

POVEZANOST POLIMORFIZMA PROTEINA MLIJEKA S MLIJEČNIM PROIZVODNIM OSOBINAMA HRVATSKOG SIMENTALCA I. UTJECAJ GENOTIPA

I. Čurik, M. Kapš, Jasmina Lukač-Havranek, N. Antunac,

Sažetak

Istražili smo utjecaj α_{s1} -kazeina (α_{s1} -Cn), β -kazeina (β -Cn), k-kazeina (k-Cn) i β -laktoglobulina (β -Lg) na količinu mlijeka (kg), masti (kg) i sadržaj masti (%) u prvoj laktaciji za 195 krava hrvatskog simentalca. Utvrđen je signifikantan utjecaj k-kazeina na količinu masti (kg), a β -laktoglobulina na količinu mlijeka (kg) i sadržaj masti (%). Signifikantno veća količina masti (kg) odnosno mlijeka (kg) u prvoj laktaciji povezana je s BC k-kazein odnosno AB β -laktoglobulin genotipom, dok je signifikantno viši postotak masti u mlijeku utvrđen za BB β -laktoglobulin genotip.

Uvod

Polimorfizam proteina mlijeka zaokuplja od 1955. godine brojne znanstvenike različitih područja, a zadnjih desetak godina postao je zanimljiv i znanstvenicima koji se bave stočarstvom i mljekarstvom.

Utvrđeno je da različite genetske varijante proteina mlijeka različito utječu na tehnološke (Grosclaude, 1988., Imafidon i sur., 1991., Samaržija i sur., 1991., Schar i sur., 1985.) i proizvodne osobine mliječnih krava (Aleandri i sur., 1990., Antunac i sur., 1991., Bovenhuis i sur., 1992.).

U mogim je radovima utvrđen utjecaj α_{s1} -kazeina (α_{s1} -Cn), β -kazeina (β -Cn), k-kazeina (k-Cn) i β -laktoglobulina (β -Lg) na količinu mlijeka (kg), masti (kg) i sadržaj masti (%).

Veća proizvodnja mlijeka po kravi pripisuje se α_{s1} -Cn BB (Ng-Kwai-Hang i sur., 1984., Aleksandri i sur., 1990., Lin i sur., 1986.), β -Cn A²A³ (Ng-Kwai-Hang i sur., 1984.), BC (Graml i sur., 1986.) i A³B (Bovenhuis i sur., 1992.), k-Cn AA (Ng-Kwai-Hang i sur., 1986., Bovenhuis i sur., 1992.) i β -Lg AA (Aleandri i sur., 1990., Arave i sur., 1971., Ng-Kwai-Hang i sur., 1986., Bovenhuis i sur., 1992.), a suprotno (Mayer i sur., 1990.) veću količinu mlijeka propisuju β -Lg AB i BB.

Količina masati (kg) po laktaciji veća je u krava sa α_{s1} -Cn BB (Ng-Kwai-Hang i sur., 1984., Aleandri i sur., 1990.), β -Cn A¹A³ (Ng-Kwai-Hang i sur., 1984.) i Bc (Graml i sur., 1986.) i k-Cn AA (Bovenhuis i sur., 1992.) genotipom.

Ino Čurik, Jasmina Lukač-Havranek, Neven Antunac, Zavod za mljekarstvo, Miroslav Kapš, Zavod za specijalno stočarstvo, Agronomski fakultet, Zagreb

Najviši postotak masti u mlijeku vezan je za α_{s1} -Cn CC (Aleandri i sur. 1990.) i BC (Munro, 1978.), β -Cn A¹A¹ (Ng-Kwai-Hang i sur., 1984.) i BB (Bovenhuis i sur., 1992., Graml i sur. 1986.) i β -Lg BB (Ng-Kwai-Hang i sur., 1986., Aleandri i sur., 1990., Graml i sur., 1985., Graml i sur., 1986., Haenlein i sur., 1987., Bovenhuis i sur., 1992.).

Različiti rezultati dobiveni za proizvodne osobine mliječnih krava za iste gen lokuse prije se mogu objasniti vezanim genima nego utjecajem samih gena. Uz takvu pretpostavku u različitim je populacijama moguće utvrditi različite utjecaje istih genotipova (Bovenhuis i sur., 1992., Cowan i sur., 1992.).

Budući da svaka populacija ima specifična svojstva, željeli smo ispitati utjecaj polimorfizma proteina mlijeka na količinu mlijeka (kg), količinu masti (kg) i sadržaj masti (%) u populaciji krava hrvatskog simentalca.

