

Utjecaj genetskih varijanti β -laktoglobulina, κ -kazeina i α_{s1} -kazeina na količinu i kvalitetu mlijeka holstein, simentalске i smeđe pasmine goveda u Hrvatskoj

Admir Dokso¹, Ante Ivanković^{2*}, Muhamed Brka¹,
Ervin Zečević¹, Zdenko Ivkić³

¹Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Institut za zootehniku, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

²Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za specijalno stočarstvo, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

³Hrvatska poljoprivredna agencija, Ilica 101, 10000 Zagreb

Prispjelo - Received: 26.09.2013.
Prihvaćeno - Accepted: 20.01.2014.

Sažetak

Cilj ovoga rada bio je istražiti utjecaj polimorfni varijanti β -laktoglobulina, κ -kazeina i α_{s1} -kazeina na ukupnu proizvodnju mlijeka te prosječni udio mliječne masti i bjelančevina u mlijeku holstein, simentalске i smeđe pasmine goveda u Hrvatskoj tijekom prve tri laktacije. Premda su uočeni određeni utjecaji polimorfni varijanti β -laktoglobulina, κ -kazeina i α_{s1} -kazeina na visinu proizvodnje mlijeka istraženih pasmina goveda, razlike nisu bile značajne. Istraživanjem su utvrđeni utjecaji polimorfni varijanti β -laktoglobulina, κ -kazeina i α_{s1} -kazeina na prosječni udio mliječne masti u mlijeku istraženih pasmina goveda, no uočene razlike također nisu bile značajne. Utvrđene razlike u udjelu bjelančevina u kravljem mlijeku s različitim polimorfnim varijantama β -laktoglobulina, κ -kazeina i α_{s1} -kazeina nisu bile značajne, osim u slučaju BC genotipa α_{s1} -kazeina koji je pokazao pozitivan utjecaj ($P < 0,05$) na udio bjelančevina u mlijeku krava holstein pasmine.

Ključne riječi: pasmine goveda, polimorfizam, proizvodnja mlijeka, bjelančevine, mliječna mast

Uvod

Istraživanje polimorfni varijanti bjelančevina mlijeka započelo je sredinom XX. stoljeća otkrićem polimorfizma β -laktoglobulina (Aschaffenburg i Drewry, 1955), no još uvijek izaziva značajan interes. Tomu pridonosi i nagli razvoj metoda analize DNA, odnosno lančane reakcije polimeraze (*engl.* Polymerase chain reaction; PCR), zahvaljujući kojoj je omogućena neposredna identifikacija polimorfizma bjelančevina mlijeka na kodogenoj sekvenci odgovornog gena, bez obzira na spol, dob ili proizvodnu fazu jedinke. Do sada je determinirano jedanaest polimorfni varijanti β -laktoglobulina (β -Lg; A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, W) kodiranih mutacijama gena pozicioniranog na 11. kromosomu goveda, četrnaest

polimorfni oblika κ -kazeina (κ -CN; A, A1, B, B2, C, D, E, F1, F2, G1, G2, H, I, J) i devet polimorfni oblika α_{s1} -kazeina (α_{s1} -CN; A, B, C, D, E, F, G, H i I) kodiranih mutacijama gena pozicioniranih na 6. kromosomu goveda (Caroli i sur., 2009). Osim determinacije novih polimorfni oblika bjelančevina mlijeka, poseban znanstveni interes je usmjeren na utvrđivanje moguće povezanosti polimorfizma β -Lg, κ -CN i α_{s1} -CN s proizvodnjom, kvalitetom i koagulacijskim svojstvima mlijeka (iskoristivost mlijeka). Istraživanjima je ustanovljen pozitivan utjecaj BB genotipa β -Lg na udio masti u mlijeku (Ng-Kwai-Hang i sur., 1986; Aleandri i sur., 1990; Tsiaras i sur., 2005; Sitkowska i sur., 2009), udio kazeina u mlijeku (Braunschweig i sur. 2000), udio bjelančevina

