



- c) počáteční kojenecká výživa - potraviny určené pro zvláštní výživu kojenců, od narození do šesti měsíců věku kojence, které odpovídají výživovým požadavkům této skupiny kojenců,
- d) pokračovací kojenecká výživa - potraviny určené pro zvláštní výživu kojenců starších šesti měsíců, které vytvářejí základní tekutý podíl postupně se rozšiřující smíšené stravy kojenců (54/2004 Sb.).

Zvláštními druhy kojenecké výživy jsou:

- a) počáteční mléčná výživa pro nedonošené děti a děti s nízkou porodní hmotností,
- b) mléčná výživa s hydrolyzovanou bílkovinou, určená k výživě kojenců a malých dětí s alergií na bílkovinu kravského mléka nebo k předcházení alergických onemocnění, do které patří zejména přípravky 1. s vysokým stupněm hydrolýzy bílkovin, 2. s nízkým stupněm hydrolýzy bílkovin,
- c) speciální výrobky, jakými jsou mléka s nízkým obsahem laktózy, mléka antirefluxová, přípravky k obohacování mateřského mléka pro děti nízkých hmotnostních skupin, přípravky výživy na bázi aminokyselin pro kojence,
- d) výživa na bázi sóji (54/2004 Sb.).

**3.3.4.4 Požadavky na složení potravin pro počáteční a pokračovací kojeneckou výživu a výživu malých dětí**

- a) Pokračovací a počáteční kojenecká výživa se vyrábí ze zdrojů bílkovin a dalších složek, jejichž vhodnost byla pro zvláštní výživu kojenců prokázána obecně uznávanými vědeckými poznatky (54/2004 Sb.). Přehled vybraných přísad do kojenecké výživy je uveden v kapitole 3.4. Přísady do kojenecké výživy.
- b) Složení počáteční kojenecké výživy a pokračovací kojenecké výživy musí být takové, aby příprava vyžadovala pouze přidání vody vhodné pro kojence.
- c) Počáteční a pokračovací kojenecká výživa a výživa malých dětí nesmí obsahovat žádnou látku v takovém množství, aby ohrozila zdraví kojenců nebo malých dětí (54/2004 Sb.).

### **3.3.4.5 Označování potravin pro počáteční a pokračovací kojeneckou výživu a výživu malých dětí**

V názvu potraviny pro počáteční nebo pokračovací kojeneckou výživu musí být uvedeno:

- a) „počáteční mléčná kojenecká výživa“, jde-li o počáteční kojeneckou výživu vyrobenou výhradně z bílkovin kravského nebo kozího mléka,
- b) „pokračovací mléčná kojenecká výživa“, jde-li o pokračovací kojeneckou výživu vyrobenou výhradně z bílkovin kravského nebo kozího mléka,
- c) „počáteční kojenecká výživa“, jde-li o ostatní počáteční kojeneckou výživu,
- d) „pokračovací kojenecká výživa“, jde-li o ostatní pokračovací kojeneckou výživu (54/2004 Sb.).

Dále se na obalu uvádí informace:

- a) u počáteční kojenecké výživy - potravina je vhodná pro výživu kojenců od narození, nemohou-li být kojeni,
- b) u pokračovací kojenecké výživy - potravina je vhodná pouze pro výživu kojenců starších šesti měsíců, dále prvních šesti měsíců života, a že rozhodnutí o zahájení podávání příkrmů včetně jakékoliv výjimky z pravidla věku šesti měsíců by mělo být přijímáno pouze na základě doporučení lékaře nebo osoby kvalifikované v oblasti výživy, farmacie nebo péče o matku a dítě, v závislosti na individuálním růstu a vývojových potřebách konkrétního kojence,
- c) u počáteční a pokračovací kojenecké výživy - využitelná energetická hodnota vyjádřená v kJ i kcal a číselně vyjádřený obsah bílkovin, tuků a sacharidů v 100 ml potraviny připravené k použití podle návodu výrobce,
- d) na obalu potravin pro počáteční kojeneckou výživu nesmí být uvedeny obrázky kojenců ani jiné obrázky nebo tvrzení, které by idealizovalo výrobek; připouští se však grafická znázornění pro vhodnou identifikaci výrobků a znázornění způsobu přípravy,

- e) na obalu potravin pro počáteční kojeneckou výživu nebo pokračovací kojeneckou výživu nesmí být uvedeny pojmy „humanizovaný“, „maternizovaný“, „upravený“ nebo jim podobné pojmy,
- f) označení potraviny pro počáteční kojeneckou výživu nebo pokračovací kojeneckou výživu musí být provedeno srozumitelně tak, aby bylo vyloučeno riziko záměny počáteční a pokračovací kojenecké výživy,
- g) označení počáteční kojenecké výživy nebo pokračovací kojenecké výživy musí být navrženo tak, aby byly zajištěny nezbytné informace o vhodném použití výrobku, přičemž tyto informace nesmí odrazovat od kojení (54/2004 Sb.).

#### **3.3.4.6 Ozařování potravin**

Ultrafialové paprsky lze použít k ošetření vody určené k výrobě balené kojenecké vody a balené pitné vody, pokud se nezmění její základní složky, které jí propůjčují její vlastnosti. Ostatní suroviny a potraviny určené pro kojeneckou a dětskou výživu je zakázáno ozařovat ultrafialovými paprsky nebo ionizujícím zářením (133/2004 Sb.).

### **3.4 Přídavky do kojenecké výživy**

#### **3.4.1 Prebiotika**

Prebiotika jsou nestravitelné části obsažené v potravě. Jedná se o tzv. vlákninu, která podporuje růst prospěšných bakterií v tlustém střevě. Tímto mechanismem prebiotika pozitivně ovlivňují složení střevní mikroflóry tlustého střeva a mají pozitivní vliv na zdraví a obranyschopnost jedince. V mateřském mléce je komplex originálních prebiotik obsažen v hojné míře ve formě nestravitelných cukrů (Gregora a Zákostelecká, 2009).

Již na konci 19. století, kdy celková kojenecká úmrtnost byla vyšší než 30 %, bylo zaznamenáno, že kojené děti měly větší šanci na přežití a nižší výskyt průjmů než děti uměle živěné. V roce 1886 rakouský pediatr a mikrobiolog Escherich objevil vztah mezi střevními bakteriemi a fyziologií trávení kojenců (Bode, 2012).

Koncentrace oligosacharidů v mléce různých hospodářských zvířat jako je kráva, ovce, koza či prase je 100 – 1000 krát nižší než v mateřském mléce. Také stavba

oligosacharidů mléka hospodářských zvířat je strukturálně méně složitá (Saito *et al.*, 1981). Do mléčných náhražek jsou přidávány galaktooligosacharidy či fruktooligosacharidy ve snaze přiblížit se složením mateřskému mléku (Bode, 2012).

### 3.4.2 Probiotika

Probiotika jsou kultury živých organismů, které mohou prospěšně ovlivňovat zdraví člověka prostřednictvím mikroflóry. U zdravého jedince jsou probiotika běžnou a převažující součástí střevní mikroflóry (Gregora a Zákostecká, 2009). Probiotika chrání lidský organismus proti virovým a bakteriálním infekcím a mají vliv na správné fungování systému obranyschopnosti. In vitro studie ukazují, že některé probiotické kmeny např. *Lactobacillus* produkují antimikrobiální sloučeniny, jako jsou organické kyseliny, peroxid vodíku a bakteriociny, které inhibují růst nežádoucích bakterií: *E. coli*, *Salmonely* či *Listerie monocytogenes*. Wollowski (2014) se domnívá, že probiotika konzumovaná společně s prebiotiky mají protirakovinné účinky díky mechanismu detoxikace genotoxinů ve střevě.

Novorozenci, kteří nejsou kojeni, mají 17 krát vyšší riziko hospitalizace na zánět plic a zvýšené riziko úmrtí v důsledku průjmů. Kojení má pozitivní vliv na nižší výskyt akutního zánětu středního ucha, nižší výskyt zánětu močových cest či meningitidu způsobenou *Heamophilus influenzae* (Lara - Villoslada *et al.*, 2007). Pro zachování životaschopnosti bifidogenních bakterií v umělé kojenecké výživě s probiotiky je třeba takovéto mléko zahřát na nejvyšší teplotu 40 °C. Probiotika i prebiotika přidaná do umělé dětské výživy mohou zvýšit ochranný efekt hypoalergenního mléka před rozvojem infekcí (Gregora a Zákostecká, 2009). Přehled hlavních bakteriálních druhů izolovaných z mateřského mléka je uveden v Tabulce 5.

**Tabulka 5: Skupina hlavních bakteriálních druhů izolovaných z mateřského mléka zdravých žen**

<b>Bakteriální skupina</b>	<b>Hlavní zástupci</b>
<i>Staphylococcus spp.</i>	<i>S. epidermis</i> <i>S. hominis</i> <i>S. capitis</i> <i>S. aureus</i>
<i>Streptococcus spp.</i>	<i>S. salivarius</i> <i>S. mitis</i> <i>S. parasanguis</i> <i>S. peores</i>
<i>Lactobacillus spp.</i>	<i>L. gasseri</i> <i>L. rhamnosus</i> <i>L. acidophilus</i> <i>L. plantarum</i> <i>L. fermentum</i> <i>L. salivarius</i> <i>L. reuteri</i>
<i>Enterococcus spp.</i>	<i>E. faecium</i> <i>E. faecalis</i>

(Martin *et al.*, 2006).

### 3.4.3 Vícesytné mastné kyseliny

Mateřské mléko obsahuje biologicky důležité a vyvážené množství vícesytných mastných kyselin s dlouhým řetězcem jako jsou kyselina arachidonová (ARA) a kyselina dokosahexanová (DHA). Tyto vícesytné mastné kyseliny působí v prevenci neurovývojových onemocnění a zajišťují ostrost vidění. Je prokázáno, že umělá výživa určená pro kojence doplněná o vícesytné mastné kyseliny s dlouhým řetězcem podávaná nedonošeným dětem má pozitivní vliv na produkci cytokinů, lymfocytů a větší produkci protilátek stejně podobně jako u dětí krmených mateřským mlékem (Field *et al.*, 2008). Hademan (2012) uvádí, že DHA v mateřském mléce snižuje výskyt alergických reakcí u dětí.

### 3.4.4 Nukleotidy

Nukleotidy se řadí mezi nebílkovinné dusíkaté látky. Koncentrace nukleotidů a jejich frakcí je v mateřském mléce v rozmezí od 30 do 70 mg/l. Koncentrace nukleotidů klesá s dobou laktace. Kolostrum obsahuje 70 – 60 mg/l nukleotidů. Po třech měsících od porodu

zralé mléko obsahuje přibližně o polovinu méně nukleotidů (Singhal, 2008). Mateřské mléko také obsahuje až 5 krát více využitelných nukleotidů oproti kravskému mléku (Šíma, 2001).

Přídavek nukleotidů do mléčných formulí zlepšuje složení střevní mikroflóry, přispívá pro správný chod zažívacího traktu a imunitním reakcím (Singhal, 2008). Suplementace nukleotidů vede k optimálnímu růstu, vývoji mozku a zvýšení tělesné hmotnosti novorozence (Singhal, 2010). Toto tvrzení potvrzuje srovnávací studie provedená v letech 1993 – 1997 v kojeneckých ústavech v USA, Japonsku a Španělsku. Byla potvrzena důležitost nukleotidů pro nedonošené a podvyživené děti s dlouhodobým průjmovým onemocněním. Děti rychle dohnaly váhový deficit a měly vyšší hladiny protilátek v krevním séru (Šíma, 2001).

### **3.5 Speciální mléka**

Speciálně upravená mléka pomáhají řešit některé zdravotní potíže novorozenců a snaží se jim předcházet (Illková, 2005).

#### **3.5.1 Mléka se sníženým obsahem mléčného cukru**

Bezlaktózová mléka jsou určena pro podání dětem, které prodělaly závažnější průjmové onemocnění způsobené virem či bakteriemi nebo pro děti s přechodně sníženou aktivitou střevního enzymu laktázy, který štěpí mléčný cukr. Ve většině případů těchto dětí se však jedná o přechodný stav. Nedostatek enzymu laktázy se u novorozenců vyskytuje velice zřídka (Nevoral a Paulová, 2007).

#### **3.5.2 Antirefluxní mléka**

Antirefluxní (antiregurgitační) mléka jsou označována písmeny AR. Díky přídavku zahušťovadla zmírňují časté ublinkávání nekojených dětí (Gregora a Zákostelecká, 2009). Jako zahušťovadlo je využíván bramborový či rýžový škrob nebo také vláknina karubin ze svatojánského chleba. Zahuštěním mléka se znesnadní jeho vyzvracení (Suchopár, 2011). Přípravky by měly být podány pouze po poradě s lékařem dětem, které prospívají (Gregora a Zákostelecká, 2009). Vrchol regurgitací neboli přestup žaludečního obsahu do dutiny ústní a následné vlastní ublinknutí má vrchol ve 4. měsíci věku, kdy se nejméně jedna regurgitace vyskytne u cca 67 % kojenců. Výrazný pokles regurgitací nastává kolem 6. až 7. měsíce věku (Nelson, 1997).

### **3.5.3 Mléka pro nedonošené děti a děti s nízkou poporodní hmotností**

Mléčné přípravky pro nedonošené děti by měly novorozencům s nízkou porodní hmotností pod 2500 g poskytnout více energie, bílkovin, vitamínů, vápníku, fosforu, sodíku a železa než poskytují mléka pro novorozence s normální porodní hmotností. Část tukové složky této speciální mléčné výživy tvoří cca z 10 – 20 % triglyceridy s radikály mastných kyselin o středně dlouhém uhlíkovém řetězci, tzv. MCT. Oproti běžným tukům se MCT snadněji tráví a vstřebávají. Jsou resorbovány do střeva bez účasti žlučových kyselin, kdy jsou z tenkého střeva přímo absorbovány do portálního oběhu a nemusí vstupovat do lymfatického systému v podobě chylomikronů. Mléko je také obohacováno o nenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem. Díky vyskytující se snížené aktivitě laktázy u dětí s nízkou poporodní hmotností tvoří laktóza jen 40 – 50 % sacharidové složky. Zbytek je tvořen polymery glukózy (Stožický a Pizingerová, 2006; Gregora a Zákostecká, 2009).

### **3.5.4 Sojová „mléka“**

Sojový extrakt se od mléka zásadně liší svým složením. Alergie na alergeny sóji u kojenců nejsou tak časté, jak se dříve očekávalo. Sojová bílkovina však není určena k běžné výživě zdravých kojenců. Jeden ze zdrojů uvádí, že sojová mléka jsou vhodná pro děti s poruchou vstřebávání laktózy či jako alternativní způsob výživy pro vegetariány (Gregora a Zákostecká, 2009). V jiných literárních zdrojích je uváděno sojové „mléko“ jakožto zcela chybný přípravek pro užití prevence alergií. Sojové extrakty zároveň nejsou plnohodnotnou stravou (Agostoni *et al.*, 2008). Užití sojového „mléka“ jakožto vhodnou náhražku kravského mléka je problematické, jelikož 50 % dětí alergických na bílkovinu kravského mléka reaguje podobným způsobem na bílkovinu sóji (Gregora a Zákostecká, 2009). Sojová „mléka“ nejsou vhodná pro nedonošené novorozence s poporodní hmotností menší než 1800 g (Nevoral, 2003).

### **3.5.5 Hypoantigenní a hypoalergenní mléka**

Hypoantigenní mléka jsou určena dětem, které mají sklony k alergiím jako je astma, atopický ekzém či senná rýma. Tyto projevy bývají dědičné, proto je doporučeno takovéto dítě od narození krmit umělým mlékem, které má upravené bílkoviny. Úprava bílkovin spočívá v jejím štěpení, tzv. hydrolýze. Z hlediska hloubky zásahu do struktury bílkovin

potom dělíme preparáty na hypoalergenní - extenzivně hydrolyzované, tj. terapeutické a hypoantigenní - parciálně hydrolyzované, tj. preventivní (Frühaufl, 2001). Bílkoviny tak ztrácí v těle schopnost podnítit rozvoj reakcí, které se mohou následně projevit jako alergie (Gregora a Zákostecká, 2009).

### 3.6 Obměny mateřského mléka ve výživě dětí

Některé matky nejsou schopny své děti kojit po delší dobu. Velmi malé děti, ale i starší lidé mohou být alergičtí na bílkovinu kravského mléka. Také zvýšený obsah cholesterolu v kravském mléce je významným faktorem srdečně - cévních onemocnění. Proto se výzkum v posledních letech zabývá výživnými a zdraví prospěšnými vlastnostmi oslího a kobyliho mléka jakožto slibnou náhražkou za mléko mateřské či kravské. Oslí a kobyli mléko má podobné biofyzikální a biochemické vlastnosti jako mateřské mléko. Spotřeba oslího či kobyliho mléka může vést ke snížení alergie, hyperlipidémie a souvisejících problémů vyskytujících se u lidí konzumujících kravské mléko. Problémy s požitím kravského mléka se vyskytují zejména u kojenců v podobě mléčných náhražek. Kravské mléko zaujímá 85 % celkové světové produkce mléka. Příjem živin v mnoha regionech nedosahuje minimálních denních požadavků. V důsledku toho byl proveden výzkum, který se zaměřuje na potenciál méně známých mlék v porovnání s mlékem kravským a mateřským. Hlavním cílem výzkumu bylo posoudit zdravotní vlastnosti kobyliho mléka jakožto potencionální náhradu mléka mateřského a kravského pro optimální lidskou výživu různých věkových skupin (Nikkhah, 2012).

**Tabulka 6 Složení vybraných druhů mléka**

Živina	Kravské mléko	Oslí mléko	Kobyli mléko	Mateřské mléko	Velbloudí mléko	Mléko prasnice
Tuk (g)	4,0	1,1	1,3	4,0	3,02	8,3
Bílkoviny (g)	3,4	1,7	2,1	1,9	3,5	5,8
Laktóza (g)	4,8	6,6	6,4	6,5	5,2	4,8
Minerální látky (g)	0,7	0,4	0,4	0,2	0,7	0,9
Cholesterol (mg)	14	2,2	4,5	20	-	-
Kalcium (mg)	120	68	89	32	-	0,3
Fosfor (mg)	93	50	56	14	-	0,2
Nasycené MK (g)	2,4	0,4	0,4	1,8	0,6	-
Mononenasycené MK (g)	1,1	0,2	0,3	1,6	0,4	-
Polyenové MK (g)	0,1	0,4	0,5	0,5	0,3	-

(Braude *et al.*, 1943; Nikkhah, 2012; FAO, 2014).



### 3.6.1 Kobydí mléko

Obsah bílkovin kobydího mléka je vyšší než v mateřském mléce a nižší než v mléce kravském. Kobydí mléko je však chudší na obsah tuku v porovnání s mateřským a kravským mlékem. Kobydí a mateřské mléko je podobné z hlediska složení mléčného tuku – diglyceridů a distribuci triglyceridů s nenasycenými mastnými kyselinami (PUFA), kterých je v kobydího mléce více než v mléce kravském (Malacarne *et al.*, 2002).

Kobydí mléko je významně vhodnější pro lidskou výživu než mléko kravské. Byla provedena studie na 25 dětech v rozmezí 19 – 72 měsíců věku. U všech dětí se projevil silný pozitivní kožní projev na kravské mléko zprostředkovaný imunoglobulinem E, zatímco po podání kobydího mléka se vyskytly projevy alergie pouze u 2 dětí. Po podání kravského mléka pozitivně reagovaly všechny děti, po požití kobydího mléka byla vyvolána alergická reakce pouze u 1 dítěte. Na základě těchto informací může být kobydí mléko vhodnější náhradou kravského mléka (Businco *et al.*, 2000).

### 3.6.2 Kozí mléko

Kozí mléko se od kravského mléka liší čistě bílou barvou, díky absenci  $\beta$ -karotenu v mléce. Obsah  $\beta$ -karotenu dává např. kravskému mléku smetanové zbarvení (Gajdůšek, 2002). Kozí mléko má specifickou vůni a chuť, která je způsobena vyšším počtem volných mastných kyselin jako jsou kyselina kapronová, kaprinová a kaprylová (Zadrazil, 2002). Kyselinu kaprylovou a kaprinovou, obsaženou v kozím mléce, řadíme mezi antimikrobiální nasycené mastné kyseliny, které chrání lidský organismus před koronárním onemocněním díky homogenně rozptýlenému mléčnému tuku, proto nedochází k tak rychlé ateroskleróze krevních stěn a vlásečnic. Kozí mléko je stále více doporučováno jako ideální náhražka kravského mléka u lidí, kteří trpí alergií na kravské mléko (Park, 2009). Ve srovnání s kravským nebo mateřským mlékem má kozí mléko jedinečné biologicky aktivní vlastnosti jako je vysoká stravitelnost, která je dána menší velikostí a složením tukových kuliček a následným přirozeným homogenním rozptýlením mléčného tuku (Juárez a Ramos, 1986). Dále má kozí mléko oproti kravskému mléku odlišnou alkalitu, vysokou puffovací kapacitu a určité “léčebné“ hodnoty, které jsou využívány v medicíně a lidské výživě (Gamble *et al.*, 1939). Kozí mléko má velice nepatrně více minerálních látek oproti kravskému mléku a vykazuje vyšší obsah vitaminů skupiny B a vitaminů skupiny A. Oproti kravskému mléku má kozí mléko vyšší obsah vápníku, fosforu, draslíku a hořčíku. Naopak obsah železa, zinku,

manganu a mědi je v kozím mléce podobný jako v mléce kravském (Zadrazil, 2002). Kozí mléko obsahuje více glycinu, kyseliny glutamové, threoninu, ale méně argininu a sirných aminokyselin (Park, 2009).

### 3.6.3 Oslí mléko

Příjem kravského mléka u novorozenců je často spojen s inzulin dependentním diabetem. Přes všechny zdravotní a nutriční výhody kravského mléka existují i lepší obměny mléka pro kojence v podobě oslího mléka. Oslí mléko má vysoký obsah  $\beta$ -laktoglobulinu (asi 30%) v syrovátce (Salimei *et al.*, 2004). Ve srovnání s ostatními mléky je oslí mléko nejbohatší na aminokyseliny valin a lysin. Jeho speciální peptidy stimulují střevní funkci a pomáhají rozvoji růstových faktorů a ochranných prostředků (Caroccio, 2000).

Oslí mléko příznivě ovlivňuje osteogenezi, aterosklerózu, ischemickou chorobu srdeční a cholesterolémii. Z důvodu omezené produkce oslího mléka a množství, které je k dispozici pro lidskou společnost, je možnost využití tohoto mléka stále nereálná (Guo *et al.*, 2007). Výzkumy v pediatrii však podporují využití oslího mléka v kojenecké výživě. Je považováno za nejpřirozenější náhražku mateřského mléka. Oslí mléko je také bohaté na  $\beta$ -laktoglobulin a lysozym. Podíl 8 esenciálních aminokyselin je o 38 % vyšší než v kobyším nebo kravském mléce. Oslí a kozí mléko je využíváno jako nutraceutikum při alergiích či atopických ekzémech a zánětlivých onemocnění. Podílí se na produkci interleukinů, které působí v prevenci osteoporózy a snižují imunitní útlum (Amati *et al.*, 2010). Oslí mléko bylo použito jako médium pro probiotické bakterie *L. rhamnosus*. Může být tedy použito při výrobě probiotických doplňků výživy (Coppola, 2002).

### 3.6.4 Mléko prasnice

Mléko prasnice obsahuje podobné množství stopových prvků jako je v kozím mléce, avšak nižší než v mléce ovčím a vyšší než v mléce kravském, kobyším či mateřském. Obsah bílkovin je vyšší než v mateřském mléce. Obsah tuku je srovnatelný s mlékem kozím a ovčím. Obsahem minerálních látek se mléko prasnice nejvíce podobá ovčímu mléku a obsahuje asi o třetinu více minerálních látek než mléko mateřské či kobyší. Změny, ke kterým dochází mezi jednotlivými fázemi laktace, jsou podobné jako u mateřského mléka (Hughes a Hart, 2014).