Materijal i metode

Uzorci mlijeka

Uzorke mlijeka hrvatskog simentalca prikupili smo tijekom 1992. godine iz 39 seljačkih gospodarstava i farme "Krndija" PIK Đakovo. Podatke o količinama mlijeka (kg), masti (kg) i sadržaj (%) prve laktacije do 305 d dobili smo od Stočarskog selekcijskog centra Hrvatske. Prve laktacije kraće od 250 d isključili smo iz daljnje obrade, a od 250 d do 305 d korigirali regresijom.

Genetske varijante α_{s1} -, α_{s2} -, β -, k-kazeina i β - laktoglobulina za 300 uzoraka mlijeka odredili smo izoelektričkim fokusiranjem, PhastSystem (Bovenhuis i Verstege., 1989.). Zbog nekompletnosti podataka za pojedine uzorke svi izneseni podaci odnose se na 195. uzoraka.

Tab. 1 - OSNOVNI STATISTIČKI POKAZATELJI MLIJEČNIH PROIZVODNIH OSOBINA KRAVA U PRVOJ LAKTACIJI. - DESCRIPTIVE STATISTIC OF MILK PRODUCTION TRAITS FOR FIRST LACTATIONS.

Proisvodna osobina - Traits	n	X	SD	CV (%)
Količina mlijeka (kg) - Milk Yield (kg)	195	3876.1	702.00	18.1
Mast (kg) - Fat yield (kg)	195	145.8	28.06	19.2
Mast (%) - Fat percentage	195	3.79	0.131	3.4

Frekvencije genotipova 195 uzoraka prikazani su u tablici 2.

I. Čurik i sur.: Povezanost polimorfizma proteina mlijeka s mliječnim proizvodnim osobinama hrvatskog simentalca. I utjecaj genotipa

Tab. 2 - FREKVENCije GENOTIPOVA 195 SIMENTALSKIH KRAVA ZA α_{S1} , α_{S2} , β , K-KAZEIN I β -LAKTOGLOBULIN - GENOTYPE FREQUENCES OF α_{S1} , α_{S2} , β , K-CASEIN I β -LACTOGLOBULIN FOR 195 SIMMENTAL COWS

Gen lokus - Gene loci	Genotip - Genotype	n	(%)
α_{S1} -Cn	BB	174	89.2
	BC	21	10.8
α_{S2} -Cn	AA	195	100.0
β -Cn	A ¹ A ¹	12	6.2
	A ¹ A ²	42	21.5
	A ² A ²	81	41.5
	A ² B	35	17.9
	A ² C	13	6.7
	BB	5	2.6
	BC	7	3.6
k-Cn	AA	92	47.2
	AB	67	34.4
	BB	20	10.2
	BC	16	8.2
β -Lg	AA	48	24.6
	AB	120	61.5
	BB	27	13.8

Statistička analiza

Podatke smo analizirali fiksnim linearnim modelom, u kojem su sezona, godina, duljina laktacije, starost kod prvog telenja, genetska grupa očeva i genotipovi četiri proteinska lokusa uzeti kao klasifikacijski faktori. Opravdanost definiranja utjecaja sezone, godine, duljine laktacije, starosti kod prvog telenja i genetske grupe očeva pokazala su ranija istraživanja (Lin i sur., 1986., Ng-Kwai-Hang i sur., 1984., Lin i sur., 1989.). Sezone smo definirali kao vremenska razdoblja od tri mjeseca, počevši od prosinca. Utjecaj godine se na 13 godina u razdoblju od 1980. do 1992. godine. Očevi su podijeljeni u tri skupine, prema starosti. Količinu mlijeka (kg), masti (kg) i sadržaj masti (%) definirali smo kao ovisne varijable.