*Dopisni autor/Corresponding author: Tel./Phone: +385 1 2393 991; e-mail: aivankovic@agr.hr

u mlijeku (Balcan i sur., 2007), te veći prinos sira (Lunden i sur., 1997; Strzalkowska i sur., 2002). U dijelu istraživanja zapažen je pozitivan učinak AA genotipa β -Lg na mliječnost (Ikonen i sur., 1999; Caroli i sur., 2004). Neka istraživanja kao superioran genotip za mliječnost zapažaju AB genotip β -Lg (Tsiaras i sur., 2005; Karimi i sur., 2009). U dijelu istraživanja utvrđena je sprega polimorfizma κ -CN sa sastavom mlijeka (McLean, 1987) i visinom proizvodnje (Lin i sur., 1986). Alelna B varijanta κ -CN prepoznata je kao superiornija glede kvalitete mlijeka. Rahali i Ménard (1991) ukazuju na bolja reološka svojstva mlijeka krava s κ -CN. Mlijeko s κ -CN B oblikom povezano je s boljim koagulacijskim svojstvima, kraćim vremenom koagulacije te većim prinosom, boljom koenzistencijom i kvalitetom sira (Ng-Kwai-Hang i sur., 2002). Czerniawska i Kamieniecki (2004) navode da B alel κ -CN ima učinak na skraćenje vremena koagulacije od 10 do 30 %. Tako Comin i sur. (2008) navode povoljan učinak B oblika κ -CN na ukupnu količinu bjelančevina u mlijeku. Bordim i sur. (2001) navode da funkcija κ -CN u mlijeku opravdava istraživanje povezanosti polimorfni varijanti sa sastavom i količinom mlijeka, dok Sulimova i sur. (2007) potvrđuju važnost determinacije κ -CN u izgradnji populacija goveda. Polimorfni oblik C α_{s1} -CN u mnogim istraživanjima uočen je kao superioran u odnosu na ostale vezane uz količinu mlijeka i udio bjelančevina u mlijeku. Van Eenennaam i Medrano (1991) te Lien i sur. (1995) zapažaju da α_{s1} -CN C značajno utječe na količinu mlijeka i udio bjelančevina u mlijeku. Kučerová i sur. (2006) zapažaju pozitivnu vezu α_{s1} -CN C s količinom mlijeka, dok Ikonen i sur. (2001) te Boettcher i sur. (2004) nalaze povezanost B oblika α_{s1} -CN s većim udjelom bjelančevina i mliječne masti u mlijeku, no uz negativan učinak B oblika α_{s1} -CN na količinu mlijeka. Cilj ovoga rada je utvrditi učinak alelnih varijanti β -laktoglobulina, κ -kazeina i α_{s1} -kazeina unutar populacija goveda u Hrvatskoj (holstein, simentalac, smeđe govedo) na određena laktacijska kvantitativna i kvalitativna svojstva.

Materijal i metode

Istraživanjem su obuhvaćene tri pasmine goveda i to: holstein (182 jedinke), simentalac (116 jedinki) i smeđe govedo (73 jedinke). Uzorci tkiva (dlaka) holstein pasmine prikupljeni su u Osječko-baranjskoj županiji, simentalac pasmine na području Zagre-

bačke i Koprivničko-križevačke županije, te smeđeg goveda s područja Istarske županije. Uzorci tkiva nakon prikupljanja čuvani su na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do postupka izolacije DNA koji je učinjen pomoću izolacijskog kita Sigma-Aldrich™ GenElute Mammalian Genomic DNA Miniprep Kit. Izolirana DNA do provedbe genotipizacije čuvana je na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Genotipiziranje kodogenih sekvenci β -Lg (dužine 262 bp), κ -CN (dužine 350 bp) i α_{s1} -CN (dužine 620 bp) učinjeno je korištenjem PCR-RFLP metode (reakcije lančane polimeraze - polimorfizam dužine restrikcijskih ulomaka). Za umnažanje kodogenih sekvenci istraženih gena korištene su odgovarajuće začetne oligonukleotidne sekvence (tablica 1). Izdvajanje i umnažanje kodogene sekvence istraženih gena provedeno je u $20\text{ }\mu\text{L}$ reakcijskoj smjesi (H_2O MiliQ; 10X PCR pufer; 25 mM MgCl_2 ; 10 pM svakog začetnog oligonukleotida; 5 U/ μL Taq Polimerase; uzorak DNA). Umnažanje ciljanih sekvenci β -Lg, κ -CN i α_{s1} -CN, nakon početne denaturacije DNA sekvence ($94\text{ }^{\circ}\text{C}/4\text{ min}$), provedeno je kroz 35 ciklusa koji su uključivali denaturaciju $94\text{ }^{\circ}\text{C}/1\text{ min}$, prilijeganje začetnica $60\text{ }^{\circ}\text{C}/0,5\text{ min}$ za β -Lg i κ -CN, odnosno $59\text{ }^{\circ}\text{C}/0,5\text{ min}$ za α_{s1} -CN te ekstenziju $72\text{ }^{\circ}\text{C}/0,5\text{ min}$. Nakon toga slijedila je završna ekstenzija DNA sekvence ($72\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ min}$). Provjera kvalitete PCR produkta učinjena je na 1 % agaroznom gelu nakon bojenja etidijevim bromidom (EtBr).