### 3.6.5 Velbloudí mléko

Velbloudí mléko se vyznačuje velice bílou barvou a pěnivostí. Chuť je obvykle sladká, ale vlivem krmení keři a bylinami v suchých oblastech může být až slaná, což je způsobeno vyšším obsahem chloridů. Obsah kaseinu u mléka mateřského a velbloudího je velice podobný, ale syrovátkové frakce bílkovin jsou vyšší u velbloudího mléka. Poměr syrovátkových bílkovin s kaseinem je ve velbloudím mléce vyšší než u kravského mléka (Park, 2009). Bílkoviny velbloudího mléka jsou rozhodujícími komponenty k léčbě potravinové alergie. Mléko neobsahuje  $\beta$ -laktoglobulin a  $\beta$ -kasein, složky, které jsou odpovědné za vyvolanou alergii (Merin *et al.*, 2001).

Velbloudí mléko obsahuje malé množství tuku cca 2 %. Tuk se skládá převážně z vícesytných mastných kyselin, které jsou zcela homogenní a dodávají mléku hladký bílý vzhled. Velbloudí mléko se vyznačuje vysokým obsahem imunoglobulinů, lysozymu a laktoferinu (Reiter, 1985). Vysoký obsah imunoglobulinů ve velbloudím mléce koreluje s množstvím imunoglobulinů obsažených v mateřském mléce. Obsah laktózy je mírně vyšší ve velbloudím mléce v porovnání s kravským mlékem. Obsahuje cca 4,8 % laktózy, která je však velmi rychle metabolizována u osob trpících laktózovou intolerancí (Hanna, 2001). Obsah popelovin je velice podobný kravskému mléku. Velbloudí mléko má vysoký obsah chloridů ve srovnání s ostatními druhy mléka. Velbloudí mléko je bohaté na zinek, železo, měď, mangan a bohatší na měď a železo než kravské mléko. Koncentrace citrátů ve velbloudím mléce je 128 mg/ml, což je nižší koncentrace než u kravského mléka, které obsahuje až 160 mg/ml citrátů. Nízká hodnota citrátů může mít velikou výhodu v léčivých vlastnostech mléka díky aktivitě laktoferinu, která je zvýšena s nízkou úrovní citrátů. Kalorická hodnota velbloudího mléka se pohybuje okolo 665 kcal/l oproti kravskému, které má kalorickou hodnotu okolo 701 kcal/l (Park, 2009).

### 3.7 Zdravotní problémy spojené s konzumací mléka

Problémy, které vyvolává konzumace mléka, dělíme do dvou skupin, a to na laktózovou intoleranci a alergii na bílkovinu mléka (především kravského). Lidé trpící laktózovou intolerancí se v mnoha případech nemusí zcela vyhýbat mléčným výrobkům. Měli by však volit mléčné výrobky se sníženým obsahem laktózy, např. sýry či kysané mléčné výrobky. Na druhé straně lidé mající alergii na kravskou bílkovinu by se měli zcela vyhýbat mléku či mléčným výrobkům (Ettlerová, 2009).

### 3.7.1 Laktózová intolerance

Laktóza je hlavním sacharidem mléka. Jedná se o disacharid složený z glukózy a galaktózy. Nesnášenlivost laktózy popsal již Hippokrates v letech 460 – 370 př. n.l.. Klinické příznaky byly však popsány až před 50 lety (Schaafsma, 2008). Většina spotřebitelů toleruje mléko a výrobky z něj. Existují však jedinci, kteří nejsou schopni strávit mléko kvůli nesnášenlivosti mléčného cukru - laktózy. Nesnášenlivost laktózy vyplývá z nepřítomnosti enzymu laktázy ( $\beta$ -galaktosidázy), který je produkován střevní sliznicí a hydrolyzuje laktózu na jednodušší cukry glukózu a galaktózu. Nerozštěpená a následně nestrávená laktóza přechází do dalších částí trávicího traktu, kde činností střevních bakterií dochází k jejímu kvašení. Důsledkem je nadměrná produkce plynů, bolesti břicha či průjemy. Intolerance se ve většině případů projevuje pouze trávicími potížemi (Petrů, 2012).

Téměř 70 % celosvětové populace trpí laktózovou intolerancí. Výše uvedené procentuální zastoupení představuje 5 % bělochů, zatímco jiné etnické skupiny jsou postiženy mnohem vážněji, např. 90 % dospělé asijské populace, 85 % domorodých Australanů a více než 45 % domorodých Afričanů. V Polsku trpí na intoleranci laktózy až 1,5 % kojenců a 20-25 % dospělých (Jackson a Savaiano, 2001), (Keith *et al.*, 2011). Studie naznačují, že jedinci s nedostatkem enzymu  $\beta$ -galaktosidázy mohou denně zkonsumovat až 11 g laktózy bez nežádoucích příznaků. Rovněž bylo prokázáno, že trávení laktózy se zlepšuje při podání laktózy v malých dávkách a kombinací s jinými potravinami (Shaukat *et al.*, 2010). Pro zlepšení snášenlivosti laktózy lze také upravit metabolickou aktivitu prostřednictvím bakterií tlustého střeva, např. konzumací mléčných bakterií nebo specifických probiotik (Kaliomäki *et al.*, 2010).

### 3.7.2 Alergie na bílkovinu kravského mléka

Mléko patří mezi nejčastější potraviny vyvolávající alergie (Sharon, 1994). Mezi hlavní alergeny mléka patří kaseiny, které tvoří 80 % z celkového obsahu bílkovin kravského mléka (Restani *et al.*, 1997). Alergie se projeví až z 95 % v prvním roce života a jedná se zpravidla o první potravinovou alergii. Postiženo bývá přibližně 2 - 5 % kojenců. U devíti z deseti pacientů alergie na bílkovinu kravského mléka vymizí do tří let. Alergie se projevují různými klinickými příznaky. Na jejich vzniku se podílejí imunitní reakce zprostředkované IgE protilátkami. Reakce zprostředkovaná IgE protilátkami se projeví časně a to většinou do 2 hodin po požití mléka (Ettlerová, 2009). Alergie na bílkovinu kravského mléka

zprostředkovaná IgE reakcí může mít okamžité negativní následky (zprostředkované pomocí IgE) nebo opožděné (zprostředkované pomocí non - IgE) (Solinas *et al.*, 2010). Příznaky jsou různé, jedná se zejména o trávicí potíže (průjmy, zvracení, koliky, krvavá stolice), kožní projevy (kopřivka, atopický ekzém) a respirační obtíže (alergická rýma, astma). V některých případech dochází k anémii, anafylaktickému šoku či neprospívání dítěte. (Petrů, 2012). Studie na myších uvádějí, že kozí mléko vykazuje menší alergenicitu oproti mléku kravskému díky nižšímu obsahu  $\alpha$ -kaseinu (Restani *et al.*, 1997). Největším alergenem je mléko především pro kojence a malé děti, u kterých tvoří hlavní složku jídelníčku (Ettlerová, 2009). U kojených dětí se obvykle pokračuje v kojení, u dětí nekojených je nutné používat speciálně upravená mléka, v tomto případě mléka s plně hydrolyzovanou bílkovinou (Petrů, 2012). Někteří lékaři doporučují také rostlinné alternativy v podobě „sojového mléka“ či „rýžového mléka“ (Koletzko *et al.*, 2012). Restani *et al.* (1999) uvádí, že možnost použití mléčných náhražek v podobě kozího či ovčího mléka nemusí být dobře snášeny díky podobné struktuře proteinů. Avšak existují návrhy v podobě využití velbloudího mléka, kobyliho mléka či mléka prasnice.

## **4 Materiál a metodika**

### **4.1 Odběr biologických vzorků**

Pro analýzu byly použity vzorky mateřského, kobyliho, kozího a oslího mléka, následně i jejich sušené varianty.

#### **4.1.1 Odběr vzorků mateřského mléka**

Pro analýzu bylo použito 12 vzorků mateřského mléka od náhodně vybraných matek. Stádium laktace jednotlivých matek se lišila (Příloha 1). Vzorky byly odebírány v období od 30. 7. 2014 do 30. 10. 2014. Odebrané mléko bylo uchováno ve sterilních sáčcích na zmrazení mateřského mléka značky Elanee. Bezprostředně po odebrání vzorku bylo mléko uchováno při konstantní teplotě -18 °C. Kromě mateřského mléka byly sledovány hodnoty z běžně dostupných mléčných náhražek mateřského mléka na bázi kravského mléka.

#### **4.1.2 Odběr vzorku kobyliho mléka**

Kobyli mléko bylo získáno z farmy Olšovka v Žinkovech. Kobyla byla plemene Hucul. Vzorek byl odebrán dne 15. 8. 2014 do sterilní lahve. Dále bylo pro analýzu použito sušené kobyli mléko z Lesního Jakubova ([www.ekokoza.cz](http://www.ekokoza.cz)). Kapalný vzorek byl po odebrání uchován při konstantní teplotě -18 °C. Sušený vzorek kobyliho mléka byl uchován v exsikátoru.

#### **4.1.3 Odběr vzorku kozího mléka**

Kozí mléko bylo získáno z domácího chovu z Rakovníka u Příbrami. Mléko bylo odebráno dne 8. 7. 2014 do sterilní nádoby a uchováno při konstantní teplotě -18 °C.

#### **4.1.3 Odběr vzorku oslího mléka**

Oslí mléko bylo získáno z Hospodářského dvora v Bohuslavicích. Oslice byla čisté rasy Andaluského osla (*Asno Cordobés*). Kapalný vzorek byl odebrán dne 25. 1. 2015 do

sterilních lahví a uchován při konstantní teplotě - 18 °C. Dále bylo pro analýzu použito sušené bio oslí mléko z Itálie firmy Montebaducco pharma. Sušený vzorek oslího mléka byl uchován v exsikátoru.

#### 4.1.4 Počáteční mléčná výživa

Byly získány hodnoty z obalů různých druhů počáteční mléčné výživy (0 – 6 měsíců). Všechny umělé mléčné výživy byly na bázi kravského mléka. Seznam umělých mléčných náhražek je uveden v Příloze 7.

## 4.2 Použité chemikálie a materiál

1000 Kjeltabs ST AA09	Thompson a Capper, UK
D(+) glukóza	Lach-Ner, ČR
D-galaktóza DAB 6	Lachema, ČR
Kyselina sírová 96% p. a.	Lach-Ner, ČR
Laktóza monohdrát p. a.	Lach-Ner, ČR
N-amylalkohol p. a.	Lach-ner, ČR
Peroxid vodíku 30%	Fagron,a.s., ČR
Písek mořský	Lach-Ner, ČR
roztok MIRIS CLEAN	Miris, Švédsko
roztok MIRIS ZERO CHECK	Miris, Švédsko
Sacharóza p. a.	Lach-Ner, ČR

### 4.2.1 Přístroje a další vybavení

Analytické váhy ER -18 0A	Electronic Balance, Japonsko
Analyzátor mateřského mléka MIRIS HMA	MIRIS AB, Švédsko
Destilační jednotka – 220 Kjeltec Auto Distillation	FOSS, Švédsko
Filtrační papír 110 mm, 84 g/m <sup>2</sup>	Munktell, Německo
Mikrocentrifuga Hettich EBA 21	Hettich, Německo
MilkoScan FT 120	FOSS, Německo
Nova Safety Gerber Centrifuge	Funke-Gerber, Německo
Pipety	Lach-Ner, ČR

Sonicator (homogenizátor)	MIRIS AB, Švédsko
Výměnné špičky 500, 50 – 1000 µg	Eppendorf AG, Německo
Zkumavky typu Eppendorf 3810 x 1,5 ml	Eppendorf AG, Německo

### **4.3 Příprava vzorků pro analýzu**

Příprava vzorků pro jednotlivé analýzy se lišila podle použité metody. Po odebrání byly kapalné vzorky uchovány při konstantní teplotě -18 °C. V případě sušených vzorků byly vzorky uchovány v exsikátoru. Před samotnými analýzami byly kapalné vzorky rozmrazeny ve vodní lázni.

### **4.4 Stanovení obsahu základních složek mateřského mléka pomocí přístroje MIRIS HMA**

#### Pomůcky a přístroje:

analyzátor lidského mléka MIRIS HMA, ultrazvukový homogenizátor MIRIS Sonicator, injekční stříkačka, sterilní zkumavky

#### Chemikálie:

- roztok MIRIS CLEAN
- roztok MIRIS ZERO CHECK

#### Popis přístroje:

Pomocí analyzátoru lidského mléka MIRIS HMA lze analyzovat složení mateřského mléka. Přístroj není určen pro měření nutričního obsahu žádných jiných tekutin, jako je např. umělá kojenecká výživa nebo obohacené lidské mléko. Hydrolyzovatelné bílkoviny obsažené v umělé kojenecké výživě a obohaceném mléce by mohly způsobovat chybné výsledky. MIRIS je v současné době považován za cenově výhodný a efektivní analyzátor mateřského mléka. Byl vyvinut pro lepší uspokojení potřeb jednotlivých složek v mateřském mléce nedonošených dětí. Analyzátor mateřského mléka MIRIS HMA pracuje na principu transmisní spektroskopie ve střední infračervené oblasti. Kalibrační modely jsou sestaveny pomocí vzorků čistého mateřského mléka o známé koncentraci. Analyzátor je kalibrován



pomocí standardních referenčních metod, které jsou zavedeny a používány v mlékárenském průmyslu. K analýze se nepoužívají chemická činidla. Přístroj MIRIS je robustní a snadno se udržuje. Analyzátor byl validován oproti chemickým referenčním metodám pro kvantifikaci obsahu makronutrientů v mateřském mléce.

#### Postup měření:

Pomocí přístroje MIRIS bylo analyzováno 12 vzorků mateřského mléka získaných od náhodně vybraných matek. Měření této části diplomové práce probíhalo ve Fakultní Thomayerově nemocnici v Praze. Pomocí analyzátoru byl změřen obsah čistých bílkovin, obsah hrubých bílkovin, tuku, sacharidů, sušiny a energetická hodnota mateřského mléka. Pro samotnou analýzu mateřského mléka bylo zapotřebí 1 ml vzorku, což je přípustné množství, které lze od matek získat v klinické praxi. Před samotnou analýzou byly vzorky ohřáty ve vodní lázni vyhřáté na teplotu cca 40 °C. Následně byly vzorky mateřského mléka zhomogenizovány pomocí ultrazvukového homogenizátoru MIRIS Sonicator. Před zahájením analýzy byla provedena kalibrační kontrola s použitím kalibračního roztoku, který byl dodán dodavatelem. Zhomogenizovaný vzorek (cca 1 ml) byl vstříknut do cely a byl měřen přibližně 60 sekund. Přístroj nevyžaduje laboratorní personál. Analýza byla rychlá a velmi přesná.

#### **Obrázek 3: Ultrazvukový homogenizátor MIRIS Sonicator**



<<http://www.tridentinstrumentation.co.za/milk.htm>>.

**Obrázek 4: Analyzátor mateřského mléka MIRIS HMA**



<<http://www.tridentinstrumentation.co.za/milk.htm>>.

## **4.5 Stanovení složek mléka pomocí přístroje MilkoScan FT 120**

### Popis přístroje:

MilkoScan FT 120 je přístroj určený k analýze složení mléka, kontrole mléka a mléčných výrobků, pro účely proplácení syrového mléka a pro kontrolu finálních výrobků. Přístroj se skládá ze dvou hlavních částí: měřicí jednotky a osobního počítače.

Analýza vzorků je založena na měření absorpce infračerveného záření při specifických vlnových délkách, odlišných pro každou stanovovanou složku. Absorpce je ovlivňována jednotlivými komponentami ve vzorku, proto se musí naměřené údaje vést v souladu s referenčními hodnotami pomocí kalibrace. Obsluha přístroje je velmi jednoduchá a vyžaduje pouze minimální zaškolení.

### Postup měření:

Na přístroji MilkoScan byly analyzovány základní složky kozího mléka. Před zahájením analýzy bylo syrové kozí mléko zhomogenizováno v kádince. Kádinka s mlékem byla nasazena do vibrační nasávací pipety. Pomocí pumpy došlo k nadávkování vzorku. 85 % vzorku sloužilo k čištění systému od předchozího vzorku. Analýza trvala cca 60 sekund. Naměřená data byla následně převedena do počítače.

## 4.6 Stanovení bílkovin pomocí přístroje Kjehltec (ČSN 46 1011-18)

### Pomůcky a přístroje:

filtrační papír o střední hustotě (110 mm), mineralizační blok, destilační jednotka, mineralizační tuby, kuželové baňky, byreta, magnetická míchadla, analytické váhy s přesností  $\pm 0,001$  g

### Chemikálie:

10% octová kyselina -  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Penta), promývací roztok (6 ml 10%  $\text{CH}_3\text{COOH}$  a 14 ml roztoku octanu sodného, doplněno na 100 ml s případnou úpravou na hodnotu pH 4,8), 25 % trichloroctová kyselina, 12,5% trichloroctová kyselina, tablety  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , destilovaná voda, hydrogenuhličitan draselný ( $\text{KHCO}_3$ ), methylovaný (0,1%), koncentrovaná kyselina sírová ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), 0,2 N kyselina sírová ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), 40% roztok hydroxidu sodného ( $\text{NaOH}$ ), 1% roztok kyseliny borité ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), Tashiro indikátor, demineralizovaná voda

Vlastnímu stanovení bílkovin v mléku předcházela příprava roztoků analyzovaných druhů mlék pro stanovení jednotlivých frakcí bílkovin. U sušených variant kobyliho a oslího mléka byla nutná příprava roztoku, kdy 14 g sušeného mléka bylo smícháno se 100 ml demineralizované vody (40 °C).

### 4.6.1 Stanovení kaseinu (ČSN ISO 17997-2)

Do kádinky o objemu 150 ml bylo odpipetováno 5 ml mléka s analytickou přesností a zváženo na analytických vahách. Vzorek byl zředěn 75 ml vody o teplotě 40 °C. Následně byl přidán 1 ml 10%  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (Penta) a obsah kádinky byl promíchán tyčinkou. Po 10 minutách byl přidán 1 ml roztoku octanu sodného a obsah opět promíchán. Kádinka byla umístěna na 45 minut do lednice. Po odebrání vzorku následoval přidavek 13 ml destilované vody a její promíchání. Po 15 minutách byl vzorek zfiltrován přes filtrační papír o střední hustotě (110 mm), který byl předem smočený promývacím roztokem. Pomocí promývacího roztoku byla sraženina kvantitativně převedena na filtrační papír, kde byla třikrát promyta 10 ml promývacího roztoku.

#### 4.6.2 Stanovení čistých bílkovin (ČSN ISO 8968-5)

Do kádinky o objemu 150 ml bylo odpipetováno 5 ml mléka s analytickou přesností a zváženo na analytických vahách. Vzorek byl vysrážen pomocí přidavku 5 ml 25% roztoku trichloroctové kyseliny (TCA Penta) a promíchán tyčinkou. Po 15 minutách byla vzniklá sraženina kvantitativně převedena na filtrační papír o střední hustotě, který byl předem smočený promývacím roztokem (12,5% TCA, Penta). Výsledná sraženina byla třikrát promyta 10 ml promývacího roztoku.

#### 4.6.3 Stanovení hrubých bílkovin (ČSN ISO 8968-3)

Stanovení obsahu hrubých bílkovin nevyžaduje úpravu vzorku. Navážka byla zvolena podle předpokládaného obsahu bílkovin pro mléko tj. 5 g s analytickou přesností.

##### Postup měření:

Pro stanovení obsahu bílkovin mateřského, kobyliho, kobyliho sušeného, kozího, oslího a oslího sušeného mléka byla použita základní mineralizace podle Kjeldahla. Vlastní metoda se skládá z třístupňového analytického postupu: mineralizace, destilace a titrace. Mineralizace vzorku probíhala v digesčních tubách, které byly vloženy do elektricky vyhřívaných bloků, které tak následně zlepšovaly podmínky mineralizace vzorků. K vzorkům byla přidána tableta katalyzátoru  $K_2SO_4$ , 10 ml koncentrované kyseliny sírové a 10 ml peroxidu vodíku. Směs byla poté zahřívána na teplotu 420 °C po dobu 130 minut. Po mineralizaci směs v digesčních tubách cca 1 hodinu chladla. Následovala destilace v destilační jednotce klasickým způsobem přeháněním vodní parou pomocí automatického zařízení. Posledním krokem stanovení jednotlivých frakcí bílkovin byla titrace vzorku pomocí 0,2 N  $H_2SO_4$ . Výsledky byly vyjádřeny pomocí níže uvedené rovnice a vynásobeny přepočítávacím faktorem na mléko 6,38.

##### Výpočet a vyjádření výsledků:

$$\% N = (1,4007 * b * c - N_{FP} * n_{FP}) / a$$

a ... navážka vzorku [g]

b ... spotřeba odměrného roztoku po odečtu slepé zkoušky [ml]

c ... koncentrace odměrného roztoku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> [0,2 mol/l]

N<sub>FP</sub> ... průměrný obsah dusíku ve filtračním papíru [0,05 %]

n<sub>FP</sub> ... hmotnost filtračního papíru [g]

Přepočet na mléčné bílkoviny:

$$\% N = \% N * 6,38$$

## 4.7 Stanovení frakcí sacharidů pomocí metody HPLC

Pomůcky a přístroje:

HPLC Chromatogram Varian, 100 ml kádinky, skleněné tyčinky, filtrační nálevky, filtrační archy, vialky, zkumavky typu Eppendorf

Chemikálie:

- CAREZ II (Ferrokyanid draselný)
- CAREZ I (síran zinečnatý)
- demineralizovaná voda
- 0,005 M kyselina sírová

Postup měření:

Pro sestavení kalibračních křivek byly připraveny roztoky čistých standardů jednotlivých sledovaných analytů. Byl připraven modelový roztok demineralizované vody s přídatkem glukózy (0,05 %, 0,1 %, 0,2 %, 0,3 %, 0,4 %, 0,5 %), galaktózy (0,1 %, 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %, 2,5 %), laktózy (4 %, 5 %, 6 %, 7 %, 8 %, 9 %) a kyseliny mléčné (0,1 %, 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %, 2,5 %). Koncentrace byly zvoleny podle předpokládaného množství jednotlivých frakcí sacharidů ve vzorcích. Z modelových roztoků či reálných vzorků mléka bylo odváženo 10 g s přesností na 0,0002 g do 100 ml odměrné baňky. Toto množství bylo smícháno s částí demineralizované vody (cca 30 ml), poté byly do roztoku přidány 3 ml roztoku ferrokyanidu draselného (CAREZ II) a po promíchání 3 ml síranu zinečnatého (CAREZ I). Následovalo další promíchání a odměrná baňka se doplnila do 100 ml demineralizovanou vodou. Po 5 minutách byl roztok připraven k filtraci. K filtraci byly použity velké archy, následovalo odstředění filtrátu v zkumavkách typu Eppendorf, následně

nadávkování do vialek a uchování v mrazáku. Po celou dobu analýz byl použit přístroj HPLC chromatogram Varian (pumpa Varian 9010, Autosampler 9095, detektor Varian RI-4) s analytickou kolonou (Column), AminexR HPX-87H, 300 x 7,8 mm a následujícími podmínkami metody:

Mobilní fáze: 0,005M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Průtok: 0,6 ml/ min

Teplota kolony: 65 °C

Detekce: RI – teplota detektoru 35 °C

Dávkovací smyčka – nástřik 20 µl

Pomocí HPLC byly sestaveny jednotlivé kalibrační křivky sledovaných standardů. Kalibrační křivky jednotlivých sledovaných analytů jsou uvedeny v Příloze 9 -12 spolu s výpočtem lineární rovnice a s koeficientem determinace, což je druhá mocnina korelačního koeficientu „r“. Koeficient determinace udává, jaké procento rozptýlení empirických hodnot závisle proměnných je důsledkem rozptylu teoretických hodnot závisle proměnných odhadnutých na základě regresní přímky.