Fiksni linearni model prikazujemo:

$$Y_{ijklmno} = \mu + S_i + G_j + b_1 \times (x_{ijklmno-x}) + b_2 \times (w_{ijklmno-w}) + O_k + A_l + B_m + C_n + D_o + e_{ijklmno},$$

gdje:

$Y_{ijklmno}$ = promatrana proizvodna osobina (mlijeko (kg), masat (kg) i sadržaj masti (%)),

μ = korigirana srednja vrijednost na sve utjecaje,

S_i = i-ti utjecaj sezone ($i = 1, \dots, 4$),

G_j = j-ti utjecaj godine ($j = 1, \dots, 13$),

b_1 = koeficijent linearne regresije duljine laktacije ($x_{ijklmno-x}$) na proizvodna svojstva,

- $b_2 =$ koeficijenti linearne regresije starosti krava kod prvog telenja ($w_{ijklmno}$) na proizvodna svojstva,
 $O_k =$ k-ti utjecaj pojedine grupe očeva ($k = 1, \dots, 3$),
 $A_1 =$ utjecaj 1-tog genotipa α_{s1} -Cn ($1 = BB$ ili BC),
 $B_m =$ utjecaj m-tog genotipa β -Cn ($m = A^1A^1, A^1A^2, A^2A^2, A^2B, A^2C, BB$ ili BC),
 $C_n =$ utjecaj n-tog genotipa k-Cn ($n = AA, AB, BB$ ili BC),
 $D_o =$ utjecaj o-tog genotipa β -Lg ($o = AA, AB$ ili BB),
 $e_{ijk} =$ neprotumačeni utjecaj N (O, σ^2_e).
- Razlike između pojedinih genotipova ispitane su linearnim funkcijama oblika:
 $L = \sum(l_i \times m_i)$,
gdje:
 $l_i =$ koeficijenti komparacije,
 $m_i =$ korigirane srednje vrijednosti utjecaja pojedinih genotipova (Least SQ. Means - LSM).

Linearnim funkcijama procijenili smo dio sume kvadrata utjecaja pojedinih genotipova.

Rezultati

U tablici 3 prikazani su utjecaji genotipova α_{s1} -, β -, k- kazeina i β -laktoglobulina na količinu mlijeka (kg), masti (kg) i sadržaj masti (%) u prvoj laktaciji. Utvrđen je signifikantan utjecaj k-kazeina na mst (kg) ($P=0,019$), a β - laktoglobulina na količinu mlijeka (kg) ($P=0,038$) i mast (%) ($P=0,015$).

Tab. 3 - F- VRIJEDNOSTI UTJECAJA PROTEINSKOG GENOTIPA (α_{s1} -, β -, K- KAZEINA I β - LAKTOGLOBULINA) MLIJEČNE PROIZVODNE OSOBINE
F- TESTS FOR MILK PROTEIN GENOTYPES (α_{s1} -, β -, K- KAZEINA I β - LAKTOGLOBULINA) EFFECTS ON MILK PRODUCTION TRAITS

Proteini mlijeka Milk proteins	Količina mlijeka (kg) Milk Yield (kg)		Masti (kg) Fat Yield (kg)		Masti (%) Fat percentage	
	F	P	F	P	F	P
α_{s1} -Cn	0.027	0.8696	0.201	0.6544	2.669	0.1042
β -Cn	1.266	0.2757	0.702	0.6487	1.266	0.2760
k-Cn	2.413	0.0675	3.392	0.0193	1.242	0.2958
β -Lg	3.328	0.0383	1.536	0.2184	4.290	0.0153

Razlike između proteinskih genotipova, za koje je utvrđen signifikantan utjecaj, prikazane su na tablici 4.

Genotip BC k-kazeina razlikovao se od genotipova AA ($P=0,014$), AB ($P=0,003$), BB ($P=0,008$) po većoj proizvodnji masti (kg) u prvoj laktaciji, a signifikantne razlike između ostalih genotipova unutar k-kazein lokusa nisu utvrđene.

Najveća proizvodnja mlijeka (kg) u prvoj laktaciji odnosila se na genotip AB β -laktoglobulina i to u odnosu na genotip AA ($P=0,638$) i BB ($P=0,011$). Krave s AA β -Lg genotipom proizvele su 300 kg više mlijeka u prvoj laktaciji od krava s BB

genotipom, međutim razlika nije singifikantna.

Najveći sadržaj masti (%) utvrdili smo u mlijeku krava s BB zatim AA, a najmanji s AB β -laktoglobulin genotipom. Razlika između AA i AB genotipa β -laktoglobulina nije bila signifikantna.

