

## Kontrola mliječnosti i koncentracije ukupnog kolesterola, aktivnosti gama-glutamil-transferaze i glutacion-peroksidaze u krvi simentalskih krava

Terezija Silvija Marenjak, Darija Stipičić, Nina Poljičak-Milas, Krešo Čolig

Izvorni znanstveni rad – Original scientific paper

UDK: 637.112/636.237.23

### Sažetak

*U dva istraživačka razdoblja (prvi – u svibnju 2004., drugi – u lipnju 2004.) praćena je proizvodnja mlijeka, koncentracija kolesterola i aktivnost gama-glutamil-transferaze (GGT) te glutacion-peroksidaze (GPx) u krvi simentalskih krava. Svrha je bila utvrditi povezanost između proizvodnje mlijeka i pojedinih pokazatelja u krvi, te njihovu moguću primjenu kao pokazatelja mliječnosti. U istraživanje je bilo uključeno 12 simentalskih krava s obiteljskog gospodarstva na području Zagrebačke županije. Krave su iz vlastitog uzgoja, podjednake starosti i stadija laktacije. Prosječna proizvodnja mlijeka kao i koncentracija ukupnog kolesterola u plazmi bila je značajno veća u svibnju u odnosu na lipanj (20,55 L/d u odnosu na 15,44 L/d, odnosno 4,55 mmol/L u odnosu na 3,96 mmol/L), dok je aktivnost GPx i GGT bila značajno niža u svibnju u odnosu na lipanj (GPx = 1 720,66 U/L u odnosu na 1 808 U/L; GGT = 20,11 U/L u odnosu na 23,22 U/L). Utvrđena je pozitivna korelacija mliječnosti i koncentracije ukupnog kolesterola u krvnoj plazmi ( $r = 0,58$ ;  $p < 0,05$ ). Koncentracija ukupnog kolesterola u krvi simentalskih krava mogla bi poslužiti kao jedan od specifičnih pokazatelja proizvodnih mogućnosti, dok aktivnost navedenih enzima ukazuje na hranidbeni status krava o kojemu ovisi proizvodnja mlijeka.*

*Ključne riječi: proizvodnja mlijeka, činioci, enzimi, kolesterol, simentalske krave*

### Uvod

Test metaboličkog profila (*engl.* metabolic profile test; MPT) već se duži niz godina primjenjuje na visokoproduktivnim mliječnim farmama kao svrhovita metoda praćenja zdravlja i prevencije bolesti mliječnog stada (Whitaker, 2000.). Prate se biokemijski pokazatelji iz krvi i mlijeka, najčešće metaboliti, enzimi i mineralne tvari, kao i primjerene hematološke pretrage. Kako bi rezultati MPT-a mogli biti ispravno tumačeni, neminovno je

poznavati patološka odstupanja pojedinih pokazatelja, ali i fiziološki uvjetovane varijacije. Istraživanja ukazuju na promjene koncentracije krvnih metabolita vezano uz kvalitetu i sastav obroka mliječnih krava (Loor i Herbein, 2001.; Khanal i sur., 2002.; McNamara i sur., 2003.). Klimatske prilike, odnosno temperaturne razlike, također mogu utjecati na promjene pojedinih pokazatelja (Whitaker i sur., 2000.; Bouraoui i sur., 2002.; Marenjak i sur., 2006.). Postoji i pretpostavka da se pojedini pokazatelji iz krvi mogu koristiti u procjeni proizvodnih sposobnosti mliječnog stada.

U ovom radu je praćena koncentracija ukupnog kolesterola i aktivnost enzima gama-glutamil-transferaze (GGT) i glutation-peroksidaze (GPx) u krvi, i njihova povezanost s proizvodnjom mlijeka u simentalskih krava.

### ***Materijal i metode***

Istraživanje je provedeno na obiteljskom gospodarstvu koje se bavi proizvodnjom mlijeka i uzgojem simentalskih krava. Prosječna godišnja proizvodnja mlijeka po kravi iznosila je 5 000 L, a mlijeko je svrstano u A klasu. Za potrebe istraživanja odabrano je 12 krava simentalske pasmine iz vlastitog uzgoja, podjednakog proizvodnog ciklusa (od 70. do 100. dana laktacije), starosti (4 - 5 godina) i tjelesne mase (600 - 650 kg). Krave su držane u klasičnoj staji na vezu, bez mogućnosti ispusta. Hranidba i mužnja obavljana je dva puta dnevno, u 7 i 19 sati, a voda je kravama bila na raspolaganju po volji. Sastav obroka i kemijski sastav krmiva prikazan je u tablici 1. Na farmi je primjenjivana strojna mužnja u sabirne muzne kante (Westfalia, Njemačka).

