

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE**

**FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV**

1127112

**Genetický polymorfizmus bovinného beta-laktoglobulínu a jeho vzťah  
k produkcii mlieka**

Nitra 2010

Zuzana Šimková

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE**

**FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV**

**Genetický polymorfizmus bovinného beta-laktoglobulínu a jeho vzťah  
k produkcii mlieka**  
Bakalárska práca

Študijný program: výživa ľudí

Študijný odbor: 6.1.12 výživa

Školiace pracovisko: Katedra genetiky a plemenárskej biológie

Školiteľ: Ing. Martina Miluchová, PhD.

Nitra 2010

Zuzana Šimková

# SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

## FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

Katedra genetiky a plemenárskej biológie

Akademický rok: 2008/2009

### ZADÁVACÍ PROTOKOL BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Študentka: Zuzana Šimková  
Študijný program: Výživa ľudí

V zmysle 3. časti, čl. 21 Študijného poriadku FAPZ SPU v Nitre z roku 2004 Vám zadávam tému bakalárskej práce: Genetický polymorfizmus bovinneho beta-laktoglobulínu a jeho vzťah k produkcii mlieka.

Cieľ bakalárskej práce:

Na základe poznatkov z odbornej literatúry vypracovať štúdiu o význame mlieka ako potravinu a jeho zložení. Zamerať sa na  $\beta$ -laktoglobulín a jeho vzťah k produkcii mlieka.

Rámcová metodika práce:

- štúdium podkladov pre definovanie mliečnych proteínov,
- definovanie genetického polymorfizmu  $\beta$ -laktoglobulínu so zameraním na vzťah genetických variantov  $\beta$ -laktoglobulínu k produkcii mlieka.

Rozsah grafických prác: 1 obrázok, 2 tabuľky

Rozsah textovej časti: 34 strán textu

Literatúra:

MILUCHOVÁ, M. – TRAKOVICKÁ, A. – GÁBOR, M. 2009. *Genetické markéry kvality mlieka a zdravia hovädzieho dobytku*. Nitra : SPU, 2009. 71 s. ISBN978-80-552-0281-5

Vedúci záverečnej práce: Ing. Martina Miluchová, PhD.

Dátum zadania záverečnej práce: akademický rok 2008/2009

Harmonogram riešenia práce:

02/09 – 12/09 Teoretická príprava na riešenie bakalárskej práce, sústred'ovanie a spracovanie odbornej literatúry z danej oblasti.

01/10 – 05/10 Spracovanie rukopisu záverečnej práce.

Dátum odovzdania záverečnej práce: 14.máj 2010

doc. Ing. Juraj Candrák, PhD.

Vedúci katedry

prof. Ing. Daniel Bíro, PhD.

Dekan

## **ABSTRAKT**

Predkladaná bakalárska práca pojednáva o priblížení identifikácie mliečnej, srvátkovej bielkoviny, betalaktoglobulínu a následne jeho vzťah k produkcii kravského mlieka. Nutričná hodnota mlieka je daná zastúpením jeho jednotlivých zložiek, ktoré sú z hľadiska výživy ľudí veľmi dôležité. Mlieko obsahuje proteíny, sacharidy, tuky, minerálne látky a vitamíny. Celková kvalita mlieka zahŕňa nielen základné, zloženie mlieka, ale aj technologické, hygienické a senzorické vlastnosti. Významným ukazovateľom kvality kravského mlieka je spomínaná srvátková bielkovina, betalaktoglobulín, ktorý je dôležitý v hodnotení potencionálnej mliečnej produkcii. Nachádza sa v mlieku kráv a ďalších prežúvavcov, ale nenachádza sa v materskom mlieku. Je lokalizovaný na bovinom chromozóme 11.

**Kľúčové slová:** betalaktoglobulín, mlieko, hovädzí dobytok, polymorfizmus

## **ABSTRACT**

The present thesis deals with the approach of identifying milk, whey protein, then betalaktoglobulinu and its relationship to cow's milk production. The nutritional value of milk is given representation of its individual components, which are nutritionally very important people. Milk contains proteins, carbohydrates, fats, minerals and vitamins. The overall quality of milk includes not only the fundamental, technological composition of the milk, but also technological, sanitary and sensory properties. An important indicator of the quality of cow's milk whey protein is mentioned, betalaktoglobulin, which is important in assessing the potential milk production. Located in the milk of cows and other ruminants, but not in breast milk. It is located on bovine chromosome 11th.

**Key words:** betalaktoglobulin, milk, cattle, polymorphis

## ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaná Zuzana Šimková týmto vyhlasujem, že bakalársku prácu na tému "*Genetický polymorfizmus bovinneho beta-laktoglobulínu a jeho vzťah k produkcii mlieka*" som vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 14.05. 2010

.....

## **POĎAKOVANIE**

Touto cestou si dovoľujem úprimne poďakovať mojej ochotnej školiteľke Ing. Martine Miluchovej, PhD. za vďačnú pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovávaní mojej bakalárskej práce.



## ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK

$\beta$  - LG, BLG Beta - laktoglobulín

CSN1S1  $\alpha$ 1 – kazeínový systém

CSN1S2  $\alpha$ 2 – kazeínový systém

CSN2  $\beta$  - kazeínový systém

CSN3  $\kappa$  – kazeínový systém

DNA Deoxyribonukleová kyselina

HD Hovädzí dobytok

LALBA  $\alpha$  – laktoglobulín

PCR *Polymerase Chain Reaction* - Polymerázová reťazová reakcia

RAPD *Random Amplified polymorphic DNA* – Náhodne amplifikovaná

RFLP *Restriction Fragment Length Polymorphism* – Polymorfizmus dĺžky

# OBSAH

ÚVOD.....	11
1 CIEĽ RÁČE.....	12
2 METODIKAPRÁČE.....	13
3 VÝSLEDKY PRÁČE - ŠTÚDIA O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ.....	14
3.1 Charakteristika mlieka.....	14
3.1.1 Delenie mliek.....	15
3.2 Produkcia mlieka.....	16
3.3 Zloženie mlieka.....	17
3.3.1 Voda.....	17
3.3.2 Mliečny tuk.....	18
3.3.3 Mliečne bielkoviny.....	18
3.3.4 Mliečne cukry.....	19
3.3.5 Minerálne látky.....	20
3.4 Kandidátske gény kvality mlieka.....	21
3.5 Beta - laktoglobulín.....	23
3.5.1 Štruktúra a úloha beta - laktoglobulínu.....	23
3.5.2 Identifikácia beta- laktoglobulínu.....	24
3.5.3 Genetická variabilita beta - laktoglobulínu.....	25
3.5.4 Vzťah beta - laktoglobulínu k mliečnej úžitkovosti.....	27
4 ZÁVER.....	29
5 POUŽITÁ LITERATÚRA.....	30

## ÚVOD

Mlieko je najkompletnejšia, plnohodnotná potravinu, ktorá má v živote človeka významnú úlohu, ochrániť zdravie, preto si zasluhuje našu pozornosť.

Je to koloidný roztok, ale aj suspenzia vykryštalizovaného tuku vo vodnej fáze. Do organizmu dodáva súčasne bielkoviny, vitamíny, minerálne látky a vzhľadom na obsah ľahkostráviteľného tuku a mliečneho sacharidu je dôležitým zdrojom energie. Je jediným zdrojom ochrany proti porušeniu rovnováhy minerálnych látok a proti ich nedostatku v strave. Výnimkou je železo, ktoré mlieko obsahuje len vo veľmi malom množstve.

Kravske mlieko obsahuje bielkovinu, beta – laktoglobulín, ktorý je najčastejším alergénom u ľudí. Príznaky tejto alergie môžu mať rozsah od potravinovej neznášanlivosti až po závažné reakcie ľudského organizmu.

Beta – laktoglobulín je hlavný, srvátkový proteín mlieka prežúvavcov. Srvátkové bielkoviny tvoria 20 % z celkových bielkovín mlieka a taktiež 0,7 % z objemu mlieka. Beta – laktoglobulín sa nachádza aj v mlieku ďalších cicavcov, ale nenachádza sa v materskom mlieku, ani v mlieku hlodavcov.

Tvorí asi 9,5 % z mliečnych bielkovín a asi 53 % zo srvátkových bielkovín. Je lokalizovaný na bovinom chromozóme 11. Jeho biologická funkcia nie je dodnes úplne známa. Predpokladá sa, že má úlohu v metabolizme fosfátov a pri presúvaní retinolu a mastných kyselín v organizme.