Tab. 4 - KORIGIRANE SREDNJE VRIJEDNOSTI (LSM) MLIJEČNIH PROIZVODNIH OSOBINA PROTEINSKIH GENOTIPOVA (α_{s1} -, β -, K- KAZEINA I β - LAKTOGLOBULINA)
LEAST SQUARE MEANS (LSM) OF MILK PRODUCTION TRAITS FOR MILK PROTEIN GENOTYPES (α_{s1} -, β -, K- KAZEINA I β - LAKTOGLOBULINA)

Protein mlijeka Milk proteina	Genotip Genotype	Količina mlijeka (kg) Milk yield (kg)	Mast (kg) Fat (kg)	Mast (%) Fat percentage
	LSM \pm se	LSM \pm se	LSM \pm se	LSM \pm se
α_{s1} -Cn	BB	3778 \pm 105	150 \pm 4.4	3.826 \pm 0,022
	BC	3804 \pm 177	147 \pm 7.5	3.771 \pm 0.037
β -Cn	A ¹ A ¹	4082 \pm 222	156 \pm 9.4	3.748 \pm 0.047
	A ¹ A ²	3923 \pm 147	152 \pm 6.2	3.748 \pm 0.031
	A ² A ²	3876 \pm 126	151 \pm 5.3	3.778 \pm 0.027
	A ² B	3627 \pm 160	142 \pm 6.8	3.795 \pm 0.034
	A ² C	3715 \pm 197	145 \pm 8.3	3.799 \pm 0,042
	BB	3771 \pm 302	151 \pm 12.8	3.848 \pm 0.064
k-Cn	BC	3540 \pm 261	143 \pm 11.1	3.870 \pm 0.055
	AA	3738 \pm 126	143 \pm 5.3a	3.820 \pm 0,027
	AB	3684 \pm 131	143 \pm 5.6b	3.810 \pm 0.028
	BB	3574 \pm 189	141 \pm 8.0c	3.821 \pm 0.040
β -Lg	BC	4167 \pm 204	168 \pm 8.6abc	3.743 \pm 0,043
	AA	3872 \pm 149	150 \pm 6.3	3.774 \pm 0.031 ^a
	AB	3927 \pm 125a	153 \pm 5.3	3.768 \pm 0.026 ^b
	BB	3572 \pm 162a	143 \pm 6.9	3.852 \pm 0,034 ^{ab}

Razlike između genotipova u istoj koloni za određeni gen lokus iza kojih stoji isto slovo u obliku indeksa su signifikantne

a (P < 0,05)

b,c (P < 0,01)

Differences between means in the same colon for particular gene locus followed by the same letter are significant

a P < 0,05

b,c P < 0,01

Diskusija

Iako različit, prema većini autora (Aleandri i sur., 1990., Ng-Kwai-Hang i sur., 1984., Bovenhuis i sur., 1992., Graml i sur., 1985., Graml i sur. 1986.) utvrđen je utjecaj α_{s1} -, β - i k-kazein i β -laktoglobulin genotipova na količinu masti (kg). Istovremeno, nekoliko autora (McLean i sur., 1984., Lange

i sur., 1990.) nije utvrdilo signifikantan utjecaj proteinskih genotipova na količinu masti (kg). U našem istraživanju utvrđen je signifikantan utjecaj jedino za k-kazein. Iz tablice 4 vidimo da postoji utjecaj samo BC genotipa, dok utjecaj između ostalih genotipova nije signifikantan. Bovenhuis i sur. (1992) utvrdili su također signifikantan utjecaj k-kazeina na količinu masti, samo za drugi genotip (k-Cn AA). BC k-kazein je rijedak genotip u europskim populacijama krava (Lukač-Havraneck i sur., 1992.) i prema nama poznatoj literaturi utjecaj ovog genotipa nije istraživao. Postoji mogućnost da je signifikantan utjecaj BC k-kazein genotipa na količinu masti (kg) uzrokovan linkage disequilibrium, između k-kazein gena i blisko mu vezanih kvantitativnih gena (QTL) koji uzrokuju varijacije količine masti. Korištenjem njemačkih i austrijskih simentalskih bikova u uzgojnom programu hrvatskog simentalca možda je došlo do linkage disequilibrium između k-kazein alela i blisko vezanih kvantitativnih gena odgovornih za varijabilnost količine masti (kg), a tako i signifikantnog utjecaja k-kazein BC genotipa na količinu masti (kg).

Pojava linkage disequilibrium, između β -Lg gena i kvantitativnih gena koji utječu na varijabilnost proizvedene količine mlijeka (kg), vjerojatno je također uzrokom signifikantnog utjecaja AB genotipa na proizvedenu količinu mlijeka (kg) u prvoj laktaciji. U prilog pretpostavci ide činjenica da su mnogi autori (Aleandri i sur., 1990., Arave i sur., 1990., Ng-Kwai-Hang i sur., 1986., Bovenhuis i sur., 1992., Mayer i sur., 1990.) utvrdili signifikantan utjecaj β -Lg genotipa, premda utjecaj određenog genotipa u svim istraživanjima nije bio jednak. Suprotno, mnogi autori (Lange i sur., 1990., Ng-Kwai-Hang i sur., 1984., Lin i sur., 1989.) nisu utvrdili signifikantan utjecaj β -laktoglobulina na proizvedenu količinu mlijeka (kg).