Ze získaných hodnot uvedených v Příloze 4 byla zjištěna minimální a maximální hodnota, směrodatná odchylka a stanovena rozšířená nejistota U – dvojnásobek směrodatné odchylky uvedené v Tabulce 8.

**Tabulka 7: Retenční časy sledovaných analytů metodou HPLC**

Analyt	Retenční čas (min.)
Laktóza	7,0995
Glukóza	8,599
Galaktóza	10,355
Kyselina mléčná	13,901

**Tabulka 8: Validace stanovení analytů pomocí metody HPLC**

Analyt	Průměr	min. - max. %	SD	U %
Laktóza	9,9874	8,3392 - 12,3853	1,675418	3,350836
Glukóza	8,5461	3,8500- 10,8102	1,422911	2,845822
Galaktóza	0,0639	0,0530 - 0,1388	1,456894	2,913789
Kyselina mléčná	0,0845	0,0835 - 0,0854	1,502558	3,005116

## 4.8 Stanovení obsahu tuku acidobutyrometrickou metodou podle Gerbera (ČSN 57 0530)

### Pomůcky a přístroje:

běžné laboratorní sklo, skleněné kalibrované butyrometry podle ČSN 25 7631, kalibrovaná pipeta podle ČSN 70 4121 na 11 ml mléka při 20 °C, automatické pipety, odstředivka na butyrometry (Gerber Centrifuge, www.biotech.cz), vodní lázeň

### Chemikálie:

- kyselina sírová (Gerberova) 90-91%, o specifické hmotnosti =  $1,817 \pm 0,003 \text{ g.cm}^{-3}$  při 20 °C
- amylalkohol (bezvodý) o specifické hmotnosti 0,808 - 0,818  $\text{g.cm}^{-3}$  při 20 °C

### Postup měření:

Pro analýzu bylo použito kobydí mléko, kobydí sušené mléko, oslí mléko a oslí sušené mléko. Do butyrometru bylo odměřeno automatickou pipetou 10 ml Gerberovy kyseliny sírové a mléčnou pipetou 11 ml mléka vytemperovaného na 20 °C. Při odměřování mléka pipetou se odečetl horní meniskus. Mléko bylo opatrně vypuštěno po stěně butyrometru pod úhlem 45° tak, aby se mléko navrstvilo a obě kapaliny se nepromísily. Poté co mléko z pipety vyteklo, počkalo se cca 3 sekundy. Pipeta se odtrhla od stěny butyrometru a zbytek mléka se nevyfukoval. Nakonec byl přidán 1 ml amylalkoholu. Butyrometr byl zazátkován pryžovou zátkou a obsah prudce protřepán, až se všechny bílkoviny rozpustily. Po protřepání se horké butyrometry odstředily při předepsané rychlosti po dobu 5 minut. Po odstředění byly butyrometry vloženy do vodní lázně o teplotě 65 - 68 °C. Butyrometry se vyhřívaly po dobu 3 minut a následně byl odečten obsah tuku.

## 4.9 Stanovení sušiny (ČSN 57 0530)

Podstatou metody je sušení vzorku do konstantní hmotnosti při  $102 \pm 2 \text{ °C}$ . Podle normy byla stanovena sušina kobydího, kobydího sušeného, kozího, oslího a oslího sušeného mléka.

### Pomůcky a přístroje:

hliníkové misky o průměru 6 - 7 cm a výšce 3 - 4 cm (tzv. vysoušečky), elektrická sušárna, exsikátor, skleněné tyčinky, analytické váhy

### Chemikálie:

- mořský písek praný kyselinou chlorovodíkovou, vodou a vyžíhaný

### Postup měření:

Do hliníkové misky, tzv. vysoušečky, bylo nasypáno cca 20 g písku s vloženou skleněnou tyčinkou a sušeno po dobu 30 minut při teplotě  $102 \pm 2$  °C. Víčko bylo položeno vedle misky. Následně byla vysoušečka spolu s pískem a uzavřená víčkem vložena do exsikátoru. Po vychladnutí (cca 30 minut) byla miska zvážena s přesností na 0,0005 g. Do misky bylo rychle odpipetováno cca 5 g vzorku a následně zváženo. Vzorek v misce byl tyčinkou důkladně promíchán a rozetřen s pískem na stejnorodou hmotu. Poté byla miska vložena do sušárny vyhřáté na  $102 \pm 2$  °C. Po 10 minutách byla hmota promíchána. Tento postup byl v desetiminutových intervalech třikrát zopakován. Po 4 hodinách sušení byla miska ochlazená v exsikátoru (cca 30 minut) a zvážena. Následující vážení bylo provedeno po vysušení po dobu 30 minut a po půlhodinovém chladnutí v exsikátoru tak dlouho, až rozdíl mezi dvěma po sobě následujícími váženími byl roven nule nebo byl menší než 0,001 g. V případě zvýšení hmotnosti byla pro výpočet použita nejnižší hodnota.

### Výpočet a vyjádření výsledků:

Obsah sušiny v hmotnostních % (x) bylo vypočteno pomocí vzorce:  $x = 100 b/a$

a ... navážka vzorku v g

b ... hmotnost vysušeného vzorku v gramech



## 5 Statistické vyhodnocení výsledků

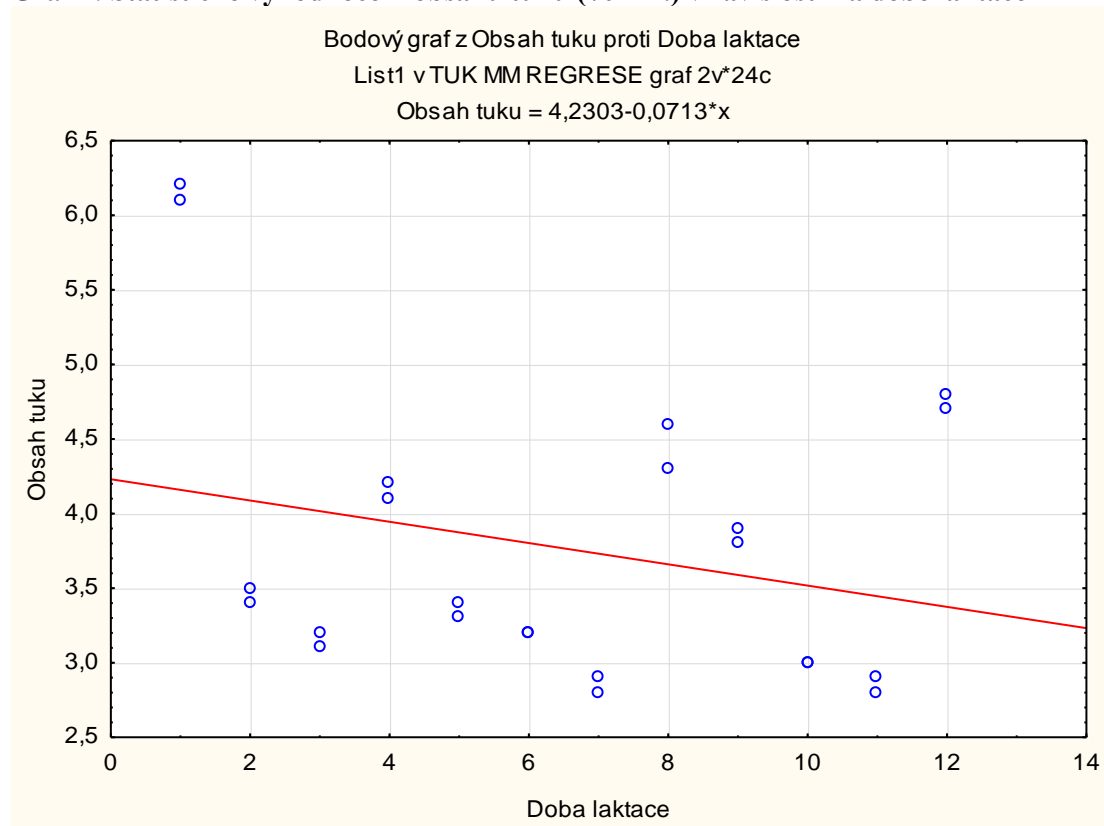
Zjištěné výsledky rozborů vybraných druhů mlék byly zpracovány pomocí programu Statistica 12. K vyhodnocení dat byl použit jednovýběrový t-test (nezávislé vzorky), dvouvýběrový t-test a regresní analýza. Hladina významnosti byla zvolena  $p = 0,05$ .

### 5.1 Tuk mateřského mléka vs. tuk alternativních druhů mléka

#### 5.1.1 Závislost obsahu tuku mateřského mléka na době laktace

Doba laktace 12 vzorků mateřského mléka je uvedena v Příloze 1. Z níže uvedeného Grafu 1 vyplývá, že průměrný obsah tuku v průběhu laktace kolísavě klesal a stoupal. K největšímu poklesu tuku došlo u vzorku č. 11 (97. den laktace) - 2,85 % hm. tuku. Naopak výrazný vzestup obsahu tuku byl zaznamenán na začátku laktace u vzorku č. 1 (11. den laktace) - 6,15 % hm. tuku a na konci laktace u vzorku č. 12 (150. den laktace) - 4,75 % hm. tuku.

**Graf 1: Statistické vyhodnocení obsahu tuku (% hm.) v závislosti na době laktace**



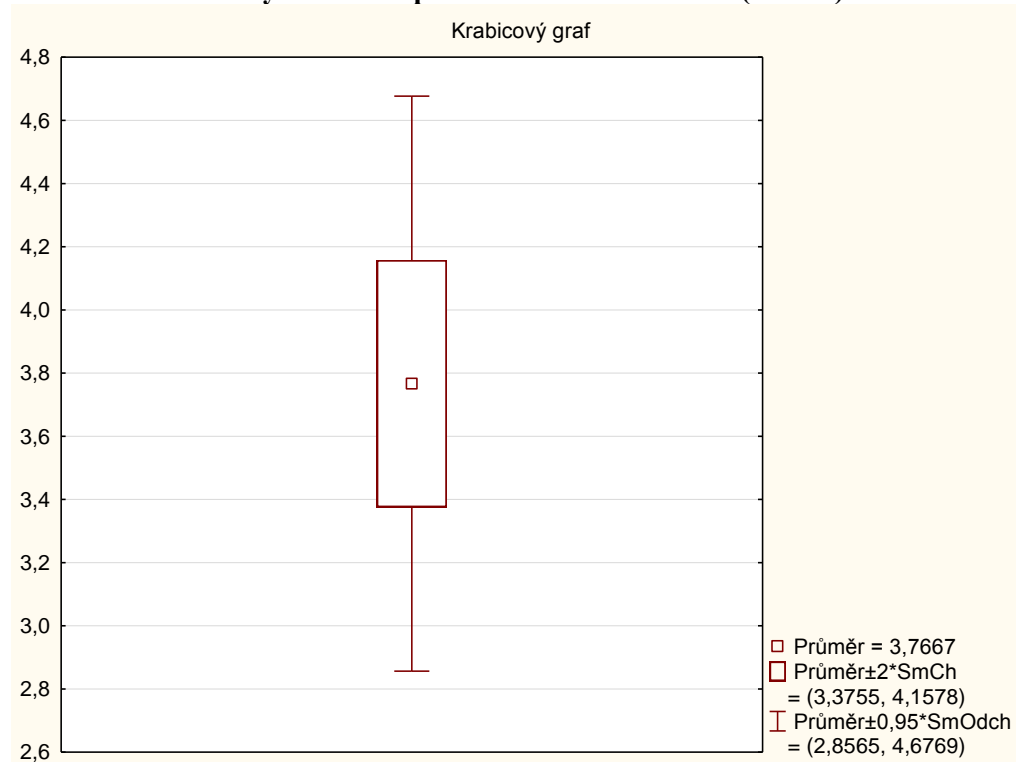
Z výše uvedeného statistického vyhodnocení vyplývá:

- 1) Je slabá závislost mezi obsahem tuku a dobou laktace. Hodnota korelačního koeficientu je 0,26.
- 2) Závisle proměnná (obsah tuku) je ovlivněna z 6,89 % nezávisle proměnnou (dobou laktace).
- 3)  $p(0,22) > \alpha(0,05)$  je přijata  $H_0 \rightarrow$  Není silná závislost mezi obsahem tuku a dobou laktace.

### 5. 1. 1. 1. Podobnost v obsahu tuku alternativních druhů mléka a mateřského mléka

Rozdíly v obsahu složení mléčného tuku kobyliho, oslího či kozího mléka v porovnání s mateřským mlékem jsou statisticky průkazné. Obsah tuku v mateřském mléce je výrazně vyšší (3,77 % hm.) oproti obsahu tuku v kobyliím mléce (2,60 % hm.), oslím mléce (1,80 % hm.) a kozím mléce (3,25 % hm.).

**Graf 2: Statistické vyhodnocení průměrného obsahu tuku (% hm.) mateřského mléka**



Statistické vyjádření Grafu 2 dokazuje, že:

- Mezi mateřským mlékem a kobyliím mlékem je hodnota  $p(0,000004) < \alpha(0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským mlékem a oslím mlékem je hodnota  $p(0,000000) < \alpha(0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.

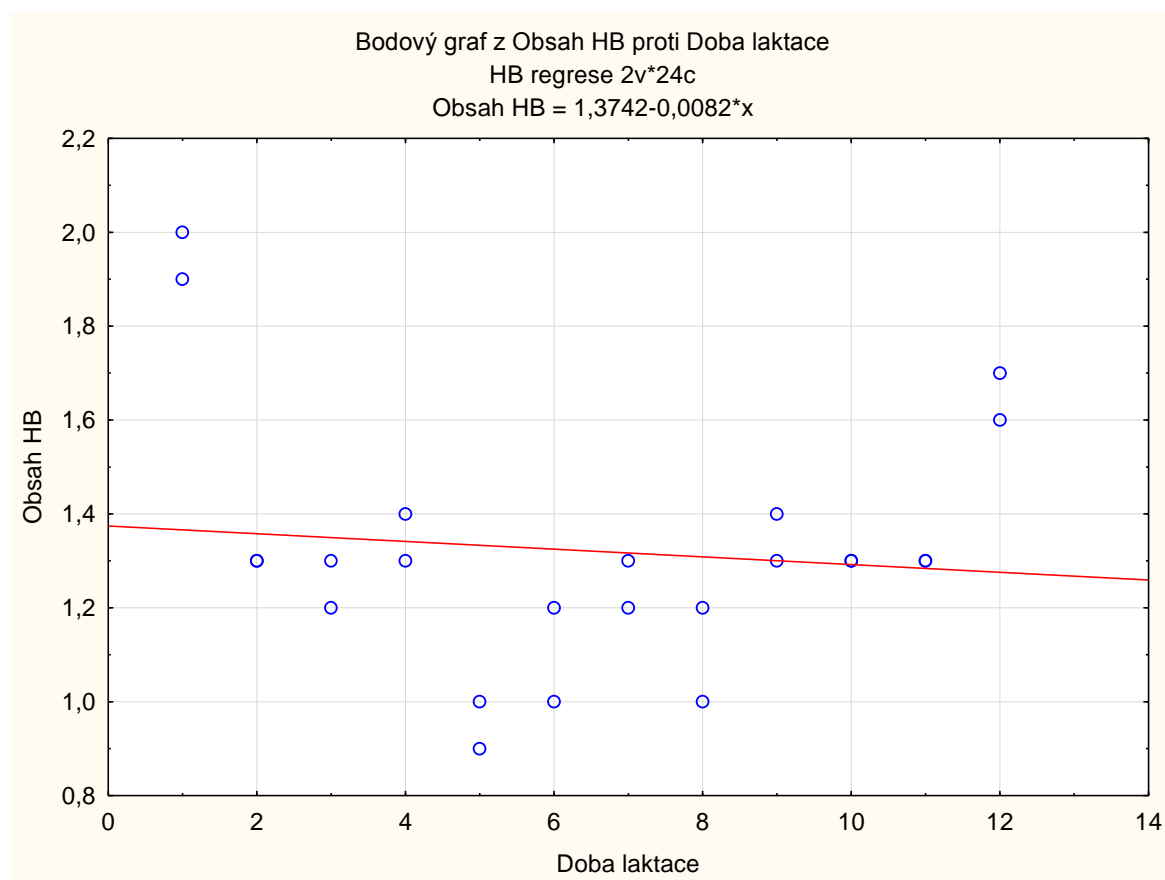
- Mezi mateřským a kozím mlékem je hodnota  $p (0,014575) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.

## 5. 2 Bílkoviny mateřského mléka vs. bílkoviny alternativních druhů mléka

### 5.2.1 Závislost obsahu hrubých bílkovin mateřského mléka na době laktace

Doba laktace 12 vzorků mateřského mléka je uvedena v Příloze 1. Z níže uvedeného Grafu 3 vyplývá, že průměrný obsah hrubých bílkovin v průběhu laktace kolísavě klesal a stoupal. K největšímu poklesu tuku došlo u vzorku č. 5 (44. den laktace) - 0,95 % hm.. Naopak výrazný vzestup obsahu hrubých bílkovin byl zaznamenán na začátku laktace u vzorku č. 1 (11. den laktace) -1,95 % hm. a na konci laktace u vzorku č. 12 (150. den laktace) - 1,65 % hm. hrubých bílkovin. Nevýrazné změny v obsahu hrubých bílkovin byly u vzorků č. 2 - 4 (1,25 - 1,45 % hm.) a vzorků č. 9 - 11 (1,3 - 1,35 % hm.).

**Graf 3: Statistické vyhodnocení závislosti obsahu hrubých bílkovin (% hm.) na době laktace**



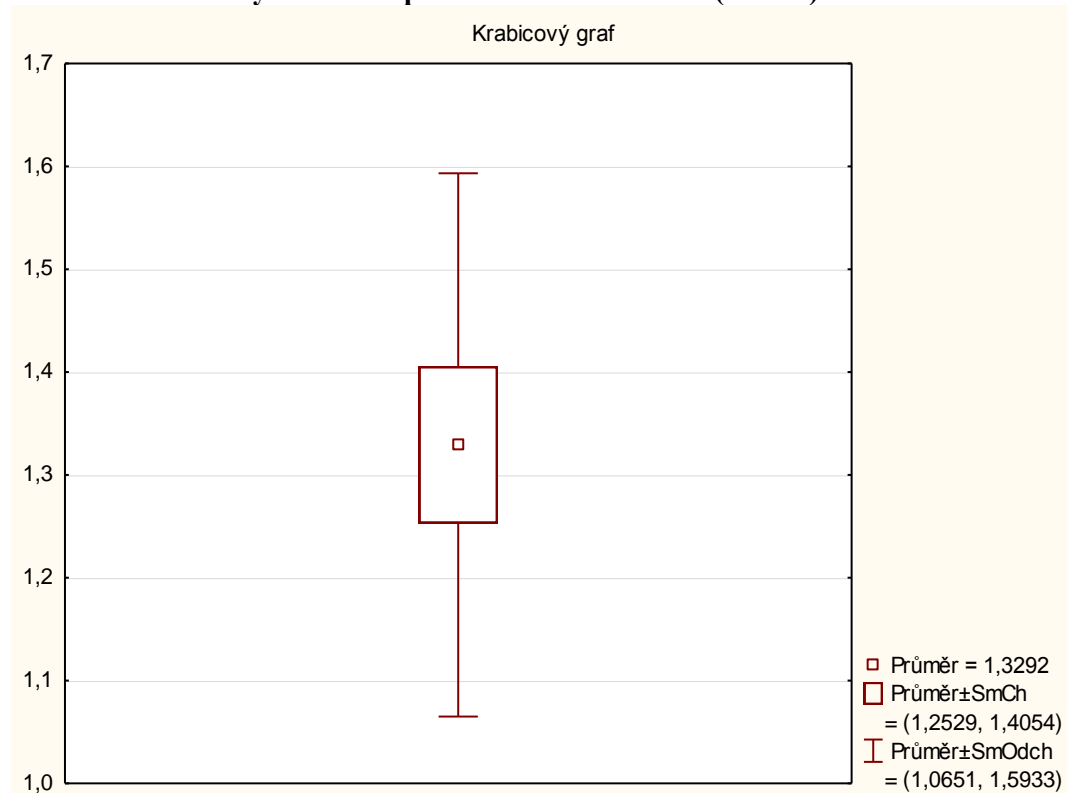
Z výše uvedeného statistického vyhodnocení vyplývá:

- 1) Je slabá závislost mezi obsahem hrubých bílkovin a dobou laktace. Hodnota korelačního koeficientu je 0,11.
- 2) Závisle proměnná (obsah HB) je ovlivněna z 1,22 % nezávisle proměnnou (dobou laktace).
- 3)  $p(0,61) > \alpha(0,05)$  je přijata  $H_0 \rightarrow$  Není silná závislost mezi obsahem hrubých bílkovin a dobou laktace.

### 5.2.1.1 Podobnost v obsahu hrubých bílkovin alternativních druhů mléka a mateřského mléka

Rozdíly v obsahu složení hrubých bílkovin kobyliho, oslího či kozího mléka v porovnání s mateřským mlékem jsou statisticky průkazné. Obsah hrubých bílkovin v mateřském mléce je výrazně vyšší (1,33 % hm.) v porovnání s kobyliím mlékem (0,99 % hm.) a oslím mlékem (0,64 % hm.). Kozí mléko má vyšší obsah hrubých bílkovin v mléce (2,39 % hm.) oproti mateřskému mléku.

**Graf 4** Statistické vyhodnocení průměrného obsahu HB (% hm.) v mateřském mléce



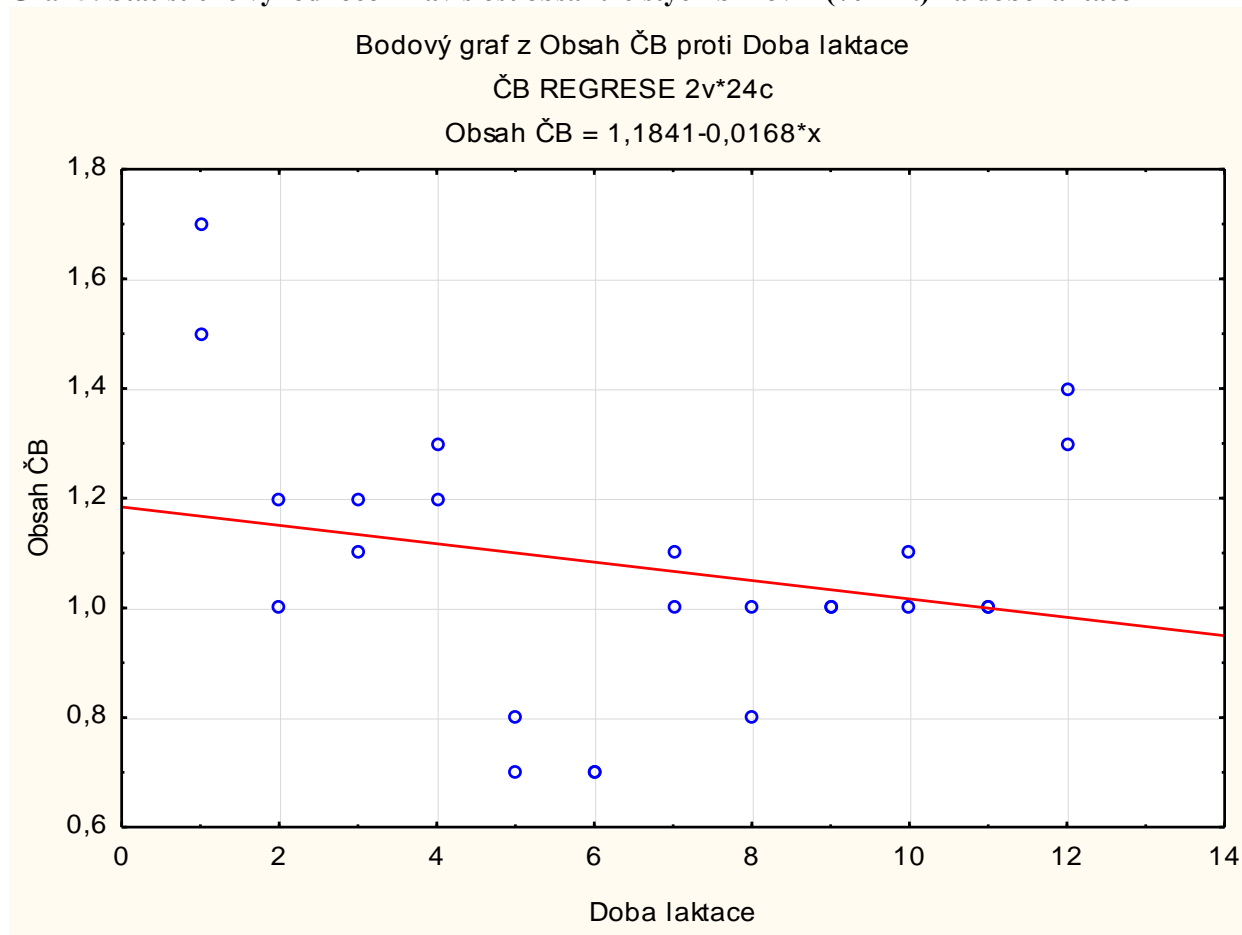
Statistické vyjádření Grafu 4 dokazuje, že:

- Mezi mateřským mlékem a kobyším mlékem je hodnota  $p (0,005820) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským mlékem a oslím mlékem je hodnota  $p (0,000000) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským a kozím mlékem je hodnota  $p (0,014575) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.