Beta – laktoglobulín má veľký význam aj v potravinárskom priemysle, pretože ovplyvňuje konečné vlastnosti mliečnych výrobkov. Má pozitívny vplyv na množstvo bielkovín v mlieku a taktiež významne zlepšuje pomer proteínu k tuku.

Bol to prvý mliečny, srvátkový proteín, u ktorého bol detekovaný polymorfizmus.

## 1 CIEĽ PRÁCE

Na základe poznatkov z odbornej literatúry vypracovať štúdiu o význame mlieka ako potravine a jeho zložení. Definovanie genetického polymorfizmu mliečnych proteínov, ich vzťah ku kvalite mlieka.

Vzhľadom na šírku problematiky zamerať sa na polymorfizmus  $\beta$ -laktoglobulín. Cieľom práce je preto:

- definovať význam mlieka vo výžive
- stručne a prehľadne popísať zloženie mlieka a charakterizovať jednotlivé mliečne proteíny
- popísať genetický polymorfizmus  $\beta$ -laktoglobulínu
- charakterizovať genetické varianty  $\beta$ -laktoglobulínu a ich vzťah k produkcii mlieka

## **2 METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA**

Informácie použité k danej problematike boli čerpané z učebných textov, odbornej literatúry a internetových zdrojov.

Spracované informácie sme rozdelili do týchto okruhov:

1. mlieko cicavcov – význam, zloženie
2. základné členenie mliečnych proteínov
3.  $\beta$ -laktoglobulín – genetický polymorfizmus, vzťah genetických variantov k produkcii mlieka a syriteľnosti

## **3. VÝSLEDKY PRÁCE - ŠTÚDIA O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY DOMA A V ZAHRANIČÍ**

### **3.1 Charakteristika mlieka**

Mlieko sa vo všeobecnosti definuje ako biela tekutina, ktorú vylučujú samice cicavcov, pre výživu svojich mláďat.

Surové kravské mlieko je kvapalina, vylučovaná mliečnou žľazou, ktorá sa získava úplným vydojením jednej alebo viacerých zdravých dojníc, v období od 6 dňa po pôrode, až do začiatku zasúšania, pod podmienkou, že sa z prirodzených zložiek nič neubralo, ani nepridalo a žiadnym spôsobom sa neupravovalo. Mlieko musí mať požadovaný obsah tuku, bielkovín a laktózy (Semjan, 1994).

Je zložené z komplexu anorganických, aj organických zložiek, ktoré sú v ňom zastúpené vo väčších alebo v menších množstvách (Kažimír a Gemer, 1993). Z fyzikálno - chemického hľadiska je mlieko emulziou tuku vo vode, v ktorej sú ostatné zložky rozptýlené alebo rozpustené (Ritter, 2002).

Je to zriedená emulzia (mliečny tuk), koloidná disperzia (mliečne bielkoviny) a pravý roztok (laktóza, minerálne látky). Všetky spomenuté systémy sú veľmi ovplyvňované chemickou stavbou mlieka a sú stabilné. Vykazujú fyzikálno - chemickú rovnováhu (Semjan, 1987).

Mlieko vytvára koloidný, rovnovážny systém, v ktorom sa dajú rozlíšiť čiastočky emulzné, koloidné a molekulárne. Emulzná fáza je tvorená mliečnym tukom, ktorý sa v mlieku nachádza vo forme emulzných guľôčok, ktoré majú na povrchu membránu tvorenú z lecitínu a z albumínu. V emulznej fáze sú prítomné vitamíny, ktoré sú rozpustné v tukoch (A, D, E, K). Koloidná fáza mlieka je tvorená bielkovinami a enzýmami. Molekulárnu fázu tvoria čiastočky, ktoré majú najvyšší stupeň rozptýlenia (Sidor, 2003).

Výživová hodnota, ani chemické zloženie mlieka nie sú stále rovnaké. Menia sa v priebehu dojenja, počas dňa, aj počas laktácie. Na zloženie má taktiež vplyv spôsob dojenja, zloženie krmiva, druh zvierat'a, plemeno, vek, zdravotný stav zvierat'a, prípadne ďalšie okolnosti. Okrem normálne sa vyskytujúcich zložiek sa v mlieku môžu

príležitostne vyskytovať aj ďalšie, nežiadúce zložky, ktoré sa doň dostali z nevhodného krmiva, z napájacej vody, ako dôsledok ochorenia dojnice, jej liečenia, zo znečisteného životného prostredia a pod. Ich prítomnosť v mlieku nie je žiadúca (Semjan, 1987).

Mlieko obsahuje sedem minerálnych anorganických zložiek ako makrozložky (vyskytujú sa vo vyšších koncentráciách) a ešte väčší počet prvkov v mikroživinách a stopových množstvách. Z minerálnych makrozložiek mlieka sa osobitná pozornosť venuje vápniku, pretože vápnik mlieka kryje asi 75 % potrebnej výživovej dávky. Vzájomná väzba vápnika a fosforu v mlieku sa považuje v ľudskej výžive za esenciálnu pre tvorbu kostí a zubov a pre niektoré metabolické procesy. Menej známy je poznatok, že mlieko obsahuje horčík, zinok a takmer všetky esenciálne minerálne látky. Je jediným zdrojom ochrany proti porušeniu rovnováhy minerálnych látok a proti ich nedostatku v strave (Vacová, 1986).

### **3.1.1 Rozdelenie mliek**

Mlieko môžeme rozdeliť do viacerých skupín:

#### **Podľa druhového zastúpenia:**

1. Kravské
2. Ovčie
3. Kozie
4. Veľrybie
5. Sobie
6. Byvolie
7. Ťavie

Tabuľka č.1 Percentuálny obsah živín v rôznych druhoch mlieka ( Velíšek, 2002)

<b>Zložka</b>	<b>Kravské</b>	<b>Kozie</b>	<b>Ovčie</b>	<b>Materské</b>
<b>Celkové bielkoviny</b>	3,2	3,2	4,6	0,9
<b>Kazeíny</b>	2,6	2,6	3,9	0,4
<b>Bielkoviny srvátky</b>	0,6	0,6	0,7	0,5
<b>Tuky</b>	3,9	4,5	7,2	4,5
<b>Sacharidy</b>	4,6	4,3	4,8	7,1
<b>Minerálne látky</b>	0,7	0,8	0,9	0,2

**Podľa pomeru albumínu a kazeínu v celkových mliečnych bielkovinách:**

1. *Kazeínové*, ktoré obsahuje najmenej 75 % obsahu kazeínu, v celkových mliečnych bielkovinách. Produkujú ho prežúvavce.
2. *Albumínové*, ktoré obsahuje menej ako 75 % kazeínu v celkových mliečnych bielkovinách. Produkujú ho všežravce, mäsožravce a bylinožravce.

**Podľa štádia laktácie:**

1. *Mlieko nezrelé* (mledzivo, kolostrum), ktoré je mliečnou žľazou produkované len určité obdobie po pôrode. Chemickým zložením, ale aj fyzikálnymi vlastnosťami sa mledzivo veľmi odlišuje od zrelého mlieka.
2. *Mlieko zrelé*, toto mlieko sa produkuje po mledzivovom období až do obdobia zasušenia. Zrelé mlieko rozdeľujeme podľa vzájomného pomeru celkových mliečnych bielkovín - albumínov, globulínov, kazeínov na kazeínové a albumínové.
3. *Mlieko starodojné*, toto mlieko je získané pár dní pred zasušením laktajúcich zvierat.
4. *Mlieko aberentné*, mlieko, ktorého produkcia nie je vizovaná na predchádzajúu graviditu a neslúži na výživu mláďat. Patrí sem napríklad mlieko produkované za nevhodných okolností (choroba zvierat'a).

**Z technologického hľadiska:**

1. *Individuálne mlieko*, ktoré pochádza od 1 až skupiny 5 samíc
2. *Zmiešané mlieko*, ktoré pochádza od skupiny viac ako 5 samíc (Čuboň, 2007).