Detekcija A i B alelnih varijanti κ -CN i β -Lg učinjena je po protokolu Medrano i Aguilar-Cordova (1990), odnosno po protokolu Koczan i sur. (1993) za B i C alelne varijante α_{s1} -CN. PCR produkti podvrgnuti su djelovanju restrikcijskih endonukleaza (tablica 1) u reakcijskoj smjesi (H_2O MiliQ, pufer R, enzim, PCR produkt) pri temperaturi od $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ u trajanju od 2 sata. Rezultati cijepanja restrikcijskim enzimima direktno su očitani na 3 % agaroznom gelu nakon elektroforeze ($100\text{V}/45\text{ min}$) i bojenja gela s EtBr. Genotipovi istraženih gena određeni su na osnovu dužine (bp) DNA ulomaka: β -Lg \rightarrow (AA-153, 109; AB-153, 109, 79/74; BB-109, 79/74), κ -CN \rightarrow (AA-134/132; AB-266, 134/132, 84; BB-266, 84) i α_{s1} -CN \rightarrow (CC-310; BC-310, 214, 96; BB-214, 96).

Podatci o kvalitativnim i kvantitativnim karakteristikama mlijeka krava obuhvaćenih istraživanjem dobiveni su od strane Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA). Statistička obrada rezultata obavljena je softverskim paketom SAS (SAS STAT V8, 1999), primjenom UNIVARIATE i GLM statističke

Tablica 1. Začetne oligonukleotidne sekvence i mjesta djelovanja korištenih enzima u genotipizaciji β -Lg, κ -CN i α_{s1} -CN

Gen	Začetne oligonukleotidne sekvence	Enzim	Mjesto restrikcije
β -Lg	5`GTCCTTGTGCTGGACACCGACTACA 3` 5`GTCCTTGTGCTGGACACCGACTACA 3` (GenBank Acc.No. X14712)	<i>HaeIII</i>	5`...GG↓CC...3` 3`...CC↑GG...5`
κ -CN	5` ATCATTATGGCCATTCCACCAAAG 3` 5` GCCCATTTCGCCTTCTCTGTAAACAGA 3` (GenBank Acc.No. X14908)	<i>HinfI</i>	5`...G↓ANTC...3` 3`...CTNA↑G...5`
α_{s1} -CN	5` TGCATGTTCTCATAATAACC 3` 5` GAAGAAGCAGCAAGCTGG 3` (GenBank Acc.No. X59856)	<i>NumCl</i>	5`...↓GTSAC...3` 3`...CASTG↑...5`

procedure. Linearni model korišten za procjenu značajnosti utjecaja na izraženost fenotipa je:

$$Y_{ijkl} = \mu + g_i + F_f + \alpha_{s1}CN_j + \beta LG_k + \kappa CN_l + e_{ijkl}$$

Gdje je:

Y_{ijklm} = $ijkl$ -ta opažena vrijednost fenotipa,

μ = ukupna srednja vrijednost fenotipa,

g_i = fiksni utjecaj i -tog genotipa (pasmina)
(i = SIM, HOL, SG),

F_f = fiksni utjecaj f -tog genotipa (laktacija)
(f = 1, 2, 3),

α_{s1} -CN $_j$ = slučajni utjecaj j -alelne varijante
 α_{s1} -kazeina (j = BB, BC, CC),

β -LG $_k$ = slučajni utjecaj k -alelne varijante
 β -laktoglobulina (k = AA, AB, BB),

κ -CN $_l$ = slučajni utjecaj l -alelne varijante κ -kazeina
(j = AA, AB, BB)

e_{ijkl} = slučajna greška.

Rezultati i rasprava

β -laktoglobulin (β -Lg)

Analizom polimorfizma β -Lg utvrđena je nazočnost tri genotipa (AA, AB, BB) u istraženim pasminama goveda u Hrvatskoj, odnosno alelne A i B polimorfne varijante β -Lg. Krave holstein pasmine AB genotipa β -Lg ostvarile su veću proizvodnju mlijeka u prve tri standardne laktacije u odnosu na AA i BB genotipove (+51,8 kg; +82,4 kg), no uočena razlika u visini proizvodnje nije bila značajna. Pozitivan učinak AB genotipa na ukupnu proizvodnju mlijeka zabilježili su i Tsiaras i sur. (2005) kao i Karimi i sur.

