

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: Zemědělské biotechnologie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Výskyt a význam bioaktivních látek kravského mléka

(Occurrence of important bioactive compounds in cow's
milk)

Vedoucí bakalářské práce:
Ing. Eva SAMKOVÁ, Ph.D.

Autor bakalářské práce:
Robert KALA

České Budějovice

2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Robert KALA**
Osobní číslo: **Z09378**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělské biotechnologie**
Název tématu: **Výskyt a význam bioaktivních látek kravského mléka**
Zadávací katedra: **Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů**

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

Mléko má ve výživě člověka nezastupitelnou úlohu, neboť z nutričního hlediska obsahuje důležité živiny ve snadno stravitelné formě. Kromě toho obsahuje bioaktivní látky, které mají pozitivní vliv na lidské zdraví.

Cílem bakalářské práce bude zpracovat literární přehled o výskytu bioaktivních látek v mléce, jejich významu pro lidské zdraví včetně uvedení nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují zastoupení těchto látek v mléce.

Bakalářská práce je součástí řešení projektu OP VK CZ.1.07/2.3.00/09.0081 a bude vypracována na základě po-

kynů uvedených na www.zf.jcu.cz/studenti/informace-pro-studujici/ podle následující osnovy:

1. Úvod - význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce
2. Literární přehled - současný stav poznání problematiky s ohledem na cíle práce, zpracovaný na základě studia vědecké a odborné literatury
3. Závěr - shrnutí získaných informací, návrhy a doporučení vyplývající z dané problematiky
4. Summary - přehled a nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce)
5. Seznam literatury - podle zásad ČSN 01 0197, ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2.

Rozsah grafických prací: 5-10 stran (tabulky, grafy)
Rozsah pracovní zprávy: 25-30 stran textu
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná


Seznam odborné literatury:

- HAUG A. et al.: Bovine milk in human nutrition - a review. *Lipids In Health And Disease*, 2007, 6 (25).
- SCHLIMME E. et al.: Nucleosides and nucleotides: natural bioactive substances in milk and colostrum. *British Journal Of Nutrition*, 2000, 84 (Suppl.1): S59-S68.
- VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J.: *Chemie potravin*. 1 ed. Tábor: OSSIS 2009.
- WELCH, R.A.S. et al.: *Milk Composition, Production and Biotechnology*. CAB Wallingford: CAB International 1997. 581 s.
- Databáze CASLIN, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST, dostupné na: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>
- Vědecké a odborné publikace v časopisech *Mlékařské listy*, *Výživa a potraviny*, *Výzkum v chovu skotu a ve sbornících z odborných konferencí - př. Den mléka (Praha: ČZU)*, *Ingrovy dny (Brno: MENDELU)* a vybrané sborníky vydávané VÚCHS v Rapotíně a VÚŽV v Praze-Uhřetěvsi

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Eva Samková, Ph.D.**
Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Pavel Smetana**
Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů
Datum zadání bakalářské práce: **14. března 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2012**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Střelčická 13 ④
370 05 Budějovice


prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 14. března 2011

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně na základě vlastních poznatků a s použitím pramenů, uvedených v přehledu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, 13. dubna 2012

.....

Robert Kala

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí mé bakalářské práce paní Ing. Evě Samkové, Ph.D. a také panu prof. Ing. Pavlu Kalačovi, CSc. za vstřícnost, odborné vedení a podnětné návrhy.

ABSTRAKT

Mléko jako sekret mléčné žlázy savců je významnou potravinou nezbytnou pro správný vývoj organismu a rozvoj zažívacího traktu. Po narození jde o první složku potravy, kterou mohou lidé, respektive novorozenci a také ostatní savci přijímat. Je bohatým zdrojem živin a biologicky aktivních látek.

Bakalářská práce je zaměřena na výskyt a význam bioaktivních látek mléka, a je rozdělena do pěti kapitol - na proteiny, lipidy, sacharidy, vitaminy a minerální látky. V jednotlivých kapitolách je vždy popsána daná skupina látek a dále je uvedena charakteristika skupiny - fyzikální a chemické změny, vliv na zdraví popř. změny v důsledku technologického zpracování např. při výrobě fermentovaných mléčných výrobků. U jednotlivých hlavních skupin jsou v podkapitolách přiblíženy významné látky skupiny. Dále je v práci popsána výživová role jednotlivých látek mléka.

Klíčová slova: mléko; biologicky aktivní látky; syrovátkové bílkoviny; nenasycené mastné kyseliny; laktóza; vitaminy; minerální látky.

SUMMARY

Milk as mammary gland secretions of mammals is an important food essential for proper development of the organism and development of the digestive tract. After birth, this is the first component of food, that people can or other newborn mammals receive as well. It is a rich source of nutrients and biologically active substances.

Bachelor work is focused on the occurrence and importance of milk bioactive substances and is divided into five chapters - into proteins, lipids, carbohydrates, vitamins and minerals. In each chapter there is always described the group of substances and is listed the group characteristic as well - physical and chemical changes, effects on health or changes due to technological processing for example in production of fermented dairy products. In each major group there are brought near significant groups of substances in sub-sections. There is also described the nutritional role of individual milk substances.

***Key words:** milk; biologically active substances; whey proteins; unsaturated fatty acids; lactose; vitamins; minerals.*

OBSAH

1	Úvod.....	11
2	Cíl práce.....	12
3	Obecná charakteristika bioaktivních látek.....	13
4	Bioaktivní látky v mléce.....	14
4.1	Proteiny.....	15
4.1.1	α -Laktalbumin.....	18
4.1.2	β -Laktoglobulin.....	19
4.1.3	Imunoglobuliny.....	20
4.1.4	Laktoferin.....	22
4.2	Lipidy.....	23
4.2.1	Nasyčené mastné kyseliny.....	27
4.2.2	Nenasycené mastné kyseliny.....	28
4.2.3	Konjugovaná linolová kyselina.....	30
4.3	Sacharidy.....	34
4.3.1	Laktóza.....	35
4.3.2	Ostatní mléčné oligosacharidy.....	37
4.4	Vitaminy.....	38
4.4.1	Riboflavin.....	40
4.4.2	Listová kyselina.....	41
4.4.3	Kobalamin.....	41
4.4.4	Vitamin A.....	42
4.4.5	Vitamin E.....	42
4.5	Minerální látky.....	43
4.5.1	Vápník.....	46
4.5.2	Hořčík.....	47
4.5.3	Zinek.....	47

4.5.4	Selen	48
5	Závěr	49
6	Seznam literatury	51

Seznam zkratek

CLA	-	<i>conjugated linoleic acid</i> ; konjugovaná linolová kyselina
DRI	-	<i>dietary reference intake</i> ; referenční výživový příjem
G ⁻	-	gram-negativní; například mikroorganismy, které se podle Gramova barvení pod mikroskopem barví do červena
HDL	-	<i>high-density lipoprotein</i> ; vysokohustotní cholesterol
ICHS	-	ischemická choroba srdeční
LCFA	-	<i>long-chain fatty acids</i> ; mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, řetězec se 14 až 20 atomy uhlíku
LDL	-	<i>low-density lipoprotein</i> ; nízkohustotní cholesterol
MCFA	-	<i>middle-chain fatty acids</i> ; mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem, řetězec se 6 až 12 atomy uhlíku
MUFA	-	<i>monounsaturated fatty acids</i> ; mononenasyčené mastné kyseliny, s jednou dvojnou vazbou
PUFA	-	<i>polyunsaturated fatty acids</i> ; polynenasycené mastné kyseliny, s více dvojnými vazbami
SAFA	-	<i>saturated fatty acids</i> ; nasycené mastné kyseliny
SCFA	-	<i>short-chain fatty acids</i> ; mastné kyseliny s krátkým řetězcem, řetězec s méně než 6 uhlíky
USDA	-	<i>United States Department of Agriculture</i> ; Ministerstvo zemědělství Spojených států

1 ÚVOD

Mléko, jako nezbytná součást lidské potravy má své nezastupitelné místo. Jde o prvotní zdroj živin, který může lidský, ale i jiný organizmus ostatních savců přijímat hned od narození. Příjmem mléka je utvářena specifická mikroflóra zažívacího traktu, která se v pozdějším věku podílí na správném trávení, ale také na správné funkci imunitního systému. Dále je zdrojem lehce stravitelných proteinů, lipidů, sacharidů, vitaminů a minerálních látek. Obsahuje velké množství dobře využitelného vápníku, který slouží pro správnou stavbu kostí a zubů. Výše popsané složky mléka jsou tzv. bioaktivními látkami mléka. Mají různé biologické funkce a v organismu mohou mít jak pozitivní, tak negativní účinky na zdraví.

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární přehled o výskytu bioaktivních látek v mléce, jejich významu pro lidské zdraví včetně uvedení nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují zastoupení těchto látek v mléce.

3 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA BIOAKTIVNÍCH LÁTEK

Za bioaktivní jsou považovány látky s určitou biologickou aktivitou. Pojem *biologická aktivita* látky znamená, že daná látka je schopna reagovat na vnější podněty a má určité vlastnosti. Tyto vlastnosti mohou mít buď pozitivní, nebo negativní vliv na zdraví. Vzhledem k rozsáhlosti problematiky je práce zaměřena zejména na pozitivní vlivy bioaktivních látek na zdraví člověka.

Potraviny nebo jejich extrakty s pozitivním vlivem na zdraví člověka jsou nazývány nutraceutika. Do skupiny nutraceutik patří potravinové doplňky, které obsahují koncentrovanou účinnou látku z dané potravinu a funkční potraviny, které jsou definovány jako potraviny, do kterých je přidána aktivní substance tak, aby měly efekt na zdraví jedince (Kohout, 2010). Mezi nutraceutika je řazena široká škála látek - aminokyseliny, mastné kyseliny, oligosacharidy, polysacharidy, vláknina, vitaminy, minerální látky, alkaloidy, probiotika, prebiotika a další. Vyjmenované látky působí jako prevence nejrůznějších onemocnění.

Probiotika jsou definována jako živé organismy (bakterie nebo kvasinky), které mají prokazatelně pozitivní účinek na zdraví hostitele, jsou-li podány v dostatečném množství (Kohout, 2009). Jejich výskyt je především ve fermentovaných výrobcích. Zdraví prospěšné účinky fermentovaných funkčních potravin jsou zvyšovány buď přímo působením se spotřebovanými mikroorganismy (probiotický efekt), nebo nepřímo, v důsledku působení mikrobiálních metabolitů vzniklých při procesu fermentace (biogenní efekt), (Ebringer et al., 2008). Nejdůležitějšími biogenními metabolity pro lidský organizmus jsou proteiny, peptidy, organické kyseliny, sacharidy a vitaminy. Probiotického efektu se dosahuje jak u produktů potravinářského průmyslu (kysaná mléka, kefíry, jogurty), tak u výrobků farmaceutického průmyslu jako jsou doplňky stravy s obsahem probiotických bakterií v čisté formě. Tyto přípravky mají standardní složení a je přesně známa jejich imunomodulační aktivita (schopnost pozitivně reagovat na imunitní odpověď, většinou stimulací nespecifické neboli přirozené imunity). Jsou pod pravidelnou kontrolou léčiv, a proto je přesnější, nazývat je imunobiotika, aby se odlišily od klasických probiotik ve funkčních potravinách (Clancy, 2003).

4 BIOAKTIVNÍ LÁTKY V MLÉCE

Mléko je bohatým zdrojem bioaktivních látek. Složení mléka má dynamickou povahu a mění se podle fáze laktace, věku, plemena, výživy, energetické bilance a zdravotního stavu vemene dojnice (Haug et al., 2007). Mezi zdraví prospěšné bioaktivní látky v mléce patří např. imunoglobuliny (proteiny syrovátky). V organismu se uplatňují v reakcích imunitního systému, v tzv. specifické imunitě. Specifická imunita je rozvíjena až po narození jedince a funguje pouze ve spolupráci s nespecifickou imunitou. Významně se na zdraví podílí také ostatní syrovátkové proteiny (např. β -laktoglobulin, laktoferin aj.). Mají důležité nutriční a biologické vlastnosti, přispívají k regulaci hmotnosti poskytováním signálu pocitu sytosti a podílí se na prevenci chorob, např. rakoviny. Mléčné bílkoviny a peptidy také zlepšují biologickou dostupnost minerálních látek a stopových prvků, jako jsou vápník, hořčík a mangan, zinek, selen a železo (Vegarud et al., 2000).

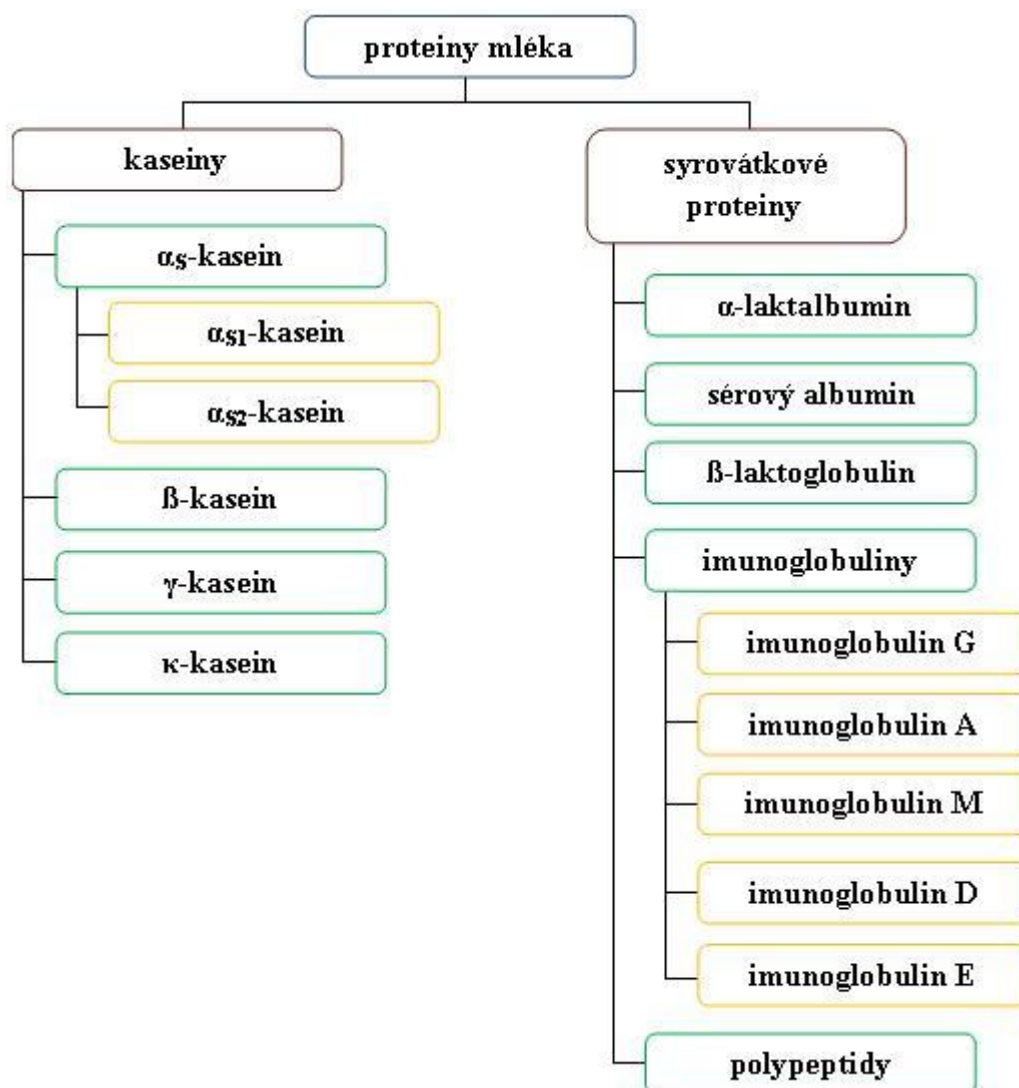
Mléko je fyziologická tekutina, která má mnohostranné využití při zažívání. Je to složitá směs specifických bioaktivních proteinů, lipidů a sacharidů, které představují důležité signály regulující vývoj gastrointestinálního traktu (Clare a Swaisgood, 2000; Donovan, 2006). Mezi hlavní funkce mléka patří adaptace jedince po narození na příjem potravy rozvojem trávicí trubice, tvorbou symbiotické mikroflóry a rozvojem lymfatické tkáně střeva. Mimo to mléko obsahuje další nepostradatelné bioaktivní látky, jako jsou enzymy nebo antimikrobiální peptidy. Enzymy patří mezi důležité komponenty mléka, u kterých dochází tepelným zpracováním k inaktivaci. Vyšší teploty denaturují trávicí enzymy, jako jsou proteinázy, lipázy, fosfatázy, ale také enzymy s antioxidačními a antimikrobiálními účinky - laktoperoxidáza, superoxid dismutáza a xantin oxidoreduktáza, jejichž úkolem je chránit organizmus jedince před patogeny a udržovat stabilitu mléka. Na stabilitě mléka, respektive na prodloužení jeho skladovací doby, se významně podílí laktoperoxidáza, která potlačuje množení psychrotrofních bakterií (bakterie schopné růst při chladírenských teplotách). Laktoperoxidáza je součástí systému laktoperoxidáza-thiokyanát-hydrogen peroxid, který je důležitým obranným systémem, hlavně pak v období laktace. Je účinná zejména proti G^- (gram-negativní) kataláza pozitivním bakteriím, jako jsou bakterie rodu *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella* a koliformní bakterie (Reiter a Perraudin, 1991). Látkou, která se působením laktoperoxidázy mění je xantin oxidoreduktáza - je jejím substrátem. Působí

baktericidními účinky, produkuje peroxid vodíku, snižuje obsah dusičnanů, dusitanů a oxidu dusnatého, který je toxický pro buňky.