**3.2 Produkcia mlieka**

Mlieko sa tvorí v mliečnej žľaze dojníc, ktorá je jednou z najdôležitejších žliaz kože. Je tvorená zo štyroch samostatne produkujúcich súborov – štvrtiek. Súbor pozostáva z tzv. mliečnych jednotiek. Dojnica má v každom súbore vyvinutú len jednu mliečnu jednotku. Tá je tvorená mliečnymi alveolami, mliekovodnými kanálikmi, cisternou a ceckom. Z hľadiska tvorby mlieka sú aktívnou funkčnou časťou mliečnej jednotky mliečnej alveoly s priemerom 0,1 – 0,3 mm. Tvorbu mlieka zabezpečuje jednovrstvový sekrečný epitel z mliekovodných (sekrečných) buniek, ktorý vystiela mliečnu alveolu. Významnou časťou alveoly sú hladkosvalové tzv. košíčkovité bunky, ktoré sa nachádzajú okolo sekrečného epitelu v stene mliečnych alveol a majú význam



pri vyprázdnovaní mlieka z vemena. Mliečne alveoly sú obklopené bohatou sieťou krvných kapilár, ktorých funkcia je rôznorodá (Kresan, 1979)

Všetky základné zložky, ktoré sú potrebné na tvorbu mlieka, odoberajú bunky sekrečného epitelu z krvi. Sekrécia mlieka nastáva v sekrečnom epiteli mliečnych alveol. Sekrečný epitel z krvi preberá niektoré zložky mlieka už hotové (voda, minerálne látky, vitamíny), ostatné zložky vznikajú činnosťou sekrečných buniek z dodaných stavebných materiálov. Pri syntéze tuku sú prekurzorom jeho tvorby nízkomolekulové mastné kyseliny, najmä kyselina octová, ktorá vzniká v dostatočnom množstve pri fermentačných procesoch v bachore. Kazeín sa syntetizuje z glykoproteínových frakcií globulínov a čiastočne z doplňujúcich aminokyselín a kyseliny fosforečnej. Laktóza sa syntetizuje v sekrečnom epiteli mliečnej žľazy z glukózy a galaktózy, pričom hlavným prekurzorom je glukóza, ktorá vzniká z octanov, propionátov a butyrátov, produkovaných v bachore prežúvavcov (Teplý, 1980).

Tvorba mlieka v mliečnej žľaze dojnic je riadená zložitou neurohormonálnou sústavou. Začiatok produkcie mlieka vo vemene dojnice súvisí s ukončením gravidity a odchodom lôžka z organizmu, čím je umožnený začiatok laktácie následkom stáleho pôsobenia hormónu prolaktínu (hormón predného laloku hypofýzy). Prolaktín podnecuje činnosť mliečnych alveol. Tvorí sa už počas teľnosti, ale uvoľňuje sa až po otelení, keď prestáva činnosť progesterónu a estrogénu. Okrem toho sa pri tvorbe mlieka a činnosti hypofýzy zúčastňuje aj štítna žľaza, a to prostredníctvom hormónu tyroxínu. Na tvorbe mlieka sa čiastočne podieľa aj hormón nadobličiek (Burda, 1990).

### **3.3 Zloženie mlieka**

#### **3.3.1 Voda**

Mlieko obsahuje 86 – 88 % vody. Prevažná časť tejto vody sa vyskytuje ako voľná voda, len nepatrná časť vody je viazaná na koloidy (obal bielkovín) a časť vody je viazaná chemicky (ako kryštalická voda laktózy). Do mlieka prechádza z krvi. Ale ak dojnica prijme nadmerné množstvo vody, táto voda sa z jej organizmu nemôže vylúčiť cez mliečnu žľazu do mlieka (Semjan, 1987).

### **3.3.2 Mliečny tuk**

Kravske mlieko moze mat' tukovost' od 2,8 do 6 %. Priemerny obsah tuku v mlieku je 3,8 – 4,0 %. Mliecny tuk je zmes l'atok, koja je tvorena najma triacylglycerolmi. Tuk je v mlieku rozptyleny vo forme tukovych gul'ockok s priemerom do 20 mikrometrov. Tieto gul'ocky su obalené lipoproteinovym obalom, ktorý ich chráni pred zlepovaním sa. Mliecny tuk je tvoreny v mliecnej žľaze zo základnych zložiek krmiva, z cukrov, tukov a bielkovín. Triacylglyceroly, ako najväčšia zložka mliečneho tuku, najvýraznejšie ovplyvňujú jeho vlastnosti. Obsahujú totiž veľa mastných kyselín, ktoré umožňujú tvorbu veľkého množstva triacylglycerolov. Významnou zložkou mliečneho tuku sú aj fosfolipidy, ktoré vo svojej molekule obsahujú fosfor. Predstavujú skupinu fosfolipidov, ktoré obsahujú glycerol a skupinu fosfolipidov, ktoré obsahujú sfingozín (Semjan, 1987). Mliecny tuk je reprezentovaný rôznymi kombináciami jednotlivých kyselín s glycerolom (Pijanovskij, 1977).

Ďalšími významnými zložkami mliečneho tuku sú vitamíny (A, D, E, K) a karotenoidy, najmä betakarotén, ktorý dáva mliečnemu tuku charakteristické žltkasto - krémové sfarbenie (Vacová, 1986).

Skvalén, ako tekutý acyklický triterpén, je v mliečnom tuku zastúpený v množstve do 7 mg na 100 g tuku. Je intermediátom v biosyntéze cholesterolu. Mliecny tuk má vzhľadom na osobitnú štruktúru jednotlivých zložiek, najmä mastných kyselín, odlišné vlastnosti ako iné tuky, či už ide o tuky rastlinného alebo živočíšneho pôvodu. Mliecny tuk je úplne tekutý pri 37 °C a úplne tuhý až pri - 40 °C (Grieger, 1990). Mliecny tuk ako celok má príjemnú a charakteristickú chuť. Od neho potom závisí chuť mliečnych výrobkov, najmä syrov, pretože sa v ňom rozpúšťa prevažná väčšina látok, ktorá je zodpovedná za arómu (Semjan, 1987).

### **3.3.3 Mliečne bielkoviny**

Kravske mlieko obsahuje priemerne asi 3,5 % bielkovín. Tvoria ich dve základné skupiny: srvátkové bielkoviny, ktoré tvoria 20 % všetkých mliečnych bielkovín a kazeíny, ktoré sú hlavnou mliečnou bielkovinou a tvoria 80 % laktoproteínov (Kažimír a Gemeri, 1993).

Ich základnou zložkou sú aminokyseliny, ktoré sú pospájané peptidickými reťazcami. Tvoria sa v mliecnej žľaze z aminokyselín krvi. Rozdeľujú sa na kazeín, laktalbumín a laktoglobulín. Laktalbumín a laktoglobulín sa označujú ako srvátkové bielkoviny. Za hlavnú bielkovinu sa považuje kazeín, ktorý tvorí až 80 % celkových

mliečnych bielkovín a od ostatných bielkovín sa líši tým, že obsahuje fosfor. Srvátkové bielkoviny sa podobne ako kazeín, delia na jednotlivé frakcie:

- $\alpha$ -laktalbumín, ktorého sa v jednom litri mlieka nachádza 6 – 7 g.
- $\beta$ -laktoglobulín, v mlieku je zastúpený v množstve 2 – 4 g, v jednom litri
- albumín kravského séra, táto zložka sa v jednom litri nachádza asi v množstve 4 g (Semjan, 1987).

Malé množstvo bielkovín sa tvorí z peptidov, ktoré prešli z krvi priamo do mlieka. Na tvorbe mliečnych bielkovín sa nezúčastňujú len aminokyseliny, ktoré tvoria asi 45 % zdrojov mliečnej bielkoviny, ale aj bielkoviny krvi (globulíny) (Botto, 1984).

Laktoglobulín sa skladá z imunoglobulínov, ktoré predstavujú množstvo 0,45 - 0,95 g v litri mlieka. Ďalšiu, veľmi malú skupinu bielkovín v mlieku tvoria bielkoviny nachádzajúce sa v obale tukových guľôčok (lipoproteínový charakter obalu) a bielkoviny mliečnych natívnych enzýmov. Okrem bielkovinových dusíkatých látok sa ešte v mlieku vyskytujú, v nepatrnom množstve aj iné, dusíkaté, nebielkovinové látky a to: albumózy, peptóny, močovina, kreatín, kreatinín, kyselina močová, amoniak a iné (Semjan, 1987).