Uzorci krvi uzimani su uvijek u isto vrijeme, 3 sata nakon hranjenja iz *v. jugularis* u BD vakutajnere (LH 85 I.U.). Krv je transportirana na +4 °C i neposredno po dolasku u laboratorij centrifugirana na 3000 x g kroz 10 minuta. Za određivanje koncentracije ukupnog kolesterola i aktivnosti gama-glutamil-transferaze (GGT) plazma je spremljena na -20 °C do analize spektrofotometrom (Olympus AU 600, 1996, Japan) pomoću komercijalnog seta (Herbos Dijagnostika d.o.o., Sisak), dok je za mjerenje aktivnosti glutation-peroksidaze (GPx) bila zamrznuta puna krv u kojoj je izmjerena aktivnost navedenog enzima pomoću komercijalnog seta RANSEL («Randox», UK).

Statističkim modelom ANOVA-MANOVA (Statistica, 7.1, StatSoft, USA, 1997-2004.) uspoređivana je mliječnost i biokemijski pokazatelji u krvi

istih simentalških krava između dva istraživačka razdoblja. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost  $\pm$  SD uz interval značajnosti  $p < 0,05$  i  $p < 0,001$ . Za testiranje značajnosti između svih parova srednjih vrijednosti korišten je Wilks-lambda test.

Tablica 1: Sastav obroka i kemijski sastav krmiva

Table 1: Ingredients and chemical composition of the diet

Krmiva / Forage	kg/dan u ST (kg /daily in DM)
Talijanski ljulj (zeleni) Perennial ryegrass (fresh)	12,67
Smjesa za muzne krave* Concentrate mixture for dairy cows*	7,22
Kemijski sastav (%) / Chemical composition (%)	
Suha tvar (ST) / Dry matter (DM)	22,81
Sirovi protein (SP) / Crude protein (CP)	15,26
RUP <sup>1</sup> % ST	4,04
RUP % SP	26,49
RDP <sup>2</sup> % ST	11,22
Sirova mast / Raw fat	2,68
ADF <sup>3</sup>	19,65
NDF <sup>4</sup>	37,98
NFC <sup>5</sup>	35,78
Ca	0,91
P	0,60
Mg	0,47
ME <sup>6</sup> (Mcal/kg)	2,32
NEL <sup>7</sup> (Mcal/kg)	1,58

\* Smjesa za muzne krave: ječam 25%; kukuruzno zrno 7,86%; repičina sačma 5%; sojina sačma 16%; kukuruzni gluten 13,6%; repini rezanci 9%; pšenične posije 15%; vapnenac 1,95%; fosfat 1%; NaCl 0,9%; mineralni premiks 0,9%; magnezij oksid 1%; aroma 2,75%.

\* Concentrate mixture: 25% barley; 7,86% corn grain; 5% rapeseed meal; 16% soymeal; 13,6% corn gluten; 9% beet pulp; 15% wheat bran; 1,95% limestone; 1% phosphate; 0,9% sodium chloride; 0,9% minerale mixture; 1% magnesium oxide; 2,75% flavour.

<sup>1</sup>RUP - u buragu neprobavljive bjelančevine / rumen undegradible protein