4.1 Proteiny

Proteiny se skládají ze 100 a více aminokyselin. Aminokyseliny jsou sloučeniny, v jejichž molekule je přítomna alespoň jedna primární aminoskupina $-NH_2$ a současně alespoň jedna karboxylová skupina $-COOH$ (Velíšek, 1999). Aminokyseliny jsou spojeny amidovou (peptidovou) vazbou $-CO-NH-$. Z toho plyne, že klíčovým prvkem proteinů je dusík. Proteiny mléka jsou tvořeny dvěma skupinami - kaseinem a syrovátkovými proteiny. Schéma 1 popisuje členění proteinů mléka.

Schéma 1 Členění proteinů mléka



Obsah kaseinu činí 2,6 % (tabulka 1) z hmotnosti kravského mléka, což představuje přes 80 % z celkových proteinů a je tedy nejdůležitější proteinovou složkou. Jeho biologickou funkcí je transportovat vápník a fosfáty. Kasein se skládá z α _S-kaseinů (α _{S1}-kasein a α _{S2}-kasein), β -kaseinu, γ -kaseinu a κ -kaseinu. α _S-Kaseiny existují ve čtyřech genetických variantách lišících se od sebe primární strukturou (počet a pořadí aminokyselin v řetězci). Jsou to varianty A, B, C a D, nejobvyklejší je varianta B. κ -Kasein se vyskytuje ve dvou genetických variantách - A a B.

Syrovátkové proteiny jsou tzv. globulární proteiny (též sféroproteiny). Jejich molekula má oblý až kulovitý tvar. Nepolární funkční skupiny mají uvnitř molekuly, polární funkční skupiny tvoří vnější obal molekuly, na něž se váží molekuly vody, a proto jsou tyto proteiny vesměs rozpustné ve vodě nebo zředěných roztocích solí a tvoří koloidní roztoky (Velíšek, 1999). Velikost jejich částic bývá mezi 1-1000 nm (jsou pozorovatelné elektronovým mikroskopem). Nepronikají některými membránami a jsou homogenní. V pořadí podle termolability jsou imunoglobuliny, sérový albumin, β -laktoglobulin a α -laktalbumin termolabilními syrovátkovými proteiny - termolabilní neboli citlivé na vyšší teploty, při kterých mění své vlastnosti. Syrovátkové proteiny vykonávají biologickou aktivitu buď přímo, nebo po rozkladu na další peptidy (Ebringer et al., 2008). V tabulce 1 je uvedeno základní chemické složení kravského, koziho a ovčího mléka.

Tabulka 1 Základní chemické složení kravského, koziho a ovčího mléka

Složka	Obsah v % hm. v mléce		
	kravské	kozí	ovčí
proteiny	3,2	3,2	4,6
kaseiny	2,6	2,6	3,9
syrovátkové proteiny	0,6	0,6	0,7
lipidy	3,9	4,5	7,2
sacharidy	4,6	4,3	4,8
minerální látky	0,7	0,8	0,9

Zdroj: upraveno dle Velíška, 1999

Mléčné proteiny mají vysokou biologickou hodnotu, a mléko je proto dobrým zdrojem esenciálních aminokyselin (Haug et al., 2007), tj. aminokyselin nezbytných

pro život, které je nutné přijímat potravou, protože lidský organismus je nedokáže syntetizovat, ale nezbytně je potřebuje pro syntézu vlastních proteinů. Některé z těchto proteinů (např. sekreční imunoglobulin A, laktoferin, 1-antitrypsin, β -kasein a α -laktalbumin) mohou být relativně odolné vůči trávicím enzymům, a všechny proteiny nebo peptidy odvozené od nich mohou výrazně zvyšovat jejich funkci v tenkém střevě před úplným strávením (Lönnerdal, 2003). V tabulce 2 je uveden obsah aminokyselin ve 100 g různých spotřebitelských druhů kravského mléka.

Tabulka 2 Obsah aminokyselin ve 100 g různých spotřebitelských druhů kravského mléka

Aminokyselina	Obsah (g)			
	plnotučné (3,25 %)	se sníženým obsahem tuku (2 %)	nízkotučné (1 %)	odtučněné
alanin (Ala)	0,103	0,111	0,106	0,100
arginin (Arg)	0,075	0,107	0,096	0,072
asparagová kyselina (Asp)	0,237	0,299	0,311	0,243
cystein (Cys)	0,017	0,107	0,116	0,123
glutamová kyselina (Glu)	0,648	0,779	0,782	0,673
glycin (Gly)	0,075	0,061	0,063	0,050
histidin (His)	0,075	0,073	0,084	0,075
isoleucin (Ile)	0,165	0,183	0,187	0,150
leucin (Leu)	0,265	0,331	0,375	0,327
lysin (Lys)	0,140	0,233	0,287	0,252
methionin (Met)	0,075	0,083	0,083	0,062
fenylalanin (Phe)	0,147	0,162	0,167	0,145
prolin (Pro)	0,342	0,368	0,359	0,343
serin (Ser)	0,107	-	0,208	0,168
threonin (Thr)	0,143	0,103	0,089	0,082
tryptofan (Trp)	0,075	0,040	0,040	0,040
tyrosin (Tyr)	0,152	0,153	0,142	0,148
valin (Val)	0,192	0,218	0,217	0,180

Zdroj: sestaveno z nutričních údajů USDA, 2010

4.1.1 α -Laktalbumin

α -Laktalbumin se řadí do skupiny rozpustných proteinů, tzv. albuminů. Albuminy jsou neutrální proteiny dobře rozpustné ve vodě, vysolující se ze svých vodných roztoků síranem amonným při nasycení větším než 60 %, při teplotě 75°C nevratně koagulují (Velíšek, 1999). Je tvořen polypeptidovým řetězcem s osmi zbytky cysteinu.

Proteiny kravského mléka obsahují přibližně 20 % syrovátkových proteinů, z toho 4 % představuje α -laktalbumin (tabulka 3). Tento protein má významnou biologickou funkci jako součást některých enzymů. Existuje ve dvou genetických variantách.

Tabulka 3 Složení proteinů kravského mléka

Proteiny	Obsah	
	(% z celk. proteinů)	(g·dm ⁻³)
kaseiny celkem	80	25,6
α_S-kasein	42	13,4
β-kasein	25	8,0
γ-kasein	4	1,3
κ-kasein	9	2,9
syrovátkové proteiny celkem	20	6,4
α-laktalbumin	4	1,3
sérový albumin	1	0,3
β-laktoglobulin	9	2,9
imunoglobuliny	2	0,6
polypeptidy	4	1,3

Zdroj: Velíšek, 1999

Při hydrolýze α -laktalbuminu dochází k vytváření peptidů, které mají imunomodulační účinky. Jedná se např. o tripeptid Gly-Leu-Phe, který stimuluje

fagocytózu makrofágů (buněk imunitního systému). Ty jsou pohlcovány mikroorganizmy a jinými cizími buňkami. Tento peptid je proto považován za látku s významnou antimikrobiální činností (Pihlanto-Leppälä et al., 2000; Pellegrini, 2003). Dále může α -laktalbumin působit antiulcerózními účinky. Antiulceróza jsou léčiva používaná k léčbě vředové choroby žaludku a dvanáctníku (Martínková, 2007). V neposlední řadě je schopen vyvolávat apoptózy (geneticky naprogramovaná buněčná smrt) nádorových a nezralých buněk (Svensson et al., 2000) a tak vyvíjet antikarcinogenní aktivitu. Má nižší imunogenitu (schopnost vyvolávat látkovou nebo buněčnou imunitní odpověď) než β -laktoglobulin a tak téměř nevyvolává alergii. Z toho vyplývá, že je vhodnou živinou pro děti.

4.1.2 β -Laktoglobulin

Stejně jako α -laktalbumin patří β -laktoglobulin mezi rozpustné proteiny do skupiny globulinů. Globuliny jsou řazeny ke slabě kyselým proteinům. Jejich molekuly jsou rozpustné ve zředěných roztocích solí, ale nerozpustné ve vodě.

β -Laktoglobulin se vyskytuje ve třech genetických variantách. Obecně, se v prostředí o pH 5-7,5 vyskytuje jako dimer, v prostředí o pH 3,5-5 jako oktamer a v prostředí o pH nižším než 3,5 jako monomer (Velíšek, 1999). V mléce je v podobě dimeru (tzn. dvě strukturní podjednotky). Obsah činí 9 % z celkových proteinů (tabulka 3).

Při výskytu vyšší koncentrace vápenatých iontů a pH vyšším než 8,6 po zahřátí nevratně denaturuje. Pokud je β -laktoglobulin vystaven vyšším teplotám než 75°C, snižuje se počet disulfidových vazeb v molekulách. Dochází k vyloučení sulfanu H_2S a rozkladem methioninu vznikají sulfidy a disulfidy. To má za následek tzv. vařivou příchuť mléka. β -Laktoglobulin má emulgační účinky a podobně jako hydrolyzované peptidy α -laktalbuminu také imunomodulační účinky. Jeho molekula obsahuje hydrofobní část, která může vázat vitamin A, vitamin D, vápník a mastné kyseliny, což zjednodušuje jejich vstřebávání (Brown, 1984; Cho et al., 1994; Wang et al., 1997; Beaulieu et al., 2006). Dále má antimikrobiální a opioidní účinky, snižuje vysoký krevní tlak, působí proti trombóze (ucpání cév) a v neposlední řadě snižuje zvýšenou koncentraci cholesterolu v krvi (hypercholesterolemie). Snížení hladiny krevního cholesterolu vyvolávají rovněž některé peptidy z β -laktoglobulinu,

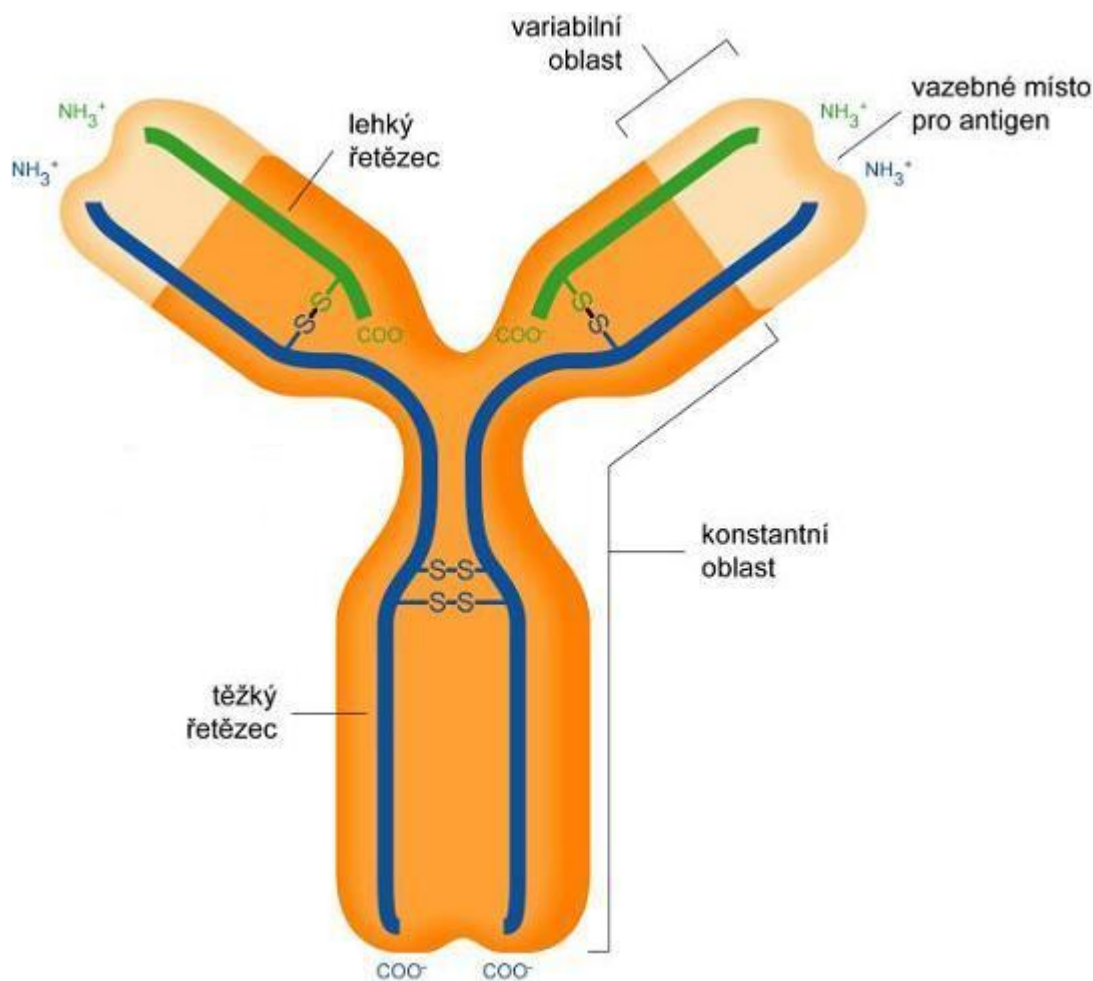
jako je např. pentapeptid Ile-Ile-Ala-Glu-Lys (Nagaoka et al., 2001). Zajímavý je peptid β -laktotenzin, který stimuluje kontrakci hladkého svalstva (Yoshida a Owens, 2005).

Mléčné alergie jsou způsobené převážně β -laktoglobulinem (2-3 % dětí). Když dítě dosáhne věku tří let, tyto alergie většinou zmizí. Peptidy pocházející z β -laktoglobulinu mohou vyvolat orální toleranci, a následně snížit produkci IgE (imunoglobulin E), který je specifický pro tento protein (Pecquer et al., 2000) tak, že účinek může být použit jako prevence mléčných alergií. Orální, respektive slizniční tolerance je schopnost tolerovat vlastní mikrobiální flóru a nutričně důležité složky potravy (Vernerová, 2008).

4.1.3 Imunoglobuliny

Imunoglobuliny jsou z chemického hlediska vysokomolekulární globulární glykoproteiny (proteiny s navázanými sacharidy většinou *O*-glykosidovou vazbou). Jejich molekula je složena ze čtyř polypeptidických částí, které jsou zrcadlově umístěny do dvou stejných párů lehkých a těžkých řetězců. N-terminální úsek imunoglobulinů je tvořen čtyřmi variabilními úseky (tzv. V-domény), po dvou na těžkých i lehkých řetězcích (Hajdúch et al., 2004). Lehký řetězec nese dva izotypy κ a λ , jejichž zastoupení v molekule imunoglobulinu je individuálně variabilní a zřejmě postrádá fyziologický význam, zatímco těžký řetězec může být složen z několika izotypů (μ , δ , γ , α , ϵ), čímž je v podstatě determinována příslušnost protilátky k jednotlivým třídám a podtřídám imunoglobulinů (Hajdúch et al., 2004). Na obrázku 1 je znázorněna molekula IgG (imunoglobulin G).

Obrázek 1 Schematický náčrt molekuly IgG (Zdroj: gvm.vm.cz)



Imunoglobuliny se v biochemii třídí podle své biologické funkce v živých organismech a řadíme je tedy mezi tzv. obranné proteiny. Existuje pět tříd imunoglobulinů - IgG (podtřídy IgG₁, IgG₂, IgG₃ a IgG₄), IgA (podtřídy IgA₁ a IgA₂), IgM, IgD a IgE. Nejvýznamnější v mléce je IgG₁, dále pak IgG₂, IgA a IgM. Vyskytují se v malém množství, v kravském mléce se nachází okolo 2 % z celkových proteinů (tabulka 3). V mlezivu je vyšší koncentrace. Imunoglobuliny obsahují protilátky, které působí jako protiinfekční obrana mléčné žlázy matky i mláďete.

Mezi nejdůležitější funkce imunoglobulinů patří ochrana před mikrobiálními patogeny. Dále odpovídají za aktivaci komplementu, stimulují fagocytózu, brání adhezi mikroorganismů a neutralizují viry a toxiny. Systém komplementu je velmi složitý a velmi přesně regulovaný systém, který má v imunitních reakcích řadu klíčových funkcí (Šedivá et al., 2005). Mezi hlavní funkce komplementu patří opsonizace (proces, jímž se zvyšuje účinnost fagocytózy cizorodé částice, např.

bakterie) a chemotaxe (pohyb organismu či buňky, který je odpovědí na specifický chemický podnět). Některé bílé krvinky putují do míst zánětu, v nichž vznikají chemické látky a probíhá osmolýza (rozpad buňky). Bezprostřední příčinou bývá porušení celistvosti buněčné membrány anebo neschopnost buňky udržet osmotickou rovnováhu s následným zduřením buňky. Spouštěcím dějem může být dále kritický nedostatek energie buňky nebo prosté trauma (Vokurka a Hugo et al., 2009). V neposlední řadě také zvyšují intracelulární hladinu glutathionu, který je klíčovou složkou antioxidantů (Bounous a Gold, 1991). Významným imunoglobulinem je sekreční imunoglobulin A (sIgA). Ve slizniční imunitě mají protilátky IgA tzv. sekreční komponentu. Sekreční komponenta chrání protilátku IgA před působením proteolytických enzymů a případná volná sekreční komponenta inhibuje adhezi gram-negativních mikroorganismů (Fučíková, 2005). Zjednodušeně sIgA pokryje infekční látky a tím následně zabrání jejich usazení na sliznici epitelu. Výhodou přítomnosti sIgA je jeho nízká protizánětlivá aktivita - není schopen v imunokomplexech aktivovat komplementový systém (Fučíková, 2005).