Množstvo bielkovín v mlieku je do veľkej miery ovplyvňované aj genetickými faktormi, preto vhodnou selekciou a plemenárskou činnosťou je možné z dlhodobého hľadiska u celého stáda tento znak upevňovať (Ritter, 2002).

### **3.3.4 Cukry**

Nachádzajú sa v mlieku vo forme viazanej i voľnej. Hlavným cukrom mlieka je *laktóza*. Nakoľko je mlieko jediným dietárnym zdrojom laktózy, nazýva sa často ako mliečny cukor. Mlieko obsahuje priemerne 4,8 % laktózy. Ostatné cukry sa v mlieku nachádzajú len v nepatrných množstvách. Laktóza tvorí v mlieku hlavný podiel sušiny. Laktóza je disacharid, ktorý obsahuje jednu galaktózovú jednotku, vo forme  $\beta$ -pyranózy, ktorej prvý uhlíkový atóm sa spája so štvrtým uhlíkovým atómom glukózy. V kryštalickej forme obsahuje 1 molekulu vody (Semjan, 1987).

V mlieku sa vyskytuje vo forme pravého roztoku. Jej obsah je v čerstvom mlieku od zdravej dojnice približne 47 g v 1 litri. Množstvo laktózy je za normálnych podmienok konštantné, ale závisí vo veľkej miere od zdravotného stavu mliečnej žľazy (Kološta, 2003).

Laktóza je citlivá na teplotu. Pri teplotách nad 70 °C dochádza k slabému

zhnednutiu mlieka, pretože mliečny cukor reaguje s  $\epsilon$  aminokyselinami lyzínu mliečnych bielkovín za tvorby melanoidov. Karamelizácia by nastala pri teplote viac ako 150 °C. Výslednou tvorbou melanoidov tzv. Maillardovou reakciou sa mení nielen farba mlieka na nahnedlú, až svetlohnedú, ale aj chuť a iné senzorické vlastnosti mlieka (Čanigová, 1997).

Laktóza tvorí jemné a sladké biele kryštáliky, ktoré sú rozpustné vo vode. Patrí medzi redukujúce cukry a je menej sladká ako sacharóza. Komerčná laktóza sa vyrába zo srvátky. Využitie má vo farmaceutickom priemysle. Laktóza dokáže za určitých podmienok reagovať s dusíkatými zlúčeninami (amoniak, aminokyseliny, amíny a pod.). Takéto reakcie sú známe, ako už bolo spomenuté, ako Maillardove. Ich produkty sa vyznačujú hnedou farbou a typickou chuťou (Semjan, 1987).

Pri zápalovom ochorení mliečnej žľazy sa v mlieku znižuje pôvodný obsah laktózy a súčasne sa zvyšuje obsah chloridov.

Z iných cukrov sa v mlieku zistili ešte malé množstvá ďalších voľných cukrov, ako sú glukóza, galaktóza a bližšie neurčené oligosacharidy. Sú v ňom prítomné aj rôzne aminocukry, ktoré sú čiastočne viazané s bielkovinami, najmä s  $\kappa$  – frakciou kazeínu (Semjan, 1987).

### ***3.3.5 Minerálne látky***

Mlieko je vynikajúcim zdrojom minerálnych látok. Najmä pre vápnik, fosfor, draslík, sodík a horčík. Celkový obsah minerálnych látok v mlieku je 0,65 – 0,78 % (Botto, 1984).

Okrem dôležitých minerálnych látok mlieko obsahuje aj rozličné iné stopové prvky, ktoré sú veľmi dôležité pre výživu a správny pochod rôznych biochemických procesov v organizme.

Minerálne látky sa môžu spájať i so soľami organických kyselín. Z tohto vyplýva, že najvhodnejšie je hovoriť o minerálnych látkach mlieka, ako o mliečnych soliach alebo popolovínach mlieka. Mliečne popoloviny a mliečne soli nie sú však identické. Minerálne látky pochádzajú z krvi. Hoci obsah solí v mlieku nedosahuje ani 1 %, predsa toto množstvo ovplyvňuje tepelnú stabilitu mlieka, zrážanie kazeínu syridlom a ďalšie technologické vlastnosti mlieka. Obsah solí v mlieku nie je konštantný. Mení sa vplyvom niektorých faktorov (individualita dojnice, kŕmenie, ročné obdobie, stupeň laktácie, zdravotný stav dojnice). Napríklad vyšší obsah popolovín je v mledzive a v mlieku na konci laktácie (Semjan, 1987).

### 3.4 Kandidátske gény kvality mlieka

Aj keď sa v mlieku rôznych druhov vyskytujú kvantitatívne, aj kvalitatívne rozdiely, môžu byť mliečne bielkoviny všetkých cicavcov rozdelené do dvoch základných tried:

- a) kazeíny ( $\alpha 1$ ,  $\alpha 2$ ,  $\beta$  a  $\kappa$ )
- b) srvátkové bielkoviny ( $\beta$  – laktoglobulín,  $\alpha$  – laktoglobulín) (Jost, 1993).

#### **$\alpha 1$ – kazeínový systém (CSN1S1)**

Hlavné mliečne bielkoviny sú kazeíny. Plnia dve základné funkcie pre cicajúce mláďatá. Slúžia ako hlavný zdroj aminokyselín a transportujú fosfát a vápnik v primeraných množstvách do organizmu mláďat. Tieto mikroživiny sú potrebné najmä pre rast kostí. U hovädzieho dobytku je  $\alpha 1$ -kazeín lokalizovaný na 6. chromozóme (Kučerová, 2006). Významne ovplyvňuje koagulačné vlastnosti mlieka, celkový obsah kazeínu v mlieku, výťažnosť syra, senzorické a technologické vlastnosti, ako aj veľkosť micel (Stankóová, 2006).

$\alpha 1$  – kazeín predstavuje 45 % všetkých bielkovín mlieka. Ako prvý poukázal na jeho variabilitu Thompson v roku 1964. Tento kazeín sa vyskytuje v troch variantoch A, B, C a ich tvorba je riadená z jedného lokusu tromi kodominantnými alelami, ktoré tvoria šesť zodpovedajúcich genotypov (Kiddy, 1964).

Genotyp BB  $\alpha 1$  – kazeínu je z hľadiska obsahu bielkovín, percentuálneho zastúpenia kazeínu, rýchlosti koagulácie, pevnosti syreniny ako aj jej konzistencie, z pohľadu mliečnych bielkovín najvýznamnejší (Grosclaude, 1988).

Pri porovnaní schopnosti mlieka, ktoré obsahuje BC a CC genotypy vytvárať dobre štrukturovanú zrazeninu, genotyp CC bol lepší ako BC. Čas zrážania mlieka s obsahom genotypu CC v porovnaní s genotypom BC bol preukázané vyšší z dôvodu vysokého množstva kazeínov (Chianese, 1997).

#### **$\alpha 2$ – kazeínový systém**

Je charakterizovaný 7 variantmi, rozdelený do troch skupín, na tzv. silné alely: A, B, C, D, E a F. Stredné alely: D a tzv. bezkazeínová – nulová alela 0, ktorá je rozdelená podľa množstva syntetizovaného proteínu v mlieku. Doposiaľ jeho funkcia a efekt, neboli jednoznačne popísané, ale spolu s ostatnými frakciami sa podieľa na senzorických a technologických vlastnostiach mlieka (Stankóová, 2006).

### **$\beta$ - kazeínový systém (CSN2)**

U hovädzieho dobytku, ale aj oviec je  $\beta$  – kazeín lokalizovaný na chromozóme 6 (Ferretti, 2001).

Je najdôležitejším systémom mlieka a tvorí 19 – 20 % všetkých bielkovín mlieka, čo predstavuje 30 % z celkového množstva kazeínu. Charakterizuje varianty A, B a C, ktoré sú popísané na úrovni DNA (Panicke, 1997).

Varianta A sa v alkalickom prostredí prejavuje ako homogénna a v kyslom prostredí, pri pH 3 sa rozdeľuje na varianty A1, A2, A3. Molekuly týchto troch variant sa od seba odlišujú obsahom histidínu. Varianta A3 prevláda najviac, zatiaľ čo varianta A1 prevláda najmenej (Sztankóová, 2006).