**5.2.2 Závislost obsahu čistých bílkovin mateřského mléka na době laktace**

Doba laktace 12 vzorků mateřského mléka je uvedena v Příloze 1. Z uvedeného Grafu 5 vyplývá, že průměrný obsah čistých bílkovin v průběhu laktace kolísavě klesal a stoupal. K největšímu poklesu tuku došlo u vzorku č. 6 (56. den laktace) - 0,70 % hm. Největší vzestup byl zaznamenán na začátku laktace u vzorku č. 1 (11. den laktace) - 1,60 % hm. U vzorku č. 12 (150. den laktace) je znázorněn vzestup obsahu čistých bílkovin (1,35 % hm.).

**Graf 5: Statistické vyhodnocení závislost obsahu čistých bílkovin (% hm.) na době laktace**



Z výše uvedeného statistického vyhodnocení vyplývá:

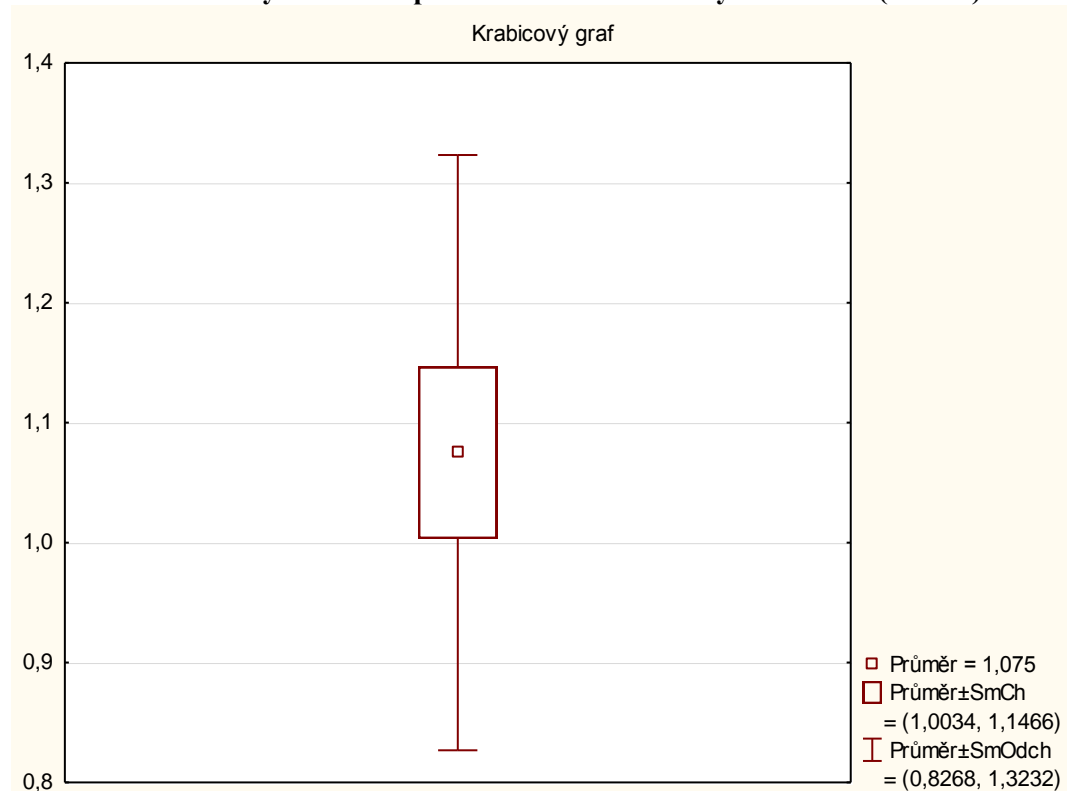
- 1) Je slabá závislost mezi obsahem čistých bílkovin a dobou laktace. Hodnota korelačního koeficientu je 0,24.
- 2) Závisle proměnná (obsah ČB) je ovlivněna z 5,58 % nezávisle proměnnou (dobou laktace).
- 3)  $p(0,27) > \alpha(0,05)$  je přijata  $H_0 \rightarrow$  Není silná závislost mezi obsahem čistých bílkovin a dobou laktace.

### **5.2.2.1 Podobnost v obsahu hrubých bílkovin alternativních druhů mléka a mateřského mléka**

Rozdíly v obsahu složení čistých bílkovin kobyliho, oslího či kozího mléka v porovnání s mateřským mlékem uvedené v Grafu 6 jsou statisticky průkazné. Obsah čistých bílkovin v mateřském mléce je výrazně vyšší (1,08 % hm.) oproti srovnávaným alternativním

druhům jako jsou kobydí mléko (0,75 % hm.), oslí mléko (0,52 % hm.) a kozí mléko (0,74 % hm.).

**Graf 6: Statistické vyhodnocení průměrného obsahu čistých bílkovin (% hm.) mateřského mléka**



Statistické vyjádření Grafu 6 dokazuje, že:

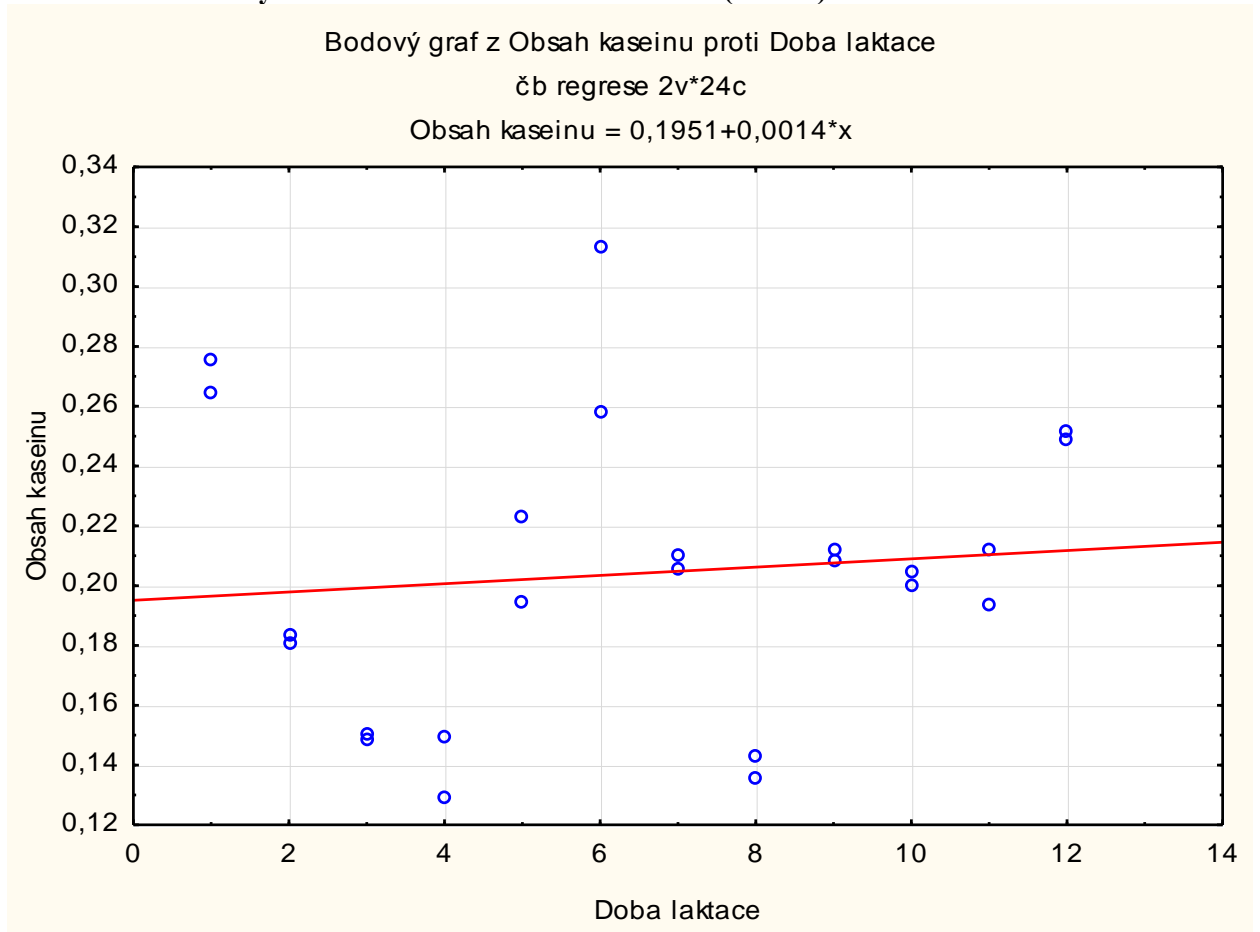
- Mezi mateřským mlékem a kobydím mlékem je hodnota  $p (0,000002) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským mlékem a oslím mlékem je hodnota  $p (0,000000) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským a kozím mlékem je hodnota  $p (0,000001) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.

### 5.2.3 Závislost obsahu kaseinu mateřského mléka na době laktace

Doba laktace 12 vzorků mateřského mléka je uvedena v Příloze 1. Z uvedeného Grafu 7 vyplývá, že průměrný obsah kaseinu v průběhu laktace kolísavě klesal a stoupal. K největšímu poklesu tuku došlo u vzorku č. 5 (44. den laktace) - 0,14 % hm. a č. 8 (58. den

laktace) - 0,14 % hm. Největší vzestup byl zaznamenán u vzorku č. 6 (58. den laktace) - 0,29 % hm.

**Graf 7: Statistické vyhodnocení závislost obsahu kaseinu (% hm.) na době laktace**



Z výše uvedeného statistického vyhodnocení vyplývá:

- 1) Je slabá závislost mezi obsahem kaseinu a dobou laktace. Hodnota korelačního koeficientu je 0,10.
- 2) Závisle proměnná (obsah kaseinu) je ovlivněna z 1,05 % nezávisle proměnnou (dobou laktace).
- 3)  $p(0,63) > \alpha(0,05)$  je přijata  $H_0 \rightarrow$  Není silná závislost mezi obsahem kaseinu a dobou laktace.

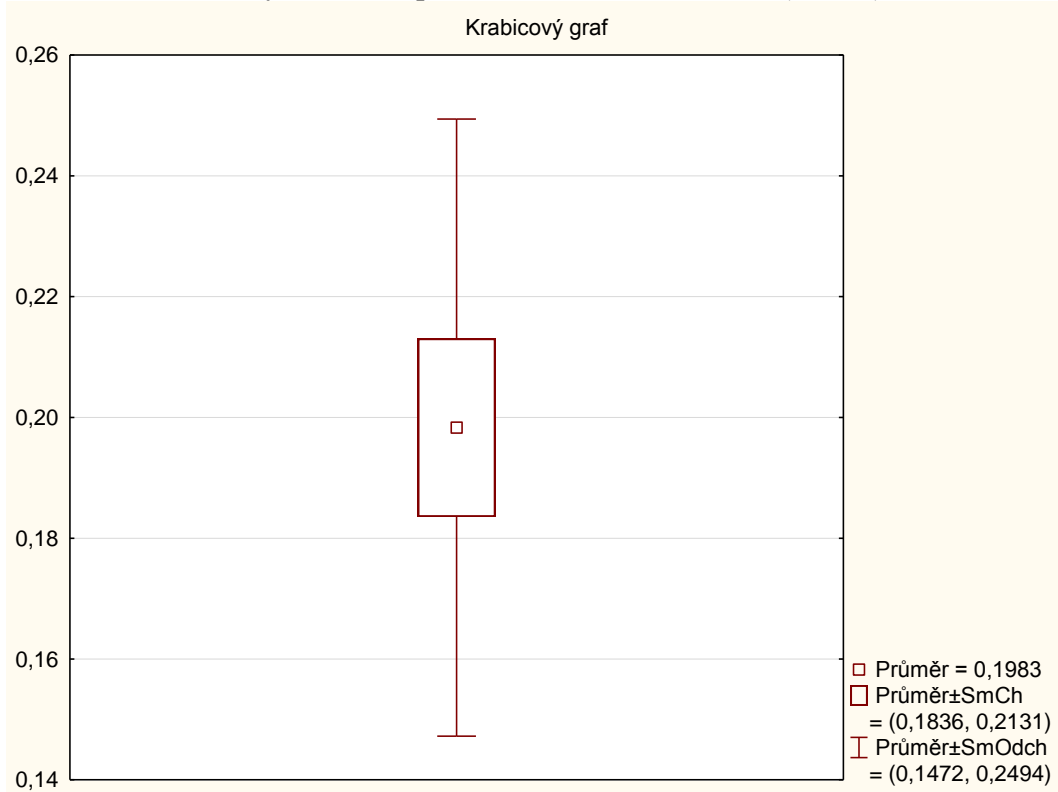
### 5.2.3.1 Podobnost v obsahu kaseinu alternativních druhů mléka a mateřského mléka

Rozdíly v obsahu složení kaseinu kobyliho, oslího či koziho mléka v porovnání s mateřským mlékem uvedené v Grafu 8 jsou statisticky průkazné. Průměrný obsah kaseinu



v mateřském mléce (0,20 % hm.) se liší oproti srovnávaným alternativním druhům v podobě kobyliho mléka (0,41 % hm.), oslího mléka (0,24 % hm.) a kozího mléka (1,65 % hm.).

**Graf 8: Statistické vyhodnocení průměrného obsahu kaseinu (% hm.) mateřského mléka**



Statistické vyjádření Grafu 8 udává, že:

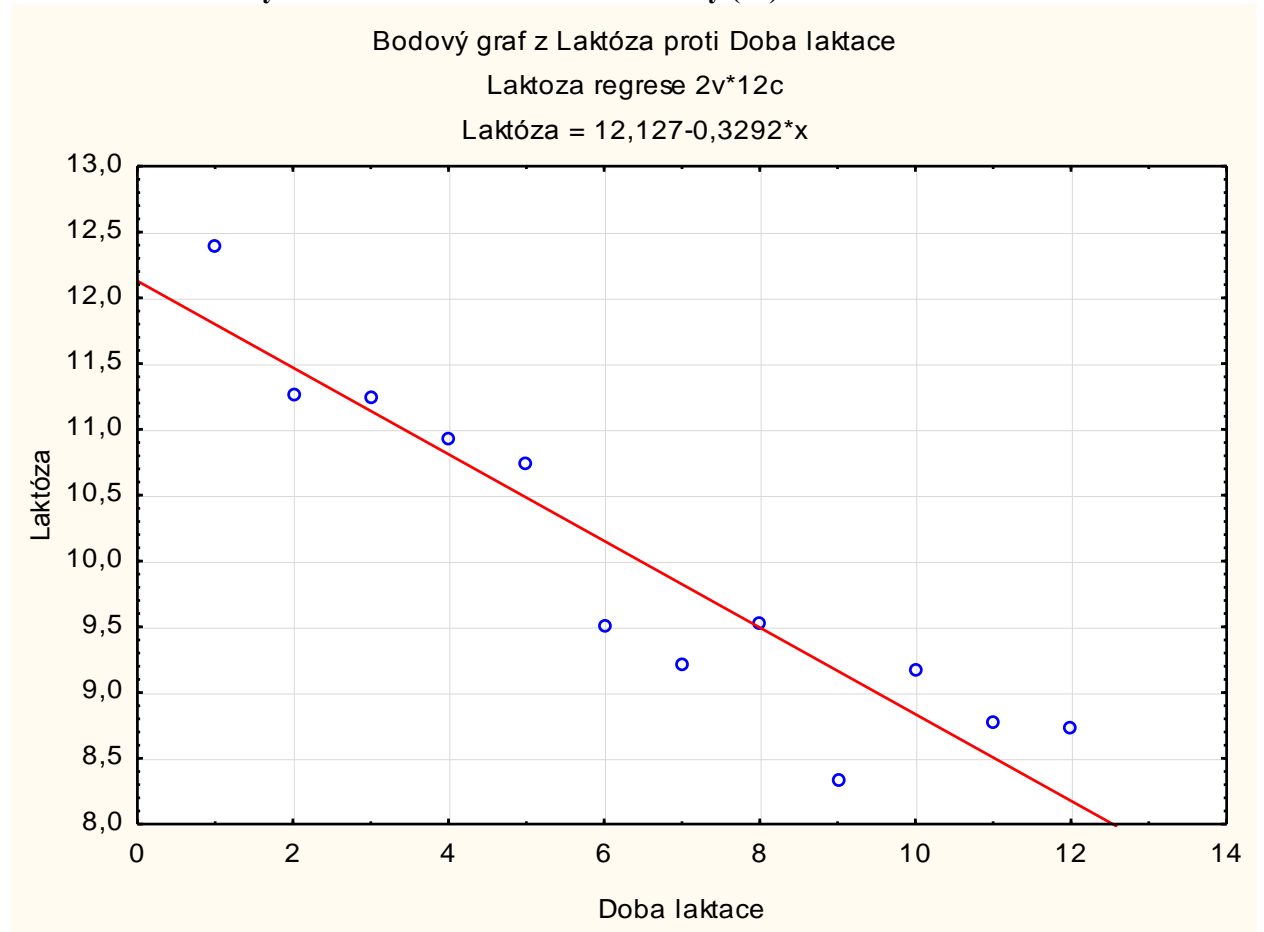
- Mezi mateřským mlékem a kobyliím mlékem je hodnota  $p (0,000518) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským mlékem a oslím mlékem je hodnota  $p (0,010904) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským a kozím mlékem je hodnota  $p (0,000004) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.

## 5.3 Sacharidy mateřského mléka vs. sacharidy alternativních druhů mléka

### 5.3.1 Závislost obsahu laktózy na době laktace

Doba laktace 12 vzorků mateřského mléka je uvedena v Příloze 1. Z uvedeného Grafu 9 vyplývá, že průměrný obsah laktózy v průběhu laktace spíše klesal. K největšímu poklesu laktózy došlo u vzorku č. 12 (150. den laktace) - 8,73 %. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána u vzorku č. 1 (11. den laktace) - 12,39 %.

**Graf 9: Statistické vyhodnocení závislosti obsahu laktózy (%) na době laktace**



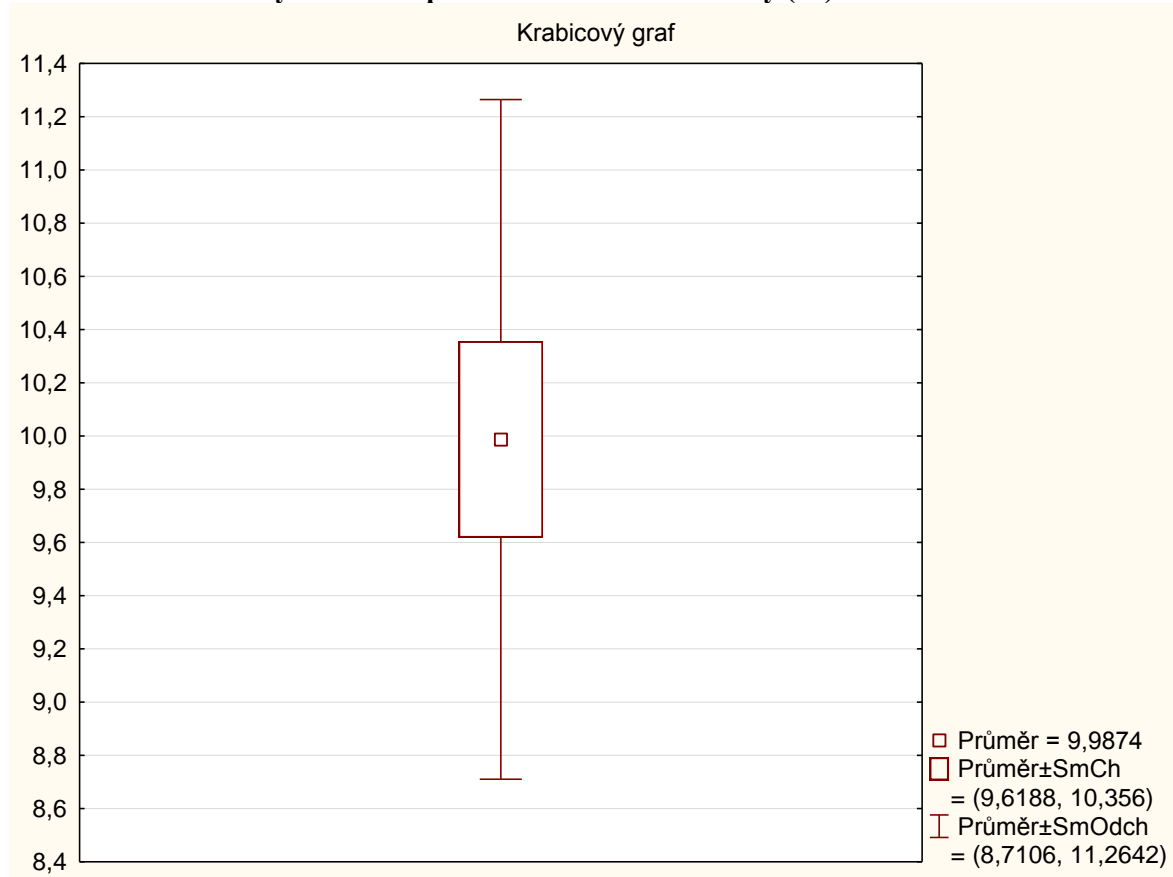
Z výše uvedeného statistického vyhodnocení vyplývá:

- 1) Je silná závislost mezi obsahem laktózy a dobou laktace. Hodnota korelačního koeficientu je 0,93.
- 2) Závisle proměnná (obsah laktózy) je ovlivněna z 86,40 % nezávisle proměnnou (dobou laktace).
- 3)  $p(0,00) < \alpha(0,05)$  je přijata  $H_0 \rightarrow$  Je silná závislost mezi obsahem laktózy a dobou laktace.

### 5.3.2 Podobnost v obsahu laktózy alternativních druhů mléka a mateřského mléka

Rozdíly v obsahu složení laktózy kobyliho, oslího či kozího mléka v porovnání s mateřským mlékem uvedené v Grafu 10 jsou statisticky průkazné. Průměrný obsah laktózy v mateřském mléce (9,99 %) se liší oproti srovnávaným alternativním druhům v podobě kobyliho mléka (10,88 %), oslího mléka (8,98 %) a kozího mléka (4,52 %).