4.1.4 Laktoferin

Laktoferin je glykoprotein, který je schopen vázat železo. Patří do genové rodiny transferinů. Jako každý transferin obsahuje ve své molekule dvě vazebná místa vázající železitý kation Fe^{3+} nebo bikarbonátový anion HCO_3^- (Holoubek a Čadová, 2000). Vytvořením komplexu kovu a bílkoviny se laktoferin dále může řadit mezi metaloproteiny. Množství v kravském mléce je oproti ostatním bílkovinám stopové, okolo $0,2 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ (Losnedahl et al., 1998). Dále se také vyskytuje v mlezivu, sekretech sliznic, gastrointestinálních tekutinách aj.

Laktoferin má několik fyziologických funkcí, mezi něž patří regulace homeostázy železa (schopnost udržet stabilní množství), obranyschopnost proti širokému spektru mikrobiálních infekcí, protizánětlivé aktivity a inhibice růstu nádorů. Díky tomu, že vykazuje antimikrobiální a imunomodulační činnost, je laktoferin jedním z nejlépe popsanych proteinů. V závislosti na podmínkách, činnosti a místě svého cíle může fungovat buď imunosupresivně, protizánětlivě nebo jako imunostimulační prostředek (Ebringer et al., 2008).

Imunosupresi neboli utlumení nežádoucí aktivity imunitního systému (Ferenčík et al., 2005) a protizánětlivé účinky má díky inhibici cytokinů TNF (tumor necrosis factor, faktor způsobující nekrózu nádorů), IL-1 (interleukin 1) a IFN- γ (interferon gama). Naproti tomu imunostimulačně laktoferin působí díky produkci IL-10 (interleukin 10). Imunostimulací rozumíme zesílení obranných reakcí imunitního systému, zejména proti infekčním látkám a spontánním nádorům (Ferenčík et al., 2005). Cytokiny (signální proteiny účastníci se imunitní odpovědi) se dělí na dvě skupiny - pro-zánětové (podporující), kam patří TNF, IL-1 a IFN- γ a proti-zánětové (tlumící), IL-10.

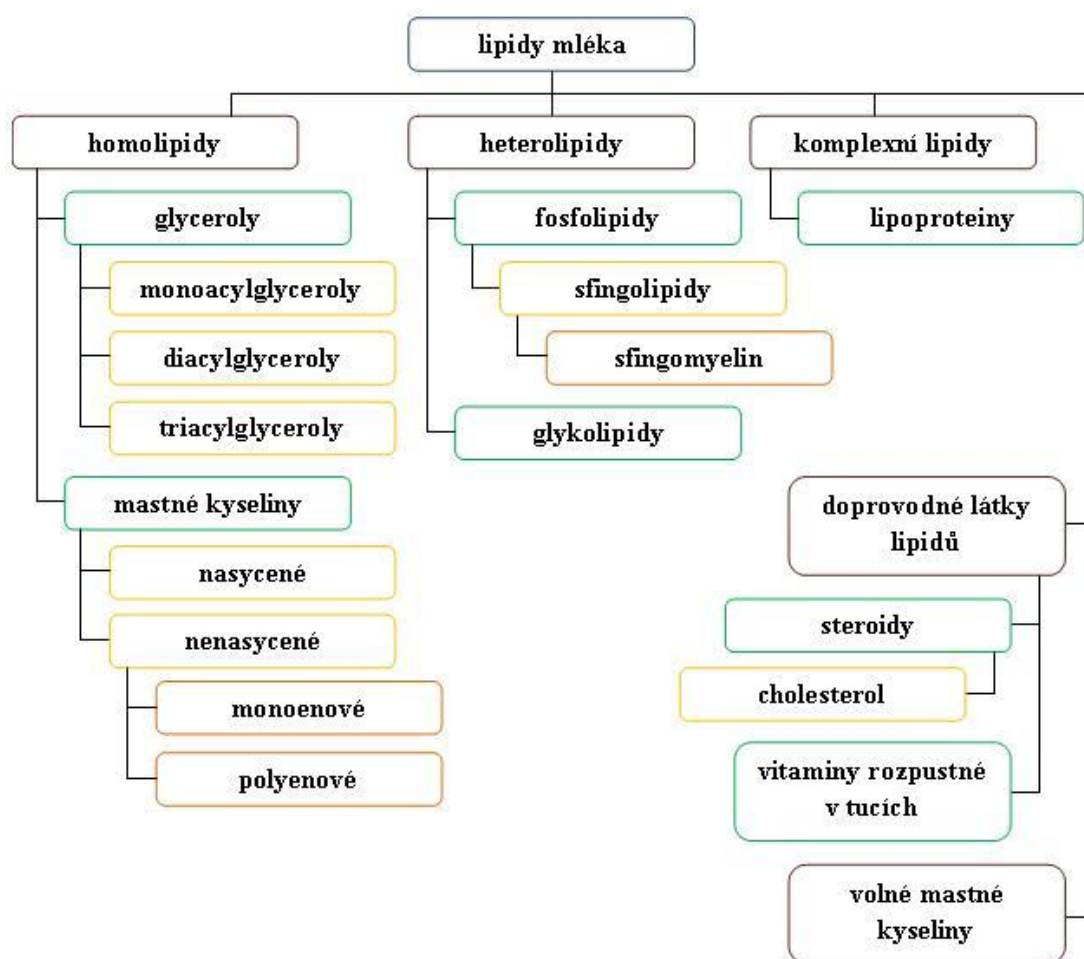
Při degradaci laktoferinu vzniká peptid laktofericin, který má imunomodulační účinky. Je tvořen 25 aminokyselinami, které pocházejí z N-konce molekuly laktoferinu. Jak laktoferin, tak laktofericin vykazují antivirovou aktivitu proti lidskému papilomaviru (Mistry et al., 2007), viru herpes simplex (Jenssen, 2005), a v kombinaci s interferonem a ribavirinem působí antivirově i u pacientů s chronickou hepatitidou C (Kaito et al., 2007).

Tsudu et al. (2006) prokázali preventivní účinky laktoferinu a laktofericinu na chemicky indukované rakovině tlustého střeva u potkanů a transplantovaných metastázujících karcinomů u myší. Z toho plyne, že laktoferin má potenciál potlačovat karcinogenezi a mohl by být dále využíván u lidí. Rekombinantní lidský a bovinní laktoferin je v současnosti dostupný pro rozvoj v nutraceutických a farmaceutických výrobcích (Weinberg, 2007).

4.2 Lipidy

Obecně lze lipidy definovat jako sloučeniny mastných kyselin s alkoholy, které jsou vzájemně spojeny esterovou vazbou -CO-O-. Podle názvosloví užívaného v organické chemii se jako mastné kyseliny označují karboxylové kyseliny s více než třemi atomy uhlíku s alifatickým (otevřeným - přímým nebo rozvětveným) uhlovodíkovým řetězcem (Velíšek, 1999). Schéma 2 popisuje členění lipidů mléka.

Schéma 2 Členění lipidů mléka



Mastné kyseliny (fatty acids, FA) jsou rozdělovány na nasycené mastné kyseliny (saturated fatty acids, SAFA), mononenasycené mastné kyseliny (monounsaturated fatty acids, MUFA), polynenasycené mastné kyseliny (polyunsaturated fatty acids, PUFA) a málo se vyskytující mastné kyseliny s trojnými vazbami a dalšími prvky (např. cyklické, s kyslíkatými, sírnými nebo dusíkatými funkčními skupinami). Mastné kyseliny jsou dále rozlišovány podle délky jejich řetězce, a to na mastné kyseliny s krátkým řetězcem (short-chain fatty acids, SCFA), mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem (middle-chain fatty acids, MCFA) a mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (long-chain fatty acids, LCFA). Někdy mohou být uváděny symboly mastných kyselin v podobě $C_{N:M}$ (N popisuje počet atomů uhlíku v molekule a M značí počet dvojných vazeb. Např. pro kyselinu olejovou je toto označení $C_{18:1}$).

Celkový obsah lipidů v kravském mléce je asi 3,9 % hmotn. (tabulka 1). Jejich hlavní složkou jsou triacylglyceroly (dříve triglyceridy) - představují zhruba 95 % lipidových frakcí. Triacylglyceroly obsahují mastné kyseliny s různě dlouhými řetězci (4-24 atomů uhlíku). Ostatní mléčné lipidy jsou diacylglyceroly vzniklé navázáním dvou mastných kyselin - 1,2-diacylglyceroly nebo 1,3-diacylglyceroly (cca 2 % lipidové frakce), fosfolipidy (cca 1 %), volné mastné kyseliny, které tvoří méně než 0,5 % celkových mléčných tuků a cholesterol (méně než 0,5 %), který není lipidem, ale řadí se do tzv. doprovodných látek lipidů (Jensen a Newburg, 1995). Z fosfolipidů kravského mléka zaujímají sfingolipidy 15-29 %. Sfingolipidy a jejich metabolity jsou vysoce biologicky aktivní molekuly s více prospěšnými účinky na lidské zdraví, např. inhibují rakovinu, mají antibakteriální a imunomodulační aktivitu, stejně tak potlačují adsorpci cholesterolu (Vesper et al., 1999; Schmelz et al., 2000; Eckhardt et al., 2001; Possemiers et al., 2005). Dále mléčný tuk funguje jako médium pro živiny, např. vitaminy rozpustné v tucích, které mají významné antioxidační účinky. V tabulce 4 je uvedena charakteristika a zastoupení hlavních mastných kyselin kravského mléka.

Tabulka 4 Charakteristika a zastoupení hlavních mastných kyselin kravského mléka

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojných vazeb	Konfigurace dvojných vazeb	Obsah (% veškerých mastných kyselin)
nasycené				
máselná	4	-	-	2,8-4,0
kapronová	6	-	-	1,4-3,0
kaprylová	8	-	-	0,5-1,7
kaprinová	10	-	-	1,7-3,2
laurová	12	-	-	2,2-4,5
myristová	14	-	-	5,4-14,6
palmitová	16	-	-	26-41
stearová	18	-	-	6,1-12,1
arachová	20	-	-	0,95-2,4

pokračování tabulky 4

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojných vazeb	Konfigurace dvojných vazeb	Obsah (% veškerých mastných kyselin)
nenasycené monoenové				
olejová	18	9	<i>cis</i>	18,7-33,4
<i>trans</i>-monoenové				2-8
palmitelaidová	16	9	<i>trans</i>	-
petroselaidová	18	6	<i>trans</i>	-
elaidová	18	9	<i>trans</i>	-
vakcenová	18	11	<i>trans</i>	-
cetelaidová	22	11	<i>trans</i>	-
brassidová	22	13	<i>trans</i>	-
nenasycené polyenové				
linolová	18	9, 12	<i>cis, cis</i>	0,9-3,7
α-linolenová	18	9, 12, 15	<i>all-cis</i>	0,1-1,4
arachidonová	20	5, 8, 11, 14	<i>all-cis</i>	0,8-3,0

Zdroj: upraveno dle Velíška a Hajšlové, 2009

Lipidy, především nenasyčené mastné kyseliny a nasycené mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem a jejich monoacylglyceroly, jsou obecně neaktivnější proti bakteriím (Thormar a Hilmarsson, 2007). Podle některých studií se lipidy kravského mléka také podílejí na obranyschopnosti vůči infekcím kůže a sliznic a u potravin s vysokým podílem lipidů byl zjištěn menší výskyt bakterie *Listeria monocytogenes* - její kolonizace ve střevech. Bohužel se to netýká výskytu bakterií rodu *Salmonella*, která je mnohem méně citlivá na inhibiční aktivitu lipidů (Sprong et al., 1999).

4.2.1 Nasycené mastné kyseliny

Nasycené mastné kyseliny jsou tvořeny dlouhými přímými řetězci. V jejich řetězcích jsou obsaženy atomy převážně o sudém počtu uhlíků (od 4 do 60 atomů). Nejvýznamnější zástupci této skupiny jsou uvedeni v tabulce 4.

Některé nasycené mastné kyseliny mají blahodárný vliv na zdraví - máselná kyselina funguje jako modulátor funkce genů a může také hrát roli v prevenci rakoviny (German, 1999). Máselná kyselina je produkována v tlustém střevě v důsledku mikrobiální fermentace vlákniny a komplexních sacharidů (Parodi, 2004). Její část je využívána kolonocyty (epitelové buňky sliznice tlustého střeva) jako zdroj energie, a zbytek přechází z bazolaterální membrány do portálního oběhu pro přepravu do jater, kde je nejvíce metabolizována, ačkoli některé její části mohou dosáhnout i dalších tkání (Parodi, 1997b). Ke zjištění, zda máselná kyselina působí preventivně proti rakovině tlustého střeva, probíhá rozsáhlý výzkum.

Naproti tomu, stearová kyselina nezvyšuje hladinu cholesterolu v krvi a klinické studie neprokázaly ani vznik a rozvoj aterosklerózy (kornatění tepen, ukládání tuků do stěny cév s následným zúžením průsvitu). Kaprylová a kaprinová kyselina jsou aktivní proti virům, stejně jako laurová kyselina, která navíc působí antibakteriálně. Zajímavostí je, že *Helicobacter pylori* (gram-negativní patogenní bakterie) může být usmrcena v důsledku působení laurové kyseliny (Sun et al., 2003). Mezi hlavními mastnými kyselinami mléka jsou tři nasycené mastné kyseliny - laurová, myristová a palmitová spojovány se zvýšením celkového cholesterolu v plazmě (German a Dillard, 2006). Vysoká hladina cholesterolu je rizikovým faktorem pro ischemickou chorobu srdeční (ICHS). Ischemická choroba srdeční je porucha prokrvení srdce v důsledku zužování srdečních tepen, které mají vyživovat srdeční sval. Vysoký poměr mezi tzv. nízkohustotním cholesterolem (low-density lipoprotein, LDL), který je neprospěšný pro zdraví a vysokohustotním cholesterolem (high-density lipoprotein, HDL) zvyšuje riziko kardiovaskulárních onemocnění (Mensink a Katan, 1992; Hegsted et al., 1993). HDL cholesterol působí jako antioxidant a zabraňuje oxidaci LDL cholesterolu v krvi (German a Dillard, 2004). HDL také může chránit před infekcemi a proti toxinům mikroorganismů. Několik studií ukázalo, že strava obsahující nízkotučné mléčné výrobky byla spojena s příznivými změnami hladiny cholesterolu v krvi (Sandstrom et al., 1992; Marckmann et al., 1994; Seidel et al., 2005).

Nasyčené mastné kyseliny jsou bohužel spojovány s onemocněními srdce a cév. Propagace konzumace rostlinných tuků namísto tuků živočišných, tedy i tuku mléčného, je všudypřítomná. Tato tvrzení dostala svůj základ již v historii, přesněji za 2. světové války, kdy v severní části Evropy (Norsko, Finsko a Švédsko) došlo k rapidnímu poklesu kardiovaskulárních onemocnění (Parodi, 2004). Tento jev byl přisuzován omezení dostupnosti základních potravin, kam patří i mléko a mléčné výrobky. Po válce, kdy vzrostla nabídka těchto potravin, vzrostla také úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění. Tato skutečnost vedla k podpoře hypotézy, že nasyčené mastné kyseliny jsou zdraví škodlivé. Ovšem během války došlo také k dalším změnám životního stylu - snížení kouření, snížení celkového energetického příjmu a následnému snížení tělesné hmotnosti. Navíc k vyloučení výše popsané hypotézy slouží také fakt, že mléčný tuk a mléčné výrobky obsahují další složky působící kardioprotektivně - sfingolipidy (Vesper et al., 1999) a konjugovaná linolová kyselina (CLA), které mohou mít antiaterogenní vlastnosti nezávisle na modulaci sérových lipidů (Parodi, 2002a).

4.2.2 Nenasycené mastné kyseliny

Nenasycené mastné kyseliny jsou dále děleny na dvě skupiny - MUFA a PUFA. MUFA jsou mastné kyseliny, v jejichž řetězci je obsažena jedna dvojná vazba. Jednotlivé mastné kyseliny jsou od sebe odlišovány polohou dvojně vazby a také odlišnou konfigurací na dvojných vazbách. Přehled podstatných kyselin, které se řadí k MUFA, je v tabulce 4.

Nejvýznamnější z MUFA je olejová kyselina. Její obsah v mléce je asi $8 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ (tabulka 11). Díky tomu je mléko ve většině zemí významnou potravinou, která vede k příjmu olejové kyseliny. V Norsku asi čtvrtina průměrného příjmu olejové kyseliny pochází z mléka a mléčných výrobků (Utviklingen, 2003). Má pozitivní vliv na zdraví, protože snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění nahrazením nasyčených mastných kyselin. Také snižuje cholesterol v plazmě, LDL cholesterol a triacylglyceroly. Klinické studie prokázaly, že strava bohatá na mononenasyčené / polyenenasyčené mastné kyseliny poskytuje lepší ochranu proti ateroskleróze (porucha látkové přeměny ve stěně tepen doprovázená ukládáním tukových látek)

a kardiovaskulárním onemocněním než strava bohatá pouze na polynenasycené mastné kyseliny (De Lorgeril et al., 1994; Nicolosi et al., 2004).

Mezi PUFA patří mastné kyseliny dienové se dvěma dvojnými vazbami, trienové se třemi dvojnými vazbami, dále tetraenové (4 dvojných vazby), pentaenové (5 dvojných vazeb) až hexaenové (6 dvojných vazeb). Stejně jako u MUFA jsou i v této skupině polohové a prostorové izomery. Navíc se PUFA rozlišují podle polohy první dvojných vazby od koncové methylové skupiny $-CH_3$ na $n-6$ ($\omega-6$) a $n-3$ ($\omega-3$) mastné kyseliny. Zvláštní význam mají mastné kyseliny s konjugovanými dvojnými vazbami (dvojných vazby jsou odděleny jednou vazbou jednoduchou), které se svou reaktivitou podstatně liší od mastných kyselin s izolovanými dvojnými vazbami (mezi dvojnými vazbami se nachází dvě a více jednoduchých vazeb) a mají také odlišné fyziologické účinky (Velíšek, 1999). Významné kyseliny skupiny PUFA jsou uvedeny v tabulce 4.