U ovom, kao i u mnogim drugim istraživanjima (Bovenhuis i sur., 1992., Aleandri i sur., 1990., Haenlein i sur., 1987., Graml i sur., 1985., Graml i sur., 1986.), potvrđen je signifikantan utjecaj β -Lg BB genotipova na povećanje postotka masti u mlijeku. Navedeni rezultati upućuju na mogući direktan utjecaj β -laktoglobulin gena na mast (%). U najnovijim istraživanjima Bovenhuis i Weller (1992) utvrđeni su signifikantni utjecaji β -laktoglobulin gena (pleiotropija) i kvantitativnih gena koji djeluju na sadržaj masti (%), a smješteni su vrlo blizu β -Lg lokusa.

Zaključak

Utvrđen je utjecaj k-kazeina na količinu masti (kg), a β -laktoglobulina na količinu mlijeka (kg) i sadržaj masti (%). Utjecaj polimorfni proteina mlijeka na proizvodne osobine mliječnih krava utvrđen je i u mnogim drugim radovima. Uzročno-posljedična veza ovog utjecaja nije razjašnjena. Međutim, možda se može protumačiti direktnim utjecajem pojedinih genotipova i/ili linkage disequilibrium između kvantitativnih gen lokusa, koji kontroliraju proizvodne osobine mliječnih krava, a vezani su s proteinskim gen lokusima. U svakom slučaju, potrebna su daljnja istraživanja uzročno-posljedičnih veza o utjecaju polimorfni proteina mlijeka na proizvodne osobine mliječnih krava.