<sup>2</sup>RDP - u buragu probavljive bjelančevine / rumen degradable protein

<sup>3</sup>ADF - kisela detergentska vlaknina / acid detergent fiber

<sup>4</sup>NDF - neutralna detergentska vlaknina / neutral detergent fiber

<sup>5</sup>NFC - nestrukturni ugljikohidrati / non-fiber carbohydrates

<sup>6</sup>ME - metabolička energija / metabolic energy

<sup>7</sup>NEL - neto energija laktacije / neto energy of lactation

### Rezultati

U tablici 2 sumarno su prikazani rezultati za prosječnu proizvodnju mlijeka, koncentraciju ukupnog kolesterola te aktivnosti enzima glutation-peroksidaze (GPx) i gama-glutamil-transferaze (GGT) u krvi simentalških krava u pokusu. Proizvodnja mlijeka u svibnju kretala se od 16 - 26 L/d, a u lipnju od 9 - 22 L/d (tablica 2) što je značajno manje u odnosu na svibanj (15,44 L/d u odnosu na 20,55 L/d;  $p < 0,05$ ; tablica 2). Koncentracija ukupnog kolesterola pratila je ukupnu proizvodnju mlijeka te je bila značajno veća u svibnju (tablica 2). Nadalje, aktivnosti enzima značajno su porasle u drugom istraživačkom razdoblju (slika 1). Prosječna aktivnost GPx bila je 1 720,66 U/L u svibnju te 1 808 U/L u lipnju, dok je aktivnost GGT iznosila od 16 - 29 U/L u svibnju, odnosno od 18 - 33 U/L u lipnju s prosječnom vrijednošću od 20 U/L u svibnju te 23 U/L u lipnju (tablica 2). Korištenim statističkim modelom potvrđen je značajan utjecaj istraživačkog razdoblja na aktivnost mjenjenih enzima u krvi i na mliječnost ( $p < 0,001$ , slika 1). Ustanovljena je značajno pozitivna korelacija između mliječnosti i ukupnog kolesterola u krvnoj plazmi simentalških krava (slika 3), dok aktivnost izmjerenih enzima nije značajnije korelirala s mliječnošću.

*Tablica 2: Prosječna mliječnost, koncentracija ukupnog kolesterola i aktivnost glutation-peroksidaze (GPx) i gama-glutamil-transferaze (GGT) u plazmi simentalških krava*

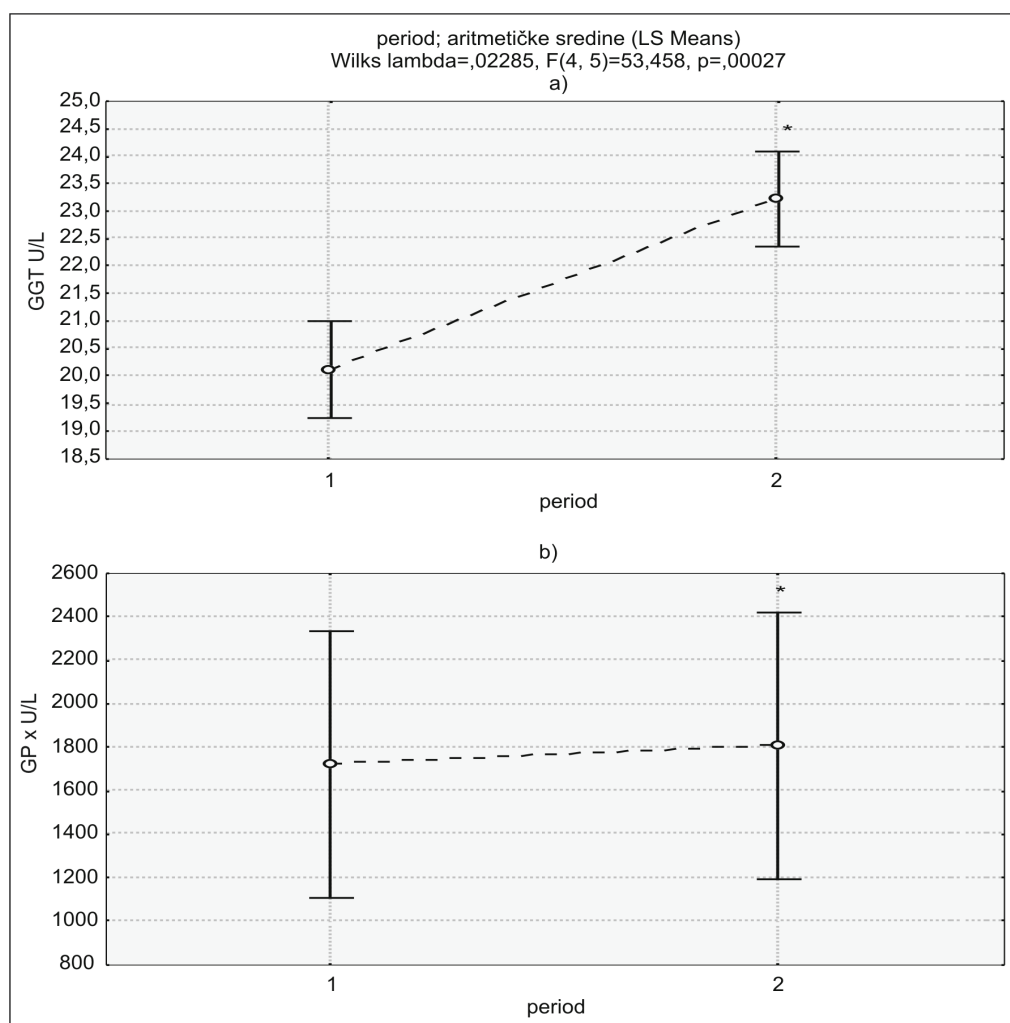
*Table 2: Average milk production, total cholesterol concentration and activity of glutathion-peroxidase (GPx) and gamma-glutamyl-transferase (GGT) in Simmental cows plasma*