Linolová kyselina ($\omega-6$ mastná kyselina) i α -linolenová kyselina ($\omega-3$ mastná kyselina) patří mezi esenciální mastné kyseliny. Lidská ani zvířecí tkáň je neumí syntetizovat, takže musí být do organismu přijímány potravou. Obě mohou být převedeny na mastné kyseliny s 20 uhlíky na místo původních 18 uhlíků, a to na arachidonovou kyselinu ($\omega-6$) a EPA (eikosapentaenová neboli timnodonová kyselina), ($\omega-3$). Ty mohou být následně přeměněny na eikosanoidy, které jsou velmi metabolicky aktivní. K eikosanoidům se řadí prostaglandiny, leukotrieny, prostacykliny, tromboxany a lipoxiny, tedy sloučeniny, uplatňující se jako vazokonstriktory a vasodilatační látky při regulaci krevního tlaku, srážení krve jako agregační a antiagregační látky krevních destiček (trombocytů), regulují funkci leukocytů, cykly spánku a bdění aj. (Velíšek, 1999). Eikosanoidy odvozené od linolové kyseliny přes arachidonovou kyselinu mohou zvyšovat shlukování krevních destiček a tím zvyšovat koronární riziko na rozdíl od eikosanoidů vytvořených z dlouhých $\omega-3$ mastných kyselin (Haug et al., 1992). EPA má schopnost částečně blokovat přeměnu $\omega-6$ mastných kyselin na škodlivé eikosanoidy, čímž se snižuje kardiovaskulární riziko a inhibuje nádorová geneze (Haug et al., 2007).

Arachidonová kyselina řazena k $\omega-6$ a EPA a DHA (dokosahexaenová neboli cervonová kyselina), které jsou řazeny k $\omega-3$ se významně podílí na fyziologických procesech. Linolová kyselina, α -linolenová kyselina a jejich deriváty jsou důležitými

složkami fosfolipidů buněčných membrán (Parodi, 2004). Požití a biosyntéza EPA a DHA může vést k částečnému nahrazení ω -6 mastných kyselin, zejména arachidonové kyseliny v membránových lipidech, krevních destičkách, červených krvinkách, neutrofilech, monocytech a jaterních buňkách (Simopoulos, 1991; Simopoulos 1999).

Eskymáci a některé populace v Japonsku, které mají vysoký příjem ω -3 mastných kyselin, mají nízký podíl srdečních onemocnění a některých druhů rakoviny (Bartsch et al., 1999). Tím pádem by ochrana před kardiovaskulárními chorobami a rakovinou souvisela s poměrem EPA a olejové kyseliny k ω -6 mastným kyselinám ve stravě a tedy v organismu (Haug et al., 2007).

4.2.3 Konjugovaná linolová kyselina

Konjugovaná linolová kyselina (conjugated linoleic acid, CLA) se vyskytuje zejména v tuku kravského mléka. Konjugovaná linolová kyselina je obecný název, který popisuje jeden nebo více polohových a geometrických izomerů oktadekadienové kyseliny s konjugovanými dvojnými vazbami (Ebringer et al., 2008). Studie provedené na zvířatech a lidech prokázaly, že CLA může redukovat obezitu, vyvíjet protirakovinnou aktivitu, zlepšit profily lipoproteinů plazmy a výrazně ovlivňovat látkovou a buněčnou imunitu (Khanal a Olson, 2004; Rainer a Heiss, 2004; Fricon et al., 2004; MacRae et al., 2005). Jednotlivé izomery CLA mají odlišné biologické účinky. Zřejmě největší pozornost je nyní věnována dvěma izomerům a to *cis*-9, *trans*-11-C_{18:2} a *trans*-10, *cis*-12-C_{18:2}. Izomer *cis*-9, *trans*-11-CLA tvoří zhruba 75-90 % všech izomerů CLA z čehož vyplývá, že *trans*-10, *cis*-12-CLA a další izomery CLA mají v mléčném tuku menší zastoupení. Oba izomery vykazují více účinků.

Izomer *cis*-9, *trans*-11-CLA může vznikat z linolové či α -linolenové kyseliny (Bauman et al., 2003). Linolová kyselina je hlavní mastnou kyselinou, která je prekurzorem pro syntézu *cis*-9, *trans*-11-CLA, jako důsledek biohydrogenace v bacheru přežvýkavců, v důsledku působení *Butyrivibrio fibrisolvens* (Kepler a Tove, 1967; Koppová et al., 2006). Protože má tento izomer původ v biosyntéze, je také nazýván rumenová kyselina (RA), (Kramer et al., 1998). Z některých studií vyplývá, že má protirakovinné účinky a působí proti vzniku aterosklerózy. Podle

znalosti účinků CLA v metabolismu a antiproliferačních a proapoptických aktivit na různé typy nádorových buněk lze předpokládat, že *cis-9*, *trans-11*-CLA patří mezi kandidáty na nutriční léčbu rakoviny (Ochoa et al., 2004). Minimální účinná dávka CLA v prevenci vzniku rakoviny identifikované na zvířecích modelech je 0,05 % z denní výživové potřeby (Dhiman et al., 2005).

Podle výzkumu fyziologických účinků zkoumaných na zvířecích modelech existují přesvědčivé důkazy o tom, že CLA má podstatný vliv na správný vývoj organismu. Podílí se na snížení tělesné hmotnosti a tukové hmoty a relativním nárůstu svalové hmoty (Roche et al., 2001). Naopak výsledky studií, které byly provedeny na lidských modelech, nepodporují žádné účinky hubnutí vyvolané CLA, ale poukazují na snížení tělesného tuku účinkem spojeným s nárůstem svalové hmoty (Larsen et al., 2003; Martin a Valeille, 2002). Zjištění naznačují, že izomer *trans-10*, *cis-12*-CLA je zodpovědný za správný vývoj organismu, zatímco u izomeru *cis-9*, *trans-11*-CLA toto zjištění nebylo prokázáno (Martin a Valeille, 2002; Terpstra, 2004). Jiné studie provedené na zvířecích a lidských modelech objevily antidiabetický efekt CLA. Podle nich je izomer *trans-10*, *cis-12*-CLA odpovědný za snižování hladiny glukózy a zvýšení citlivosti na inzulin (Khanal, 2004). V rozporu s tímto, další studie dokumentovali opačný efekt zejména na podporu inzulinové rezistence na *trans-10*, *cis-12*-CLA (Moloney et al., 2004; Khanal, 2004; Wang a Jones, 2004). Z tohoto důvodu musí být provedeny další studie, aby došlo k objasnění základního mechanismu působení. Tricon et al. (2004) srovnali účinky *cis-9*, *trans-11*-CLA a *trans-10*, *cis-12*-CLA na hladinu lipidů v krvi a vyvodili, že *cis-9*, *trans-11*-CLA je izomer s pozitivním účinkem. V nedávné publikaci výsledky klinické studie naznačili, že velký příjem mléčných výrobků s vysokým obsahem tuku a CLA může snížit riziko vzniku kolorektálního karcinomu (Larsson et al., 2005). Zatím se předpokládalo, že CLA se podílí na různých krocích ve všech třech stádiích karcinogeneze (zahájení, rozšiřování, vývoj), a že účinek se liší v závislosti na izomeru CLA, druhu a místě buňky / orgánu a stupni karcinogeneze (Lee a Lee, 2005).

Množství CLA v mléčném tuku může být v rozsahu od 0,002 do 0,037 g·l⁻¹. Velký rozdíl je způsoben několika faktory, například složením krmné dávky dojníc. Vysoké hodnoty se často vyskytují u krmení čerstvou pastvou (Dhiman et al., 1999; Chilliard et al., 2000; Chilliard et al., 2001; Collomb et al., 2001; Collomb et al.,

2002; Stanton et al., 2003; Lock a Bauman, 2004), zatímco plemeno (Kelsey et al., 2003; Lawless et al., 1999), laktace nebo věk (Stanton et al., 1997) mají vliv menší.

Při zpracování mléka dochází ke změnám složení mastných kyselin. Výrobní podmínky ovlivňují některé fyzikální a chemické vlastnosti mléčných výrobků. Pokud mléčné výrobky obsahují vysoký podíl nenasycených mastných kyselin, může docházet k vyššímu nebezpečí oxidace a příchutě mléka. Krmení extrudovanými sojovými boby, rybím tukem nebo jejich kombinace nemají žádný nepříznivý vliv na sensorické vlastnosti pasterizovaného mléka (Ramaswamy et al., 2001). Podle Lynche et al. (2005) složení mastných kyselin a sensorická kvalita pasterizovaného a homogenizovaného mléka s vysokou hladinou CLA a vakcenové kyseliny (přes 16 % z celkové hmotnosti mléka) zůstaly stabilní i po dvoutýdenním skladování a vystavení světlu. Toto mléko bylo získáno od dojníc krmených krmivem s doplňkem oleje ze sojových bobů a rybího tuku. Z nedávné studie Herzallaha et al. (2005) vyplývá, že konvenční pasterizace při různých teplotách a vaření mléka nemá významný vliv na obsah CLA v mléce. Naproti tomu u technologie využívající vysokoteplotní (UHT) záhřev nebo mikrovlnné ošetření dochází k významnému snížení obsahu CLA. Existují dva způsoby UHT záhřevu - nepřímý při teplotě 135-140°C po dobu 1-2 s a přímý prováděný párou o teplotě 140-150°C po dobu 2-4 s. Zvýšení obsahu CLA v mléce je možné pomocí mikrobiálních kultur. Byly identifikovány mléčné startéry bakteriálních kmenů, které jsou schopny přeměnit linolovou kyselinu na CLA, jako jsou propionibakterie (Jiang et al., 1998), bakterie mléčného kvašení (Lin et al., 1999; Kim a Liu, 2002) a bifidobakterie (Coakley et al., 2003; Oh et al., 2003; Song et al., 2005). Bohužel přínos mléčných startovacích bakterií není při zvyšování množství CLA v mléčných výrobcích tak velký. Potenciál má mikrobiální přeměna volné linolové kyseliny na CLA.

V tabulce 5 jsou uvedeny denní příjmy CLA v různých zemích. Celkový průměrný příjem se liší podle země, kde byl průzkum prováděn. Hrubý odhad je v rozmezí mezi 95-440 mg. Průměrný příjem také kolísá za prvé kvůli odlišným stravovacím návykům a za druhé kvůli různým hodnotám CLA obsažených v potravinách.

Tabulka 5 Denní příjem CLA v různých zemích

Země	Metoda	Poznámky	Denní příjem v mg muž/žena	Zdroj
Německo	záznamy stravování po 1 týdnu	údaje založené na konzumaci z Národního průzkumu výživy	310	Jahreis (1997)
Německo	záznamy stravování po 1 týdnu	<i>cis-9, trans-11</i> , na základě Německého výživového průzkumu	440/360	Fritsche a Steinhart (1998)
Německo	záznamy stravování po 1 týdnu	52 studentek	-/320	Fremann et al. (2002)
Švédsko	záznamy stravování po 1 týdnu + telefonní rozhovory	123 mužů, <i>cis-9, trans-11</i>	160/-	Jiang et al. (1999)
EU	spotřeba mléka v 15 zemích na osobu a rok	příjem pouze z mléčných výrobků	140-380	Wolff a Precht (2002)
Kanada	záznamy stravování po 1 týdnu	22 žen a mužů, <i>cis-9, trans-11</i>	15-174	Ens et al. (2001)
USA	záznamy stravování po 3 dnech	93 dospělých, celkem CLA (<i>cis-9, trans-11</i>)	210/150 (190/140)	Ritzenthaler et al. (2001)

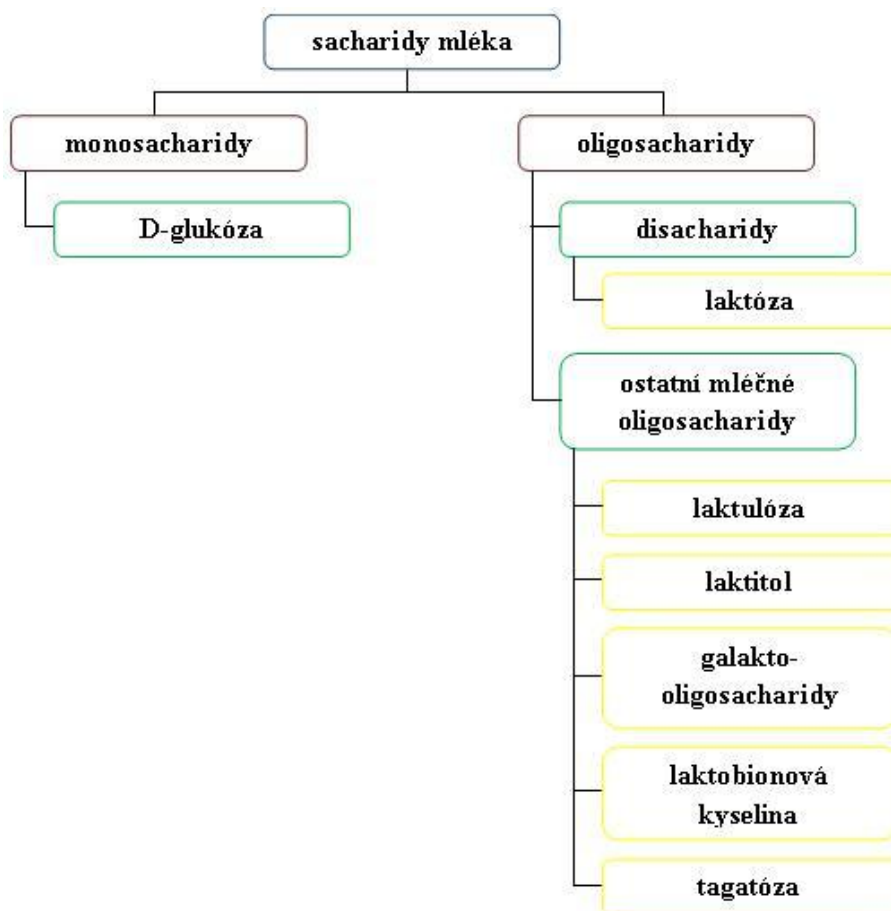
Zdroj: Collomb, 2006

Z celkových mastných kyselin obsažených v mléčných výrobcích zaujímá asi 0,4-4 % vakcenová kyselina, která je většinou v lidských tkáních desaturována na *cis-9, trans-11*-CLA. V této souvislosti je třeba zmínit, že díky desaturaci vykazuje vakcenová kyselina antikarcinogenní účinky, což bylo potvrzeno ve studii provedené na potkanech (Ip et al., 1999; Corl et al., 2003; Lock et al., 2004).

4.3 Sacharidy

Z chemického hlediska jsou sacharidy polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony. V jejich molekule jsou obsaženy minimálně tři uhlíkové atomy, které jsou uspořádány buď ve větvených, nebo nevětvených řetězcích. Pokud sloučenina obsahuje aldehydovou funkční skupinou -CHO, je nazývána aldóza (např. aldopentóza). V případě, že obsahuje ketoskupinu C=O, je nazývána ketóza (ketohehexóza). Aldózy a ketózy jsou dále rozlišovány na triózy, tetrózy, pentózy, hexózy atd. podle počtu uhlíků v řetězci. Ze sacharidů mohou vznikat spontánně intramolekulární adicí jedné z hydroxylových skupin (primární nebo sekundární hydroxyskupiny) na karbonylovou skupinu cukrů cyklické poloacetalu, které jsou energeticky výhodné (Velíšek, 1999). Jedná se o cyklické formy aldóz a ketóz, kterým se říká laktoly. Většinou jsou vytvářeny šestičlenné (pyranózy) nebo pětičlenné (furanózy) struktury. Schéma 3 popisuje členění sacharidů mléka.

Schéma 3 Členění sacharidů mléka



Sacharidy jsou rozdělovány na monosacharidy a oligosacharidy (2 až 10 stejných nebo různých monosacharidů ve formě pyranóz nebo furanóz, které jsou spojeny glykosidovými neboli poloacetalovými vazbami). V mléce se vyskytují převážně oligosacharidy. Podle toho, kolik se v oligosacharidech vyskytuje monosacharidů, se dělí na di-, tri- až dekasacharidy.

Z teoretického hlediska disacharidy vznikají kondenzací α - nebo β -anomerní (poloacetalové) hydroxylové skupiny -OH jednoho monosacharidu s jakoukoli -OH skupinou druhého monosacharidu. Kondenzují-li vzájemně dvě poloacetalové hydroxylové skupiny, neobsahuje vzniklý disacharid anomerní hydroxylovou skupinu a je proto neredukující; v každém jiném případě vzniká redukující disacharid, který stejně jako výchozí monosacharid vykazuje v roztocích mutarotaci (ustálení rovnováhy mezi α - a β -anomerem po rozpuštění) a vyskytuje se tedy jako α - nebo β -anomer (Velíšek, 1999). Obsah sacharidů v mléce je asi 4,6 % hmotnosti (tabulka 1).

4.3.1 Laktóza

Základní složkou sacharidů v mléce je laktóza. Její systematický název je *O*- β -D-galaktopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-D-glukopyranóza. Je řazena k redukujícím disacharidům. Spolu s laktózou jsou v mléce obsaženy také další oligosacharidy.