(2009). Obzirom na prosječni udio mliječne masti u mlijeku tijekom prve tri standardne laktacije, holstein krave BB genotipa β -Lg u odnosu na AA i AB genotipove imale su višu vrijednost (+0,08 %; +0,17 %), no navedena razlika nije bila značajna. Ovakvi rezultati su u skladu s rezultatima brojnih ranijih istraživanja (Ng-Kwai-Hang i sur., 1984; Aleandri i sur., 1990; Balcan i sur., 2007). Obzirom na prosječni udio bjelančevina u mlijeku tijekom prve tri laktacije, holstein krave AB genotipa β -Lg u odnosu na AA i BB genotipove proizvele su mlijeko s neznatno većim udjelom bjelančevina (+0,02 %; +0,02 %). Pozitivan utjecaj AB genotipa na udio bjelančevina u mlijeku ustanovili su Tsiaras i sur. (2005).

Obzirom na proizvedene količine mlijeka u prve tri standardne laktacije, krave simentalne pasmine AB genotipa β -Lg ostvarile su veću proizvodnju mlijeka u odnosu na krave druga dva genotipa (AA, +375,2 kg; BB, +75,4 kg), no uočene razlike nisu bile značajne. Veći broj novijih istraživanja ukazuje na pozitivan učinak AA genotipa β -Lg na mliječnost (Ikonen i sur., 1999; Caroli i sur., 2004). Krave AA genotipa u odnosu na krave s AB i BB genotipa proizvele su mlijeko s većim udjelom mliječne masti (+0,09 %; +0,04 %). Također, krave genotipa AA imale su povoljniji udio bjelančevina u mlijeku u odnosu na krave AB i BB genotipa (+0,03 %; +0,05 %), no navedene razlike nisu bile značajne.

Krave smeđe pasmine AA genotipa β -Lg tijekom prve tri laktacije proizvele su veću količinu mlijeka u odnosu na genotipove AB i BB (+372,2 kg; +426,9 kg). Krave smeđe pasmine AB genotipa proizvele su

Tablica 2. Pokazatelji visine proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka istraženih pasmina tijekom prve tri laktacije po genotipovima β -Lg

Pasmina	Genotip	Količina mlijeka (kg / 305 dana)	Udio mliječne masti (%)	Udio bjelančevina (%)
HOL	AA (13,2 %)	8898,7±450,3	3,96±0,13	3,26±0,05
	AB (59,5 %)	8950,5±299,7	3,87±0,08	3,28±0,03
	BB (27,3 %)	8868,1±357,1	4,04±0,10	3,26±0,04
SIM	AA (8,7 %)	6474,8±326,3	4,35±0,11	3,46±0,04
	AB (67,0 %)	6850,0±121,1	4,26±0,04	3,43±0,01
	BB (24,3 %)	6774,6±186,6	4,31±0,06	3,41±0,02
SM	AA (15,9 %)	7585,3±229,2	3,92±0,09	3,49±0,04
	AB (57,9 %)	7213,1±173,6	3,76±0,05	3,44±0,02
	BB (26,2 %)	7158,4±237,9	3,94±0,07	3,54±0,03

HOL - holstein, SIM - simentalac, SM - smeđe govedo

mlijeko s nižim udjelom mliječne masti u odnosu na AA i BB genotipove (-0,16 %; -0,18 %). Udio bjelančevina u mlijeku krava smeđe pasmine BB genotipa β -Lg u odnosu na krave AA i AB genotipa bio je neznatno viši (+0,05 %; +0,10 %).

K-kazein (κ -CN)

Analizom polimorfizma κ -CN utvrđena je nažočnost tri genotipa (AA, AB, BB) odnosno dvije polimorfne alelna varijante (A, B) u istraženim pasminama goveda u Hrvatskoj. U prve tri standardne laktacije krave holstein pasmine AA genotipa κ -CN u odnosu na AB i BB genotipove proizvele su veću količinu mlijeka (+258,1 kg; +369,7 kg), no uočene razlike nisu bile značajne. Istovremeno su holstein krave AA genotipa κ -CN proizvele i mlijeko s većim udjelom mliječne masti (+0,17 %; +0,26 %) u odnosu na krave AB i BB genotipa. Najpovoljnijim obzirom na udio bjelančevina u mlijeku holstein krava pokazao se genotip AA, koji je imao neznatno veće vrijednosti udjela bjelančevina u mlijeku u odnosu na κ -CN genotipove AB i BB (+0,02 %; +0,02 %).