**Graf 10: Statistické vyhodnocení průměrného obsahu laktózy (%) v mateřském mléce**



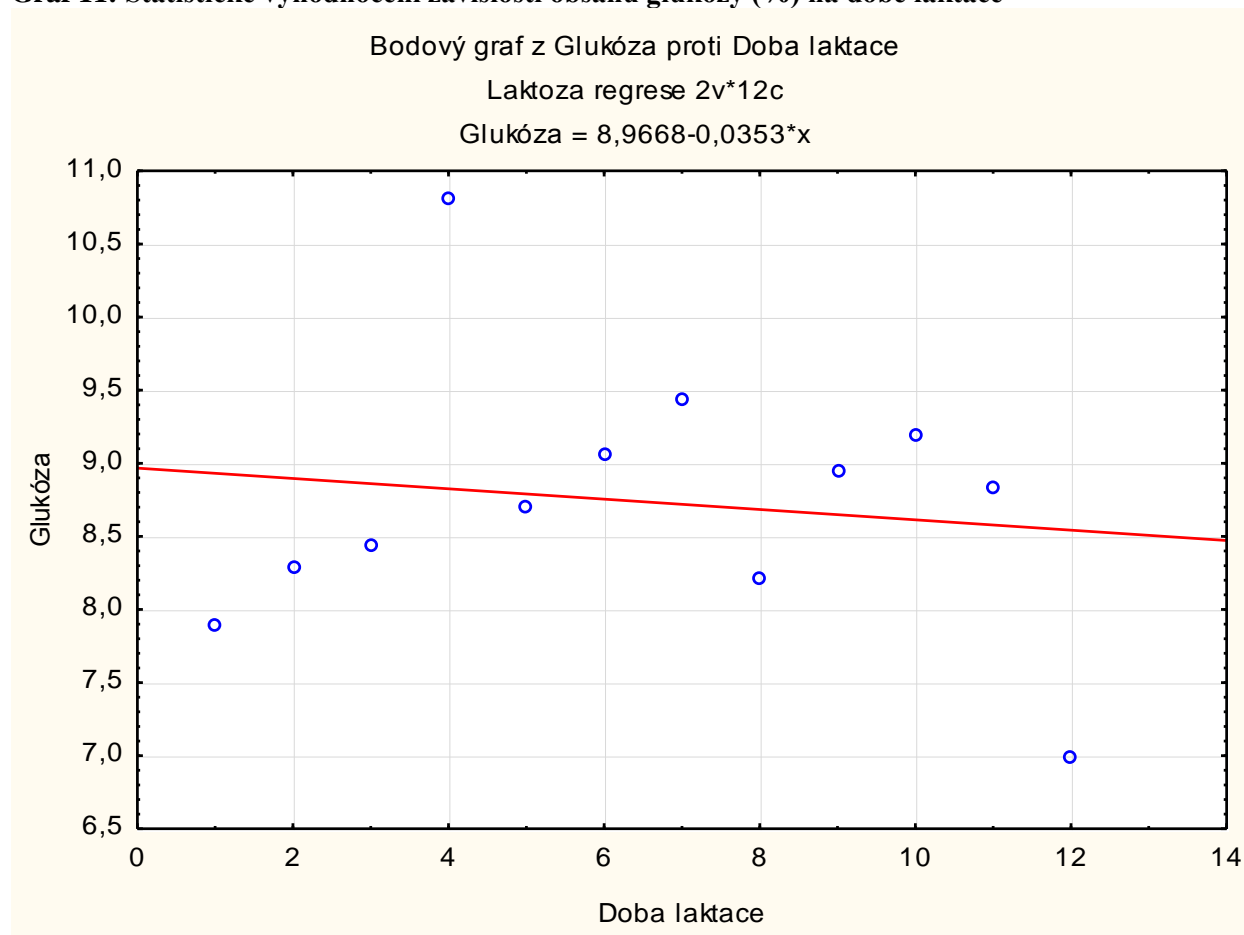
Statistické vyjádření Grafu 10 udává:

- Mezi mateřským mlékem a kobyliím mlékem je hodnota  $p (0,033724) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským mlékem a oslím mlékem je hodnota  $p (0,019385) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským a kozím mlékem je hodnota  $p (0,000000) < \alpha (0,05)$ , představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.

### 5.3.3 Závislost obsahu glukózy na době laktace

Doba laktace 12 vzorků mateřského mléka je uvedena v Příloze 1. Z uvedeného Grafu 11 vyplývá, že průměrný obsah glukózy v průběhu laktace se výrazně měnil. K největšímu poklesu glukózy došlo u vzorku č. 1 (11. den laktace) - 7,89 %. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána u vzorku č. 4 (38. den laktace) - 10,81 % glukózy.

**Graf 11: Statistické vyhodnocení závislosti obsahu glukózy (%) na době laktace**



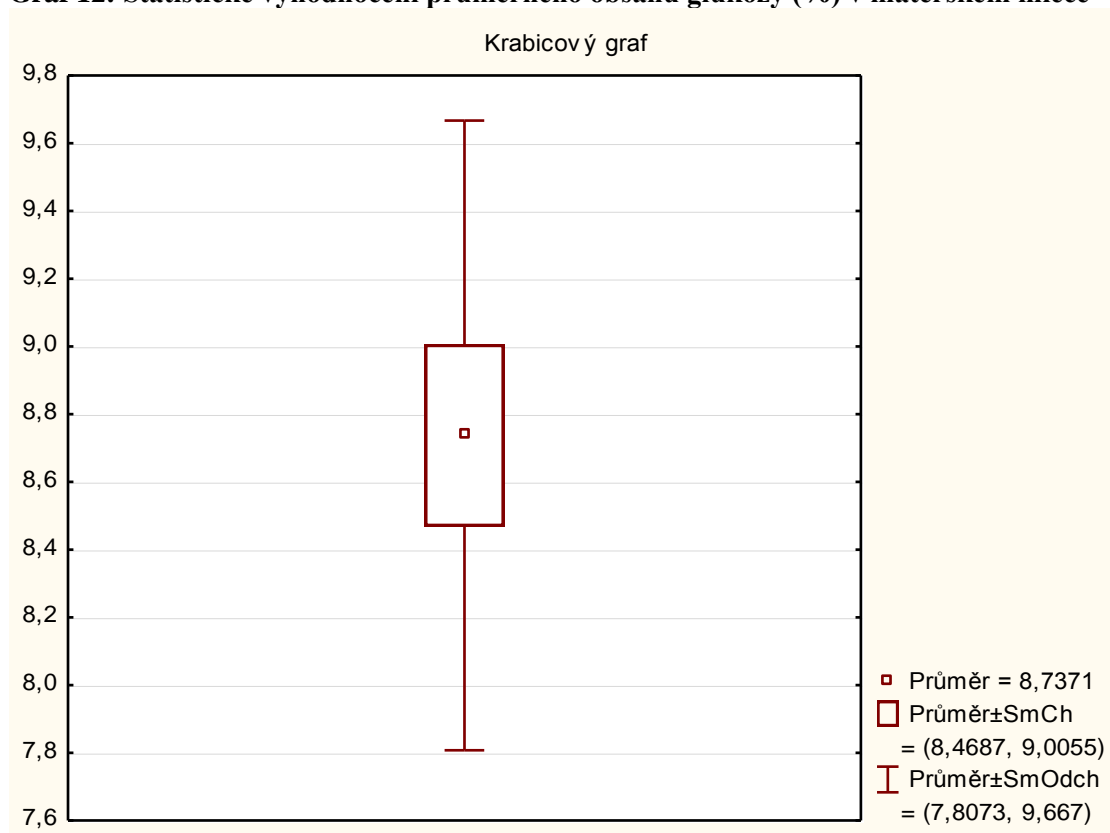
Z výše uvedeného statistického vyhodnocení vyplývá:

- 1) Je slabá závislost mezi obsahem glukózy a dobou laktace. Hodnota korelačního koeficientu je 0,14.
- 2) Závisle proměnná (obsah glukózy) je ovlivněna z 1,88 % nezávisle proměnnou (dobou laktace).
- 3)  $p(0,67) > \alpha(0,05)$  je přijata  $H_0 \rightarrow$  Není silná závislost mezi obsahem glukózy a dobou laktace.

### 5.3.4 Podobnost v obsahu glukózy alternativních druhů mléka a mateřského mléka

Rozdíly v koncentraci glukózy oslího a kozího mléka v porovnání s mateřským mlékem uvedené v Grafu 12 jsou statisticky průkazné. Průměrný obsah glukózy v mateřském mléce (8,73 %) se liší oproti srovnávaným alternativním druhům v podobě oslího mléka (9,10 %) a kozího mléka (3,85 %). Oproti dvěma předchozím alternativním druhům mléka v koncentraci kobyliho mléka (8,84 %) a mateřského mléka, nejsou statisticky významné rozdíly.

**Graf 12: Statistické vyhodnocení průměrného obsahu glukózy (%) v mateřském mléce**



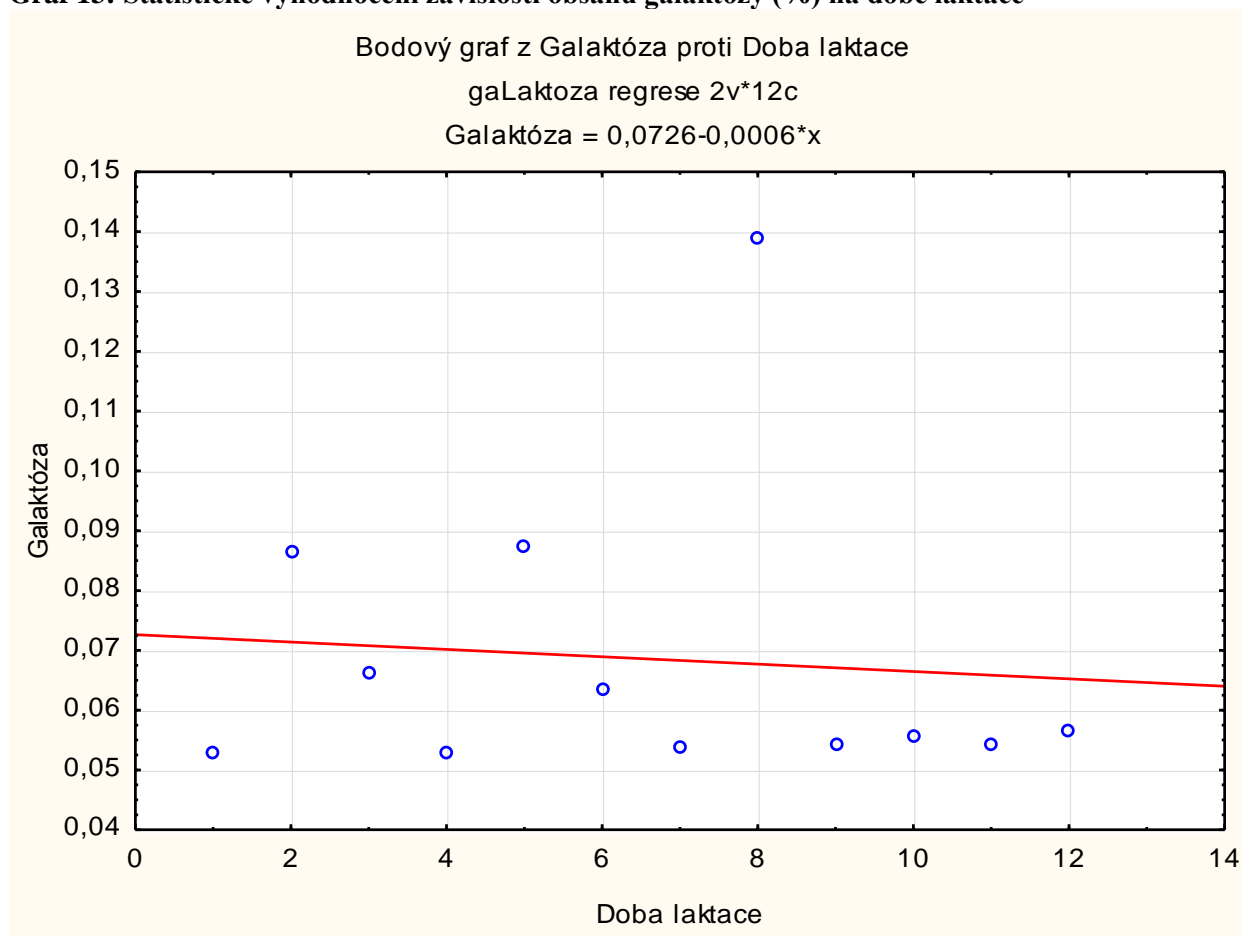
Statistické vyjádření Grafu 12 udává:

- Mezi mateřským mlékem a kobyliím mlékem je hodnota  $p$  (0,699203)  $> \alpha$  (0,05), nepředstavující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským mlékem a oslím mlékem je hodnota  $p$  (0,261842)  $< \alpha$  (0,05), představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským a kozím mlékem je hodnota  $p$  (0,000000)  $< \alpha$  (0,05), představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.

### 5.3.5 Závislost obsahu galaktózy na době laktace

Doba laktace 12 vzorků mateřského mléka je uvedena v Příloze 1. Z uvedeného Grafu 13 vyplývá, že průměrný obsah galaktózy se v průběhu laktace výrazně měnil. K největšímu poklesu galaktózy došlo u vzorku č. 1 (11. den laktace) - 0,0530 % a vzorku č. 4 (38. den laktace) - 0,0530 %. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána u vzorku č. 8 (58. den laktace) - 0,1388 % galaktózy.

**Graf 13: Statistické vyhodnocení závislosti obsahu galaktózy (%) na době laktace**



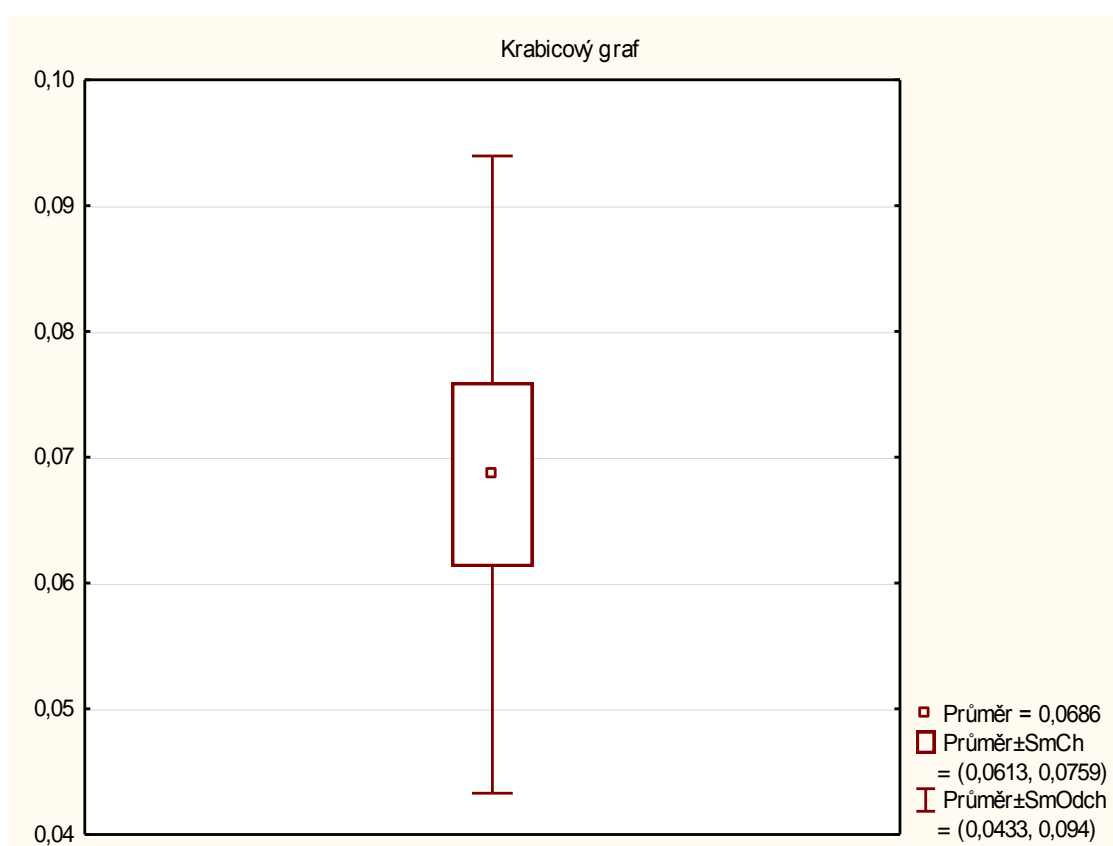
Z výše uvedeného statistického vyhodnocení vyplývá:

- 1) Je slabá závislost mezi obsahem galaktózy a dobou laktace. Hodnota korelačního koeficientu je 0,09.
- 2) Závisle proměnná (obsah galaktózy) je ovlivněna z 0,77 % nezávisle proměnnou (dobou laktace).
- 3)  $p(0,79) > \alpha(0,05)$  je přijata  $H_0 \rightarrow$  Není silná závislost mezi obsahem galaktózy a dobou laktace.

### 5.3.6 Podobnost v obsahu galaktózy alternativních druhů mléka a mateřského mléka

Rozdíly v koncentraci galaktózy oslího a kozího mléka v porovnání s mateřským mlékem uvedené v Grafu 14 jsou statisticky průkazné. Průměrný obsah galaktózy v mateřském mléce (0,0686 %) se liší oproti srovnávaným alternativním druhům v podobě oslího mléka (0,0576 %) a kozího mléka (0,0854 %). Oproti dvěma předchozím alternativním druhům mléka v koncentraci kobyliho mléka (0,0640 %) a mateřského mléka, nejsou statisticky významné rozdíly.

**Graf 14: Statistické vyhodnocení průměrného obsahu galaktózy (%) v mateřském mléce**



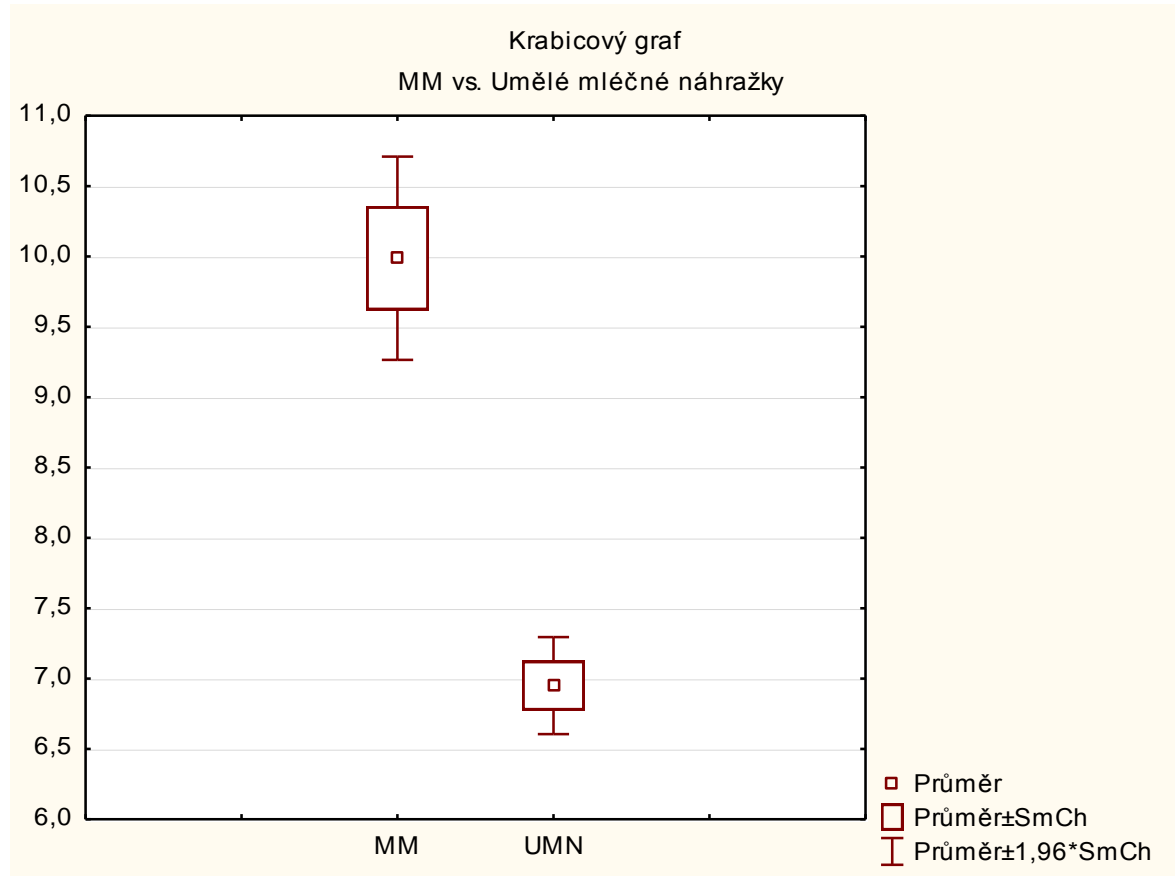
Statistické vyjádření Grafu 14 dokazuje:

- Mezi mateřským mlékem a kobyliím mlékem je hodnota  $p$  (0,540049)  $> \alpha$  (0,05), nejsou tak statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským mlékem a oslím mlékem je hodnota  $p$  (0,159852)  $< \alpha$  (0,05), představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi mateřským a kozím mlékem je hodnota  $p$  (0,042498)  $< \alpha$  (0,05), představující statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.

## 5. 4 Mateřské mléko vs. umělé mléčné náhražky

### 5.4.1 Laktóza

Graf 15: Statistické vyhodnocení průměrného obsahu laktózy (%) mateřského mléka a umělých mléčných náhražek

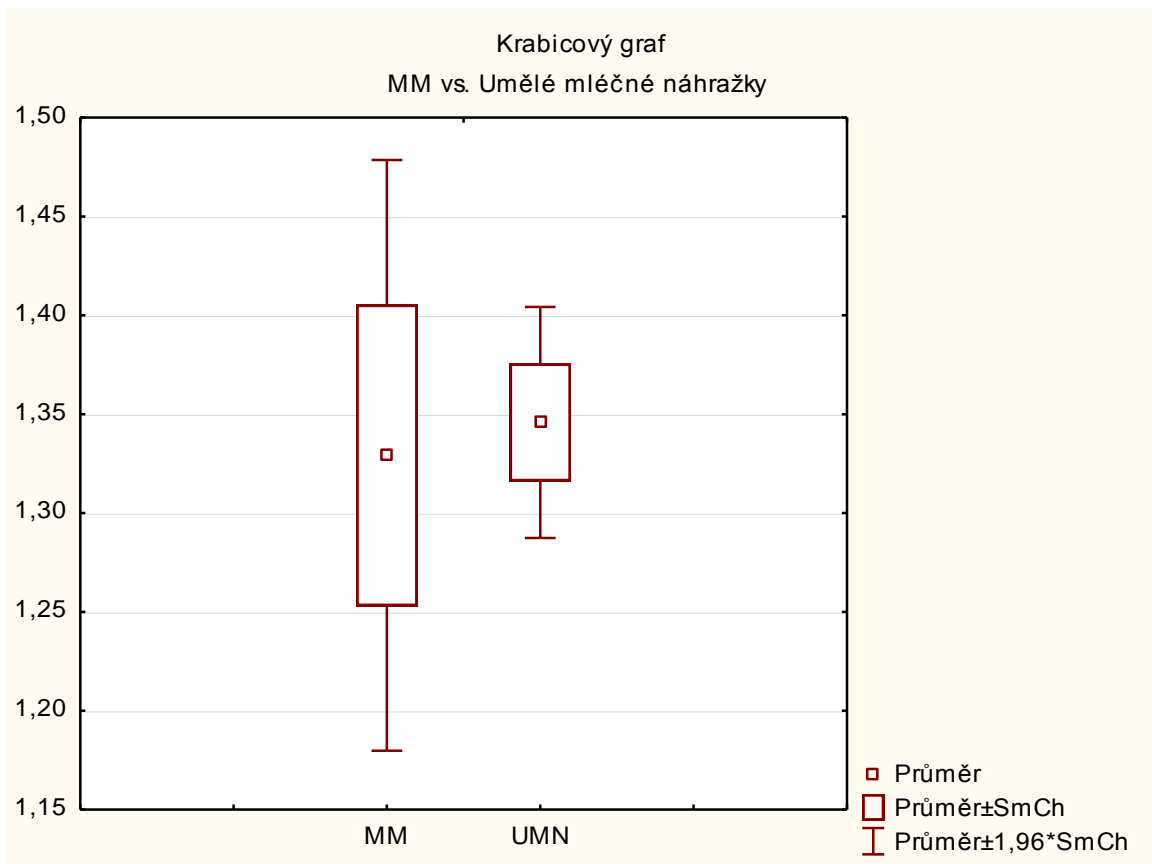


Statistické vyhodnocení Grafu 15 udává, že hodnota  $p (0,000000) < \alpha (0,05)$ , tudíž není přijata nulová hypotéza. Jsou tak statisticky průkazné rozdíly mezi průměrným obsahem laktózy mateřského mléka (9,99 %) a umělých mléčných náhražek (6,95 %).