Laktóza je hydrolyzována enzymem β -galaktosidázou (laktázou) na D-glukózu a D-galaktózu, které jsou absorbovány ve střevě. Po narození mají savci v tenkém střevě (zejména ve střední části - lačníku) dvě laktázy - jedna je vázána na slizniční membráně, druhá se nachází v lysozomech a cytoplazmě epitelových buněk (Schaafsma, 2007). U většiny savců, a tedy i u lidí, dochází v dospělosti ke snížení aktivity nebo úplné ztrátě produkce laktázy a trávení mléka jim může činit problémy. Tento jev je nazýván intolerance vůči laktóze. Produkty vyráběné mléčným kvašením (jogurt, acidofilní mléko, kefir) však mohou konzumovat i lidé s nedostatkem laktázy a to díky tomu, že bakterie mléčného kvašení přítomné ve fermentovaných výrobcích produkují laktázu při štěpení laktózy na mléčnou kyselinu.

Laktóza se vyskytuje v několika formách, nejstabilnější z nich je monohydrát α -laktózy (skládá se z α -D-glukózy a β -D-galaktózy). V této formě laktóza

krystalizuje z vodných roztoků při teplotě do 93,5°C, naopak krystalizací z vodných roztoků při teplotě nad 93,5°C vzniká bezvodá β -laktóza (skládá se z β -D-glukózy a β -D-galaktózy), (Velíšek, 1999). Při technologii využívající rychlé sušení, tedy i při výrobě sušeného mléka, dochází ke vzniku amorfní hygroskopické směsi obou forem laktózy. Laktózu lze použít také jako přísadu do krmiv, potravin a farmaceutických přípravků a to díky jejímu snadnému získávání z mléka či syrovátky.

V organismu slouží jako zdroj energie. Po jejím příjmu se zvyšuje koncentrace glukózy v krvi (glykemie). Pokud je tato zvýšená koncentrace dlouhodobá, zvyšuje se riziko kardiovaskulárních onemocnění. Jednotlivé sacharidy ovlivňují tuto hladinu odlišně. Při zjišťování její koncentrace je důležitý tzv. glykemický index (GI). Ten udává rychlost využití glukózy tělem z určité potraviny (tabulka 6).

Tabulka 6 Glykemický index vybraných sacharidů a potravin^{a)}

glukóza (referenční)	100
fruktóza	19
laktóza	46
sacharóza	68
vařená bílá rýže	83
maltóza	105
pečené brambory	85
francouzské hranolky	75
francouzská bageta	95

^{a)}Z Foster-Powell et al., 2002; mezinárodní tabulka hodnot GI a glykemické zátěže (GL, vychází z GI).

Zdroj: Schaafsma, 2007

GI byl definován Organizací pro výživu a zemědělství (Food and Agriculture Organization, FAO) a Světovou zdravotnickou organizací (World Health Organization, WHO), (FAO/WHO Odborné poradenství, 1997) jako plocha pod křivkou glykemií během dvou hodin po požití dané potraviny, vyjádřená jako procento plochy pod křivkou po požití stejného množství sacharidů ve formě čisté

glukózy. Vliv laktózy ve srovnání s jinými sacharidy na hladinu glukózy v krvi byl zkoumán v řadě studií týkajících se měření GI (Schaafsma, 2007). Při porovnání GI potravin obsahujících sacharidy spolu s jednotlivými sacharidy vyplývá, že laktóza se řadí k sacharidům s nižší hodnotou GI.

Laktóza je díky svým hodnotám GI vhodná pro osoby s hyperglykemií, jako jsou diabetici a osoby se sníženou citlivostí na inzulín.

4.3.2 Ostatní mléčné oligosacharidy

Mléčné oligosacharidy jsou sekundárními produkty syntézy glykoproteinů a glykolipidů v technologii výroby mléka. Donedávna nebyla známa jejich biologická funkce. V posledních letech však bylo zjištěno, že mléčné oligosacharidy jsou složeny z několika molekul. Některé tyto molekuly se např. podílejí na ochraně proti infekčním činitelům. V mléce se vyskytují buď jako volné molekuly, nebo spojené s jinými sloučeninami - např. konjugované lipidy nebo proteiny. Některé z nich ve skutečnosti představují rozpuštěné receptory, které mohou vázat patogeny, a tím zabránit jejich vazbě na dané cílové receptory v gastrointestinálním traktu a následnému zahájení infekce (Ebringer et al., 2008). Probiotické bakterie v zakysaných mléčných výrobcích produkují jak přírodní oligosacharidy, tak polysacharidy. Ve fermentovaných výrobcích slouží jako stabilizátory a zlepšují sensorické vlastnosti. Příkladem může být exopolysacharid kefiran, složený z D-galaktózy a D-glukózy v poměru 1:1 - jedná se o základní bioaktivní složku kefiru (Farnworth, 2005). Kefiran je produkován činností mikroorganismu *Lactobacillus kefiranofaciens*.

Laktulóza a laktitol patří k syntetickým derivátům laktózy. Systematický název laktulózy je *O*-β-D-galaktopyranosyl-(1→4)-D-fruktóza. K jejímu vzniku dochází také při tepelném zpracování mléka sterilizací (112-120°C po dobu 10-30 min.). Laktitol je produkován hydrogenací, jeho systematický název je *O*-β-D-galaktopyranosyl-(1→4)-D-glucitol. Oba sacharidy jsou široce využívány v léčbě pacientů s jaterní encefalopatií (intoxikace v mozku způsobená selháním jater přeměnou čpavku na močovinu) a u pacientů s chronickou zácpou (Blanc et al., 1992; Kitler et al., 1992; Clausen a Mortensen, 1997; Salminen a Salminen, 1997). Vzhledem k jejich prebiotickým účinkům snižují tvorbu amoniaku střevní mikroflóry

(Schaafsma, 2007). Jako všechny nestravitelné a fermentovatelné sacharidy, laktulóza a laktitol zvyšují střevní absorpci vápníku a hořčíku (Amman et al., 1988; Van den Heuvel et al., 1999; Scholz-Ahrens et al., 2001). Laktulóza má další příznivé účinky na zdraví, především selektivně stimuluje růst anebo činnost probiotických bakterií včetně bakterií rodu *Bifidobacterium* a *Lactobacillus* (Gibson et al., 2004). Náhodně provedených studií jejího vlivu v klinickém kontextu je málo, ale studie na zvířatech ukazují protizánětlivé účinky vůči zánětlivým onemocněním střev - Crohnově chorobě a ulcerózní kolitidě (MacFarlane et al., 2006).

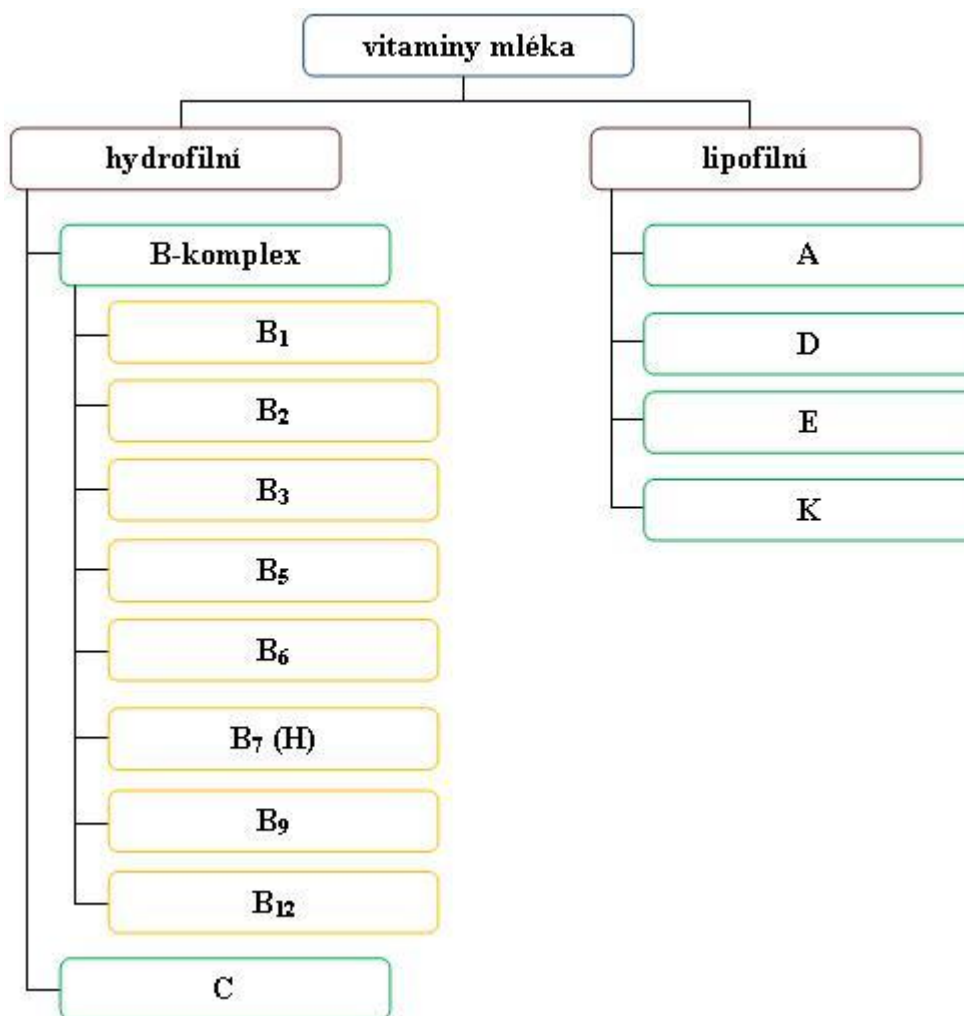
Galaktooligosacharidy (GOS), laktobionová kyselina a tagatóza jsou rovněž deriváty laktózy. GOS jsou získávány z laktózy využitím galaktosyltransferázové aktivity enzymu laktázy. Jsou odolné vůči trávicím enzymům a působí jako prebiotika (Bouhnik et al., 1997). Oxidací laktózy vzniká laktobionová kyselina. Má silné komplexotvorné vlastnosti vůči mineráliím, takže je vhodná pro použití jako potravinová přísada (Schaafsma, 2007). Tagatóza a laktobionová kyselina jsou relativně „mladými“ látkami. Převážně 80 % tagatózy uniká trávení a fermentuje se v tlustém střevě, kde uplatňuje prebiotické účinky, které upřednostňují produkci butyrátu a růst bakterií mléčného kvašení (Laerke et al., 2000; Levin, 2002; Venema et al., 2005).

4.4 Vitaminy

Vitaminy jsou nazývány katalyzátory biochemických reakcí. Nejsou zdrojem energie ani stavebním materiálem. Chemicky jde o organické nízkomolekulární sloučeniny syntetizované autotrofními organizmy (Velíšek, 2002). Naproti tomu heterotrofní organizmy, tedy i člověk, syntetizují vitaminy minimálně a musí je přijímat společně s potravou nebo získat skrze střevní mikroflóru. Jednotlivé vitaminy mají odlišnou chemickou strukturu. Rozdělují se do dvou skupin podle rozpustnosti a to na vitaminy rozpustné ve vodě - hydrofilní a vitaminy rozpustné v tucích - lipofilní. Mezi hydrofilní vitaminy patří vitaminy B-komplexu - B₁ (thiamin), B₂ (riboflavin), B₃ (niacin), B₅ (pantothenová kyselina), B₆ (pyridoxin), B₇ (biotin), B₉ (listová kyselina), B₁₂ (kobalamin) a vitamin C (askorbová kyselina). K lipofilním vitaminům patří vitaminy A (retinol), D (kalciferoly), E (tokoferoly a tokotrienoly) a K (fylochinony). Rozsáhlý výzkum

v posledním desetiletí ukázal, že jemné nedostatky vitaminů skupiny B mohou být rizikovými faktory pro cévní a neurologická onemocnění a rakovinu (Brachet et al., 2004). Schéma 4 popisuje členění vitaminů mléka.

Schéma 4 Členění vitaminů mléka



V tabulce 7 je uveden obsah vitaminů B-komplexu v kravském mléce a sýrech.

Tabulka 7 Obsah vitaminů B-komplexu v kravském mléce a sýrech

Potravina	Obsah v mg·kg ⁻¹ (nebo mg·dm ⁻³) jedlého podílu						
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₅	B ₆	B ₇	B ₉
mléko	0,3-0,7	0,2-3	0,8-5	0,4-4	0,2-2	0,01-0,09	0,03-0,28
sýry	0,2-0,6	3,3-5,7	0,3-16	2,9-4	0,4-0,8	0,02-0,05	0,08-0,82

Zdroj: Velišek, 2002

Podle účinků na zdraví a biologické aktivity jsou nejvýznamnějšími vitaminy mléka vitaminy B-komplexu - B₂, B₉ a B₁₂ a vitaminy A a E.

4.4.1 Riboflavin

Riboflavin neboli vitamin B₂ existuje v několika formách. V mléce se vyskytuje jako flavinmononukleotid (FMN) nebo flavinadenindinukleotid (FAD). Dále může existovat jako volná látka nebo být kovalentně vázaný. Jeho systematický název je 7,8-dimethyl-10-(1'-D-ribityl)-isoalloxazin. Nedostatek vitamínu B₂ se nazývá ariboflavinóza a projevuje se záněty kůže a sliznic. V tabulce 8 je uvedena doporučená denní dávka vitamínu B₂.

Tabulka 8 Doporučená denní dávka (DDD) jednotlivých vitaminů

Vitamin	DDD v mg		Podíl získaný z mléka a mléčných výrobků v % DDD
	ženy	muži	
B₂	1,1	1,3	40
B₉	0,4	0,4	-
B₁₂	2,4	2,4	20
A	0,7-0,9	0,7-0,9	-
E	15	15	-

Zdroj: upraveno dle Insel et al., 2004

Riboflavin z potravin živočišného původu je snáze absorbován v trávicím traktu než vitamin z potravin rostlinného původu, kde převládají kovalentně vázané formy, obtížně štěpitelné proteázami (Velíšek, 2002). Technologickým zpracováním mléka, jako je např. pasterace a sterilace nedochází k výrazným ztrátám vitamínu B₂. Ovšem při přímém vystavení mléka slunečnímu záření dochází ke ztrátám asi 20-40 % z výchozího obsahu již během jedné hodiny. Ve srovnání s mlékem obsahují fermentované mléčné produkty více riboflavínu. Je to způsobeno mikroorganismy, které jsou využívány v technologii výroby fermentovaných mléčných produktů.

4.4.2 Listová kyselina

Dalším vitamínem B-komplexu je B₉ neboli listová kyselina (folacin, folát). Folacin je název pro biologicky aktivní deriváty folové (listové neboli pteroylglutamové) kyseliny (Velíšek, 2002). Listová kyselina bývá nedostatečně zastoupena ve výživě. Doporučená denní dávka listové kyseliny je uvedena v tabulce 8. Její nedostatek způsobuje anémii neboli chudokrevnost. Dále jsou známy její blahodárné účinky při suplementaci (doplňování stravy o zdraví prospěšné mikroelementy) před početím a během několika prvních týdnů těhotenství s efektem snížení defektů nervové trubice. Poslední studie ukázaly, že vyšší celkový příjem listové kyseliny byl spojen se snížením rizika hypertenze, a to zejména u mladých žen (Forman et al., 2005). Je také stále více zřejmé, že nízký stav listové kyseliny je spojen se zvýšeným rizikem rakoviny, zejména rakoviny tlustého střeva (Giovannucci et al., 1998; Rampersaud et al., 2002).

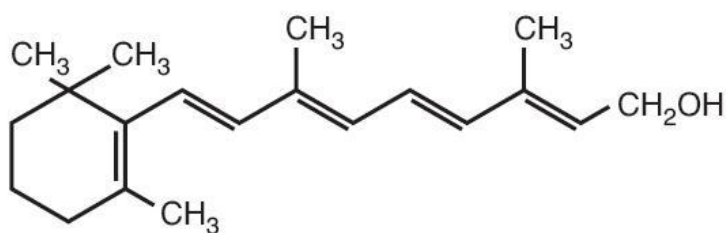
4.4.3 Kobalamin

Kobalamin, resp. koenzym B₁₂, je kofaktorem řady enzymů, jejichž katalytická aktivita souvisí s přenosem jedouhlíkatých zbytků, štěpením vazeb C-O a C-C (Velíšek, 2002). Z chemického hlediska má velmi složitou strukturu. Nachází se pouze v potravinách živočišného původu a hraje hlavní roli v metabolismu listové kyseliny a homocysteinu přenesením metaloskupin (Haug et al., 2007). Po příjmu potravou se váže na glykoprotein přítomný v žaludku a následně je absorbován střevní stěnou - tzv. gastrický faktor (intrinsic factor, IF). Doporučená denní dávka je uvedena v tabulce 8. Mléko a mléčné produkty pokrývají asi 20 % potřeby příjmu (tabulka 8). Jeho nedostatek má za následek tzv. megaloblastovou anémii - anémie provázená přítomností megaloblastů neboli velkých nezralých červených krvinek v kostní dřeni. Ve srovnání s mlékem je obsah vitamínu ve fermentovaných mléčných produktech až třicetinásobně vyšší. Je to způsobeno využitím mikroorganismu *Propionibacterium freudenreichii ssp. shermanii* v technologii výroby fermentovaných mléčných produktů.

4.4.4 Vitamin A

Vitamin A je tzv. antixerofthalmický vitamin (vitamin proti xeroftalmii - šeroslepotě). Patří mezi nejdéle známé vitaminy. Po chemické stránce je to alkohol obsahující ve své molekule šestičlenný β -jononový kruh s bočním řetězcem složeným ze dvou isoprenoidních jednotek (Hlúbik a Opltová, 2004). Strukturální vzorec vitaminu A₁ je na obrázku 2.