Kao najnepovoljniji genotip κ -CN obzirom na proizvedenu količinu mlijeka tijekom prve tri standardne laktacije krava simentalac pasmine utvrđen je genotip BB, koji je u odnosu na AA i AB genotipove ostvario manju proizvodnju mlijeka (-356 kg; -421,7 kg), što je sukladno zapažanju Tsiarasa i sur. (2005). Istovremeno su krave simentalac pasmine BB genotipa proizvele mlijeko s većim udjelom mliječne masti u odnosu na krave AA i AB genotipa

(+0,04 %; +0,11 %). Krave simentalac pasmine genotipa AB κ -CN tijekom prve tri laktacije imale su neznatno manji udio bjelančevina od krava AA i BB genotipa (-0,02 %; -0,02 %). Uočene razlike nisu bile značajne. Ranija istraživanja (Chrenek i sur., 2003; Kučerová i sur., 2006; Comin i sur., 2008) ukazuju na povoljan učinak BB genotipa κ -CN na udio mliječne masti i bjelančevina u mlijeku.

U populaciji istraženih krava smeđe pasmine, krave BB genotipa κ -CN proizvele su veću količinu mlijeka tijekom prve tri standardne laktacije u odnosu na AA i AB genotipove (+410,2 kg; +243,4 kg). Međutim, isti genotip bio je povezan s manjim vrijednostima udjela mliječne masti u mlijeku obzirom na AA i AB genotipove (-0,23 %; -0,22 %). Obzirom na prosječni udio bjelančevina u mlijeku krave smeđe pasmine AB genotipa κ -CN u odnosu na AA i BB genotipove proizvele su mlijeko s većim udjelom bjelančevina (+0,02 %; +0,07 %), premda uočene razlike nisu bile značajne. Braunschweig i sur. (2000) istražujući utjecaj kazeinskih genotipova na proizvodne i kvalitativne odlike mlijeka smeđeg goveda zaključuju da alelna A varijanta κ -kazeina u odnosu na B varijantu snižava udio bjelančevina u mlijeku.

as1-kazein (α_{s1} -CN)

Analizom polimorfizma α_{s1} -CN utvrđena je nažočnost dva genotipa (BB, BC), odnosno dvije alelna (B, C) polimorfne varijante u istraženim pasminama goveda. U istraženju populaciji holstein krava proizvedena količina mlijeka u prve tri standardne laktacije bila je viša u krava BC genotipa α_{s1} -CN u odnosu

Tablica 3. Pokazatelji visine proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka istraženih pasmina tijekom prve tri laktacije po genotipovima κ -CN

Pasmina	Genotip	Količina mlijeka (kg/305 dana)	Udio mliječne masti (%)	Udio bjelančevina (%)
HOL	AA (62,9 %)	7928,2±488,3	4,02±0,13	3,33±0,04
	AB (27,1 %)	7670,1±447,1	3,85±0,12	3,31±0,04
	BB (10,0 %)	7558,5±654,9	3,76±0,17	3,31±0,06
SIM	AA (41,6 %)	6315,0±319,1	4,30±0,11	3,43±0,04
	AB (49,2 %)	6380,7±357,2	4,23±0,12	3,41±0,05
	BB (9,2 %)	5959,0±492,7	4,34±0,17	3,43±0,07
SM	AA (39,2 %)	7014,2±180,6	3,89±0,06	3,48±0,02
	AB (44,9 %)	7181,0±173,7	3,88±0,06	3,50±0,02
	BB (15,9 %)	7424,4±268,1	3,66±0,09	3,43±0,04

HOL - holstein, SIM - simentalac, SM - smeđe govedo

na BB genotip (+451,9 kg). U istraženju populaciji holstein krava proizvedena količina mlijeka u prve tri standardne laktacije bila je viša u krava BC genotipa α_{s1} -CN u odnosu na BB genotip (+451,9 kg), dok je mlijeko krava BB genotipa imalo povoljniju vrijednost udjela mliječne masti u mlijeku (0,03%), no navedene razlike nisu bile značajne. Prosječni udio bjelančevina u mlijeku krava holstein pasmine tijekom prve tri standardne laktacije bio je značajno ($P < 0,05$) veći u krava BC genotipa u odnosu na BB genotip (+0,10 %) što je sukladno nekim ranijim istraživanjima u kojima je uočen pozitivan učinak C alelna varijante α_{s1} -CN na udio i količinu bjelančevina u mlijeku (Lien i sur., 1995).