## 5.4.2 Bílkoviny

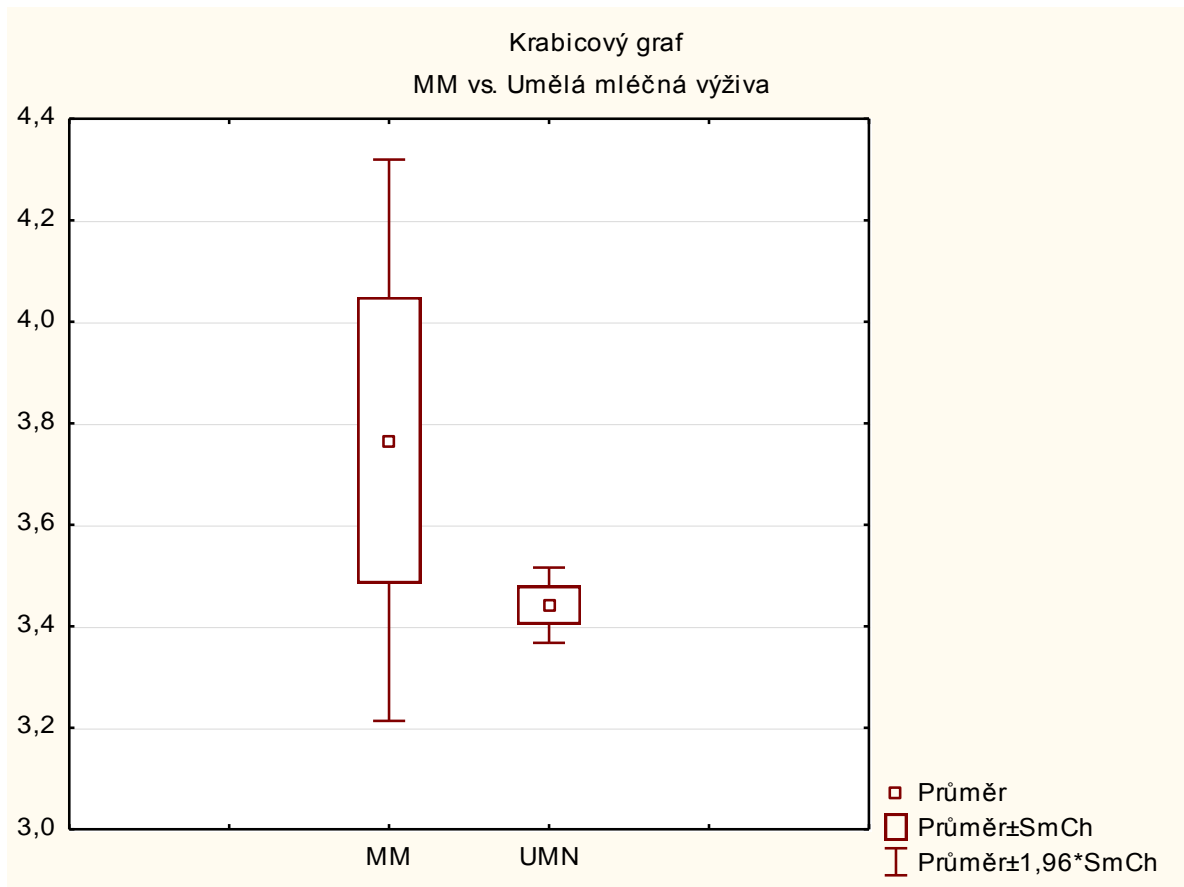
**Graf 16: Statistické vyhodnocení obsahu bílkovin (% hm.) mateřského mléka a umělých mléčných náhražek**



Statistické vyjádření Grafu 16 udává, že hodnota  $p$  (0,840542)  $>$   $\alpha$  (0,05), tudíž je přijata nulová hypotéza. Nejsou tak statisticky průkazné rozdíly mezi průměrným obsahem bílkovin mateřského mléka (1,33 % hm.) a umělých mléčných náhražek (1,35 % hm.).

### 5.4.3 Tuky

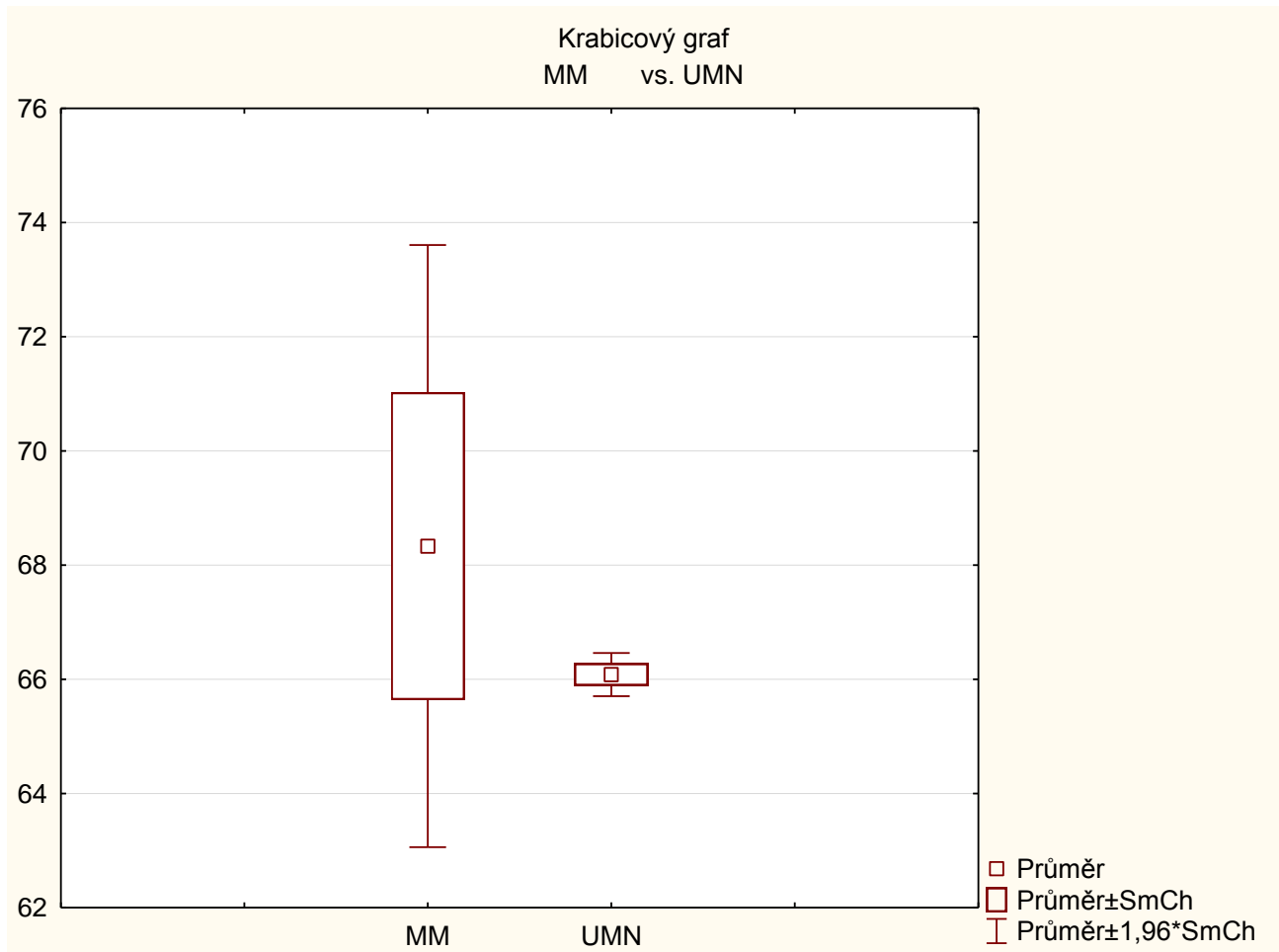
**Graf 17: Statistické vyhodnocení průměrného obsahu tuku (% hm.) mateřského mléka a umělých mléčných náhražek**



Statistické vyjádření Grafu 17 udává, že hodnota  $p$  ( $0,265950$ )  $>$   $\alpha$  ( $0,05$ ), tudíž je přijata nulová hypotéza. Nejsou tak statisticky průkazné rozdíly mezi průměrným obsahem tuku mateřského mléka ( $3,77$  % hm.) a umělých mléčných náhražek ( $3,44$  % hm.).

#### 5.4.4 Energetická hodnota

**Graf 18: Statistické vyhodnocení průměrné energetické hodnoty mateřského mléka a umělých mléčných náhražek**



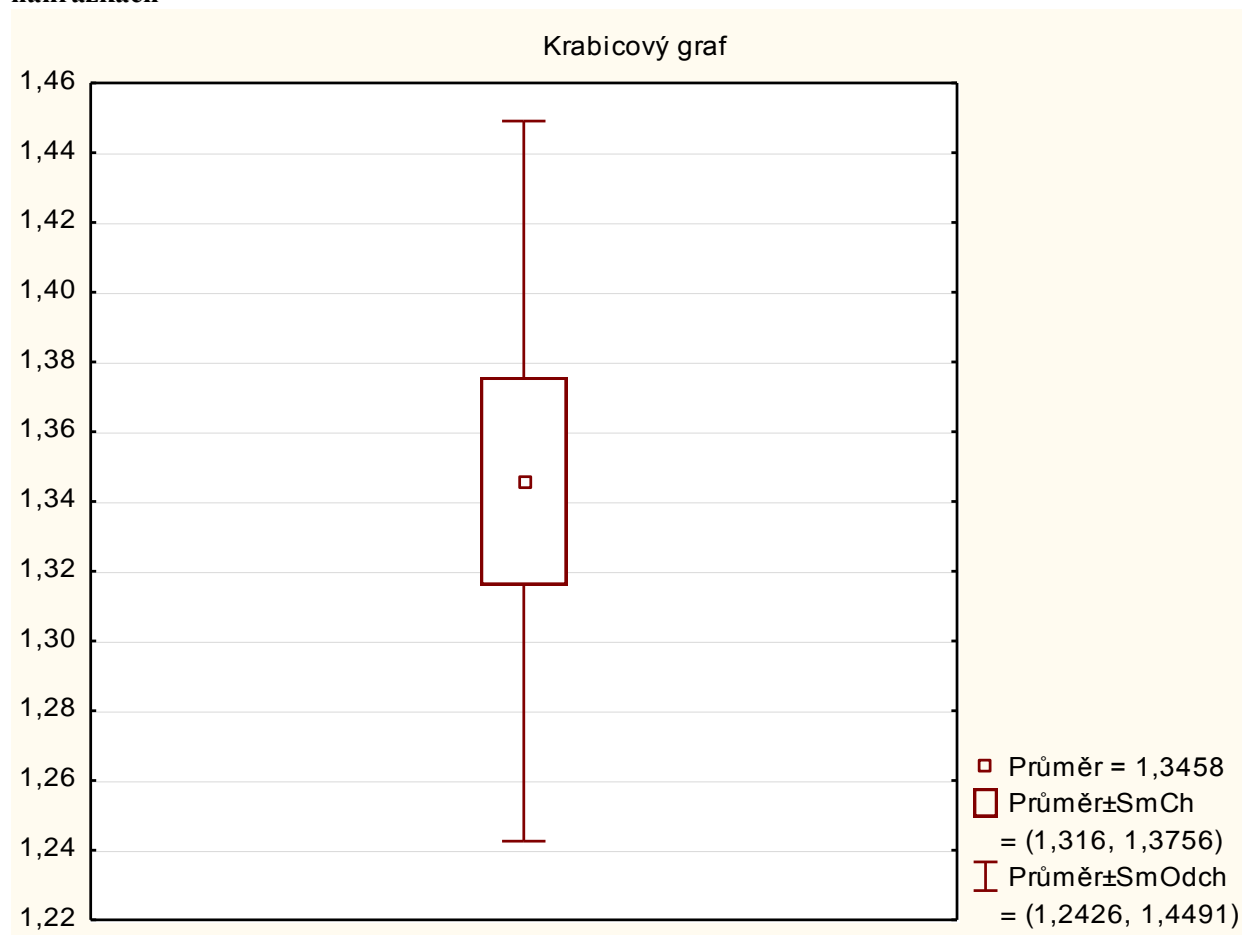
Statistické vyjádření Grafu 18 udává, že hodnota  $p$  ( $0,413207$ )  $>$   $\alpha$  ( $0,05$ ), tudíž je přijata nulová hypotéza. Nejsou tak statisticky průkazné rozdíly mezi průměrným obsahem tuku mateřského mléka ( $68,33$  % hm.) a umělých mléčných náhražek ( $66,08$  % hm.).

## 5. 5 Umělé mléčné náhražky vs. alternativní druhy mléka (sušené varianty)

### 5.5.1 Bílkoviny

Rozdíly v obsahu bílkovin umělých mléčných náhražek a sušených variant kobyliho a oslího mléka jsou statisticky významné. Průměrný obsah bílkovin v běžně dostupných umělých mléčných náhražkách je 1,35 % hm., u sušených variant alternativních druhů mlék je podstatně nižší. Sušené kobyli mléko obsahuje 0,94 % hm. a sušené oslí mléko 1,04 % hm. bílkovin.

**Graf 19: Statistické vyhodnocení průměrného obsahu bílkovin (% hm.) v umělých mléčných náhražkách**



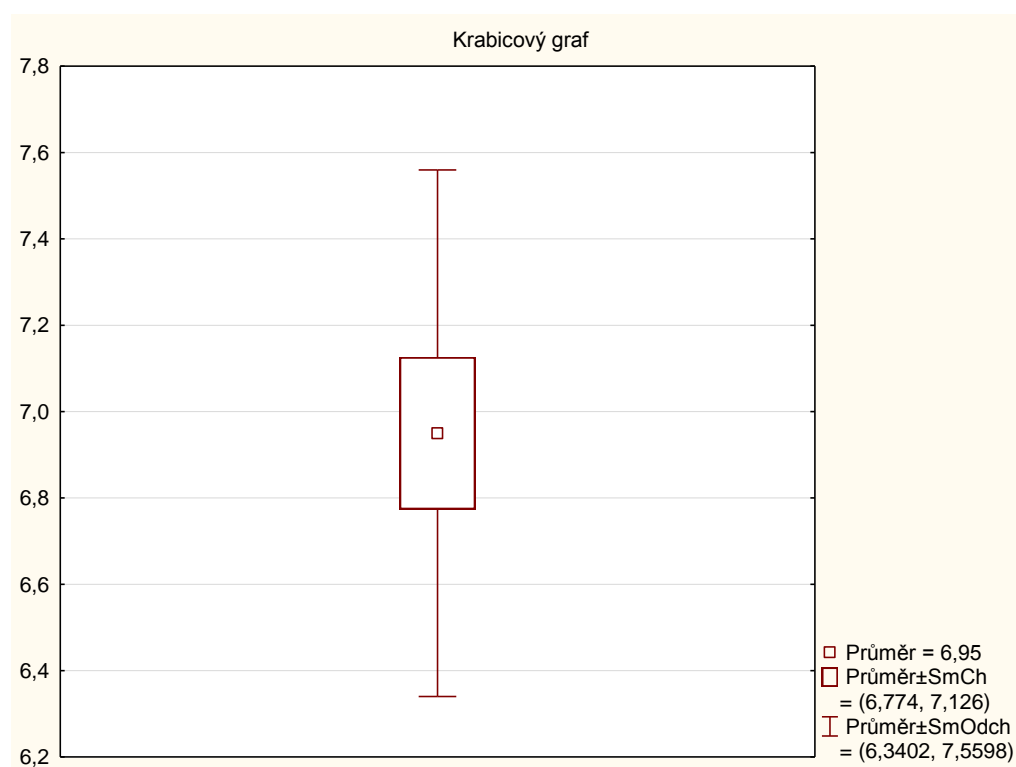
Statistické vyjádření Grafu 19 dokazuje:

- Mezi umělými mléčnými náhražkami a sušeným kobyliím mlékem je hodnota  $p(0,000000) < \alpha(0,05)$ , jsou tak statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi umělými mléčnými náhražkami a sušeným oslím mlékem je hodnota  $p(0,000000) < (0,05)$ , jsou tak statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.

## 5.5.2 Laktóza

Rozdíly v obsahu laktózy umělých mléčných náhražek a sušených variant kobyliho a oslího mléka jsou statisticky významné. Průměrný obsah laktózy v běžně dostupných umělých mléčných náhražkách je 6,95 %. Sušené kobyli mléko obsahuje 9,45 % laktózy a sušené oslí mléko 9,98 % laktózy, tedy podstatně víc, než je tomu u umělých mléčných náhražek na bázi kravského mléka pro kojence.

**Graf 20: Statistické vyhodnocení průměrného obsahu laktózy (%) v umělých mléčných náhražkách**



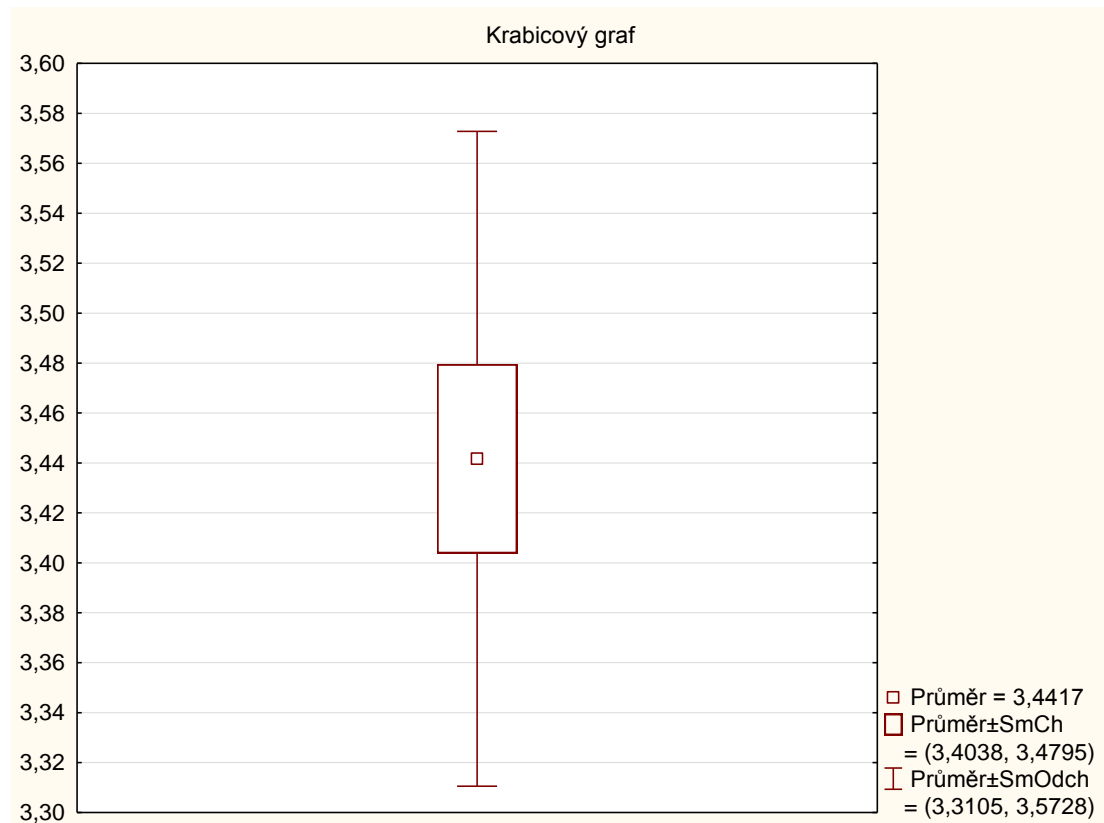
Statistické vyjádření Grafu 20 dokazuje:

- Mezi umělými mléčnými náhražkami a sušeným kobyliím mlékem je hodnota  $p(0,000000) < \alpha(0,05)$ , jsou tak statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi umělými mléčnými náhražkami a sušeným oslím mlékem je hodnota  $p(0,000000) < (0,05)$ , jsou tak statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.

### 5.5.3 Tuk

Rozdíly v obsahu tuku umělých mléčných náhražek a sušených variant kobyliho a oslího mléka jsou statisticky významné. Průměrný obsah tuku v běžně dostupných umělých mléčných náhražkách je 3,44 % hm. Sušené kobyli mléko obsahuje 0,95 % hm. tuku a sušené oslí mléko 4,75% hm.

**Graf 21: Statistické vyhodnocení obsahu tuku (% hm.) v umělých mléčných náhražkách**



Statistické vyjádření Grafu 21 dokazuje:

- Mezi umělými mléčnými náhražkami a sušeným kobyliím mlékem je hodnota  $p(0,000000) < \alpha(0,05)$ , jsou tak statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.
- Mezi umělými mléčnými náhražkami a sušeným oslím mlékem je hodnota  $p(0,000000) < (0,05)$ , jsou tak statisticky významné rozdíly mezi těmito vzorky.

## 6 Diskuze

### 6.1 Bílkoviny

Nikkhah (2012) uvádí, že průměrná hodnota bílkovin mateřského mléka se pohybuje okolo 1,90 g. V praktické části práce byl u vybraného souboru mateřských mlék naměřen průměrný obsah bílkovin v mateřském mléce 1,33 g. Toto tvrzení z měření potvrzují i Emmet a Rogers (1997).

Walker (1985) uvádí, že koncentrace bílkovin v mateřském mléce se během prvních dnů laktace velmi rychle snižuje. Výše uvedené tvrzení nekoresponduje s měřením. Obsah bílkovin v závislosti na době laktace byl vyšší na začátku laktace u vzorku č. 1 (11.den laktace) -1,95 g a vzorku číslo 12 (150. den laktace) - 1,65 g.

Emmet a Rogers (1997) dále uvádějí, že obsah bílkovin v mléce prvorodiček je vyšší. Z naměřených hodnot nebyla potvrzena spojitost s pořadím porodu a obsahem bílkovin v mateřském mléce.

Malacarne *et al.* (2002) uvádějí, že obsah bílkovin kobyliho mléka (0,99 g) a oslího mléka (0,64 g) je nižší v porovnání s obsahem bílkovin v mateřském mléce (1,33 g). Obsah bílkovin kozího mléka (2,39 g) byl naopak vyšší v porovnání s mateřským mlékem.

### 6.2 Sacharidy

Obsah jednotlivých frakcí sacharidů mateřského mléka není v dostupné literatuře znám. Z měření vyplývá, že obsah glukózy v mateřském mléce (8,74 %) a kobyliím mléce (8,84 %) je téměř shodný. I obsah galaktózy mateřského mléka (0,07 %) není statisticky průkazný oproti kobyliímu mléku (0,06%). Z výše uvedeného měření vyplývá, že kobylií mléko by bylo vhodnou náhradou za mléko mateřské z hlediska podobnosti obsahu sacharidů. Pro vyšší průkaznost podobnosti sacharidů mateřského a kobyliího mléka by byl zapotřebí další experiment.

Nikkhah (2012) uvádí, že průměrný obsah laktózy v mateřském mléce je 6,50 %. U skupiny matek vybraných pro účely pokusu byly naměřeny vyšší koncentrace v obsahu laktózy až 9,99 %.