Period Preiod	1 (svibanj) 1(May)	2 (lipanj) 2 (June)
Mliječnost (L/d) Milk production (L/d)	20,55 ± 3,43*	15,44 ± 4,50
Ukupni kolesterol (mmol/L) Total cholesterol (mmol/L)	4,55 ± 0,87*	3,96 ± 0,88
GPx (U/L)	1 720,66 ± 1 040,14*	1 808 ± 300,78
GGT (U/L)	20,11 ± 4,62*	23,22 ± 4,97

\*  $p < 0,05$

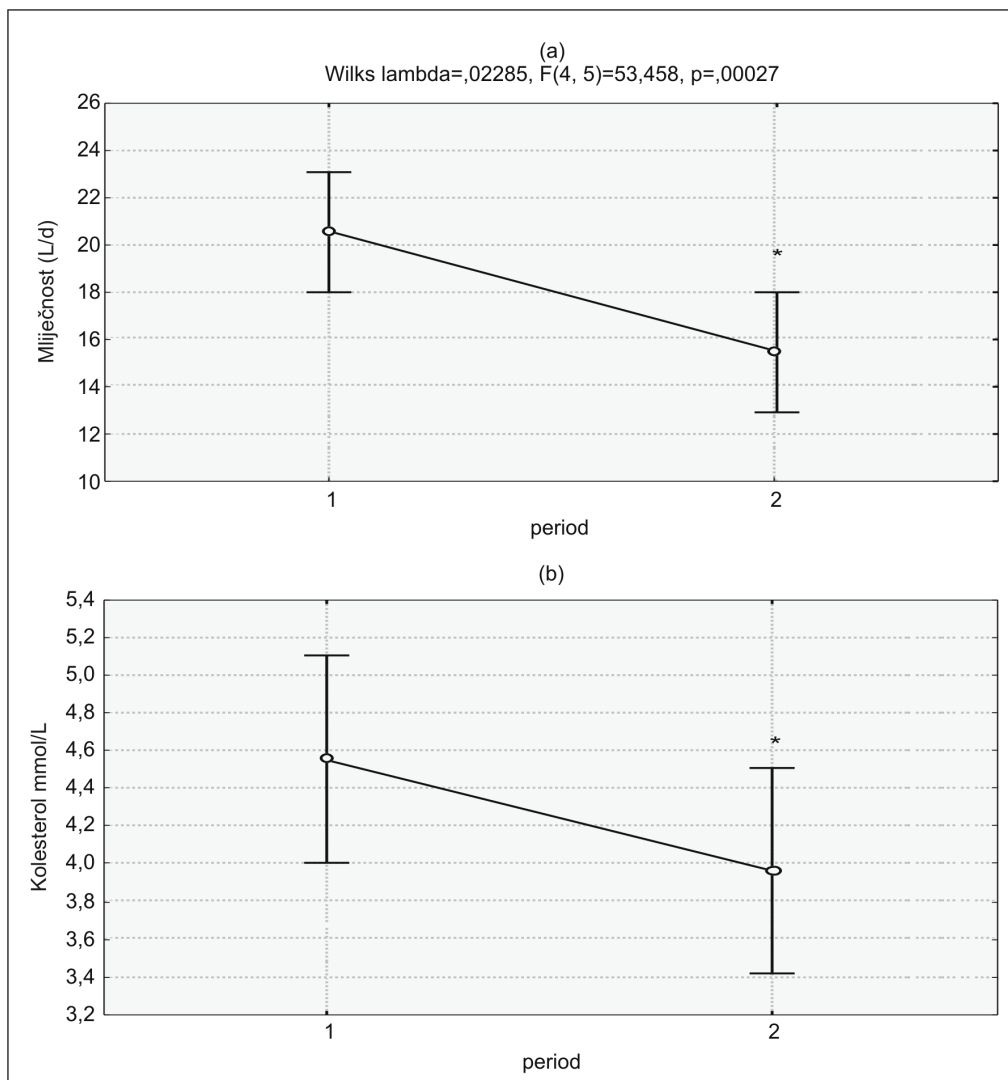
### Diskusija

Proizvodne karakteristike uzgojnih životinja uvelike ovise o nasljednim činiocima. Međutim, osim nasljednih činilaca, okoliš, način držanja i hranidba životinja bitno utječu na ispoljavanje nasljednih osobina. Prema Fikse i sur. (2003.), ukoliko je genotip izložen različitim okolišnim utjecajima, stvara