Obrázek 2 Strukturální vzorec vitaminu A₁ - retinolu



Zdroj: Hlúbik a Opltová, 2004

Podle počtu dvojných vazeb v šestičlenném kruhu se rozlišuje vitamin A₁ a A₂ (Hlúbik a Opltová, 2004). Podobnou aktivitu jako vitamin A vykazují také další sloučeniny ze skupiny karotenoidů. Tyto sloučeniny jsou nazývány provitaminy A. Nejvýznamnějším zástupcem skupiny karotenoidů je β -karoten - po požití je hydrolyzován ve střevě a rozštěpen na dvě molekuly retinolu. Následkem nedostatečného množství vitaminu A je zpomalení růstu a deformace kostí a reprodukčních orgánů. Je významným antioxidantem mléka, dále má vliv na zrak, imunitu, diferenciaci buněk. Doporučená denní dávka je uvedena v tabulce 8. Jeho obsah závisí na obsahu tuku. Proto jsou dobrým zdrojem spíše máslo a mléčné výrobky s vyšším obsahem tuku než samotné mléko.

4.4.5 Vitamin E

Vitamin E je souhrnné pojmenování skupiny přírodních látek. Aktivitu vitaminu E vykazují osm základních strukturálně příbuzných derivátů chromanu (Velíšek, 2002). Zahrnuje čtyři formy tokoferolů a čtyři formy tokotrienolů. Tokoferoly a tokotrienoly vykazují různou biologickou aktivitu. Vzájemně se od sebe odlišují počtem a polohou methylových skupin -CH₃ v chromanovém cyklu.

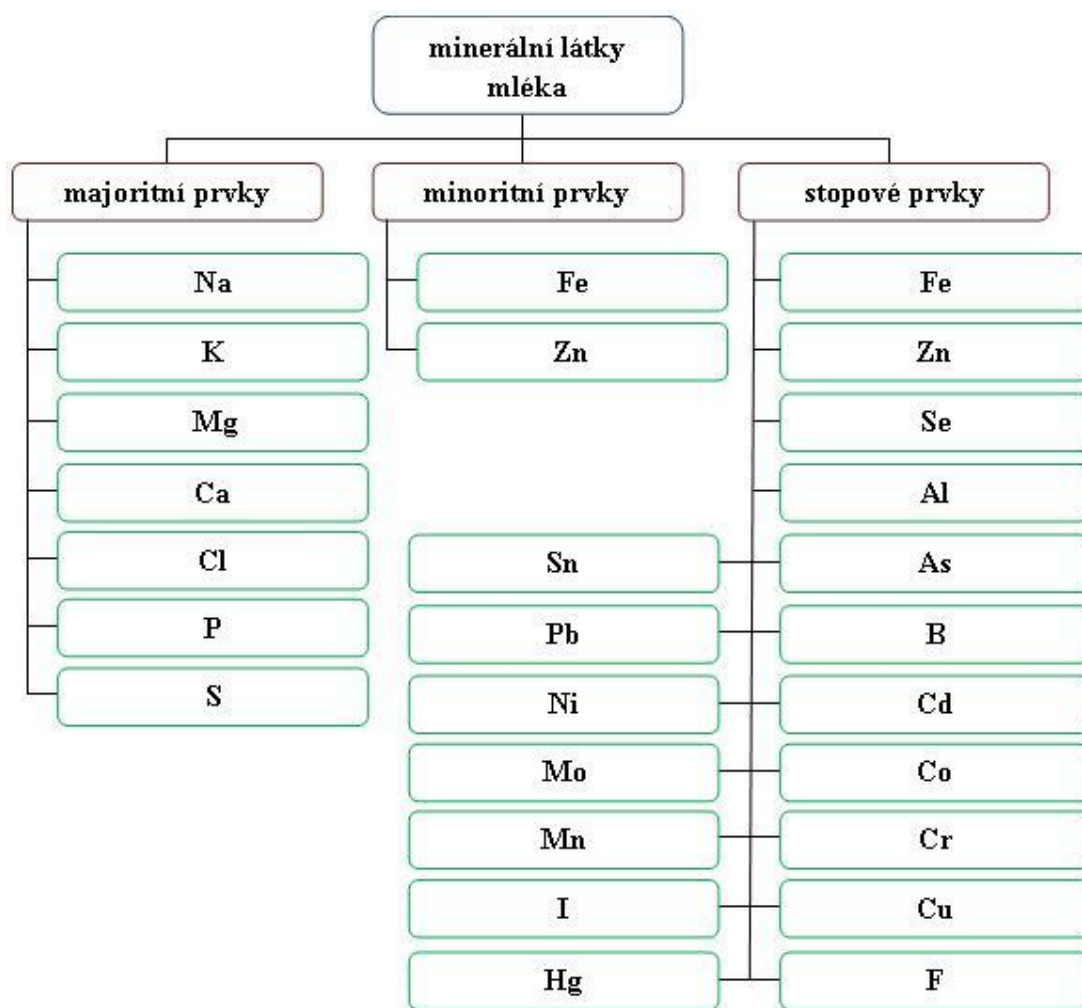
Vitamin E byl dříve nazýván antisterilním vitaminem - jeho nedostatek se u samic projevuje poruchami funkce placenty, u samců poruchami zrání pohlavních buněk. V plnotučném mléce je α -tokoferol hlavní formou vitaminu E (více než 85 %), γ -tokoferol a α -tokotrienol jsou přítomné v menší míře, každý asi 4 % z celkových tokoferolů a tokotrienolů (Kaushik et al., 2001). α -tokoferol je nejvýznamnějším lipofilním antioxidantem uplatňujícím se u eukaryotických buněk jako ochrana nenasycených lipidů před poškozením volnými radikály (Velíšek, 2002). Z provedených studií lze usoudit, že vitamin E se podílí na snížení rizika rakoviny a onemocnění srdce. Doporučená denní dávka je uvedena v tabulce 8.

4.5 Minerální látky

Minerální látky obvykle definujeme jako prvky obsažené v popelu nebo přesněji jako prvky, které zůstávají ve vzorku po úplné oxidaci organického podílu na oxid uhličitý, vodu aj. (Velíšek, 2002). Minerální látky můžeme dělit z několika hledisek. Podle množství jsou děleny na prvky majoritní (makroelementy), minoritní a stopové (mikroelementy). Makroelementy jsou obsaženy ve větším množství a řadí se k nim Na (sodík), K (draslík), Mg (hořčík), Ca (vápník), Cl (chlór), P (fosfor) a S (síra). Minoritní prvky jsou přechodem mezi majoritními a stopovými prvky, je jich menší množství a řadí se k nim Fe (železo) a Zn (zinek). Mikroelementy jsou obsaženy v ještě menším množství než minoritní prvky, patří mezi ně Al (hliník), As (arsen), B (bor), Cd (kadmium), Co (kobalt), Cr (chrom), Cu (měď), F (fluor), Hg (rtuť), I (jod), Mn (mangan), Mo (molybden), Ni (nikl), Pb (olovo), Se (selen), Sn (cín) a další a někdy rovněž Fe a Zn, jež jsou také řazené k minoritním prvkům.

Podle fyziologického významu jsou minerální látky děleny na esenciální, toxické a neesenciální prvky. Esenciální neboli nezbytné prvky musí být do organismu přijímány potravou, kde podporují významné biologické funkce (katalytická, regulační, ochranná), patří k nim všechny majoritní prvky a také stopové prvky Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Mo, Cr, Se, I, F, B a Si (křemík). Schéma 5 popisuje členění minerálních látek mléka.

Schéma 5 Členění minerálních látek mléka



V tabulce 9 je uvedena průměrná koncentrace minerálních látek v kravském mléce a jejich procentuální příspěvek na referenční výživový příjem (dietary reference intake, DRI).

Referenční výživový příjem neboli DRI je souhrnným pojmem pro několik veličin, které se používají pro hodnocení příjmu nutrientů (Monsen, 2000; Kübler, 2001). K těmto veličinám je řazena stanovená průměrná potřeba (estimated average requirement, EAR), výživová doporučená dávka (recommended dietary allowance, RDA), adekvátní příjem (adequate intake, AI) a hladina nejvyššího přijatelného příjmu (upper tolerable intake level, UL).

Tabulka 9 Průměrná koncentrace minerálních látek v kravském mléce a jejich procentuální příspěvek na DRI^{a)}

Minerální látka	Obsah v mg^{b)}	Procentuální příspěvek na DRI^{c)}
Na	106	7,1
K	272	5,8
Mg	22	5,9
Ca	224	22,4
Cl	194	8,4
P	178	25,4
Fe	0,1	0,8
Zn	0,78	8,2
Se	0,002	0,0036
As	0,004-0,012	-
B	0,1-0,2	-
Co	0,0001	-
Cr	0,0004	0,00133
Cu	0,018	2
F	0,004	0,0001
I	0,020-0,154	0,0587
Mn	0,006	0,0003
Mo	0,010	0,0222
Ni	0,0052	-

^{a)}Převzato z Flynn a Cashman, 1997.

^{b)}Příspěvek na podíl 200 ml mléka (Institut medicíny, 1997, 2001, 2004). V případě, že se hodnota DRI lišila pro muže a ženy, byla použita průměrná hodnota. U některých stopových prvků hodnota DRI nebyla stanovena.

^{c)}Představuje průměrné hodnoty, ale obsah některých z těchto minerálních látek v kravském mléce je velmi variabilní (Anderson, 1992).

Zdroj: Cashman, 2006

EAR je hodnota denního příjmu nutrientu, která při současné úrovni znalostí dostatečně kryje potřeby poloviny zdravých osob ve skupinách obyvatel, vytvořených podle pohlaví nebo věku, popřípadě podle jiných životních situací, v nichž se tyto osoby nacházejí (těhotné, kojící ženy), (Hlúbik a Opltová, 2004). RDA představuje takový denní příjem živiny, který při současné úrovni znalostí kryje potřebu většiny (podle statistických kritérií 97-98 %) zdravých příslušníků přesně definované populační skupiny (Dlouhý et al., 1996; Hages et al., 1999; Kübler, 2001). AI je stanoven na základě experimentálně získaných dat a je odvozen od zřetelně dostatečného příjmu nutrientu u zdravých, dobře živených skupin obyvatel, u nichž udržuje saturaci organismu definovanou např. normální hladinou nutrientu v krvi a je používán u těch nutrientů, u kterých dosud neexistuje dostatečné množství dat pro to, aby mohly být s dostatečnou přesností stanoveny RDA nebo EAR (Hlúbik a Opltová, 2004). UL je definovaná jako nejvyšší hodnota denního příjmu nutrientu, u které nebyly ani při dlouhodobém příjmu pozorovány negativní vlivy na zdraví u většiny členů populační skupiny (Hages et al., 1999). Z hlediska zdravotních účinků a biologické aktivity jsou významnými minerálními látkami mléka Ca, Mg, Zn a Se.

4.5.1 Vápník

Dostatečný příjem využitelného vápníku je nezbytný pro vývoj, růst a udržení kostní hmoty, tzn. po celou dobu života. Dvě nedávné studie o vlivu Ca na kostní denzitu a zlomeniny u žen po menopauze došly k závěru, že zvýšení příjmu vápníku jeho doplněním do stravy má pozitivní vliv (Shea et al., 2002, 2004). Z biologického hlediska je nejvýznamnější jeho stavební funkce. Také se podílí na srážlivosti krve. I když je biologická dostupnost Ca z mléka a mléčných výrobků jen asi 30 %, je vyšší než z většiny rostlinných potravin (Heaney et al., 1991). K potencionálním spouštěčům vstřebávání vápníku v mléce jsou řazeny např. laktóza, laktulóza a kaseinové fosfopeptidy. Jeho vstřebávání probíhá v tenkém střevě. Dostatek vápníku v potravě poskytuje zdravé kosti a zuby a může také pomoci předejít vysokému krevnímu tlaku, snížit možnost vzniku karcinomu tlustého střeva a prsu a zlepšit kontrolu hmotnosti (Insel et al., 2004). Doporučená denní dávka je uvedena v tabulce 10.

Tabulka 10 Doporučená denní dávka (DDD) jednotlivých minerálních látek

Minerální látka	DDD v mg	
	ženy	muži
Ca	1200	1200
Mg	310	400
Zn	8	11
Se	0,055	0,055

Zdroj: upraveno dle Insel et al., 2004; Institut medicíny, 1997

4.5.2 Hořčík

Podobně jako vápník, také hořčík je vstřebáván v tenkém střevě. Pokud je hořčík v organizmu v nadbytku, způsobuje útlum nervové činnosti. Mechanismus, kterým Mg ovlivňuje útlum nervové činnosti, souvisí s tím, že Mg stabilizuje nervový axon (dlouhý výběžek neuronu) a ovlivňuje uvolňování neurotransmiterů (nízkomolekulární chemická látka přirozeně vznikající v nervové soustavě, kde slouží k přenosu vzruchů) na nervosvalových spojeních (Mordes a Wacker, 1978). Hořčík se účastní všech metabolických dějů a je klíčovým prvkem pro tvorbu nebo hydrolýzu ATP (adenosintrifosfát). Ledviny jsou orgánem, který nejvíce reguluje metabolismus Mg (Quamme a Dirks, 1986). Nedostatek Mg je spojen s aterosklerózou, neboť studie prokázaly, že deficiencie může vést k oxidačnímu stresu (Hans et al., 2002). Doporučená denní dávka je uvedena v tabulce 10.

4.5.3 Zinek

Zinek hraje důležitou roli při syntéze nukleových kyselin, transkripci a translaci. Může se podílet na celé řadě metabolických aktivit v kostech (Cashman, 2006). Má několik funkcí v těle - oprava DNA, exprese genů, proteinů a lipidů, imunitní funkce, hormonální činnost aj. (Insel et al., 2004). Kostra je hlavním tělním uložištěm zinku. V kostech je pravděpodobně vázán na hydroxyapatit. Biologická dostupnost Zn je lepší z rostlinných potravin než z mléka (Insel et al., 2004), začlenění mléka ve stravě však může zlepšit jeho celkovou biologickou dostupnost

(Hansen et al., 1996). Podobně jako vápník a hořčík je zinek vstřebáván v tenkém střevě. Nedostatek Zn má za následek zpomalený růst a nedostatečný vývoj mužských pohlavních orgánů (Velíšek, 2002). Doporučená denní dávka je uvedena v tabulce 10. Pokud se zinek v organismu nachází ve větším množství, působí toxicky.

4.5.4 Selen

Selen je součástí enzymu glutathion peroxidázy, který likviduje škodlivé peroxidy v tělních tkáních a přispívá k buněčným obranným mechanismům, které jsou nezbytné pro přežití (Haenlein a Anke, 2011). Glutathion peroxidáza přeměňuje peroxid vodíku na vodu a kyslík. Dále Se zvyšuje biologické účinky vitamínu E. Selen je důležitý pro lidské zdraví, má význam v imunitním a antioxidačním systému a při syntéze DNA a opravě DNA (Dodig a Cepelak, 2004). Byla zjištěna určitá souvislost se zhoršením astmatu při nízkém příjmu selenu. Také působí společně s enzymy účastnicími se metabolismu hormonů štítné žlázy. Byly u něj zjištěny určité antikarcinogenní účinky. Jeho obsah v mléce závisí na výživě zvířat. Doporučená denní dávka je uvedena v tabulce 10. Ve většině evropských zemí včetně ČR je příjem selenu nedostatečný. Při chronickém vystavení organismu vysokým dávkám selenu může docházet k zánětům dýchacích cest, edému plic, krvácení a ve vážných případech může dojít k cirhóze jater nebo selhání ledvin.

5 ZÁVĚR

Téma bioaktivních látek mléka je už podle názvu velice atraktivní. Vystihuje trend dnešní doby - zavedení tzv. funkčních potravin, které mají pozitivní účinky na zdraví organismu. Výše popsané skutečnosti o bioaktivních látkách jsou shromážděny a sestaveny do literární rešerše a to na základě vědeckých článků zaměřených na toto téma.

Podle nejrůznějších statistik je Česká republika mezi zeměmi Evropské unie na prvním místě ve výskytu kolorektálního karcinomu. Toto nepříjemné prvenství by mělo být hlavním faktorem při prosazování změny stravovacích návyků i celého životního stylu. Mezi významné faktory, které vedou ke vzniku karcinogeneze, patří konzumace alkoholických nápojů, červeného masa, uzenin a také kouření. Zmíněné návyky jsou upřednostňovány na úkor zařazení většího množství zeleniny, luštěnin s vysokým obsahem vlákniny, ovoce a právě mléka a mléčných výrobků do jídelníčku. Z mléčných výrobků jsou to hlavně fermentované mléčné výrobky obsahující probiotické kultury.

Mléko je funkční potravinou, která hraje významnou roli ve výživě člověka. Proteiny mléka - imunoglobuliny, vykazují imunomodulační aktivitu. Laktoferin má několik fyziologických funkcí - homeostáza železa, obranyschopnost proti širokému spektru mikrobiálních infekcí, protizánětlivá aktivita a stejně jako imunoglobuliny vykazuje imunomodulační účinky. Lipidy mléka (především nenasycené mastné kyseliny, nasycené mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem a jejich monoacylglyceroly) jsou obecně nejaktivnější vůči bakteriím. Kyselina olejová, která je řazena mezi mononenasyčené mastné kyseliny, snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění. Linolová kyselina a α -linolenová kyselina patří mezi esenciální mastné kyseliny. CLA má podle výzkumu provedeného na zvířecích modelech podstatný vliv na správný vývoj organismu - podílí se na snížení tělesné hmotnosti a tukové hmoty a relativním nárůstu svalové hmoty. Vitaminy a minerální látky obsažené v mléce jsou rovněž významnými činiteli s pozitivním vlivem na zdraví člověka. V tabulce 11 je uveden souhrnný přehled nejvýznamnějších bioaktivních látek kravského mléka. Níže popsané látky jsou nejvíce prozkoumané a byl u nich zjištěn mechanismus účinku.