Coppa *et al.* (1993) uvádějí, že koncentrace laktózy 120 dní po porodu je 1,30 %. U vzorku mateřského mléka č. 12, který byl odebrán 150 dní po porodu, byla naměřena

koncentrace laktózy 8,73 %. Naměřené hodnoty jsou o mnoho vyšší, než hodnoty uvedené v literatuře.

### **6.3 Tuk**

Tuk mateřského mléka je velice proměnlivou složkou reagující na výživu matky (Sanders *et al.*, 1978). Z výsledků měření je možné výše uvedené tvrzení potvrdit. Obsah tuku není závislý na době laktace. Obsah tuku mateřského mléka se výrazně měnil v průběhu laktace.

Businco *et al.* (2000) uvádějí, že kobyli mléko je vhodnější pro lidskou výživu z hlediska složení mléčného tuku, než mléko kravské. Obsah tuku kravského mléka se pohybuje okolo 4 g. V rámci analýzy byl naměřen obsah tuku v mateřském mléce 3,77 g. Kobyli (2,6 g), oslí (1,6 g) i kozí (3,25 g) mléko obsahují tuku méně. Pro ověření vhodnosti mléčného tuku kobyliho či oslího mléka pro kojence by bylo zapotřebí další analýzy.

## **6.4 Mateřské mléko vs. umělé mléčné náhražky**

### **6.4.1 Bílkoviny**

Mateřské mléko obsahuje o 25 % více nebílkovinného dusíku oproti kravskému mléku (Walker, 1985). Také nebílkovinný dusík se nachází ve významném množství v umělé kojenecké výživě, jeho množství však záleží na způsobu výroby a zdroji použitých bílkovin (Emmet a Rogers, 1997). Z naměřených hodnot obsahu bílkovin mateřského mléka (1,32 g) a obsahu bílkovin umělých kojeneckých výživ (1,34 g) nebyl zjištěn významný rozdíl. V dalším experimentu by bylo zajímavé se podrobněji zaměřit na složení bílkovin přidávaných do umělých mléčných výživ v porovnání s bílkovinami v mateřském mléce.

### **6.4.2 Laktóza**

Obsah laktózy v kojenecké mléčné výživě je dnes upravován pomocí laktózy či glukózových polymerů na bázi maltodextrinů, škrobu či dextrózy (Emmet a Rogers, 1997). Z naměřených hodnot byl statisticky významný rozdíl v obsahu laktózy v mateřském mléce (9,99 %) a umělými mléčnými náhražkami (6,95 %) potvrzen. Faktorem, který mohl ovlivnit získané výsledky jsou náhrady laktózy přidávané do umělých kojeneckých náhražek.



### **6.4.3 Tuky**

Vícesytné mastné kyseliny s dlouhým řetzcem jako jsou arachidonová (ARA) a kyselina dokosahexanová (DHA) působí v prevenci neurovývojových onemocnění, proto jsou dnes přidávány i do umělých mléčných výživ (Field *et al.*, 2008). Z hlediska složení obsahu tuků mateřského mléka (3,77 %) a umělých mléčných náhražek (3,44 %) nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl.

### **6.4.4 Energetická hodnota**

Potravinové tabulky ve Velké Británii uvádí energetickou hodnotu mateřského mléka okolo 69 kcal (289 kJ) / 100 ml mléka (McClelland *et al.*, 1978). Naměřená průměrná energetická hodnota mateřského mléka byla 68,33 kcal, u umělých mléčných výživ byla o něco nižší 66,08 kcal, statisticky významný rozdíl nebyl potvrzen. Umělá kojenecká výživa je z hlediska energetické hodnoty shodná s mateřským mlékem.

## **6.5 Umělé mléčné náhražky vs. alternativní druhy mléka**

Mezi základními složkami mléka (bílkoviny, laktóza, tuky) byl zaznamenán statisticky významný rozdíl. Experiment byl originální srovnáním sušeného kobyliho a sušeného oslího mléka a jejich porovnáním s dostupnými umělými mléčnými náhražkami na bázi mateřského mléka. Experiment byl proveden na základě článku od Businco *et al.* (2000), kteří se domnívají, že kobyli mléko je vhodnější náhradou za mléko kravské. Toto tvrzení nelze vyvrátit, avšak u sušených variant vybraných mlék nebylo potvrzeno.

## 7 Závěr

Kojení je pokládáno za nejvýhodnější formu stravování pro kojence. Kojené děti trpí méně často výskytem diabetu druhého typu či obezitou v dospělosti. Děti, které jsou živeny umělými mléčnými náhražkami, přibývají na váze rychleji oproti dětem kojeným, které mohou na váze přibývat pomaleji díky vlastní regulaci příjmu mléka. Díky zdravotním výhodám mateřského mléka byly vybudovány Banky mateřského mléka. V současné době se v České republice nachází celkem 5 bank mateřského mléka.

Výsledky experimentální části této diplomové práce poukazují na fakt, že mateřské mléko je v mnoha ohledech nejpřirozenějším zdrojem živin pro novorozence. Na druhou stranu je na snaze uvést, že umělé mléčné náhražky se dnes svým složením velice podobají průměrným hodnotám ve složení mateřského mléka. Jediným problémem může být nedostatečný obsah laktózy v umělých mléčných náhražkách. Laktóza je zde částečně nahrazována maltózou, dextryny či škrobem. Z naměřených hodnot byl potvrzen významný rozdíl v obsahu laktózy v mateřském mléce (9,99 %) a umělých mléčných náhražkách (6,95 %). Práce se také zabývala porovnáním složení alternativních druhů mléka v podobě kobyliho, kozího či oslího. Je známo, že kobyli mléko má nižší alergenicitu v porovnání s kravským mlékem. Nižší alergenicita může být uváděna díky podobnému složení bílkovin kobyliho mléka s mateřským mlékem. Na nižší alergenicitu kobyliho mléka může mít dále vliv nižší obsah bílkovin kobyliho mléka oproti kravskému mléku. Z alternativních druhů mléka by bylo nejvhodnější náhradou za mateřské mléko právě kobyli mléko, které je podobné obsahem sacharidů mléku mateřskému. Obsah glukózy kobyliho mléka (8,84 %) byl velice podobný obsahu glukózy v mateřském mléce (8,74 %). Podobně tak bylo u galaktózy, kdy obsah galaktózy kobyliho mléka byl 0,06 % a u mateřského mléka 0,07 %. Podobnost v obsahu jednotlivých složek u sušených variant alternativních druhů mléka a umělých mléčných výživ nebyla potvrzena. Vhodnost možné výroby umělých mléčných náhražek pro kojence z alternativních sušených variant mlék, tak nebyla potvrzena.

## 8 Seznam literárních zdrojů

Aggett, P. J. (1994): Aspects of neonatal metabolism of trace metals. *Acta Paediatrica Scandinavica* **402**: 75- S82.

Aggett, P. J., Hascheke, F., Heine, W., Hemell, O. (1991): Comment on the content and composition of lipids in infant formulas. *Acta Paediatrica Scandinavica* **80**:887-96.

Agostoni C, Decsi T, Fewtrell M. (2008): Complementary feeding: a commentary by the espghan Committee on Nutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* **46**: 99-110.

Amati, L., Marzulli, G., Martulli, M., Tafaro, A., Jirillo, F., Pugliese, V., Martemucci, H., D'Alessandro, A. G., Jirillo, E. (2010): Donkey and goat milk intake and modulation of the human aged immune response. *Pharmaceutical Curicullum Design* **16**: 864-869.

Bode, L. (2012): Human milk oligosaccharides: Every baby needs a sugar mama. *Glycobiology* **22**: 1147-1162.

Braude, R., Coates, M. E., Henry, K. M., Kon, S. K., Rowland, S. J., Thompson, S., Y., Walker, D. M. (1947): A study of the Composition od Sow's Milk. *National Institute for Research in Dairying*.

Brázdová, Z., Mydlilová, A., Paulová, M., Schneiderová, D., Šulcová, E. (2007): Kojit? A jak? Rady maminkám a nejen jim.

Brent, N. (2013): The Risks and Benefits of Human Donor Breast Milk. *Pediatrics Annals* **42**: 5.

Businco, L., Giampietro, P. G., Lucenti, P., Lucaroni, F., Pini, C., Di Felice, D., Iacovacci, P., Curadi, C., Orlandi, M. (2000): Allergenicity of mare's milk in children with cow's milk allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* **105**: 1031-1034.

- Canfield L. M., Hopkinson J. M., Lima A. F., Martin G. S., Sugimoto K., Burr J., Clark L., McGee D. L. (1990): *Lipids* **25**: 406.
- Carroccio, A., Cavataio, F., Montaldo, G. D., Amico, D., Alabrese, L., Iacono, G. (2000): Intolerance to hydrolyzed cow's milk protein in infants: clinical characteristics and dietary treatment. *Clinical & Experimental Allergy* **30**: 1597-1603.
- Coppa, G. V., Gabrielli, O., Pierani, P., Catassi, C., Carlucci, A., Giorgi, P. L. (1993): Changes in carbohydrate composition in human milk over 4 months of lactation. *Pediatrics* **91**:637-41.
- Coppola, R., Salimei, E., Succi, M., Sorrentino, M., Nanni, M., Ranieri, P., Belli, R., Blanes, J., Grazia, L. (2002): Behaviour of *Lactobacillus rhamnosus* strains in ass's milk. *Journal of applied Animal Research* **53**: 67-78.
- ČSN 46 1011-18. Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin - Část 18: Zkoušení obilovin - Stanovení obsahu dusíkatých látek. 2003. Český normalizační institut.
- ČSN 57 0530. Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků. 1974. Český normalizační institut.
- ČSN EN ISO 8968 - 5. Mléko - Stanovení obsahu dusíku - Část 5: Stanovení obsahu bílkovinného dusíku. 2002. Český normalizační institut.
- ČSN ISO 17997 - 2. Mléko - Stanovení obsahu kaseinového dusíku - Část 2: Přímá metoda. 2006. Český normalizační institut.
- ČSN ISO 8968 - 3. Mléko - Stanovení obsahu dusíku - Část 3: Metoda s blokovou mineralizací (Semi-mikro rychlá rutinní metoda). 2006. Český normalizační institut.
- Dagnelie, P. C., Van Staveren, W. A., Roos, A. H., Tuinstra, L. G. M. T., Burema, J. (1992): Nutrients and contaminants in human milk from mothers on macrobiotic and omnivorous diets. *European Journal of Clinical Nutrition* **46**: 355-66.

- Debier C. (2007): Vitamin E during pre- and postnatal periods. *Vitamins & Hormones* **76**: 57-73.
- Debier C., Larondelle, Y. (2005): Vitamins A and E: metabolism, roles and transfer to offspring. *British Journal of Nutrition* **93**: 53-74.
- Donangelo, C. M., Trugo, N. M. F., Koury, J. C., Barretosilva, M. I., Freitas, L. A., Feldheim, W., Barth, C.. (1989): Iron, zinc, folate and vitamin B12 nutritional status and milk composition of low-income Brazilian mothers. *European Journal of Clinical Nutrition* **43**:253-66.
- Dort J. (2011): Ošetrovatelské postupy v neonatologii. Západočeská univerzita v Plzni. ISBN: 978-80-7043-944-9.
- Dror, D. K., Allen, L. H. (2012): Interventions with vitamins B6, B12 and C in pregnancy. *Paediatric and Perinatal Epidemiology* **26**:55-74.
- Emmet, P. M., Rogers, I. S. (1997): Properties of human milk and their relationship with maternal nutrition. *Early Human Development* **49**:7-28.
- Ettlerová, K. (2009): Alergie na kravské mléko. *Alergologie a klinická imunologie* **3**: 178-183.
- Field, C. J. Van Aerde, J. E., Robinson, L. E., Clandinin, M. T. (2008): Effect of providing a formula supplemented with long-chain polyunsaturated fatty acids on immunity in full-term neonates. *British Journal of Nutrition* **99**: 91-9.
- Filer, L. J. (1977): Relationship of nutrition to lactation and newborn development. In: Nutritional Impacts on Women-Throughout Life with Emphasis on Reproduction, edited by K. S. Moghissi, and T. N. Evans. Hagerstown, Md. Harper and Row Publisher. p. 151.
- Frühauf, P. (2001): Alergie na bílkovinu kravského mléka. Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně. Projekt MZ ČR zpracovaný ČLS JEP za podpory grantu IGA MZ ČR 5390-3.

Funk, M. A., Hamlin, L., Picciano, M. F., Prentice, A., Milner, J. A. (1990): Milk selenium of rural African women influence of maternal nutrition, parity, and length of lactation. *American Journal of Clinical Nutrition* **1**:220-4.

Gajdůšek, S. (2003): Laktologie. Brno. MZLU. 78 s. ISBN: 8071576573.

Galeano N. F., Darling P., Lepage G., Leroy C., Collet S., Giguere R., Roy C. C. (1987): Taurine supplementation of a premature formula improves fat absorption in premature infants. *Pediatric Research* **22**: 7-71.

Gamble, J. A., Ellis, N. R., Besley, A. K. (1939): Composition and properties of goat's milk as compared with cow's milk. *USDA Technical Bulletins* **671**: 1-72.

Garg, M., Thirupuram, S., Saha, K. (1988): Colostrum composition, maternal diet and nutrition in North India. *Journal of Tropical Pediatrics* **34**:79-87.

Greer F. R. (1995): The importance of vitamin K as a nutrient during the first years of life. *Nutrition Research* **15**: 289-310.

Gregora M., Zákostecká, D. (2009): Jídelníček kojenců a malých dětí, 2. vydání. Grada Publishing.

Guo, H. Y., Pang, K., Zhang, X. Y., Zhao, L., Chen, S.W., Dong, M.L., Ren, F.Z. (2007): Composition, physiochemical properties, nitrogen fraction distribution, and amino acid profile of donkey milk. *Journal of Dairy Science* **90**: 1635-1643.

Hageman, J. H., Hooyenga, P., Diersen-Schade, D. A., Scalabrin, D. M., Wichers, H. J., Birch, E. E. (2012): The impact of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids on respiratory illness in infants and children. *Current Allergy and Asthma Reports* **12**:564-73.

Hanna, J. (2001): Over the hump. In: Jack Hanna's Animal Adventures. TV series (USA) season. <[www.animaladventures.com](http://www.animaladventures.com)>.

- Hronek M. (2004): Výživa ženy v obdobích těhotenství a kojení. Maxdorf s. r. o. Praha. p. 309.
- Hughes, E. H., Hart, H. G. (2014): Production and composition of sow's milk. *The Journal of Nutrition*.
- Illková, O., Nečasová, L., Vašíčková, Z. (2005): Zdravá výživa malých dětí. ISBN 80-7367-030-5.
- Jackson, B.C., Savaiano, D. (2001): Lactose Maldigestion, Calcium Intake and Osteoporosis in African, Asian, and Hispanic - Americans. : *The Journal of the American College of Nutrition* 20: 198-207.
- Jelliffe D. B., Jelliffe E. F. (1978): The volume and composition on human milk in poorly nourished communities. *American Journal of Clinical Nutrition* 31: 492.
- Juárez, M., Ramos, M. (1986): Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct. *Small Ruminant Research* 68: 88-113.
- Kalliomäki M, Antoine J-M, Herz U, Rijkers GT, Wells JM, Mercenier A. (2010): Guidance for substantiating the evidence for beneficial effects of probiotics: prevention and management of allergic diseases by probiotics. *Journal of Nutrition* 140: 13–21.
- Karmarkar M. G., Ramakrishnan C. V. (1960): Relation between the dietary intake of lactating women and the chemical composition of the milk with regard to principal and certain inorganic constituents. *Acta Paediatrica Scandinavica* 49: 599-604.
- Keith J. N., Nicholls J., Reed A., Kafer, K., Miller, G. D. (2011): The prevalence of self-reported lactose intolerance and the consumption of dairy foods among african american adults. *Journal of the National Medical Association* 103: 36-45.
- Kew, S., Hamilton, J. K., Ye, Ch., Hanley, A., Zinman, B., Retnakaran, R. (2013): Vitamin D status and cardiometabolic assessment in infancy. Clinical Investigation. *Pediatric Research* 74: 2.

Koletzko S., Niggemann B., Arato A., Dias J. A., Heuschkel R., Husby S. (2012): Diagnostic approach and management of cow's-milk protein allergy in infants and children: ESPGHAN GI Committee practical guidelines. *Journal of Pediatric Gastroenterology Nutrition* **55**: 221-9.

Kumpulainen, J., Vuori, E., Makinen, S. (1980): Dietary chromium intake of lactating Finnish mothers: effect on the chromium content of their breast milk. *British Journal of Nutrition* **44**:257-63.

Lambert W. E., Vanneste L., De Leenheer A.P. (1992): *Clinical Chemistry* **38** : 1743.

Lara-Villoslada, F., Olivares, M., Sierra, S., Rodriguez, J. M., Boza, J., Xaus, J. (2007): Beneficial effect of probiotic bacteria isolated from breast milk. *British Journal of Nutrition* **98**: 96-100.

Le Huerou-Luron I., Blat, S., Boudry, G. (2010): Breast formula feeding: impacts on the digestive tract and immediate and long-term health effects. *Nutrition Research Reviews* **23**: 23-36.

Levichek, Z., Atanackovic, G., Oepkes, D., Maltepe, C., Einarson, A., Magee, L., Koren, G. (2002): Nausea and vomiting of pregnancy. Evidence based treatment algorithm. *Canadian Family Physician* **48**: 267–268.

Lönnerdal B. (1985): Dietary factors affecting trace element bioavailability from human milk, cow's milk and infant formulae. *Progress in Food and Nutrition Science* **9**: 36-62.

Lönnerdal, B., Forsum, E., & Hambraeus, L. (1976): A longitudinal study of the protein, nitrogen, and lactose contents of human milk from Swedish well-nourished mothers. *The American Journal of Clinical Nutrition* **29**:1127–1133.

Macronutrient, mineral and trace element composition of breast milk from Japanese women. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* **19**: 171–181.



Malacarne, M., Martuzzi, F., Summer, A., Mariani, P. (2002): Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. *Internacional Dairy Journal* **12**: 869-877.

Martin R., Jimenez E., Olivares M., Marin M. L., Fernandez L., Xaus J., Rodriguez J. M. (2006): Lactobacillus salivarius CECT5713, a potential probiotic strain isolated from infant feces and breast milk of a mother-child pair. *International Journal of Microbiology* **112**: 35-43.

McClelland, D. B. L., McGrath, J., Samson, R. R. (1978): Antimicrobial factors in human milk. Studies of concentration and transfer to the infant during the early stages of lactation. *Acta Paediatrica Scandinavica* **271**: 1-20.

Merin, U., Bernstein, S. D., Bloch-Damti, N., Yagil, R., Van Creveld, C., Lindner, P. A. (2001): Comparative study of milk proteins in camel (*Camelus dromedarius*) and bovine colostrum. *Livestock Production Science* **67**:297–301.

Metz, J., Zalusky, R., Herbert, V. (1968): Folic acid binding by serum and milk. *American Journal of Clinical Nutrition* **21**:289-97.

Michaelsen K. F., Larsen P. S., Thomsen B. L., Samuelsen G. (1994): The Copenhagen cohort study on infant nutrition and growth: Breast-milk intake, human milk macronutrient content, and influencing factors. *American Journal Clinical Nutrition* **59**:600-11.

Moser, P. B., Reynolds, R. D., Acharya, S., Howard, M. P, Andon, M. B. (1988): Calcium and magnesium dietary intakes and plasma and milk concentrations of Nepalese lactating women. *American Journal of Clinical Nutrition* **47**:735-9.

Mydlilová, A. (2003): Přirozená výživa novorozence – kojení – hlavní zásady. *Pediatric pro praxi* **3**: 128-132.

Nagra, S. A. (1989): Longitudinal study in biochemical composition of human milk during first year of lactation. *Journal of Tropical Pediatrics* **35**:126-8.

Nelson S. P., Chen E. H., Syniar G. M., Christoffel K. K. (1997): Prevalence of symptoms of gastroesophageal reflux during infancy. A pediatric practicebased survey. Pediatric Practice Research Group. *Archives of Pediatric Adolescent Medicine* **151**: 569–572.

Nevoral, J., Paulová, M. (2007): Výživa kojenců. 2. vydání. Státní zdravotní ústav.

Nikkhah, A. (2012): Equidae milk promises substitutes for cow and human breast milk. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. **36**: 470-475.

Park, Young W. (2009): Bioactive components in Milk and Dairy Product. Wiley-Blackwell. USA. p. 427. ISBN 978-0-8138-1982-2.

Petrů, V. (2012): Dětská alergologie. 1. vyd. Praha: Mladá fronta. 531 s. Aeskulap. ISBN 978-802-0425-843.

Picciano, M. F. (2001): Nutrient composition of human milk. *Pediatric Clinics of North America* **48**: 53–67.

Prentice, A., Ewing, G., Roberts, S. B., Lucas, A., Mac&thy, A., Jarjou, L. M. A., Whitehead, R. G. (1987): Thnutritional role of breast-milk IgA and lactoferrin. *Acta Paediatrica Scandinavica* **76**:592-8.

Reiter, B. (1985): The biological significance and exploitation of the non-immunoglobulins protective proteins in milk: Lysozyme, lactoferrin, lactoperoxidase, xynthine oxidase. *Bulletin of the International Dairy Federation* **191**.

Restani P., Gaiaschi A., Plebani A., Beretta B., Cavagni G., Fiocchi, A., Poisei C., Velona T., Ugazio A. G., Galii C. L. (1997): Cross reactivity between milk proteins from different animal species. *Clinical & Experimental Allergy*: 997–1004.

Restani P., Gaiaschi A., Plebani A., Beretta B., Cavagni G., Fiocchi A. (1999): Cross-reactivity between milk proteins from different animal species. *Clinical & Experimental Allergy* **29**: 997–1004.

Sahakian, V., Rouse, D., Sipes, S., Rose, N., Niebyl, J. (1991): Vitamin B6 is effective therapy for nausea and vomiting of pregnancy: a randomized, double-blind placebo-controlled study. *Obstetrics & Gynecology* **78**: 33–36.

Saito T., Itoh T., Adachi S., Suzuki T., Usui T. (1981): The chemical structure of neutral and acidic sugar chains obtained from bovine colostrum kappa-casein. *Biochimica et Biophysica Acta* **678**:257–267.

Salimei, E., Fantuz, F., Coppola, R., Chiofalo, B., Polidori, P., Varisco, G. (2004): Composition and characteristics of ass's milk. *Journal of Applied Animal Research* **53**: 67-78.

Salmenpera, L., Perheentupa, J., Sumes, M. A. (1986): Folate nutrition is optimal in exclusively breast fed infants but inadequate in some of their mothers and in formula fed infants. *Journal Pediatric Gastroenterology Nutrition* **5**:283-9.

Sanders, T. H. B., Ellis, T. R. Dickerson, J. W. T. (1978): Studies of vegans: the fatty acid composition of plasma choline-phosphoglycerides, erythrocytes, adipose tissue, breastmilk and some indicators of susceptibility to ischemic heart disease in vegans and omnivore controls. *American Journal of Clinical Nutrition* **31**: 805.

Sharon, M. (1994): *Komplexní výživa- Správná cesta ke zdraví*. Pragma. p. 193. ISBN 80-85213-54-0.

Shaukat A., Levitt M. D., Taylor B. C., MacDonald R., Shamliyan T. A., Kane R. L. (2010): Systematic review: effective management strategies for lactose intolerance. *Annals of Internal Medicine* **152**: 797-803.

Schaafsma, G. (2008): Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition. *International Dairy Journal* **18**: 458-65.

Singhal, A., Kennedy, K., Lanigan, J., Clough, H., Jenkins, W., Elias-Jones, A. (2010): Dietary nucleotides and early growth in formula-fed infants: a randomized controlled trial. *Pediatrics* **126**.