Slika 1: Aktivnost gama-glutamil-transferaze, GGT (a) i glutation-peroksidaze, GPx (b) u krvnoj plazmi simentalških krava

Figure 1: Gamma-glutamyl-transferase (GGT) and glutathion-peroxidase (GPx) activity in Simmental cows blood plasma



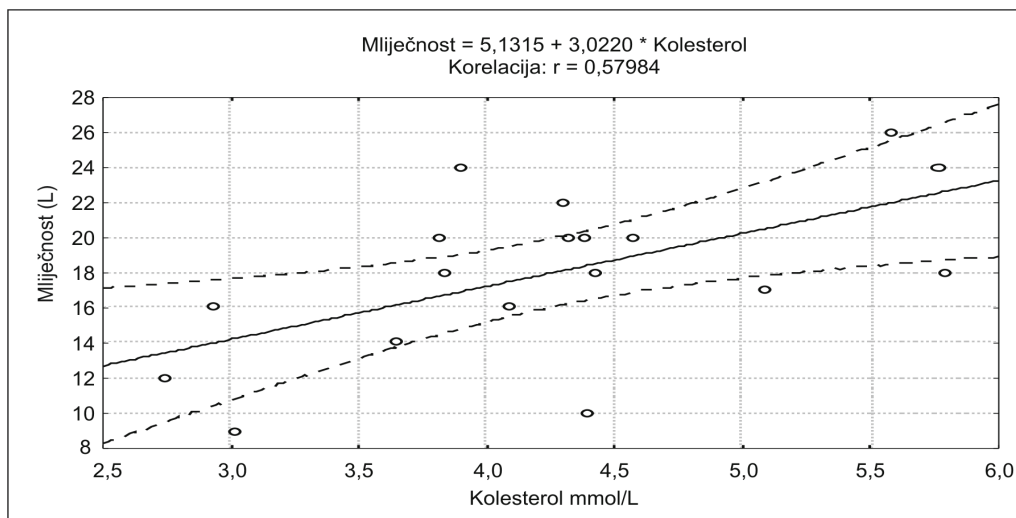
Slika 2: Mliječnost (a) i koncentracija ukupnog kolesterola u plazmi (b) simentalских krava u pokusu

Figure 2: Milk production (a) and total cholesterol concentration in Simmental cows during the study

različite fenotipove, a kakav će biti kranji rezultat ovisi od genotipa do genotipa. Vrlo se često, upravo pri izračunu interakcije genotipa i okoliša, koristi prosječna proizvodnja mlijeka kao kontinuirana varijabla

(Kirkpatrick i Heckman, 1989.). Treba napomenuti da temperaturni stres često negativno utječe na proizvodnju mlijeka (Bouraoui i sur., 2002.). U našem je istraživanju prosječna proizvodnja mlijeka krava u svibnju iznosila 20 L dnevno, dok se u drugom istraživačkom razdoblju, u lipnju, smanjila za gotovo pet litara (tablica 2). Ako uzmemo u obzir redosljed i stadij laktacije mogli bismo zaključiti da je proizvodnja mlijeka bila niža od prosjeka dotične pasmine (Stočarski selekcijski centar, 2004.).

Istraživačko razdoblje utjecalo je na proizvodnju mlijeka kao na ostale mjerene pokazatelje u krvi ( $\lambda = 0,00022$ ;  $F = 53,46$ ;  $p = 0,00027$ , slika 1 i 2). Uzmemo li u obzir hranidbenu vrijednost obroka, ona je bila dostatna za proizvodnju mlijeka od 22 litre dnevno (NRC, 2001.) te bismo stoga mogli pretpostaviti neke druge činioce koji su mogli dovesti do znatnog smanjenja proizvodnje mlijeka u razmaku od mjesec dana. Klimatske prilike, odnosno viša temperatura okoliša i veća relativna vlažnost zraka u lipnju, mogle su dovesti do slabijih proizvodnih rezultata. Na višoj temperaturi okoliša krave manje jedu pa se umanjuje i mijena tvari, odnosno preusmjerava protok krvi u periferna tkiva radi hlađenja organizma i održavanja fiziološke ravnoteže



Slika 3: Koeficijent korelacije između mliječnosti i koncentracije ukupnog kolesterola u plazmi simentalских krava ( $p < 0,05$ )

Figure 3: Correlation coefficient of milk production and total cholesterol concentration in Simmental cows plasma ( $p < 0,05$ )

(McGuire et al., 1989.). Tijek laktacije također je mogao utjecati na količinu proizvedenog mlijeka jer su krave u drugom kontrolnom razdoblju prošle vrh laktacije nakon kojeg je moguć jači pad proizvodnje mlijeka, a vezano uz hranidbu i način upravljanja farmom (Uremović i sur., 2002.).