Varianta C sa vyskytuje veľmi zriedkavo. Varianta D bola preukázaná u dobytku zebu a zistená ojedinele u plemena desti a boran. Fenotypy alely D sa od fenotypu alely B odlišujú v obsahu arginínu, histidínu a lyzínu (Merkujeva, 1977). Má značný vplyv na technologické vlastnosti mlieka, na čas zrážania, ako aj na veľkosť micel. Obsah  $\beta$  – kazeínu významne ovplyvňuje pevnosť zrazeniny (Stankóová, 2006).

### **$\kappa$ – kazeínový systém**

Predstavuje 10 – 15 % kazeínového komplexu kravského mlieka a ovplyvňuje predovšetkým technologické vlastnosti. Vyznačuje sa rozmanitosťou alel (Stankóová, 2006).

Vyskytuje sa v niekoľkých variantoch. Dve najfrekvencovanejšie alely A a B a ich aminokyselinové zloženie boli po prvýkrát publikované Grossclaudom. Rozdiely medzi nimi spočívajú v nahradzovaní aminokyselín (Grossclaud, 1966).

Genotyp AA vplyva na vyššiu produkciu mlieka, na nižší obsah bielkovín a tuku, pomalšiu syriteľnosť, nižšiu kvalitu a produkciu syreniny, nižšiu výťažnosť syra. Genotypy AB a BB zvyšujú tukovosť mlieka, ako aj obsah bielkovín. Genotyp BB má pozitívny vplyv na syriteľnosť, zvyšuje výťažnosť syra a znižuje obsah syrového prachu v srvátke a taktiež skraca dobu sýrenia (Kučerová, 2004).

### **$\alpha$ – laktalbumín**

Hovädzí laktalbumín je lokalizovaný na chromozóme 5 (Mioduszevska, 2007). Tvorí 25 % obsahu srvátkových bielkovín. Genotyp AA zvyšuje množstvo mlieka a tuku. Genotyp BB zvyšuje percento bielkovín a tuku. Genotyp AB vykazuje stredné hodnoty pre všetky sledované znaky (Bleck, 1993).

### **$\beta$ – laktoglobulín**

Je lokalizovaný na hovädzom chromozóme 11 (Bláhová et al., 2004). Tvorí 60 – 80 % obsahu srvátkových bielkovín. Polymorfizmus  $\beta$  – laktoglobulínu je geneticky riadený kodominantnými alelami. Dodnes bolo identifikovateľných 12 možných variant, z ktorých sa najčastejšie vyskytujú varianty A a B. Pri plemenách, ktoré boli chované na Slovensku boli stanovené vysoké frekvencie alely  $\beta$  – laktoglobulínu A, pričom v najväčšom počte sa táto varianta vyskytovala u slovenského pinzgauského plemena 0,78 (Chrenek, 1997, cit. Trakovická, 2002).

Tabuľka č.2 Zastúpenie jednotlivých zložiek (g/l) v kravskom, kozom a ovčom mlieku (Sztankóová, 2006)

	<b>Kravské</b>	<b>Kozie</b>	<b>Ovčie</b>
<b>alfaS1</b>	8,04	3,91	–
<b>alfaS2</b>	3,39	3,36	15,39
<b>beta kazeín</b>	9,14	10,64	15,60
<b>alfa kazeín</b>	2,29	2,80	3,16
<b>alfa laktoglobulín</b>	1,05	1,31	1,16
<b>beta laktoglobulín</b>	3,83	3,33	6,58
<b>imunoglobulíny</b>	0,97	0,71	2,15

### **3.5 $\beta$ -laktoglobulín**

#### **3.5.1 Štruktúra a úloha $\beta$ -laktoglobulínu**

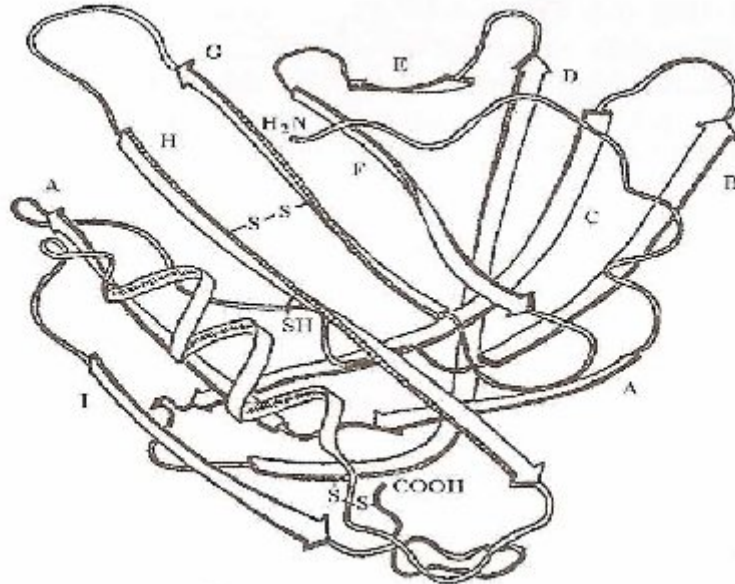
B-laktoglobulín ( $\beta$ -LG) je hlavná srvátková bielkovina v mlieku prežúvavcov. Je prítomný taktiež v mlieku iných cicavcov, ale chýba v mlieku ľudí, hlodavcov a pravdepodobne aj tiav (Embling, 1992). Je lokalizovaný na bovinom chromozóme 11 (Bláhová, 1992).

Po prvý krát bola primárna štruktúra určená Braunitzerom (1972) a modifikovaná bola Creamerom (1983). Je tvorená zo 162 aminokyselín pre B variant, ktorý ma molekulovú hmotnosť 18,277 (Eigel, 1984).

Signálny peptid  $\beta$ - LG je u hovädzieho dobytku tvorený z 18 aminokyselín.

Transkripčná jednotka má rozsah 4,7 kilobáz, ktoré sú usporiadané v siedmych malých exónoch a v šiestich intrónoch, v rozpätí od 213 bp do 1116 bp (Creamer, 1998).

Obrázok č.1 : Štruktúra  $\beta$ -laktoglobulínu (Bromley et. al, 2006)



### 3.5.2 Identifikácia $\beta$ - laktoglobulínu

Srvátkové proteíny tvoria asi 20 % z bielkovín mlieka. Srvátkové proteíny sa označuje tá časť proteínov, ktorá zostáva v roztoku, po vyzrážaní kazeínu kyselinami alebo syridlom a koagulujú pri teplotách 60 - 70 °C (Grieger , 1990).

#### **Zrážanie kazeínu kyselinami**

Je to najprirodzenejší spôsob zrážania kazeínu, pomocou kyseliny mliečnej, vytvorenej baktériami mliečného kysnutia z laktózy. Postupná tvorba kyseliny mliečnej mení kazeinát v stále kyslejšiu soľ. Kazeínový komplex sa rozloží na voľný kazeín a minerálnu časť, pričom kazeín vypadne v podobe zrazeniny.

#### **Zrážanie kazeínu syridlom**

Keď sa do mlieka pridá syridlo, to začne pôsobiť na kazeín, čo môžeme rozdeliť na 3 fázy:



- a. Primárna fáza (enzymatická), predstavuje odštiepenie hydrofilnej časti kazeínu
- b. Sekundárna fáza (koagulačná), vyznačuje sa zhlukovaním a agregáciou miciel, tvorbou reťazcov cez vápnikové mostíky, ktoré vytvárajú trojrozmernú štruktúru, až vznikne syrenina (zrazenina)
- c. Terciálna fáza (synerézia) predstavuje kontraktáciu kazeínovej „kostry“ syreniny, pričom sa z nej samovoľne vytláča srvátka.

Pretože enzymatická fáza prebieha aj pri nízkej teplote, umožňuje to kontinuálnu výrobu niektorých syrov. (Semjan, 1989).

$\beta$  - laktoglobulín denaturuje od 65 °C a keď sa zahreje, vytvára s  $\alpha$ -laktoglobulínom a  $\kappa$  - kazeínom komplex, ktorý v mlieku zvyšuje termostabilitu a inhibuje syriteľnosť mlieka (Grieger, 1990).

Pri silnejšom zahriatí mlieka (nad 80 °C, počas niekoľkých sekúnd) sa v dôsledku tepelnej denaturácie proteínov obnažia sulfhydridové skupiny, ktoré majú schopnosť viazať stopové množstvá ťažkých kovov (najmä medi), ktorá nežiaduco znečisťuje mlieko (Uhrinová, 2000).