Krave simentalke pasmine BC genotipa α_{s1} -CN proizvele su u odnosu na BB genotip veću količinu mlijeka (+364,2 kg) tijekom prve tri laktacije. Havlíček (1996) navodi također povoljan utjecaj BC genotipa α_{s1} -CN češkog simentalca na ukupnu količinu proizvedenog mlijeka te na udio mliječne masti i bjelančevina u mlijeku. Također, krave genotipa BC imale su povoljniju prosječnu vrijednost udjela mliječne masti u mlijeku tijekom prve tri laktacije u odnosu na krave genotipa BB α_{s1} -CN (+0,09 %). Međutim, krave BB genotipa α_{s1} -CN proizvele su mlijeko s većim udjelom bjelančevina u odnosu na krave BC genotipa (+0,02 %). Navedene razlike nisu bile značajne.

Tablica 4. Pokazatelji visine proizvodnje i kemijskog sastava mlijeka istraženih pasmina tijekom prve tri laktacije po genotipovima α_{s1} -C

Pasmina	Genotip	Količina mlijeka (kg/305 dana)	Udio mliječne masti (%)	Udio bjelančevina (%)
HOL	BB (84,2 %)	8896,2±234,3	4,10±0,06	3,28±0,02 ^a
	BC (15,8 %)	9348,1±394,7	4,07±0,11	3,38±0,04 ^b
SIM	BB (84,2 %)	6784,2±193,9	4,39±0,07	3,47±0,02
	BC (15,8 %)	7148,4±415,4	4,48±0,16	3,45±0,05
SM	BB (92,7 %)	7369,3±187,8	3,84±0,06	3,48±0,03
	BC (7,3 %)	6695,1±534,0	3,90±0,18	3,58±0,08

^{a,b}Vrijednosti u istoj koloni označene različitim slovima značajno se razlikuju ($P < 0,05$); HOL - holstein, SIM - simentalac, SM - smeđe govedo

U istraženom uzorku krava smeđe pasmine obzirom na proizvedenu količinu mlijeka u prve tri standardne laktacije ustanovljeno je da su krave s BB genotipom α_{s1} -CN u odnosu na BC genotip ostvarile veću proizvodnju mlijeka (+674,2 kg). Boettcher i sur. (2004) navode negativan utjecaj B alelne varijante na proizvodnju mlijeka smeđe pasmine, a pozitivan na udio mliječne masti i bjelančevina u mlijeku. Promatrajući prosječan udio mliječne masti u mlijeku krava smeđe pasmine tijekom prve tri laktacije ustanovljeno je da su krave BB genotipa α_{s1} -CN u odnosu na BC genotip proizvele mlijeko s manjim udjelom mliječne masti (-0,06 %). Istovremeno su krave smeđe pasmine BC genotipa α_{s1} -CN u odnosu na BB genotip proizvele mlijeko s većim udjelom bjelančevina u mlijeku (+0,10 %). Navedene razlike nisu bile značajne.

Zaključci

Istraživanjem nije utvrđen značajan utjecaj polimorfizma β -Lg na visinu proizvodnje mlijeka, premda je u holstein i simentalne pasmine najveća proizvodnja zapažena u krava AB genotipa β -Lg, odnosno u smeđe pasmine AA genotipa β -Lg. Zapaženi pozitivan utjecaj BB genotipa β -Lg na udio mliječne masti statistički nije značajan. Također, zapaženi utjecaj polimorfizma β -Lg na udio bjelančevina u mlijeku statistički nije značajan. Istraživanjem utvrđena veća mliječnost simentalnih krava AB genotipa κ -CN, odnosno u holstein krava AA genotipa statistički nije značajna. Nije zapažen značajan utjecaj polimorfizma κ -CN na udio mliječne masti i bjelančevina u mlijeku istraženih pasmina goveda kao ni utjecaj polimorfizma α_{s1} -CN na ukupnu proizvodnju mlijeka i udio mliječne masti u mlijeku. Ustanovljen je pozitivan utjecaj BC genotipa α_{s1} -CN na udio bjelančevina u mlijeku krava holstein pasmine ($P < 0,05$). Budući da rezultati ranijih istraživanja također nisu jednoznačni u pogledu povezanosti polimorfizma istraženih bjelančevina na količinu i kvalitetu mlijeka držimo opravdanim nastaviti istraživanje na većem broju jedinki, posebice dominantnih mliječnih pasmina goveda.