Nadalje, koncentracija ukupnog kolesterola u plazmi krava u oba istraživačka razdoblja, bila je viša u odnosu na referentne vrijednosti koje prikazuju Kaneko i sur. (1997.), sa značajno većom koncentracijom u svibnju, dok je u lipnju zabilježen pad, uz istovremeno smanjenu mliječnost (slika 2). Prema istraživanjima Williams i Stanko-a (1999.) koncentracija ukupnog kolesterola u krvi krava hranjenih pretežno voluminoznim krmivom kreće se u prosjeku od 2,56 - 3,84 mmol/L, dok je razina ukupnog kolesterola pri vrhu laktacije vrlo visoka i iznosi 7,68 mmol/L. Prema Herdt-u (2000.), koncentracija ukupnog kolesterola u krvi mogla bi biti pokazatelj proizvodnih sposobnosti krava, što se podudara s rezultatima našeg istraživanja u kojemu je mliječnost pozitivno korelirala s kolesterolom u krvi (slika 3). Pozitivnu korelaciju kolesterola i mliječnosti utvrdili su i Chladek-a i sur. (2004.). Veća sinteza kolesterola pri većoj mliječnosti može se objasniti pojačanom metaboličkom aktivnošću jetre uz istovremeno pojačanu aktivnost mliječne žlijezde radi ishrane mladunčadi ali i podržavanja graviditeta, što je evolucijski i fiziološki fenomen. Lean i sur. (1992.) ustanovili su smanjenje koncentracije ukupnog kolesterola u krvi tijekom povećane proizvodnje mlijeka, ali uz istovremeni energetska nedostatak. Koncentracija kolesterola bila je usko vezana uz unos suhe tvari. Za razliku od koncentracije ukupnog kolesterola, aktivnost enzima GPx i GGT vrlo je slabo korelirala s mliječnošću i značajno je porasla u drugom istraživačkom razdoblju (slika 1). Aktivnost enzima glutation peroksidaze indirektno upućuje na opskrbu selenom. Tako najniža zadovoljavajuća granica aktivnosti nevedenog enzima iznosi 2 000 U/L, odnosno krave dobro opskrbljene selenom imaju aktivnost GPx iznad 10 000 U/L (Tasker i sur., 1987.). U našem je istraživanju, u oba kontrolna perioda, aktivnost GPx bila niža od navedenog minimuma, što u načelu može upućivati na nedostatnu opskrbu selenom i moguće posljedice koje iz toga proizlaze. Istraživanja Lacetera-a i sur. (1996., 1999.) ukazala su na veću proizvodnju mlijeka preživača ako je u obrok dodan selen, odnosno manju pojavnost infekcija mliječne žlijezde.

Prema istraživanju Ozturk i Gumuslu-a (2004.) aktivnost antioksidativnih enzima se smanjuje uslijed temperaturnog stresa. U našem



istraživanju aktivnost GPx značajno je porasla u lipnju, kada se i smanjila proizvodnja mlijeka, a klimatske prilike su bile nepovoljne s obzirom na temperaturu i relativnu vlažnost zraka (Marenjak i sur., 2006.). Istovremeno, utvrđeno je blago (no statistički značajno) povećanje aktivnosti GGT, koja prema Lee i sur. (2005.) može upućivati na umjereni oksidativni stres, vezano uz pojačanu razgradnju glutaciona, vrlo djelotvorne neenzimske antioksidativne molekule. Iz istog razloga držimo da je pojačana, premda još uvijek nedostatna, aktivnost GPx u drugom istraživačkom razdoblju bila vezana uz pojačano direktno uklanjanje slobodnih radikala. S obzirom da se radilo o istim životinjama, hranjenim i držanim u istim uvjetima tijekom oba istraživačka razdoblja, mogli bismo pretpostaviti da je smanjena mliječnost bila posljedica slabijeg unosa hrane pod utjecajem temperaturnog stresa. Posljedično tome, postoji mogućnost da se energetska nedostatak podmirivao mobilizacijom tjelesnih lipida te je došlo do njihove pojačane pregradnje u jetri. Prema Thameru i sur. (2005.) porast sadržaja masti u jetri može se predvidjeti pojačanom aktivnošću GGT pri čemu dolazi do istovremene smanjene osjetljivosti na inzulin. Smanjena koncentracija inzulina u krvi krava potiče lipolizu u masnom tkivu (Staples i sur., 1998.) što je dodatni poticaj za pojačanu aktivnost GPx kako bi se otklonili slobodni radikali koji nastaju peroksidacijom masnih kiselina.