### **3.5.3 Genetická variabilita $\beta$ -laktoglobulínu**

Každá bielkovina ma v organizme svoju určitú funkciu a ak by prišlo k odchýlke v jej primárnej štruktúre, môže to mať vplyv na uskutočňovanie jej funkčnej aktivity (Nový, 1990).

Dôsledkom genetickej variability bielkovín sú rozdiely v produkcii a v zdravotnom stave zvierat. Genetické varianty funkčných bielkovín predstavujú polymorfne znaky druhu a v prípade potvrdenia ich asociácií na variabilitu úžitkových vlastností sú označované pojmom genetické markéry (Trakovická, 1999).

Výskyt polymorfných variantov bielkoviny spôsobujú:

- ◆ Rôzne alely jedného chromozómového lokusu (génu) podmieňujúce rozdielnu primárnu štruktúru.
- ◆ Rôzne alely dvoch chromozómových lokusov, podmieňujúce rozdiely v zastúpení nebielkovinovej zložky molekulových proteínov a následne v sekundárnej a v terciálnej štruktúre.

- ◆ Rôzne alely dvoch alel viazaných chromozómových lokusov podmieňujúce odlišné usporiadanie reťazcov v kvartérnej štruktúre (Nový, 2000).

Termínom genetická variabilita sa označuje výskyt tej istej vlastnosti alebo znaku v dvoch alebo viacerých formách v takom rozsahu, že aj najzriedkavejšie sa vyskytujúca forma nemôže byť udržiavaná iba rekurentnou mutáciou (Ford, 1945). O bielkovinách, ktoré sa vyskytujú v populácii vo viacerých variantoch, hovoríme ako o polymorfných znakoch (Nový, 2000).

Genetické determinanty obsahu bielkovín v mlieku prežúvavcov sú predmetom intenzívneho štúdia, už vyše 50 rokov, od objavu polymorfizmu  $\beta$  - laktoglobulínu, u hovädzieho dobytku, v roku 1955. Počas ďalších tridsiatich rokov bola charakterizovaná väčšina genetických variant mliečnych bielkovín.

Genetická variabilita  $\beta$ -laktoglobulínu bola po prvý krát objavená Ashaffenbrogom a Drewym (1955), ktorí uvádzajú, že výskyt dvoch variantov  $\beta$ -laktoglobulínu A a B a ich kombinácie AB sú geneticky riadené z jedného lokusu dvoma kodominantnými alelami A a B.

$\beta$  - laktoglobulín sa vyskytuje vo variantoch A, B, C, D, Dr, E, F, G, W, H, I, J (Miluchová, 2009). Genetická variabilita  $\beta$ -laktoglobulínu je dôležitá pre spracovanie mlieka, obsah bielkovín a celkové technologické vlastnosti mlieka (Žitný, 1995).

Bovinný LGB variant A sa odlišuje od variantu B v dvoch aminokyselinách a to Asp-64 a Val-118. Tieto aminokyseliny sú substituované Gly a Ala u variantu B. Variant C sa líši od variantu B substitúciou Gln na His v pozícii 59. Pri variante D je substituovaný v pozícii 45 Glu za Val vzhľadom na genetický variant B. Variant D sa odlišuje od variantu B tromi aminokyselinami a to Gly, v pozícii 64, ktorý je substituovaný Asp prítomný Asp-CHO. Variant E sa líši od variantu B zámennou Glu za Gly v pozícii 158. Variant F sa líši od variantu B v pozícii 158, kde je zamenený Glu za Gly, v pozícii 50, kde je zamenený Pro za Ser a v pozícii 130, kde je zamenený Asp za Tyr. Rozdiel medzi variantom B a W je v pozícii 56, kde je substituovaný Pro za Leu (Schlieben, 1991).

### **3.5.4 Vzťah $\beta$ -laktoglobulínu k mliečnej úžitkovosti**

Vo viacerých štúdiách sa popisujú vzťahy medzi variabilitou mliečnych bielkovín a produkčnými vlastnosťami, zložením, ale aj technologickými vlastnosťami mlieka. V súčasnosti vedie výskum v oblasti genetického výskumu variability  $\beta$ -laktoglobulínu k mnohým diskusiám o možnosti využitia genotypov proteínu ako ukazovateľa úžitkovosti v odbore šľachtenia (Čítek, 1996).

Veľa autorov sa zhoduje v tom, že genotyp  $\beta$ -laktoglobulínu ovplyvňuje produkčné vlastnosti, najmä výšku kazeínového čísla, obsah srvátkových bielkovín, výťažnosť syreniny, ako aj jej pevnosť (Futerová, 1999).

Produkcia jednotlivých zložiek v mlieku je závislá na celkovom genotype pre alely mliečnych proteínov a je taktiež modifikovaná celou škálou negenetických faktorov, ako je to už pre kvantitatívne znaky charakteristické. Obsah  $\beta$ -laktoglobulínu závisí od genotypu lokusu a jeho množstvo klesá v poradí AA>AB>BB. Alela  $\beta$ -laktoglobulínu B znižuje produkciu množstva  $\beta$ -laktoglobulínu, ale na druhej strane zvyšuje obsah kazeínu kazeínové číslo) na celkovom obsahu proteínov v mlieku (Jandurová, 2000). Kazeínové číslo sa zvyšuje v poradí AA<AB<BB zo 73,9 % na 78,4 % (Foltys, 2002).

Dojnice s B - Lg BB produkujú menej mlieka, ako dojnice s B - Lg AA, resp. BB, pri súčasnej najnižšej tukovosti, ale pri najvyššom obsahu celkových bielkovín (Michalcová, 1997).

Genotyp AA má zase pozitívny vplyv na celkový obsah bielkovín v mlieku a významne zlepšuje pomer proteínov k tuku (Čítek, 1997).

Sledovaním 1500 ks kráv čiernostrakatého plemena Merkujeva (1977) zistil, že dojnice, ktoré mali typ  $\beta$ -Lg AA produkovali za laktáciu o 161 kg mlieka viac, ako dojnice, ktoré mali typ  $\beta$ -Lg BB. Množstvo mlieka bolo väčšie, ale tukovosť mlieka bola nižšia, ako u dojníc, u ktorých sa táto alela nevyskytovala.

U  $\beta$ -laktoglobulínu sa zistila prevaha heterozygotnej formy AB, ktorú nasledovali homozygotné formy AA a AB. Určili najvyššie zastúpenie alely A. Potvrdili tiež najvyššiu produkciu mlieka, bielkovín, tuku a laktózy pri genotype AA a najnižšiu pri genotype BC. Genotyp AA zvyšoval produkciu mlieka, bielkovín, tuku a laktózy na 1. a 3. laktácii. Genotyp AB zvyšoval zase vyrovnanosť a stabilitu laktačnej krivky a taktiež zvyšoval produkciu laktózy na 7. laktácii a genotyp AC zvyšoval produkciu mlieka, bielkovín, tuku a laktózy na 4. laktácii. Na 3. laktácii veľmi výrazne klesla produkcia u všetkých spomínaných ukazovateľoch, teda u tohto genotypu bola zistená

nevyrovnanosť v laktačnej krivke (Trakovická, 2000).

Genotyp AA LGB je asociovaný s vysokým mliečnym výťažkom, má pozitívny vplyv na obsah bielkovín v mlieku a významne zlepšuje pomer proteínov v tuku (Panicke, 1997).

Alela A BLG spolu s alelami A2 CSN2 génu a B CSN3 génu aditívne zvyšujú pomer proteínov k tuku.

Genotyp BB je asociovaný s vysokým obsahom tuku a kazeínov pre výrobu syrov (Mao, 1992).

Mlieko produkované AA genotypom obsahuje viac laktoglobulínu, menej kazeínu a menej tuku, ako získané z BB genotypu (Sztankóová, 2006).

$\beta$ -laktoglobulín je však aj najsilnejším a najčastejším potravinovým alergénom (Vacová, 1986).

Vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že genetický polymorfizmus  $\beta$ -laktoglobulínov ovplyvňuje pevnosť a viskozitu jogurtov, dobu syriteľnosti, synerézu zrazeniny, tepelnú stabilitu, obsah kazeínu, celkovej sušiny, fosforu a pH (Krupová, 2005).