Tabulka 11 Složení mléka a referenční příspěvek procent denního příjmu některých živin v 0,5 l plnotučného mléka, a jejich hlavní zdravotní účinky

Mléčná složka	Obsah v 1 l plnotučného mléka ^{a)}	Referenční příspěvek procent příjmem 0,5 l plnotučného mléka ^{b)}	Zdravotní účinky
proteiny	32 g	30-40 %	esenciální aminokyseliny, bioaktivní proteiny, peptidy; zvýšená biologická dostupnost
lipidy	33 g	-	energeticky bohaté
nasyčené mastné kyseliny	19 g	-	-
laurová kyselina	0,8 g	-	antivirové a antibakteriální působení
myristová kyselina	3 g	-	zvýšení LDL a HDL
palmitová kyselina	8 g	-	zvýšení LDL a HDL
linolová kyselina	1,2 g	-	omega-6 mastná kyselina, esenciální MK
α-linolenová kyselina	0,75 g	-	omega-3 mastná kyselina, esenciální MK
olejová kyselina	8 g	-	prevence ischemické choroby srdeční (ICHS), poskytuje stabilní membrány
laktóza	53 g	-	laktosylované produkty
riboflavin (vit. B₂)	0,00183 g	60-80 %	prevence ariboflavinózy
listová kyselina (vit. B₉)	0,00005 g	6 %	syntéza DNA, buněčné dělení, metabolismus aminokyselin
kobalamin (vit. B₁₂)	0,0000044 g	90 %	klíčová role v metabolismu kyseliny listové
vitamin A	0,00028 g	15-20 %	pozitivní vliv na zrak, buněčná diferenciac
vitamin E	0,0006 g	2 %	antioxidant
vápník	1,1 g	40-50 %	pozitivní vliv na kosti, zuby, krev, tlak a kontrolu váhy
hořčík	0,1 g	12-16 %	pro seniory, léčba astmatu
zinek	0,004 g	18-25 %	funkce imunitního systému; genová exprese
selen	0,000037 g	30 %	prevence rakoviny

^{a)}Data z USDA Složení potravin.

^{b)}Referenční výživový příjem (DRI) pro muže a ženy.

Zdroj: Haug et al., 2007

6 SEZNAM LITERATURY

- 1) AMMANN P., RIZZOLI R., FLEISCH H. (1988): Influence of the disaccharide lactitol on intestinal absorption and body retention of calcium in rats. *Journal of Nutrition*, 118: 793-795.
- 2) ANDERSON R.R. (1992): Comparison of trace elements in milk of four species. *Journal of Dairy Science*, 75: 3050-3055.
- 3) BARTSCH H., NAIR J., OWEN R.W. (1999): Dietary polyunsaturated fatty acids and cancers of the breast and colorectum: emerging evidence for their role as risk modifiers. *Carcinogenesis*, 20: 2209-2218.
- 4) BAUMAN D.E., CORL B.A., PETERSON G.P. (2003): The biology of conjugated linoleic acids in ruminants. In: SÉBÉDIO J.-L., CHRISTIE W.W., ADLOF R. (eds.): *Advances in conjugated linoleic acid research*. Champagne, AOCS Press, s. 146-173.
- 5) BEAULIEU J., DUPONT C., LEMIEUX P. (2006): Whey proteins and peptides: beneficial effects on immune health. *Therapy*, 3: 69-78.
- 6) BLANC P., DAURES J.-P., ROUILLON J.-M., PERAY P., PIERRUGUES R., LARREY D. ET AL. (1992): Lactitol or lactulose in the treatment of chronic hepatic encephalopathy: Results of a meta-analysis. *Hepatology*, 15: 222-228.
- 7) BOUHNİK Y., FLOURIÉ B., D'AGAY-ABENSOUR L., POCHART PH., GRAMET G., DURAND M. ET AL. (1997): Administration of transgalactooligosaccharides increases fecal bifidobacteria and modifies colonic fermentation metabolism in healthy humans. *Journal of nutrition*, 127: 444-448.
- 8) BOUNOUS G., GOLD P. (1991): The biological activity of undenatured dietary whey proteins: role of glutathione. *Clinical & Investigative Medicine*, 14: 296-309.
- 9) BRACHET P., CHANSON A., DEMIGNE C., BATIFOULIER F., ALEXANDRE-GOUABAU M.C., TYSSANDIER V. ET AL. (2004): Age-associated B vitamin deficiency as a determinant of chronic diseases. *Nutrition Research Reviews*, 17: 55-68.
- 10) BROWN E.M. (1984): Interaction of β -lactoglobulin and α -lactalbumin with lipids: a review. *Journal Dairy Science*, 67: 713-722.
- 11) CASHMAN K.D. (2006). Milk minerals (including trace elements) and bone health. *International Dairy Journal*, 16: 1389-1398.
- 12) CLANCY R. (2003): Immunobiotics and the probiotic evolution. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 38: 9-12.

- 13) CLARE D.A., SWAISGOOD H.E. (2000): Bioactive milk peptides: a prospectus. *Journal Dairy Science*, 83: 1187-1195.
- 14) CLAUSEN M.R., MORTENSEN P.B. (1997): Lactulose, disaccharides and colonic flora. *Drugs*, 53: 930-942.
- 15) COAKLEY M., ROSS R.P., NORDGREN M., FITZGERALD G., DEVERY R., STANTON C. (2003): Conjugated linoleic acid biosynthesis by human-derived *Bifidobacterium* species. *Journal of Applied Microbiology*, 94: 138-145.
- 16) COLLOMB M., BÜTIKOFER U., SIEBER R., BOSSET J.O., JEANGROS B. (2001): Conjugated linoleic acid and *trans* fatty acid composition of cow's milk fat produced in lowlands and highlands. *Journal of Dairy Research*, 68: 519-523.
- 17) COLLOMB M., BÜTIKOFER U., SIEBER R., BOSSET J.O., JEANGROS B. (2002): Composition of fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland using high resolution gas chromatography. *International Dairy Journal*, 12: 649-659.
- 18) COLLOMB M., SCHMID A., SIEBER R., WECHSLER D., RYHÄNEN E.L. (2006). Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects. *International Dairy Journal*, 16: 1347-1361.
- 19) CORL B.A., BARBANO D.M., BAUMAN D.E., IP C. (2003): *cis*-9, *trans*-11 CLA derived endogenously from *trans*-11 18:1 reduces cancer risk in rats. *Journal of Nutrition*, 133: 2893-2900.
- 20) CWIERTKA K., TROJANEC R., ŠPAČKOVÁ K., HAJDÚCH M. (2004). Terapeutické monoklonální protilátky v onkologii. *Klinická Farmakologie a Farmacie*, 18: 165-170.
- 21) DE LORGERIL M., RENAUD S., MAMELLE N., SALEN P. ET AL. (1994): Mediterranean alpha-linoleic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. *Lancet*, 343: 1454-1459.
- 22) DHIMAN T.R., ARNAND G.R., SATTER L.D., PARIZA M.W. (1999): Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *Journal of Dairy Science*, 82: 2146-2156.
- 23) DHIMAN T.R., NAM S.-H.N., URE A.L. (2005): Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45: 463-482.
- 24) DLOUHÝ P., ANDĚL M., HROMADOVÁ M. (1996): Srovnání doporučených výživových dávek v různých zemích. *Hygiena*, 41: 167-185.
- 25) DODIG S., CEPELAK I. (2004): The facts and controversies about selenium. *Acta Pharmaceutica*, 54: 261-276.

- 26) DONOVAN S.M. (2006): Role of human milk components in gastrointestinal development: current knowledge and future needs. *Journal Pediatrics*, 149: 49-61.
- 27) EBRINGER L., FERENČÍK M., KRAJČOVIČ J. (2008). Beneficial health effects of milk and fermented dairy products - review. *Folia Microbiologica*, 53: 378-394.
- 28) ECKHARDT E.R.M., WANG D.Q-H., DONOVAN J.M., CAREY M.C. (2001): Dietary sphingomyelin suppresses intestinal cholesterol absorption by decreasing thermodynamic activity of cholesterol monomers. *Gastroenterology*, 122: 948-956.
- 29) FAO/WHO EXPERT CONSULTATION (1997): Carbohydrates in human nutrition. Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation, Food and Agriculture Organization, Řím, 14-18 Duben.
- 30) FARNWORTH E.R. (2005): Kefir - a complex probiotic. *Food Science and Technology Bulletin*, 2: 1-17.
- 31) FERENČÍK M. A KOL. (2005): Imunomodulace - možnost úpravy imunitního systému. In: FERENČÍK M., ROVENSKÝ J., SHOENFELD Y., MAŤHA V. (eds.): Imunitní systém - informace pro každého. Praha, Grada Publishing, a.s., s. 193-210.
- 32) FLYNN A., CASHMAN K. (1997): Nutritional aspects of mineral in bovine and human milks. In: FOX P.F. (ed.): Advanced Dairy Chemistry, Londýn, UK: Chapman & Hall, s. 257-301.
- 33) FORMAN J.P., RIMM E.B., STAMPFER M.J., CURHAN G.C. (2005): Folate intake and the risk of incident hypertension among US women. *Journal of the American Medical Association*, 293: 320-329.
- 34) FOSTER-POWELL K., HOLT S.H., BRAND MILLER J.C. (2002): International table of glycemic index and glycemic load values. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76: 5-56.
- 35) FRICON S., BURDGE G.C., KEW S., BANERJEE T., RUSSELL J.J., JONES E.L., GRIMBLE R.F., WILLIAMS C.M., YAQOUB P., CALDER P.C. (2004): Opposing effects of *cis*-9, *trans*-11 and *trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid on blood in health humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80: 614-620.
- 36) FUČÍKOVÁ T. (2005). Postavení střeva v imunitě. *Časopis lékařů českých*, 144: 614-616.
- 37) GERMAN J.B. (1999): Butyric acid - a role in cancer prevention. *Nutrition Bulletin*, 24: 293-299.

- 38) GERMAN J.B., DILLARD C.J. (2004): Saturated fats: what dietary intake? *American Journal of Clinical Nutrition*, 80: 550-559.
- 39) GERMAN J.B., DILLARD C.J. (2006): Composition, structure and absorption of milk lipids: a source of energy, fat-soluble nutrients and bioactive molecules. *Critical Reviews in Food Science Nutrition*, 46: 57-92.
- 40) GIBSON G.R., PROBERT H.M., VAN LOS J., RASTALL R.A., ROBERFROID M.B. (2004): Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*, 17: 259-275.
- 41) GIOVANNUCCI E., STAMPFER M.J., COLDITZ G.A., HUNTER D.J., FUCHS C., ROSNER B.A., ET AL. (1998): Multivitamin use, folate, and colon cancer in women in the Nurses Health Study. *Annals of Internal Medicine*, 129: 517-524.
- 42) HAENLEIN G.F.W., ANKE M. (2011). Mineral and trace element research in goats: A review. *Small Ruminant Research*, 95: 2-19.
- 43) HAGES M., BRÖNSTRUP A., PRINZ-LANGENOHL R., PIETRZIK K. (1999): Die neuen Dietary Reference Intakes - ein Beitrag zur internationalen Harmonisierung der Zufurempfehlungen? *Ernährungs-Umschau*, 46: 130-135.
- 44) HANS C.P., CHAUDHARY D.P., BANSAL D.D. (2002): Magnesium deficiency increases oxidative stress in rats. *Indian Journal of Experimental Biology*, 40: 1275-1279.
- 45) HANSEN M., SANDSTROM B., LONNERDAL B. (1996): The effect of casein phosphopeptides on zinc and calcium absorption from high phytate infant diets assessed in rat pups Caco-2 cells. *Pediatric Research*, 40: 547-552.
- 46) HAUG A., HALLAQ H., LEAF A. (1992): Potential antiatherogenic effects of omega-3 fatty acids. In: NERI SERNERI G.G., GENSINI G.F., ABBATE R., PRISCO D. (eds.): *Thrombosis*. Florencie, Scientific Press, s. 361-372.
- 47) HAUG A., HØSTMARK A.T., HARSTAD O.M. (2007). Bovine milk in human nutrition - a review. *Lipids in Health and Disease*, 6: 25.
- 48) HEANEY R.P., WEAVER C.M., FITZSIMMONS M.L. (1991): Soybean phytate content: Effect on calcium absorption. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53: 745-747.
- 49) HEGSTED D.M., AUSMAN L.M., JOHNSON J.A., DALLAL G.E. (1993): Dietary fat and serum lipids. *American Journal of Clinical Nutrition*, 57: 875-883.
- 50) HERZALLAH S.M., HUMEID M.A., AL ISMAIL K.M. (2005): Effect of heating and processing methods of milk and dairy products on conjugated linoleic

- acid and *trans* fatty acid isomer content. *Journal of Dairy Science*, 88: 1301-1310.
- 51) HLÚBIK P., OPLTOVÁ L. (2004): Vitaminy. Praha, Grada Publishing, a.s., 232 s.
- 52) HOLOUBEK I., ČADOVÁ L. (2000). Estrogeny v životním prostředí. *Klinická onkologie*, zvláštní číslo: s. 27.
- 53) CHILLIARD Y., FERLAY A., DOREAU M. (2001): Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livestock Production Science*, 70: 31-48.
- 54) CHILLIARD Y., FERLAY A., MANSBRIDGE R.M., DOREAU M. (2000): Ruminant milk fat plasticity: Nutritional control of saturated, polyunsaturated, *trans* and conjugated fatty acids. *Annals of Zootechnology*, 49: 181-205.
- 55) CHO Y., BATT C.A., SAWYER L. (1994): Probing the retinol-binding site of bovine β -lactoglobulin. *Journal Biological Chemistry*, 269: 1102-1107.
- 56) INSEL P., TURNER R.E., ROSS D. (2004): Nutrition. American dietetic association, Jones and Bartlett, USA.
- 57) INSTITUTE OF MEDICINE (1997): Dietary reference intakes: Calcium, magnesium, phosphorus, vitamin D, and fluoride. Washington DC, USA: National Academy Press.
- 58) INSTITUTE OF MEDICINE (2001): Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. Washington DC, USA: National Academy Press.
- 59) INSTITUTE OF MEDICINE (2004): Dietary reference intakes: Water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Washington DC, USA: National Academy Press.
- 60) IP C., BANNI S., ANGIANI E., CARTA G., MCGINLEY J., THOMPSON H.J., ET AL. (1999): Conjugated linoleic acid enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. *Journal of Nutrition*, 129: 2135-2142.
- 61) JENSEN R.G., NEWBURG D.S. (1995): Bovine milk lipids. In: JENSEN R.G. (ed.): Handbook of milk composition. USA, Academic Press, s. 543-575.
- 62) JENSSEN H. (2005): Anti-herpes simplex virus activity of lactoferrin/lactoferricin - an example of antiviral activity of antimicrobial protein/peptide. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 24: 3302-3313.

- 63) JIANG J., BJÖRCK L., FONDÉN R. (1998): Production of conjugated linoleic acid by dairy starter cultures. *Journal of Applied Microbiology*, 85: 95-102.
- 64) KAITO M., IWASA M., FUJITA N., KOBAYASHI Y., KOJIMA Y., IKOMA J., IMOTO I., ADACHI Y., HAMANO H., YAMAUCHI K. (2007): Effect of lactoferrin in patients with chronic hepatitis C: combination therapy with interferon and ribavirin. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 22: 1984-1997.
- 65) KAUSHIK S., WANDER R., LEONARD S., GERMAN B., TRABER M.G. (2001): Removal of fat from cow's milk decreases the vitamin E contents of the resulting dairy products. *Lipids*, 36: 73-78.
- 66) KELSEY J.A., CORL B.A., COLLIER R.J., BAUMAN D.E. (2003): The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86: 2588-2597.
- 67) KEPLER C.R., TOVE S.B. (1967): Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. *Journal of Biological Chemistry*, 242: 5682-5686.
- 68) KHANAL R.C. (2004): Potential health benefits of conjugated linoleic acid (CLA): A review. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences*, 17: 1315-1328.
- 69) KHANAL R.C., OLSON K.C. (2004): Factors affecting conjugated linoleic acid (CLA) content in milk, meat, and egg: a review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3: 82-98.
- 70) KIM Y.J., LIU R.H. (2002): Increase of conjugated linoleic acid content in milk by fermentation with lactic acid bacteria. *Journal of Food Science*, 67: 1731-1838.
- 71) KITLER M.E., LUGINBUHL M., LANG O., WUHL F., WYSS A., LEBEK G. (1992): Lactitol and lactulose, an in vivo and in vitro comparison of their effects on the human intestinal flora. *Drug Investigation*, 4: 73-82.
- 72) KOHOUT P. (2009). Probiotika v rukou praktického lékaře. *Medicina pro praxi*, 6: 135-139.
- 73) KOHOUT P. (2010). Možnosti ovlivnění imunitního systému nutraceutiky. *Klinická Farmakologie a Farmacie*, 24: 47-50.
- 74) KOPPOVÁ I., LUKÁŠ F., KOPEČNÝ J. (2006): Effect of fatty acids on growth of conjugated-linoleic-acids-producing bacteria in rumen. *Folia Microbiologica*, 51: 291-293.
- 75) KRAMER J.K.G., SEHAT N., FRITSCHÉ J., MOSSOBA M.M., EULITZ K., YURAWECZ M.P. ET AL. (1998): Separation of conjugated fatty acid isomers. In: YURAWECZ M.P., MOSSOBA M.M., KRAMER J.K.G., PARIZZA M.W.,

- NELSON G.J. (eds.): Advances in conjugated linoleic acid research. Champagne, AOCS Press, s. 83-109.
- 76) KÜBLER W. (2001): Referenzwerte und die Auswertung von Verzehrerhebungen. Zum Konzept der Dietary Reference Intakes (USA und Canada). *Ernährungs-Umschau*, 48: 476-479.
- 77) LAERKE H.N., JENSEN B.B., HOJSGAARD S. (2000): In vitro fermentation pattern of D-tagatose is affected by adaptation of the microbiota from the gastrointestinal tract of pigs. *Journal of Nutrition*, 130: 1772-1779.
- 78) LARSEN T.M., TOUBRO S., ASTRUP A. (2003): Efficacy and safety of dietary supplements containing CLA for the treatment of obesity: Evidence from animal and human studies. *Journal of Lipid Research*, 44: 2234-2241.
- 79) LARSSON S.C., BERGKVIST L., WOLK A. (2005): High-fat dairy food and conjugated linoleic acid intakes in relation to colorectal cancer incidence in the Swedish mammography cohort. *American Journal of Clinical Nutrition*, 82: 894-900.
- 80) LAWLESS F., STANTON C., ESCOP P.L., DEVERY R., DILLON P., MURPHY J.J. (1999): Influence of breed on bovine milk *cis*-9, *trans*-11-conjugated linoleic acid content. *Livestock Production Science*, 62: 43-49.
- 81) LEE K.W., LEE H.J. (2005): Role of the conjugated linoleic acid in the prevention of cancer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45: 135-144.
- 82) LEVIN G.V. (2002): Tagatose, the new GRAS sweetener and health product. *Journal of Medicine and Food*, 5: 23-36.
- 83) LIN T.Y., LIN C.-W., LEE C.-H. (1999): Conjugated linoleic acid concentration as affected by lactic cultures and added linoleic acid. *Food Chemistry*, 67: 1-5.
- 84) LOCK A.L., BAUMAN D.E. (2004): Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health. *Lipids*, 39: 1197-1206.
- 85) LOCK A.L., CORL B.A., BARBANO D.M., BAUMAN D.E., IP C. (2004): The anticarcinogenic effect of *trans*-11 18:1 is dependent on its conversion to *cis*-9, *trans*-11 CLA by Δ^9 -desaturase in rats. *Journal of Nutrition*, 134: 2698-2704.
- 86) LÖNNERDAL B. (2003): Supplements. Preface. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77: 1535-1536.