### ***Zaključci***

Mjerenjem koncentracije ukupnog kolesterola u krvnoj plazmi simentalskih krava mogli bismo predvidjeti genetsku predispoziciju za veću mliječnost. Neophodno bi bilo istraživanje proširiti na veći broj životinja, kroz određeno duže razdoblje i kontrolirane hranidbene uvjete, jer se može naslutiti da se u simentalskih krava, osim sinteze većeg sadržaja masti u mlijeku, intenzivnije odvija i sinteza sterola u jetri. Premda aktivnost enzima glutation-peroksidaze i gama-glutamil-transferaze nije značajnije korelirala s proizvodnjom mlijeka, ne možemo ih držati vjerodostojnim pokazateljima proizvodnih mogućnosti krava. Njihova aktivnost u plazmi na indirektan način ukazuje na određene hranidbene nedostatke koji u konačnici utječu na mliječnost.

## MONITORING OF MILK PRODUCTION AND TOTAL CHOLESTEROL CONCENTRATION, GAMMA-GLUTAMYL-TRANSFERASE, AND GLUTATHIONE PEROXIDASE IN SIMMENTAL COWS BLOOD

### Summary

Milk production, total blood cholesterol concentration and activity of gamma-glutamyl-transferase (GGT) and glutathione peroxidase (GPx) in blood of Simmental cows was monitored during two control periods (first control period - May 2004; second control period - June 2004). The objective was to determine a relationship between milk production and particular blood parameters, and their possible implementation as an indicator of milk production. Twelve Simmental cows from small-scale dairy farm in Zagreb County were included in the study. Cows originated from the same herd and were roughly of the same parity and stage of lactation. The average milk production and total blood cholesterol concentration were significantly higher in May than in June (20,55 L/d vs. 15,44 L/d; 4,55 mmol/L vs. 3,96 mmol/L, respectively), whereas the GPx and GGT activity was significantly lower in May in comparison with June (GPx=1720,66 U/L vs. GPx=1808 U/L, and GGT = 20,11 U/L vs. 23,22 U/L, respectively). A positive correlation between the milk production and the total blood cholesterol level was detected ( $r=0,58$ ). The total blood cholesterol concentration in the blood plasma might have been one of the indicators of production performance in the Simmental cows herd, whereas the activity of stated enzymes may specify the nutritional status thereof the milk production depends on.

*Key words: milk production, factors, enzymes, cholesterol, Simmental cows*

### Litereratura

BOURAOU, R., LAHMAR, M., MAJDOUB, A., DJEMALI, M., BELYEA, R. (2002): The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research*, 51, 479-491.

CHLÁDEK, G., MÁCHAL, L., HIBNER, A., NOWAKOWSKI, P. (2004): The relationship between blood plasma cholesterol and milk production parameters in Czech pied cows - preliminary results. *Animal husbandry*, 7. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities.