Selekcia zvierat, robená na základe genotypov mliečnych bielkovín vedie k zvýšeniu kvality mliečnych produktov, ako sú syry a tvaroh. Jednotlivé bielkoviny sa od seba líšia zložením, stavbou, ako aj svojimi vlastnosťami, čo má praktické využitie pri výrobe mliečnych výrobkov. Mliečne bielkoviny sú veľmi dôležité, pretože obsahujú esenciálne aminokyseliny, ktoré sú potrebné pre výživu ľudí. Aj z tohto dôvodu nadobúda obsah bielkovín v mlieku čoraz väčší význam (Chrenek, 1997)

## 4 ZÁVER

V kvalite mlieka sa odráža nielen základné chemické zloženie mlieka, ale aj jeho nutričné, biologické, technologické, hygienické a senzorické vlastnosti. Táto kvalita môže byť ovplyvnená faktormi genetického, aj negenetického pôvodu.

V bakalárskej práci sme sa sústredili predovšetkým na štúdium a ucelenie poznatkov o genetickej variabilite bovinného beta - laktoglobulínu a jeho vzťah v produkcii mlieka, pričom sme dospeli k nasledovným záverom:

- ◆ Beta - laktoglobulín je hlavný, srvátkový proteín, ktorý sa nachádza u mnohých prežúvavcov, no v materskom mlieku, ani v mlieku hlodavcov sa nenachádza.
- ◆ Tvorí asi 9,5 % z mliečnych bielkovín a asi 53 % zo srvátkových bielkovín.
- ◆ Najčastejšie genetické varianty beta - laktoglobulínu sú genotyp AA a genotyp BB.
- ◆ Genetické varianty beta - laktoglobulínu majú veľký vplyv na obsah kazeínu v mlieku.
- ◆ Najmenšie množstvo kazeínu je u genetickej varianty AA a najvyššie množstvo sa nachádza u genetickej varianty u BB.
- ◆ Mlieko s genotypom AA, obsahuje viac laktoglobulínu, avšak menej kazeínu a menej tuku a je spojený s vyšším obsahom srvátkových bielkovín. Je asociovaný s vysokým mliečnym výťažkom a má kladný vplyv na obsah proteínov v mlieku.
- ◆ Genotyp BB beta - laktoglobulínu je zase spätý s vyšším obsahom tukov a kazeínov, ktorý je dôležitý pri výrobe syrov a iných mliečnych produktov. Má najnižší obsah srvátkových bielkovín.

## 5 POUŽITÁ LITERATÚRA

- ASCHAFFENBURG, R. – DREWRY, J. 1955. Occurrence of different beta – lactoglobulins in cows milk. In *Nature*, 176, 1955, p. 218.
- BLÁHOVÁ, B. – RĚHOUT, V. – KÚBEK, A. – ČÍTEK, J. – PUBALOVÁ, M. 2004. Genetic variation of milk proteins in cattle maintained as gene reserve. In *Anim. Science Pap. Rep.*, vol. 22, 2004, no. 2, p. 7-10.
- BLECK, G. T. – BREMEL, R. D. 1993. Correlation of the  $\alpha$  – lactalbumin. Polymorphism to Milk Production and Milk Composition of Holsteins. In *Journal Dairy Science*, vol. 76, 1993, no. 8, p. 2292-2298.
- BOTTO, V. 1984. *Chov hovädzieho dobytku*. 2. vyd. Bratislava : Príroda, 1984, 120 s. ISBN 064-037-88.
- BRAUNITZER, G. – CHEN, R. – SCHRANK, B. – STANGL, A. 1972. Automatische Sequenzanalyse eines Proteins. Hoppe – Seyler, 1972, p. 832.
- BURDA, F. 1990. *Výživa a kŕmenie hospodárskych zvierat*. 1. vyd. Bratislava : Príroda, 1990. 232 s. ISBN 80-07-00308-8.
- CREAMER, L. – PARRY, D. – MALCOLM, G. 1983. Secondary structure of bovine  $\beta$  – lactoglobulin. In *Archives of Biochemistry and Biophysics*, vol. 227, 1983, p. 98-105.
- CREAMER, L. – PARRY, D. – MALCOLM, G. 1998. Secondary structure of  $\beta$  – lactoglobulin. In *Archives of Biochemistry and Biophysics*, vol. 227, 1998, p. 98-105.
- ČANIGOVÁ, M. – MICHALCOVÁ, A. – MATULOVÁ, K. – BENCZOVÁ, E. 1997. Príspevok k poznatkom o technologickej kvalite mlieka vyšľachteného slovenského strakatého dobytku. In *Aktuální problémy šlechtění, zdraví, růstu a produkce skotu. Zborník prednášok. České Budejovice : SPP*, 1997, s. 52- 53.
- ČÍTEK, J. – ANTES, R. 1996. Detekce alel A a B na  $\kappa$  – kaseinovém lokusu u plemene česká červinka. In *Živočišná výroba*, roč. 41, 1993, č. 2, s. 49-50.
- ČÍTEK, J. MAŠKOVÁ, J. 1997. Polymorfizmus mléčných proteinu skotu. In *Živočišná výroba*, roč. 42, 1997, č. 11, s. 523-531.
- ČUBOŇ, J. – HAŠČÍK, P. – MICHALCOVÁ, A. 2007. *Hodnotenie surovín a potravín živočišneho pôvodu*. Nitra : SPU, 2007, s. 150. ISBN 978-80-8069-891-1.

- EIGEL, W. N. – BUTLER, C. A. : Nomenclature of proteins of cows milk. In *Journal of dairy science*, vol. 67, 1984, p. 266-267.
- FOLTYS, V. – KIRCHNEROVÁ, K. 2002. *Polymorfny systém mliečnych bielkovín slovenského strakatého a slovenského ponzgauského dobytká* : Vedecké práce. Nitra : VÚŽV, 2002. s. 35-41.
- FORD, E. B. Polymorphism and taxonomy. In *Heredity*, 1955, p. 255.
- FUTEROVÁ, J. 1999. Vzťah medzi genotypem beta – laktoglobulinu a jeho obsah v mléce. In *3. medzinárodná konferencia doktorandů a studentů : Genetika a šlechtění zvířat*. Přerov, 1999, s. 90-93.
- GRIEGER, C. – HOLEC, J. – BURDOVÁ, O. – KRČÁL, Z. – LUKÁČOVÁ, J. – MATYÁŠ, Z. – PLEVA, J. 1990. *Hygienu mlieka a mliečnych výrobkov*. Bratislava : Príroda, 1990, 352 s. ISBN 80-07-00253-7.
- GRIEGER, C. – HOLEC, J. a i. 1990. *Hygienu mlieka a mliečnych výrobkov*. 1. vyd. Bratislava : Príroda v spolupráci so SZN Praha. 1990. 397 s. ISBN 80-07-00253-7.
- GROSCLAUDE, F. – PUJOLLE, J. – RIBADEU – DUMAS, G. GARNIER, J. 1966. Analyse génétique du groupe de loci de structure synthétisant les caseines bovines. In *Xth European conference on Animals blood groups and Biochemiste Polymorphism*, Paris, 1966. p. 415.
- GROSCLAUDE, F. 1988. Le polymorphisme génétique des principales lactoprotéines bovines. In *Production Animals*, 1988. p. 1.
- HAMBLING, S. G. – MCALPINE, A. S. – SAWYER, L. 1992. Advanced Dairy Chemistry: 1. Proteins, chapter: Beta – laktoglobulin. In *Elsevier Applied Science*, vol. 62, 1992, p. 141-190.
- CHIANESE, L. – MAURIELLO, R. – FERRANTI, P. – TRIPALDI, C. – TAIBI, L. – DELLAQUILA, S. 1997. Relationship between  $\alpha 1$  – casein variants and clotting capability of ovine milk. In *Milk Protein Polymorphism*. Brussels, Belgium: IDF, 1997, p. 316-323.
- CHRENEK, P. – VAŠÍČEK, D. – HALADOVÁ, D. 1997. Detekcia genetických markerov plemien hovädzieho dobytká importovaných plemien na Slovensko. In *Journal of farm animal science*, roč. 30, 1997, s. 138-143.