- Singhal, A., Macfarlane, G., Macfarlane, S., Lanigan, J., Kennedy, K., Elias-Jones, A. (2008): Dietary nucleotides and fecal microbiota in formula-fed infants: a randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition* **80**:1785–92.
- Smith, A. M., Picciano, M. F., Deering, R. H. (1983): Folate supplementation during lactation: maternal folate status and, human milk folate content, and their relationship to infant folate status. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* **2**:622-8.
- Sohrabvand, F., Shariat, M., Haghollahi, F. (2006): Vitamin B supplementation for leg cramps during pregnancy. *International Journal of Gynecology and Obstetrics* **95**: 48–49.
- Solinas C, Corpino M, Maccioni R, Pelosi U. (2010): Cow's milk protein allergy. *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine*: **23**: 76–90.
- Specker, B. L., Valanis, B., Hertzberg, V., Edwards, N., Tsang, R. C. (1985): Sunshine exposure and serum 25 - hydroxyvitamin D concentrations in exclusively breast-fed infants. *Journal of Pediatrics* **107**: 372-6.
- Stožický, F., Pizingerová, K. (2006): *Základy dětského lékařství*. Univerzita Karlova v Praze. Karolinum. ISBN: 80–246–1067-1.
- Suchopár, J. (2011): *Volně prodejné přípravky v praxi lékárníka a lékaře*. 3. vydání. Praha: Edukafarm. p. 478. ISBN 978-802-5492-123.
- Šíma, P. (2001): Nukleotidy v dětské výživě. *Výživa a potraviny* **56**: 4-5.
- Tangvoranuntakul P., Gagneux P., Diaz S., Bardon M., Varki N., Varki A., Muchmore E. (2003): Human uptake and incorporation of an immunogenic nonhuman dietary sialic acid. *Departments of Medicine and Cellular and Molecular Medicine*.
- Thomas, M. R., Sneed S. M., Wei, C., Nail, P. A. Wilson, M., Sprinkle E. E. (2014): The effects of vitamin C, vitamin B6, vitamin B12, folic acid, riboflavin, and thiamin on the breast  
Traber MG, Erdman Jr JW, Macdonald IA, Zeisel S. H. (2012): Vitamin E. Present knowledge in nutrition. Washington D. C. p. 214-29.

Vincentová, D. (2006): Výživa novorozence, kojence a batolete. *Pediatr pro praxi* **4**: 224-226.

Vio, F., Salazar, G., Infante, C. (1991): Smoking during pregnancy and lactation and it's effects on breast – milk volume. *The American Journal of Clinical Nutrition* **56**: 1011-1016.

Walker, W. A. (1985): Absorption of protein and protein fragments in the developing intestine: role in immunologic/allergic reactions. *Pediatrics* **75**: 67-71.

Wang B., Brand-Miller, J. (2003): The role and potencial of sialic acid in human nutrition. *European Journal of Clinical Nutrition* **57**: 1351–1369.

Wollowski, I., Rechkemmer, G., Pool-Zoben, B. L. (2014): Protective role of probiotic and prebiotic in colon cancer. *The American Journal of Nutrition* **73**: 451-455.

Yamawaki, N., Yamada, M., Kan-no, T., Kojima, T., Kaneko, T., & Yonekubo, A. (2005): Macronutrient, mineral and trace element composition of breast milk from Japanese woman. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* **19**: 83 -171.

Zdražil, K. (2002): Mlékařství. Česká zemědělská univerzita v Praze a ISV Praha. Praha. p. 127. ISBN 80-86642-15-1.

### **Seznam internetových zdrojů**

Anonym 1. 2014. Newport Hospital [online]. [cit. 2014 – 07- 03]. Dostupné z <<http://www.newporthospital.org/services/noreen-stonor-drexel-birthingcenter/breastfeeding-basics/types-of-breast-milk.html> >. Wickham, K. 2015. Babies first lactation [online]. [cit. 2014 – 05 - 09]. Dostupné z <<https://babiesfirstlactation.wordpress.com/2013/08/09/the-newborns-stomach>>.

FAO. 2014. Composition of camel milk [online]. [cit. 2014 – 11 - 07]. Dostupné z <<http://www.fao.org/docrep/003/x6528e/x6528e03.htm>>.

Mydlilová, A. 2014. Banky mateřského mléka [online]. [cit. 2014 – 12 - 09]. Dostupné

z <<http://www.kojeni.cz/banky.php>>.

Nevoral, J. 2003. Umělá výživa v kojeneckém věku [online]. [cit. 2014 – 12 - 09]. Dostupné z <<http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/umela-vyziva-v-kojeneckem-veku-150836>>.

### **Seznam právních předpisů**

Předpis 104/1991 Sb. Sdělení federálního ministerstva zahraničních věcí o sjednání úmluvy o právech dítěte. 1991. Poslanecká sněmovna parlamentu České republiky.

Vyhláška č. 133/2004 Sb., o podmínkách označování potravin a surovin, o nejvyšší dávce záření a o způsobu označení ozáření na obalu. 2008. Státní zemědělská a potravinářská inspekce.

Vyhláška č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití. 2008. Státní zemědělská a potravinářská inspekce.

Vyhláška č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. 2008. Státní zemědělská a potravinářská inspekce.

### **Seznam grafů**

Graf 1 Statistické vyhodnocení obsahu tuku (% hm.) v závislosti na době laktace .....	57
Graf 2 Statistické vyhodnocení průměrného obsahu tuku (% hm.) mateřského mléka.....	58
Graf 3 Statistické vyhodnocení závislosti obsahu hrubých bílkovin (% hm.) na době laktace	59
Graf 4 Statistické vyhodnocení Průměrného obsahu HB (% hm.) v mateřském mléce .....	60
Graf 5 Statistické vyhodnocení závislost obsahu čistých bílkovin (% hm.) na době laktace...	62
Graf 6 Statistické vyhodnocení průměrného obsahu čistých bílkovin (% hm.) mateřského mléka.....	63
Graf 7 Statistické vyhodnocení závislost obsahu kaseinu (% hm.) na době laktace .....	64
Graf 8 Statistické vyhodnocení průměrného obsahu kaseinu (% hm.) mateřského mléka.....	65
Graf 9 Statistické vyhodnocení závislosti obsahu laktózy (%) na době laktace.....	66
Graf 10 Statistické vyhodnocení průměrného obsahu laktózy (%) v mateřském mléce .....	67
Graf 11 Statistické vyhodnocení závislosti obsahu glukózy (%) na době laktace.....	68

Graf 12 Statistické vyhodnocení průměrného obsahu glukózy (%) v mateřském mléce .....	69
Graf 13 Statistické vyhodnocení závislosti obsahu galaktózy (%) na době laktace .....	70
Graf 14 Statistické vyhodnocení průměrného obsahu galaktózy (%) v mateřském mléce .....	71
Graf 15 Statistické vyhodnocení průměrného obsahu laktózy (%) mateřského mléka a umělých mléčných náhražek.....	72
Graf 16 Statistické vyhodnocení průměrného obsahu bílkovin (% hm.) mateřského mléka a umělých mléčných náhražek.....	72
Graf 17 Statistické vyhodnocení průměrného obsahu tuku (% hm.) mateřského mléka a umělých mléčných náhražek.....	74
Graf 18 Statistické vyhodnocení průměrné energetické hodnoty mateřského mléka a umělých mléčných náhražek .....	75
Graf 19 Statistické vyhodnocení průměrného obsahu bílkovin (% hm.) v umělých mléčných náhražkách .....	76
Graf 20 Statistické vyhodnocení průměrného obsahu laktózy (%) v umělých mléčných náhražkách .....	77
Graf 21 Statistické vyhodnocení obsahu tuku (% hm.) v umělých mléčných náhražkách.....	78

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 Přehled hlavních složek mateřského mléka v porovnání s kravským mlékem .....	15
Tabulka 2 Vliv doplňků stravy na koncentraci vitaminů v mateřském mléce.....	22
Tabulka 3 Obsah minerálních látek v MM a mléčných náhražkách.....	24
Tabulka 4 Sušené mléčné výrobky – obsah tuku.....	32
Tabulka 5 Skupina hlavních bakteriálních druhů izolovaných z mateřského mléka zdravých žen.....	37
Tabulka 6 Složení vybraných druhů mléka .....	40
Tabulka 7 Retenční časy sledovaných analytů metodou HPLC .....	54
Tabulka 8 Validace stanovení analytů pomocí metody HPLC.....	54

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Anatomie prsu a mléčné žlázy .....	27
Obrázek 2 Velikost žaludku novorozence v prvních dnech života.....	28
Obrázek 3 Ultrazvukový homogenizátor MIRIS Sonicator .....	49
Obrázek 4 Analyzátor mateřského mléka MIRIS HMA .....	50

## Seznam použitých zkratk

MM	mateřské mléko
KOB	kobylí mléko
KOB suš.	sušené kobylí mléko
OSEL	oslí mléko
OSEL suš.	sušené oslí mléko
KOZA	kozí mléko
HB	hrubé bílkoviny
ČB	čisté bílkoviny
UMN	umělé mléčné náhražky
NANA	kyselina sialová



## 9 Přílohy

Příloha 1: Seznam vzorků mateřského mléka

Vzorek	Doba laktace	Pohlaví novorozence	Porod	Pořadí porodu
1 MM	11 dní	muž	císařský řez	5.
2 MM	27 dní	žena	přirozeně	2.
3 MM	30 dní	muž	přirozeně	1.
4 MM	38 dní	žena	přirozeně	1.
5 MM	44 dní	žena	císařský řez	1.
6 MM	56 dní	žena	přirozeně	1.
7 MM	57 dní	žena	přirozeně	1.
8 MM	58 dní	žena	císařský řez	2.
9 MM	74 dní	muž	císařský řez	1.
10 MM	90 dní	žena	přirozeně	1.
11 MM	97 dní	muž	přirozeně	3.
12 MM	150 dní	muž	přirozeně	2.

Příloha 2: Obsah jednotlivých frakcí bílkovin u vybraných druhů mlék

BÍLKOVINY						
Vzorek	KASEIN		ČB		HB	
	Průměr (% hm)	SD	Průměr (% hm)	SD	Průměr (% hm)	SD
1 MM	0,2702	0,0077	1,6000	0,1414	1,9500	0,0707
2 MM	0,1825	0,0018	1,1000	0,1414	1,3000	0,0000
3 MM	0,1497	0,0013	1,1500	0,0707	1,2500	0,0707
4 MM	0,1397	0,0144	1,2500	0,0707	1,4500	0,0707
5 MM	0,1394	0,0050	0,7500	0,0707	0,9500	0,0707
6 MM	0,2855	0,0392	0,7000	0,0000	1,1000	0,1414
7 MM	0,2081	0,0028	1,0500	0,7071	1,2500	0,0707
8 MM	0,1394	0,0050	0,9000	0,1414	1,1000	0,1414
9 MM	0,2103	0,0032	1,0000	0,0000	1,3500	0,0707
10 MM	0,2023	0,0036	1,0500	0,0707	1,3000	0,0000
11 MM	0,2029	0,0136	1,0000	0,0000	1,3000	0,0000
12 MM	0,2500	0,0021	1,3500	0,7077	1,6500	0,0707
KOB	0,4083	0,0144	0,7529	0,0063	0,9899	0,1845
KOB suš.	0,4374	0,0032	0,7915	0,0005	0,9427	0,0067
OSEL	0,2434	0,0086	0,5231	0,0075	0,6424	0,0089
OSEL suš.	0,3687	0,0120	0,7505	0,0030	1,0349	0,0494
KOZA	1,6500	0,0283	0,7438	0,0160	2,3900	0,0283

Příloha 3: Obsah tuku vybraných druhů mlék

<b>TUK</b>		
<b>Vzorek</b>	<b>Průměr (% hm)</b>	<b>SD</b>
1 MM	6,1500	0,07071
2 MM	3,4500	0,07071
3 MM	3,1500	0,07071
4 MM	4,1500	0,07071
5 MM	3,3500	0,07071
6 MM	3,2000	0,00000
7 MM	2,8500	0,07071
8 MM	4,4500	0,21213
9 MM	3,8500	0,07071
10 MM	3,0000	0,00000
11 MM	2,8500	0,07071
12 MM	4,7500	0,07071
1 KO	2,6000	0,00000
1 KO suš.	0,9500	0,07071
1 OS	1,8000	0,14142
1 OS suš.	4,7500	0,35355
1 KOZA	3,2500	0,05657

Příloha 4: Obsah jednotlivých frakcí sacharidů u vybraných druhů mléka

<b>SACHARIDY</b>				
<b>Vzorek</b>	<b>Laktóza %</b>	<b>Glukóza %</b>	<b>Galaktóza %</b>	<b>Kyselina mléčná %</b>
1 MM	12,3853	7,8889	0,0530	není detekováno
2 MM	11,2627	8,2880	0,0867	není detekováno
3 MM	11,2470	8,4457	0,0664	není detekováno
4 MM	10,9376	10,8102	0,0530	není detekováno
5 MM	10,7518	8,7105	0,0873	není detekováno
6 MM	9,5021	9,0675	0,0636	není detekováno
7 MM	9,2219	9,4474	0,0539	není detekováno
8 MM	9,5335	8,2182	0,1388	není detekováno
9 MM	8,3392	8,9440	0,0543	není detekováno
10 MM	9,1713	9,1938	0,0555	není detekováno
11 MM	8,7699	8,8436	0,0543	není detekováno
12 MM	8,7263	6,9877	0,0567	není detekováno
KOB	10,8811	8,8436	0,0640	není detekováno
KOB suš.	9,4497	9,9753	není detekováno	0,0854
OSEL	8,9791	9,0546	0,0576	není detekováno
OSEL suš.	9,9771	8,7139	0,0553	0,0835
KOZA	4,5200	3,8500	0,0854	není detekováno

Příloha 5: Obsah sušiny u vybraných druhů mléka

<b>SUŠINA</b>		
<b>Vzorek</b>	<b>Průměr (% hm)</b>	<b>SD</b>
1 MM	14,5500	0,0707
2 MM	11,4500	0,0707
3 MM	11,8000	0,0000
4 MM	12,9000	0,1414
5 MM	12,1000	0,1414
6 MM	11,2000	0,0000
7 MM	14,2500	0,0707
8 MM	12,4500	0,2121
9 MM	13,3500	0,0707
10 MM	11,5000	0,0000
11 MM	11,4000	0,0000
12 MM	13,4500	0,0707
KO	14,7450	0,2051
KO suš.	80,3100	1,4284
OSEL	11,3500	0,2121
OSEL suš.	73,8450	0,8132
KOZA	12,0250	0,4596

Příloha 6: Energetická hodnota vybraných druhů mléka

<b>ENERGETICKÁ HODNOTA</b>		
<b>Vzorek</b>	<b>Průměr (% hm)</b>	<b>SD</b>
1 MM	90,5000	0,7071
2 MM	63,5000	0,7071
3 MM	63,5000	0,7071
4 MM	73,0000	0,0000
5 MM	64,5000	0,7071
6 MM	61,0000	0,0000
7 MM	60,5000	0,7071
8 MM	73,0000	1,4142
9 MM	69,5000	0,7071
10 MM	62,0000	0,0000
11 MM	59,5000	0,7071
12 MM	79,5000	0,7071
KOB	70,8838	0,0000
KOB suš.	50,1194	0,0000
OSEL	53,7856	0,0000
OSEL suš.	89,0480	0,0000
KOZA	56,8900	0,0000

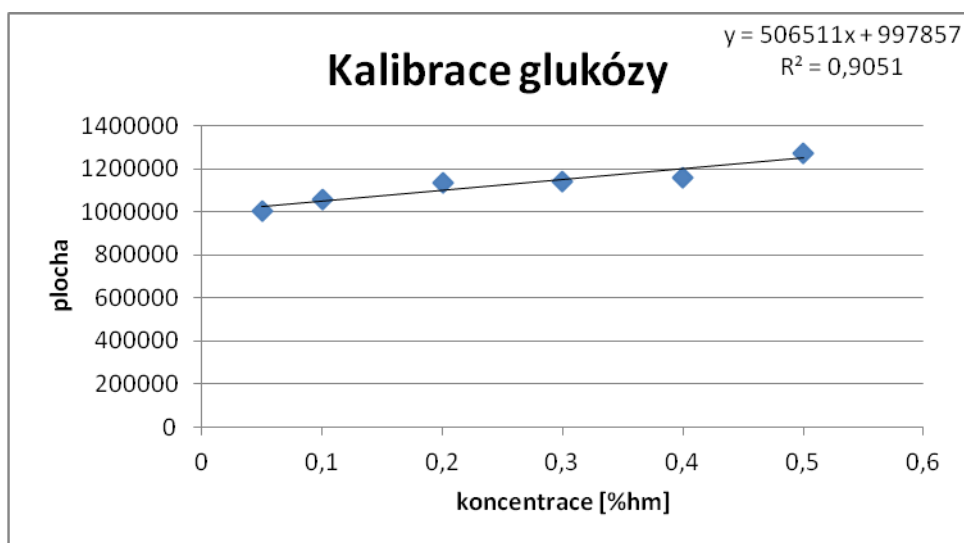
Příloha 7: Obsah základních složek umělé počáteční mléčné výživy

<b>Vzorek</b>	<b>Laktóza</b>	<b>Bílkoviny</b>	<b>Tuky</b>	<b>E hodnota (kcal)</b>
Beba Pro 1	7,5	1,2	3,6	67
Babylove 1	7,3	1,3	3,5	66
Hami 1	6,9	1,4	3,5	66
Hami 1 Citlivé břicho	7,9	1,3	3,4	67
Hipp Bio Combiotik	7,3	1,3	3,4	66
Nutra Defense Sunar 1	7,4	1,3	3,4	66
Nutrilon 1	6,9	1,4	3,4	65
Nutrilon 1 HA Premium	7	1,3	3,5	66
Nutrilon 1 Premium	6,7	1,4	3,4	66
Nutrilon 1 Profutura	5,4	1,4	3,1	65
Nutrilon 1 Pronutra	7,1	1,25	3,5	66
Sunar 1 Complex	6,3	1,6	3,6	67

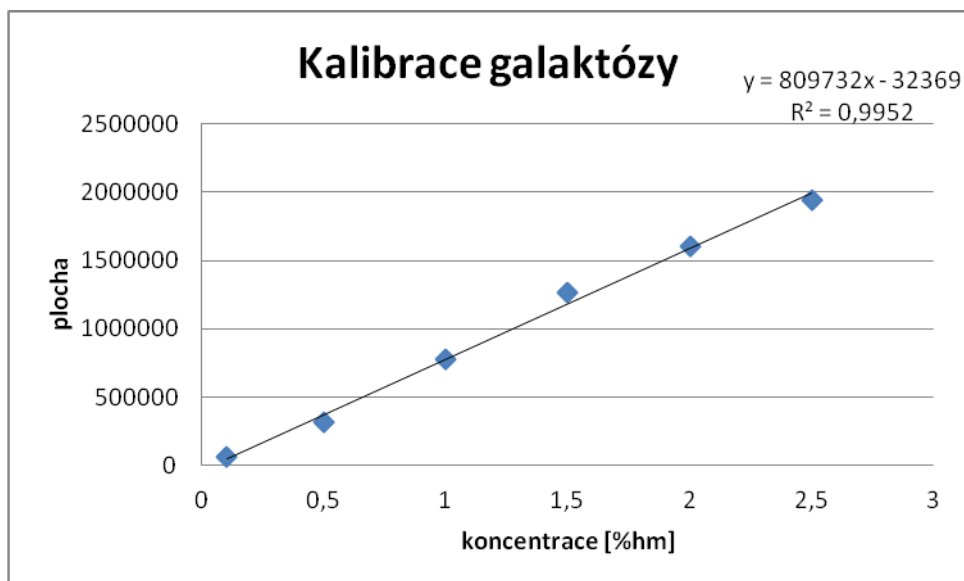
Příloha 8: Souhrnná tabulka vybraných druhů mléka

Vzorek	Sacharidy				Bílkoviny			Tuk	Sušina	E. hodnota
	Laktóza	Glukóza	Galaktóza	Kys. mléčná	Kasein	ČB	HB			
1 MM	12,3853	7,8889	0,0530	není detekováno	0,2702	1,6000	1,9500	6,15	14,5500	90,5
2 MM	11,2627	8,2880	0,0867	není detekováno	0,1825	1,1000	1,3000	3,45	11,4500	63,5
3 MM	11,2470	8,4457	0,0664	není detekováno	0,1497	1,1500	1,2500	3,15	11,8000	63,5
4 MM	10,9376	10,8102	0,0530	není detekováno	0,1397	1,2500	1,4500	4,15	12,9000	73
5 MM	10,7518	8,7105	0,0873	není detekováno	0,1394	0,7500	0,9500	3,35	12,1000	64,5
6 MM	9,5021	9,0675	0,0636	není detekováno	0,2855	0,7000	1,1000	3,2	11,2000	61
7 MM	9,2219	9,4474	0,0539	není detekováno	0,2081	1,0500	1,2500	2,85	14,2500	60,5
8 MM	9,5335	8,2182	0,1388	není detekováno	0,1394	0,9000	1,1000	4,45	12,4500	73
9 MM	8,3392	8,9440	0,0543	není detekováno	0,2103	1,0000	1,3500	3,85	13,3500	69,5
10 MM	9,1713	9,1938	0,0555	není detekováno	0,2023	1,0500	1,3000	3	11,5000	62
11 MM	8,7699	8,8436	0,0543	není detekováno	0,2029	1,0000	1,3000	2,85	11,4000	59,5
12 MM	8,7263	6,9877	0,0567	není detekováno	0,2500	1,3500	1,6500	4,75	13,4500	79,5
KOB 1	10,8811	8,8436	0,0640	není detekováno	0,4083	0,7529	0,9899	2,6	14,7450	70,8838
KOB suš.	9,4497	9,9753	není detekováno	0,0854	0,4374	0,7915	0,9427	0,95	80,3100	50,1194
OSEL 1	8,9791	9,0546	0,0576	není detekováno	0,2434	0,5231	0,6424	1,8	11,3500	53,7856
OSEL suš.	9,9771	8,7139	0,0553	0,0835	0,3687	0,7505	1,0349	4,75	73,8450	89,048
KOZA	4,5200	3,8500	0,0854	není detekováno	1,6500	0,7438	2,3900	3,25	12,0250	56,89

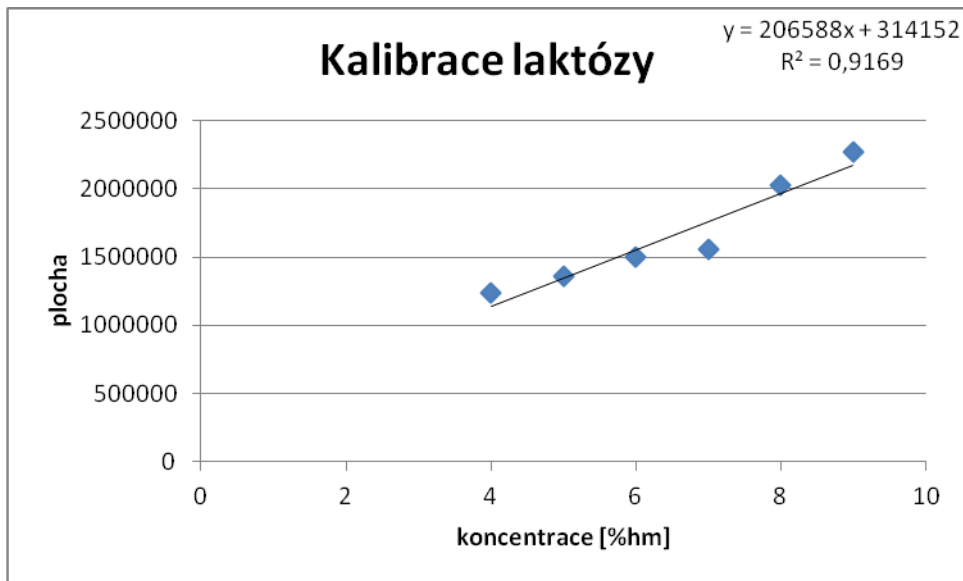
Příloha 9: Kalibrační křivka glukózy



Příloha 10: Kalibrační křivka galaktózy



Příloha 11: Kalibrační křivka laktózy



Příloha 12: Kalibrační křivka kyseliny mléčné