- FIKSE, W. F., REKAYA, R., WEIGEL, K. A. (2003): Genotype and Environment Interaction for Milk Production in Guernsey Cattle. *Journal of Dairy Science*, 86, 1821-1827.
- HERDT, T. H. (2000): Variability characteristics and test selection in herd-level nutritional and metabolic profile testing. *Veterinary Clinics of North American Food Animal Practice*, 16, 387-403.
- KANEKO, J. J., HARWEY, J. W., BRUSS, M. L. (1997): *Clinical biochemistry of domestic animals*. Academic Press, San Diego, California, USA.
- KHANAL, R. C., DHIMAN, T. R., McMAHON, D. J., BOMAN, R. L. (2002): Influence of diet on conjugated linoleic acid content of milk, cheese and blood serum. *Journal of Dairy Science*, 85 (Suppl 1), 567 (Abstr.).
- KIRKPATRICK, M., HECKMAN, N. (1989): A quantitative genetic model for growth, shape, reaction norms, and other infinite-dimensional characters. *Journal of Mathematical Biology*, 27, 429-450.
- LACETERA, N., BERNABUCCI, U., RONCHI, B., NARDONE, A. (1996): Effects of selenium and vitamin E administration during a late stage of pregnancy on colostrum and milk production in dairy cows, and on passive immunity and growth of their offspring. *Am. J. Veterinary Research*, 57, 1776-1780.
- LACETERA, N., BERNABUCCI, U., RONCHI, B., NARDONE, A. (1999): The effects of injectable sodium selenite on immune function and milk production in Sardinian sheep receiving adequate dietary selenium. *Veterinary Research*, 30, 363-370.
- LEAN, I. J., FARVER, T. B., TROUTT, H. F., BRUSS, M. L., GALLAND, J. C., BALDWIN, R. L., HOLMBERG, C. A., WEAVER, L. D. (1992): Time series cross-correlation analysis of postparturient relationships among serum metabolites and yield variables in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 75, 1891-1900.
- LEE, D. H., LIM, J. S., J. YANG, H. M., HA, H. D., JACOBS, R. (2005): Serum gamma-glutamyltransferase within its normal range predicts a chronic elevation of alanine aminotransferase: A four year follow-up study. *Free Radical Research*, 39, 589-593.
- LOOR, J. J., HERBEIN, J. H. (2001): Alterations in blood plasma and milk fatty acid profiles of lactating holstein cows in response to ruminal unfusion of conjugated linoleic acid mixture. *Animal Research*, 50, 463-476.
- MARENJAK, T. S., POLJIČAK-MILAS, N., ZDELAR-TUK, M. (2006): Auswirkungen von Fütterung und Klima auf Milchleistung und biochemisches Blut und Milchprofil von Simmentaler Kühen. *Tierärztlichen Umschau* 7, 357-362.
- McGUIRE, M. A., BEEDE, D. K., DELORENZO, M. A., WILCOX, C. J., HUNTINGTON, G. B., REYNOLDS, C. K., COLLIER, R. J. (1989): Effects of thermal stress and level of feed intake on portal plasma flow and net fluxes of metabolites in lactating Holstein cows. *Journal of Animal Science*, 67, 1050-1060.
- McNAMARA, S., MURPHY, J. J., RATH, M., O'MARA, F. P. (2003): Effect of different transition diets on energy balance, blood metabolites and reproductive performance in dairy cows. *Livestock Production Science*, 84, 195-206.

NRC (2001): Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised Edition. National Academic Press, Washington, D.C.

OZTURK, O., GUMUSLU, S. (2004): Age-related changes of antioxidant enzyme activities, glutathion status and lipid peroxidation in rat erythrocytes after heat stress. *Life Science*, 75, 1551-65.

STAPLES, C. R., BURKE, J. M., THATCHER, W. W. (1998): Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 81, 856-871.

STOČARSKI SELEKCIJSKI CENTAR (2004.): Godišnje izvješće - govedarstvo.

TASKER, J. B., BEWICK, T. D., CLARK, R. G., FRASER, A. J. (1987): Selenium response in dairy cattle. *New Zealand Veterinary Journal*, 35, 139-140.

THAMER, C., TSCHRITTER, O., HAAP, M., SHIRKAVAND, F., MACHANN, J., FRITSCH, A., SCHICK, F., HARING, H., STUMVOLL, M. (2005): Elevated serum GGT concentrations predict reduced insulin sensitivity and increased intrahepatic lipids. *Hormone & Metabolic Research*, 37, 246-251.

UREMOVIĆ, Z., UREMOVIĆ, M. PAVIĆ, V., MIOČ, B., MUŽIĆ, S., JANJEČIĆ, Z. (2002.): Stočarstvo. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Str. 145-154.

WHITAKER, D. A. (2000): Use and interpretation of metabolic profiles. U: *The health of dairy cattle*. A. H. Andrews (ured.) Blackwell Science Ltd, Oxford, UK.

WHITAKER, D. A., GOODGER, W. J., GARCIA, M. B., PERERA, M. A. O., WITWER, F. (2000): Use of metabolic profiles in dairy cattle in tropical and subtropical countries on smallholder dairy farms. *Preventive Veterinary Medicine* 38, 119-131.

WILLIAMS, G. L., STANKO, R. L. (1999): Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. *Proceedings of the American Society of Animal Science*, 1-12.

**Adrese autora - Author's addresses:**

Dr. sc. Terezija Silvija Marenjak  
Doc. dr. sc. Nina Poljićak-Milas  
Zavod za patološku fiziologiju  
Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Heinzlova 55, Zagreb

**Prispjelo - Received:** 21.05.2007.

**Prihvaćeno - Accepted:** 29.06.2007.

Darija Stipić, apsolvent veterinarske medicine<sup>2</sup>  
Gornji Jugi 27A, Viškovo

Krešo Čolig, dr. vet. med.  
Veterinarska stanica Vrbovec d.o.o.  
Kolodvorska 68, Vrbovec