- JANDUROVÁ, O. M. – NEŠPOR, F. 2000. Genetické predpoklady pro šlechtění, chovů, zdraví, produkci skotu. In *Zborník prednášok. České Budějovice*, SPP 2000, 398 s. ISBN 80-85645-39-4.
- JOST, R. 1993. Functional characteristics of dairy proteins. In *Trends in Food Science & Technology*, vol. 4, 1993, p. 283-288.
- KAŽIMÍR, L. – GEMERI, L. 1993. *Návody na cvičenia z mliekárstva a hodnotenia živočíšnych produktov*. 3. uprav. vyd. Bratislava : Príroda, 1993. 178 s. ISBN 80-7-37-076-2.
- KIDDY, C. A. – JOHNSON, J.O. : Genetic polymorphism in caseines of cows milk. Genetic control alfa – casein variations. In *Journal dairy science*, vol. 48, 1964, p. 147.
- KOLOŠTA, M. 2003. Základné faktory kvality mlieka. In *Výroba a hodnotenie kvality mlieka v budúcich podmienkach integrovaného európskeho trhu*. Žilina : VÚM, 2003, s. 27-31.
- KRESAN, J. a i. 1979. *Moroflógia hospodárskych zvierat*. 1.vyd. Bratislava : Príroda, 1979. 629 s. ISBN 64-070-79.
- KRUPOVÁ, Z. – MICHALCOVÁ, A. 2005. Polymorfizmus bielkovín ovčieho mlieka vo vzťahu k jeho technologickým vlastnostiam. In *Mliekarstvo*, 2005, č. 4, s. 21-23.
- KÚBEK, A. – TRAKOVICKÁ, A. RAFAY, J. – NOVÝ, J. 2000. *Genetika*. Nitra : SPU, 2000, 150 s. ISBN 80-7137-696-5.
- KUČEROVÁ, J. – MATĚJÍČEK, A. – JANDUROVÁ, O.M. – SORENSEN, P. – NEMCOVÁ, E. – ŠTÍPKOVÁ, M. – KNOTT, T. – BOUŠKA, J. – FRELICH, J. 2006. Milk protein genes CSN1S1, CSN2, CSN3, LBG and their relation to genetic values of milk production parametrs in Czech Fleckvieh. In *Czech J. Animal Science*, vol. 51, 2006, p. 241-247.
- KUČEROVÁ, J. – NĚMCOVÁ, E. – ŠTÍPKOVÁ, M. – VRTKOVÁ, I. – DVOŘÁK, J. – FRELICH, J. – BOUŠKA, J. – MARŠÁLEK, M. 2004. Vliv markerů CSN3 a ETH na parametry mléčne úžitkovosti u českého strakatého skotu. In *J. Central Europe Agricultural*, vol. 5, 2004, no. 4, p. 303-308.
- MAO, I. L. – BUTTAZZONI, L. G. – ALEXANDRI, R. 1992. Effectsof polymorphic milk protein genes on milk yield and composition traits in Holstein cattle. In *Acta Agric. Scand. Sect. A, Anim. Science*, vol. 42, 1992, p. 1-7.



- MERKUJEVA, E. K. 1997. *Genetičeskije osnovy selekcii v skotovodstve*. Moskva : Kolos, 1977, 238 p.
- MICHALCOVÁ, A. – BENCZOVÁ, E. – ČANIGOVÁ, M. 1997. Zloženie a technologické vlastnosti mlieka pri rôznych genetických variantoch kapa – kazeínu. In *Acta zootechnica*, roč. 53, 1997, s. 25-30.
- MILUCHOVÁ, M. – TRAKOVICKÁ, A. – GÁBOR, M. 2009. *Genetické markéry kvality mlieka a zdravia hovädzieho dobytku*. Nitra : SPU, 2009, 71 s. ISBN 978-80-552-0281-5.
- MILUCHOVÁ, M. – TRAKOVICKÁ, A. – GÁBOR, M. 2009. Molekulárno – genetická detekcia génov CSN3 a LBG v populácii slovenského Pinzgauského plemena metódou multiplex PCR – RFLP. In *Acta fytotechnica et zootechnica* (online), roč. 12, 2009, č. mimoriadne – Special, s. 450-454.
- MIODUSZEWSKA – CZYCZYN, U. – CZARNIK, U. – WALAWSKI, K. – RUŚĆ, A. 2007. Levels of some blood diagnostic indices in young cattle with different genotypes at  $\alpha$  lactalbumin locus. In *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, vol. 51, 2007, p. 97-103.
- NOVÝ, J. – JAMRIŠKA, M. – KÚBEK, A. 2000. *Genetika*. Druhé vydanie. Nitra : SPU, 2000, s. 37-39. ISBN 80-7137-696-5.
- NOVÝ, J. 1990. Genetický polymorfizmus v populácii hospodárskych zvierat – stratégia a taktika ich využitia. In *11. Fenogenetický seminár, Biochemická fyziologická genetika v šľachtení hospodárskych zvierat*, Nitra, 1990, s. 27 – 34.
- PAJTÁŠ, M. a i. 1990. *Intenzifikácia výroby mlieka*. 2. vyd. Bratislava : Príroda, 1990. 276 s. ISBN 80-07-00359-2.
- PANICKE, L. – FREYER, G. – ERHARDT, G. 1997. Effects of milk protein genotypes on milk production traits. In *48th Ann. Meeting of the Europe Animal Produc.* Am 25. – 28. 08. 1997 in Vienna. Wien, 1997.
- PIJANOWSKI, E. : *Základy chémie a technológie mliekárstva*. Bratislava : Príroda, 1977, s. 506.
- RITTER, M. 2002. Obsah tuku a bielkovín v mlieku a možnosti ich ovplyvňovania výživou. In *Slovenská holsteinská asociácia*. Ivanka pri Dunaji, 2002, s. 14-15.
- SEMJAN, Š. 1989. *Mliekárstvo a hodnotenie živočíšnych produktov*. Bratislava: Príroda, 1989. 261 s. ISBN 80-07-00160-3.

- SEMJAN, Š. a kol. 1994. *Mliekárstvo*. 2. preprac. vyd. Nitra : VŠP, 1994. 220 s. ISBN 80-7137-157-2.
- SEMJAN, Š. *Výroba kvalitného mlieka*. Bratislava : Príroda, 1987, 304 s. ISBN 80-07-00160-3.
- SCHLIEBEN, S. – ERHARDT, G. – SENFT, B. 1991. Genotyping of bovine  $\kappa$  – casein following DNA sequence amplification and direct sequencing of  $\kappa$  – CN E PCR product. In *Animal Genetic*, vol. 22, 1991, p. 333-342.
- SIDOR, E. 2003. *Chov hospodárskych zvierat*. Nitra: SPU, 2003. s. 24 – 28.
- SZTANKÓOVÁ, Z. 2006. Kozie mlieko verzus genetický polymorfizmus. In *Mliekarstvo*, roč. 37, 2006, č. 1, s. 31-32.
- TEPLÝ, M. a i. 1980. *Nové smery v technice a technologii mlékarenského průmyslu*. 2. vyd. Praha : SNTL, 1980. 243 s. ISBN 04-823-80
- THOMPSON, M. P. 1964. Phenotyping of caseins of cows milk : Collaborative experiment. In *Dairy Science*, vol. 47, 1964, p.126.
- TRAKOVICKÁ, A. 1999. *Genetické polymorfne znaky a ich využitie pri hodnotení populácií hospodárskych zvierat* : Habilitačná práca. Nitra : SPU, 1999. 105 s.
- TRAKOVICKÁ, A. a i. 2005. *Genetické markéry a kvalita produktov špeciálnych odvetví živočíšnej výroby*. Nitra : SPU, 2005, 178 s. ISBN 80-8069-633-0.
- UHRÍNOVÁ, S. – SMITH, M. H. – JAMESON, G. B. – UHRÍN, D. – SAWYER, L. – BARLOW, P. N. 2000. Structural changes accompanying pH – induced dissociation of the beta – lactoglobulin dimer. In *Biochemistry*, vol. 39, 2000, p. 3565-3574.
- VACOVÁ, T. 1986. *Mlieko a mliečne prípravky vo výžive*. 1. vyd. Bratislava : Príroda, 1986. 214 s. ISBN 63-033-86.
- ŽITNÝ, J. – TRAKOVICKÁ, A. – MICHALIČKOVÁ, E. a i. 1995. Polymorfizmus bielkovín mlieka a výskyt masticíd kráv slovenského strakatého plemena. In *Acta zootechnica*, roč. 50, 1995, s. 79-86.