- 87) LOSNEDAHL K.J., WANG H., ASLAM M., ZOU S., HURLEY W.L. (1998).
Antimicrobial factors in milk. *Illini Dairy Net Papers*, University of Illinois.
- 88) LYNCH J.M., LOCK A.L., DWYER D.A., NOORBAKHS R., BARBANO D.M.,
BAUMAN D.E. (2005): Flavor and stability of pasteurized milk with elevated
levels of conjugated linoleic acid and vaccenic acid. *Journal of Dairy Science*,
88: 489-498.
- 89) MACFARLANE S., MACFARLANE G.T., CUMMINGS J.H. (2006): Review article:
prebiotics in the gastrointestinal tract. *Alimentary Pharmacology &
Therapeutics*, 24: 701-714.
- 90) MACRAE J., O'REILLY L., MORGAN P. (2005): Desirable characteristics of
animal products from a human health perspective. *Livestock Production
Science*, 94: 95-103.
- 91) MARCKMANN P., SANDSTROM B., JESPERSEN J. (1994): Low-fat, high-fiber
diet favorably affects several independent risk markers of ischemic heart
disease: observations on blood lipids, coagulation, and fibrinolysis from a
trial of middle-aged Danes. *American Journal of Clinical Nutrition*, 59: 935-
939.
- 92) MARTIN J.C., VALEILLE K. (2002): Conjugated linoleic acids: all the same or
to everyone its own function? *Reproduction Nutrition Development*, 42: 525-
536.
- 93) MARTÍNKOVÁ J. (2007): Léčiva ovlivňující trávicí a močový trakt. In:
MARTÍNKOVÁ J. A KOL. (eds.): Farmakologie pro studenty zdravotnických
oborů. Praha, Grada Publishing, a.s., s. 229.
- 94) MENSINK R.P., KATAN M.B. (1992): Effect of dietary fatty acids on serum
lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials. *Arteriosclerosis,
Thrombosis and Vascular Biology*, 12: 911-919.
- 95) MISTRY N., DROBNI P., NASLAND J., SUNKARI V.G., JENSSEN H., EVANDER M.
(2007): The antipapillomavirus activity of human and bovine lactoferricin.
Antiviral Research, 75: 258-265.
- 96) MOLONEY F., YEOW T., MULLEN A., NOLAN J.J., ROCHE H.M. (2004):
Conjugated linoleic acid supplementation, insulin sensitivity, and lipoprotein
metabolism in patients with type 2 diabetes mellitus. *American Journal of
Clinical Nutrition*, 80: 887-895.
- 97) MONSEN E.R. (2000): Dietary reference intakes for antioxidant nutrients:
vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. *Journal of the American
Dietetic Association*, 100: 637-640.

- 98) MORDES J.P., WACKER W.E.C. (1978): Excessive magnesium. *Pharmacological Reviews*, 29: 273-300.
- 99) NAGAOKA S., FUTAMURA Y., MIWA K., AWANO T., YAMAUCHI K., KANAMARU Y., TADASHI K., KUWATA T. (2001): Identification of novel hypocholesterolemic peptides derived from bovine milk β -lactoglobulin. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 281: 11-17.
- 100) NICOLosi R.J., WOOLFREY B., WILSON T.A., SCOLLIN P. ET AL. (2004): Decreased aortic early atherosclerosis and associated risk factors in hypercholesterolemic hamsters fed a high- or mid-oleic acid oil compared to a high-linoleic acid oil. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 15: 540-547.
- 101) Nutrient Content of Milk Varieties,
[\[http://www.milkfacts.info/Nutrition%20Facts/Nutrient%20Content.htm#Tab2\]](http://www.milkfacts.info/Nutrition%20Facts/Nutrient%20Content.htm#Tab2). (staženo dne 14. 2. 2012).
- 102) OH D.K., HONG G.H., LEE Y., MIN S.G., SIN H.S., CHO S.K. (2003): Production of conjugated linoleic acid by isolated *Bifidobacterium* strains. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 19: 907-912.
- 103) OCHOA J.J., FARGUHARSON A.J., GRANT I., MOFFAT M.E., HEYS S.D., WAHLE K.W. (2004): Conjugated linoleic acid (CLAs) decrease prostate cancer cell proliferation: different molecular mechanisms for *cis* 9, *trans* 11 and *trans* 10, *cis* 12 isomers. *Carcinogenesis*, 25: 1185-1191.
- 104) PARODI P.W. (1997b): Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. *Journal of Nutrition*, 127: 1055-1060.
- 105) PARODI P.W. (2002a): Health benefits of conjugated linoleic acid. *Food Industry Journal*, 5: 222-259.
- 106) PARODI P.W. (2004). Milk fat in human nutrition. *Australian Journal of Dairy Technology*, 59: 3-59.
- 107) PECQUER S., BOVETTO L., MAYNARD F., FRITSCHÉ R. (2000): Peptides obtained by tryptic hydrolysis of bovine β -lactoglobulin induce specific oral tolerance in mice. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 105: 514-521.
- 108) PELLEGRINI A. (2003): Antimicrobial peptides from food proteins. *Current Pharmaceutical Design*, 9: 1225-1238.
- 109) PIHLANTO-LEPPÄLÄ A., KOSKINEN P., PIILOLA K., TUPASELA T., KORHONEN H. (2000): Angiotensin I-converting enzyme inhibitory properties of whey protein digests: concentration and characterization of active peptides. *Journal Dairy Research*, 67: 53-64.

- 110) POSSEMIERS S., VAN CAMP J., BOLCA S., VERSTRAETE W. (2005): Characterization of the bactericidal effect of dietary sphingosine and its activity under intestinal conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 105: 59-70.
- 111) QUAMME G.A., DIRKS J.H. (1986): The physiology of renal magnesium handling. *American Journal of Phisiology - Renal Physiology*, 9: 257-269.
- 112) RAINER L., HEISS C.J. (2004): Conjugated linoleic acid: health implications and effects on body composition. *Journal of the American Dietetic Association*, 104: 963-968.
- 113) RAMASWAMY N., BAER R.J., SCHINGOETHE D.J., HIPPEN A.R., KASPERSON K.M., WHITLOCK L.A. (2001): Composition and flavor of milk and butter from cows fed fish oil, extruded soybeans, or their combination. *Journal of Dairy Science*, 84: 2144-2151.
- 114) RAMPERSAUD G.C., BAILEY L.B., KAUWELL G.P.A. (2002): Relationship of folate to colorectal and cervical cancer: Review and recommendations for practitioners. *Journal of the American Dietetic Association*, 102: 1273-1282.
- 115) REITER B., PERRAUDIN J.P. (1991): Lactoperoxidase, biological functions. In: EVERSE J., EVERSE K.F., BRISHAM B. (eds.): Peroxidases in chemistry and biology. Boca Raton (USA), CRC Press, s. 144-180.
- 116) ROCHE H.M., NOONE E., NUGENT A., GIBNEY M.J. (2001): Conjugated linoleic acid: A novel therapeutic nutrient? *Nutrition Research Review*, 14: 173-187.
- 117) SALMINEN S., SALMINEN E. (1997): Lactulose, lactic acid bacteria, intestinal microbiology and mucosal protection. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 32: 45-48.
- 118) SANDSTROM B., MARCKMANN P., BINDSLEV N. (1992): An eight-month controled study of a low-fat high-fibre diet: effects on blood lipids and blood pressure in healthy young subjects. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46: 95-109.
- 119) SEIDEL C., DEUFEL T., JAHREIS G. (2005): Effects of fat-modified dairy products on blood lipids in humans in comparison with other fats. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 49: 42-48.
- 120) SHEA B., WELLS G., CRANNEY A., ZYTARUK N., ROBINSON V. & OSTEOPOROSIS METHODOLOGY GROUP & OSTEOPOROSIS RESEARCH ADVISORY GROUP ET AL. (2004): Calcium supplementation on bone loss in postmenopausal women. *Cochrane Database Systematic Reviews*, 1, CD004526.

- 121) SHEA B., WELLS G., CRANNEY A., ZYTARUK N., ROBINSON V., GRIFFITH L. & OSTEOPOROSIS METHODOLOGY GROUP & THE OSTEOPOROSIS RESEARCH ADVISORY GROUP ET AL. (2002): Meta-analyses of therapies for postmenopausal osteoporosis. VII. Meta-analysis of calcium supplementation for the prevention of postmenopausal osteoporosis. *Endocrine Reviews*, 23: 552-559.
- 122) SCHAAFSMA G. (2007). Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition. *International Dairy Journal*, 18: 458-465.
- 123) SCHMELZ E.M., SULLARDS M.C., DILLEHAY D.L., MERRILL A.M. (2000): Colonic cell proliferation and aberrant crypt foci formation are inhibited by dairy glycosphingolipids in 1,2-dimethylhydrazine-treated CF1 mice. *Journal of Nutrition*, 130: 522-527.
- 124) SCHOLZ-AHRENS K.E., SCHAAFSMA G., VAN DEN HEUVEL E.G.H.M., SCHREZENMEIR J. (2001): Effects of prebiotics on mineral metabolism. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73: 459-464.
- 125) SIMOPOLOUS A.P. (1991): Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *American Journal of Clinical Nutrition*, 54: 438-463.
- 126) SIMOPOLOUS A.P. (1999): Essential fatty acids in health and chronic disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70: 560-569.
- 127) SONG Y.S., KANG S.W., OH D.K., RHO Y.T., HONG S.I., KIM S.W. (2005): Bioconversion of linoleic acid to conjugated linoleic acid by *Bifidobacterium breve*. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 10: 357-361.
- 128) SPRONG R.C., HULSTEIN M.F., VAN DER MEER R. (1999): High intake of milk fat inhibits intestinal colonization of *Listeria* but not of *Salmonella* in rats. *Journal of Nutrition*, 129: 1382-1389.
- 129) STANTON C., LAWLESS F., KJELLMER G., HARRINGTON D., DEVERY R., CONNOLLY J.F. ET AL. (1997): Dietary influences on bovine milk *cis*-9, *trans*-11-conjugated linoleic acid content. *Journal of Food Science*, 62, 1083-1086.
- 130) STANTON C., MURPHY J., MCGRATH E., DEVERY R. (2003): Animal feeding strategies for conjugated linoleic acid enrichment of milk. In: SÉBÉDIO J.-L., CHRISTIE W.W., ADLOF R. (eds.): Advances in conjugated linoleic acid research. Champagne, AOCS Press, s. 123-145.
- 131) SUN C.Q., O'CONNOR C.J., ROBERTON A.M. (2003): Antibacterial actions of fatty acids and monoglycerides against *Helicobacter pylori*. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 36: 9-17.

- 132) SVENSSON M., HAKANSSON A., MOSSBERG A.K., LINSE C., SVANBORG C. (2000): Conversion of α -lactalbumin to a protein inducing apoptosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 97: 4221-4226.
- 133) ŠEDIVÁ A., BARTŮŇKOVÁ J., ŠPIŠEK R., VERNEROVÁ E. (2005): Metody stanovení složek a funkce komplementu. In: BARTŮŇKOVÁ J., PAULÍK M. A KOL. (eds.): *Vyšetřovací metody v imunologii*. Praha, Grada Publishing, a.s., s. 108.
- 134) TERPSTRA A. H (2004): Effect of conjugated linoleic acid on body composition and plasma lipids in humus: An overview of the literature. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79: 352-361.
- 135) THORMAR H., HILMARSSON H. (2007): The role of microbicidal lipids in host defense against pathogens and their potential as therapeutic agents. *Chemistry and Physics of Lipids*, 150: 1-11.
- 136) TRICON S., BURDGE G.C., KEW S., BANERJEE T., RUSSELL J.J., GRIMBLE R.F. ET AL. (2004): Effects of *cis*-9, *trans*-11 and *trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid on immune cell function in healthy humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80: 1626-1633.
- 137) USDA National Nutrient Database for Standard Reference, [<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/>]. (staženo dne 3. 9. 2007).
- 138) UTVIKLINGEN I NORSK KOSTHOLD (2003): Rapport fra Sosial og helsedirektoratet. NORSKO.
- 139) VAN DEN HEUVEL E.G., MUIJS T., VAN DOKKUM W., SCHAAFSMA G. (1999): Lactulose stimulates calcium absorption in postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 14: 1211-1216.
- 140) VEGARUD G.E., LANGSRUD T., SVENNING C. (2000): Mineral-binding milk proteins and peptides; occurrence, biochemical and technological characteristic. *British Journal Nutrition*, 84: 91-98.
- 141) VELÍŠEK J. (1999): *Chemie potravin 1*. Tábor, Osis, 352 s.
- 142) VELÍŠEK J. (2002): *Chemie potravin 2*. Tábor, Osis, 320 s.
- 143) VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J. (2009): *Chemie potravin 1*. Tábor, Osis, 602 s.
- 144) VENEMA K., VERMUNT S.H.F., BRINK E.J. (2005): D-Tagatose increases butyrate production by the colonic microbiota in healthy men and women. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 17: 47-57.
- 145) VERNEROVÁ E. (2008). Slizniční imunita u dětí, možnosti imunomodulace a alergie. *Pediatric pro Praxi*, 9: 164-168.

- 146) VESPER H., SCHELMA E., NIKOLOVA-KARAKASHION M.N., DILLEHAY D.L., LYNCH D.V., MERCILL A.H. (1999): Sphingolipids in food and the emerging importance of sphingolipids to nutrition. *Journal of Nutrition*, 129: 1239-1249.
- 147) VOKURKA M., HUGO J. A KOL. (2009): Velký lékařský slovník. Praha, Maxdorf, 1144 s.
- 148) WANG Q., ALLEN J.C., SWAISGOOD H.E. (1997): Binding of vitamin D and cholesterol to β -lactoglobulin. *Journal Dairy Science*, 80: 1054-1059.
- 149) WANG Y.W., JONES P.J.H. (2004): Dietary conjugated linoleic acid and body composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79: 1153-1158.
- 150) WEINBERG E.D. (2007): Antibiotic properties and applications of lactoferrin. *Current Pharmaceutical Design*, 13: 801-811.
- 151) YOSHIDA T., OWENS G.K. (2005): Molecular determinant of vascular smooth muscle diversity. *Circle Research*, 96: 280-291.

Seznam tabulek

Tabulka 1 Základní chemické složení kravského, kozího a ovčího mléka

Tabulka 2 Obsah aminokyselin ve 100 g různých spotřebitelských druhů kravského mléka

Tabulka 3 Složení proteinů kravského mléka

Tabulka 4 Charakteristika a zastoupení hlavních mastných kyselin kravského mléka

Tabulka 5 Denní příjem CLA v různých zemích

Tabulka 6 Glykemický index vybraných sacharidů a potravin^{a)}

Tabulka 7 Obsah vitaminů B-komplexu v kravském mléce a sýrech

Tabulka 8 Doporučená denní dávka (DDD) jednotlivých vitaminů

Tabulka 9 Průměrná koncentrace minerálních látek v kravském mléce a jejich procentuální příspěvek na DRI^{a)}

Tabulka 10 Doporučená denní dávka (DDD) jednotlivých minerálních látek

Tabulka 11 Složení mléka a referenční příspěvek procent denního příjmu některých živin v 0,5 l plnotučného mléka, a jejich hlavní zdravotní účinky

Seznam schémat

Schéma 1 Členění proteinů mléka

Schéma 2 Členění lipidů mléka

Schéma 3 Členění sacharidů mléka

Schéma 4 Členění vitaminů mléka

Schéma 5 Členění minerálních látek mléka

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schematický nákres molekuly IgG (Zdroj: gvm.vm.cz)

Obrázek 2 Strukturní vzorec vitamínu A₁ - retinolu