Zahvala

Istraživanje je provedeno u okviru znanstveno istraživačkog projekta kojeg financijski podupire Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa ("Tipizacija i inventarizacija genetskih obilježja goveda u Hrvatskoj"; 178-0790466-0398). Posebnu zahvalnost iskazujemo uzgajivačima kao i Hrvatskoj poljoprivrednoj agenciji na pomoći pri prikupljanju uzoraka i ustupanju podataka o proizvodnim pokazateljima.

Effect of β -lactoglobulin, κ -casein and α_{s1} -casein polymorphic allelic variant on milk production traits in Croatian population of Holstein, Simmental and Brown cattle breed

Abstract

The object of the present study was to analyse effect of polymorphic allelic variants of β -lactoglobulin, κ -casein and α_{s1} -casein on total milk yield, fat and protein content in milk of Holstein, Simmental and Brown cattle breeds in Croatia during the first three standard lactations. Although the certain effects of polymorphic variants of β -lactoglobulin, κ -casein and α_{s1} -casein on the level of milk yield in analyzed breeds of cattle are observed, those effects were not significant. The effect of polymorphic variants of β -lactoglobulin, κ -casein and α_{s1} -casein on average fat content in milk of analyzed breeds has noticed, although differences were not significant. Differences in protein content in milk with different polymorphic variants of β -lactoglobulin, κ -casein and α_{s1} -casein were not significant, except in case of BC genotype of α_{s1} -casein, which was significant ($P < 0,05$) on protein content in the milk of Holstein breed.