LITERATURA

- 1 Aleandri, R., Buttazzoni, L.G., Schneider, J.C., Caroli, A., Davoli, R. (1990): The effects of milk protein polymorphisms on milk components and cheese-producing ability J. Dairy Sci., 73: 241-255.
- 2 Antunac, N., Lukač-Havranek, J., Čurik, I., Samaržija, D. (1991): Polimorfizam proteina mlijeka u odnosu na proizvodnju i sastav mlijeka. Mljekarstvo, 11: 297-302
- 3 Arave, C.W., Lamb, R.C., Hines, H.C. (1971): Blood and milk protein polymorphisms in relation to feed efficiency and production traits of dairy cattle. J. Dairy Sci., 54: 106-112
- 4 Bovenhuis H. and A.J.M. Verstege (1989): Improved method for phenotyping milk protein variants by isoelectric focusing PhastSystem. Neth. Milk Dairy J., 43: 447-451
- 5 Bovenhuis, H., J.A.M. van Arendonk, Korver, S. (1992): Associations between milk protein polymorphisms and milk production traits. J. Dairy Sci., 75: 2549-2559
- 6 Bovenhuis, H., Weller, J.I. Mapping and analysis of dairy cattle quantitative trait loci by maximum likelihood methodology using milk protein genes as genetic markers. Predano u štampu u Genetics
- 7 Cowan, C.M., Dentine, M.R., Coyle, T. (1992): Chromosome Substitution Effects Associated with k-Casein and β -Lactoglobulin in Holstein Cattle. J. Dairy Sc. 75: 1097-1104
- 8 Graml, R., Buchberger, J., Klostermeyer, H., Pirchner, F. (1985): Pleiotrope Wirkungen von β -Lactoglobulin- und Casein- Genotypen auf Milchhaltsstoffe des bayerischen Fleckviehs und Braunviehs. Z. Tierzuchtg. Zuchtgsbiol., 102: 355-370
- 9 Graml, R., Buchberger, J., Klostermeyer, H., Pirchner, F. (1986): Pleiotrope Wirkungen von β -Lactoglobulin und Casein- Genotypen auf Milchfett- und Milchproteinmengen des bayerischen Fleckviehs und Braunviehs. J. Anim. Breedg. Genet., 103, 33-45
- 10 Grosclaude, F. (1988): Le polymorphisme genetique des principales lactoproteines bovines INRA Prod. anim., 1: 5-17
- 11 Haenlein G.F.W., D.S. Gonyon, R.E. Mather and H.C. Hines (1987): Association of Bovine Blood and Milk Polymorphisms with Lactation Traits: Guerneys. J. Dairy Sci., 70: 2599-2609
- 12 Imafidon G.I., K.F. Ng-Kwai-Hang, V.R. Harwalker and C.Y. Ma (1991): Effect of Genetic Polymorphism on the Thermal Stability of β -Lactoglobulin and k-Casein Mixture. J. Dairy Sci., 74: 1791-1802
- 13 Lange, D.J., Meyer, E.H.H., Rensburg, L., Swanepoel, A. (1990): The polymorphic protein system in cow's milk: I. The association with the production of milk protein and fat during lactation. S. Afr. J. Dairy Sci., 22 (4), 67-71
- 14 Lin, C.Y., A.J. McAllistar, K.F. Ng-Kwai-Hang, J.F. Hayes (1986): Effects of Milk Protein Loci on First Lactation Production in Dairy Cattle. J. Dairy Sci., 69: 704-712
- 15 Lin, C.Y., McAllister, A.J., Ng-Kwai-Hang, K.F., Hayes, J.F., Batra, T.R., Lee, A.J., Roy, G.L., Vesely, J.A., Wauthy, J.M., Winter, K.A. (1989): Relationships of Milk Protein Types to Lifetime Performance. J. Dairy Sci.: 72: 3085-3090
- 16 Lukač-Havranek Jasmina, I. Čurik, Dubravka Samaržija, Antunac, N., Posvi, M. (1992): Polimorfizam proteina mlijeka u goveda. Stočarstvo, 46: 277-306
- 17 Lukač-Havranek, J., Čurik, I., Samaržija, D., Antunac, N. (1993): Polimorfismi delle proteine del latte nella razza Simental Croata. U štampi u Sci. Tecn. Latt.-cas.
- 18 Mclean, D.M., Graham, E.R.B., Ponzoni, R.W., McKenzie, H.A. (1984): Effects of milk protein genetic variants on milk yield and composition J. Dairy Res., 51: 531-546
- 19 Meyer, F., Erhardt, G., Failing, K., Senft, B. (1990): Untersuchungen uber Zusammenhange zwischen Milchleistung, Eutergesundheit, Milchprotein- und Blutproteinpolymorphismen bei Rindern Zuchungskunde, 62: 3-14
- 20 Munro, G.L. (1978): Effects of genetic variants of milk proteins on yield and composition of milk 20th International Dairy Congress. Paris E 10
- 21 Ng-Kwai-Hang, K.F., Hayes, J.F., Moxley, J.E., Monardes, H.G. (1984): Association of genetic variants of casein and milk serum proteins with milk, fat, and protein production by dairy cattle J. Dairy Sci., 67: 835-840
- 22 Ng-Kwai-Hang, K.F., Hayes, J.F., Moxley, J.E., Monardes, H.G. (1986): Relationship between milk protein polymorphisms and major milk constituents in Holstein-Frisian cows J. Dairy Sci., 69: 22-26

I. Čurik i sur.: Povezanost polimorfizma proteina mlijeka s mliječnim proizvodnim osobinama hrvatskog simentalca. I utjecaj genotipa

- 23 Samaržija, D., Lukač-Havranek, J., Čurik, I., Antunac, N. (1991): Polimorfizam proteina mlijeka u proizvodnji sira. *Mljekarstvo*, 12: 319-327
- 24 Schaar, J., Hansson, B., Pettersson, H.-E., (1985): Effects of genetic variants of k-casein and β -laktoglobulin on cheesemaking *J. Dairy Res.*, 52: 429-437

ASSOCIATION OF MILK PROTEIN GENOTYPES WITH FIRST LACTATION TRAITS CROATIAN SIMMENTAL I. EFFECTS OF GENOTYPE

Summary

Effects of milk protein genotypes for α_{s1} -casein (α_{s1} -Cn), β -casein (β -Cn), k-casein (k-Cn), and β -lactoglobulin (β -lg) on first lactation milk yield, fat yield and fat percentage in milk samples from 195 Croatian Simmental cows were investigated. The effects of k-casein on fat yield and β -lactoglobulin on milk yield and fat percentage were significant. Higher fat yield was associated with k-casein BC. Fat percentage was highest in milk from cows of β -lactoglobulin Bb. The AB genotype of β -lactoglobulin gave higher milk yield in the first lactation than AA and BB genotypes.

Primljeno: 16. 3. 1993.