Key words: cattle breeds, polymorphism, milk production, proteins, milk fat

Literatura

1. Aleandri, R., Buttazzoni, L.G., Schneider, J.C. (1990): The effects of milk protein polymorphisms on milk components and cheese-producing ability. *Journal of Dairy Science* 73, 241-255.
2. Aschaffenburg, R., Drewry, J. (1955): Occurrence of different β -lactoglobulins in cow's milk. *Nature* 176, 218-219.
3. Balcan, R.A., Georgescu, S.E., Adina, M., Anca, D., Tesio, C.D., Marieta, C. (2007): Identification of beta-lactoglobulin and kappa-casein genotypes in cattle. *Zootehnie si Biotehnologii* 40, 211-216.
4. Boettcher, P.J., Caroli, A., Stella, A., Chessa, S., Budelli, E., Canavesi, F., Ghiroldi, S., Pagnacco, G. (2004): Effects of casein genotypes on milk production traits in Italian Holstein and Brown Swiss cattle. *Journal of Dairy Science* 87, 4311-4317
5. Bordim, G., Cordeiro Raposo, F., de la Calle, B., Rodrigues, A.R. (2001): Identification and quantification of major bovine milk protein by liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* 928, 63-76.
6. Braunschweig, M., Hagger, C., Stranzinger, G., Puhan, Z. (2000): Association between casein haplotypes and milk production traits of Swiss brown cattle. *Journal of Dairy Science* 83, 1387-1395.
7. Caroli, A., Chessa, S., Bolla, P., Budelli, E., Gandini, G.C. (2004): Genetic structure of milk protein polymorphism and effects on milk production traits in a local dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 121, 119-127.
8. Caroli, A.M., Chessa, S., Erhardt, G.J. (2009): Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. *Journal of Dairy Science* 92, 5335-5352.
9. Chrenek, P., Huba, J., Vašíček, D., Peškovičová, D., Bulla, J. (2003): The relation between genetic polymorphism markers and milk yield in Brown Swiss cattle imported to Slovakia. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 16, 1397-1401.
10. Comin, A., Cassandro, M., Chessa, S., Ojala, M., Dal Zotto, R., De Marchi, M., Carnier, P., Gallo, L., Pagnacco, G., Bittante, G. (2008): Effects of Composite β - and κ -Casein Genotypes on Milk Coagulation, Quality, and Yield Traits in Italian Holstein Cows. *Journal of Dairy Science* 91, 4022-4027.
11. Czerniawska, P.E., Kamieniecki, H. (2004): Milk protein polymorphism in cattle. *Med Weter* 60, 692-694.
12. Havlíček, Z. (1996): Polymorfismus mléčných proteinů ve vztahu k jejich produkci a kvalitě. *Disertacija*, Brno, str. 179.
13. Ikonen, T., Ojala, M., Ruottinen, O. (1999): Associations between milk protein polymorphism and first lactation milk production traits in Finnish Ayrshire cows. *Journal of Dairy Science* 82, 1026-1033.
14. Ikonen, T., Bovenhuis, M., Ojala, M., Puottinen, O., Georges, M. (2001): Association between casein genotypes and first lactation milk production traits in Finnish Ayrshire cows. *Journal of Dairy Science* 84, 507-514.
15. Karimi, K., Beigi Nassiri, M.T., Mirzadeh, Kh., Ashayerizadeh, A., Roushanfekr, H., Fayyazi, J. (2009): Polymorphism of the β -lactoglobulin gene and its association with milk production traits in Iranian Najdi cattle. *Journal of Biotechnology* 7, 82-85.
16. Koczan, D., Hoborn, G., Seyfert, H-M. (1993): Characterization of the bovine α S1-casein gene C-allele, based on a MaeIII polymorphism. *Animal Genetics* 24, 74.
17. Kučerová, J., Matějčík, A., Jandurová, O.M., Sorensen, P., Němcová, E., Štípková, M., Kott, T., Bouška, J., Frelich, J. (2006): Milk protein genes CSN1S1, CSN2, CSN3, LGB and their relation to genetic values of milk production parameters in Czech Fleckvieh. *Czech Journal of Animal Science* 51, 241-247.
18. Lien, S., Gomez-Raya, L., Steine, T., Finland, E., Rogné, S. (1995): Associations between casein genotypes and milk yield traits. *Journal of Dairy Science* 78, 2047-2056.
19. Lin, C.Y., McAllister, A.J., Ng-Kwai-Hang, K.F., Hayes, J.F. (1986): Effects of milk protein loci on first lactation production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 69, 704-712.
20. Lunden, A., Nilsson, M., Janson, L. (1997): Marked effect of beta-lactoglobulin polymorphism on the ratio of casein to total protein in milk. *Journal of Dairy Science* 80, 2996-3005.
21. McLean, D.M. (1987): Influence of milk protein variants on milk composition, yield and cheese making properties. *Animal Genetics* 18, 100-102.
22. Medrano, J.F., Aguilar-Cordova, E. (1990): Genotyping of bovine kappa-casein loci following DNA sequence amplification. *Bio-Technology* 8, 144-146.
23. 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. *Journal of Dairy Science* 67, 835-840.
24. Ng-Kwai-Hang, K.F., Hayes, J.F., Moxley, J.E., Monardes, H.G. (1986): Relationship between milk protein polymorphism and major milk protein constituents in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science* 69, 22-26.
25. Ng-Kwai-Hang, K.F., Dodds, C., Boland, M.J., Auld-ist, M.J. (2002): The influence of genetic variant of β -lactoglobulin on speed and firmness of rennet curd. *Milchwissenschaft* 57, 267-269.
26. SAS/STAT 1999. Version V8, SAS Institute Inc. NC, USA.
27. Sitkowska, B., Neja, W., Wisniewska, E., Mroczkowski, S., Sava, A. (2009): Effect of the polymorphic composite forms of beta-lactoglobulin on the milk yield and chemical composition in maximum lactation. *Journal of Central European Agriculture* 10, 251-254.

28. Strzalkowska, N., Kvwowski, J., Ryniewicz, Z. (2002): Effect of Kappa-casein and beta-lactoglobulin polymorphism on cows' age, stage of lactation and somatic cell count on dairy milk composition in Polish Black and White cattle. *Animal Science Papers and Reports* 20, 21-35.
29. Sulimova, G.E., Azari, M.A., Rostamzadeh, J., Abadi, M.M.R., Lazebny, O.E. (2007): κ -casein gene (CSN3) allelic polymorphism in Russian cattle breeds and its information value as a genetic marker. *Russian Journal of Genetics* 43, 73-79.
30. Tsiaras, A.M., Bargouli, G.G., Banos, G., Boscós, C.M. (2005): Effect of kappa-casein and beta-lactoglobulin loci on milk production traits and reproductive performance of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 88, 327-334.
31. Van Eenennaam, A., Medrano, J.F. (1991): Milk protein polymorphisms in California dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 74, 1730-1742.