

**KOMPARACIJA METODA PROCJENE DNEVNE KOLIČINE
MLIJEKA PRI ALTERNATIVNOJ SHEMI KONTROLE
MLIJEČNOSTI****Sonja Jovanovac, Vesna Gantner****Sažetak**

U ovom su istraživanju uspoređivane tri različite metode za procjenu dnevne količine mlijeka pri alternativnoj shemi kontrole mliječnosti u cilju utvrđivanja metode s najvećom točnošću odnosno s najmanjom pristranošću procjene. Istraživanjem su obuhvaćeni podaci dnevnih kontrola prikupljeni po A4 shemi kontrole mliječnosti u razdoblju od studenog 2004. do travnja 2006. na petnaest obiteljskih gospodarstava na području Hrvatske. Najjača korelacija između stvarne i procijenjene količine mlijeka utvrđena je pri procjeni dnevne količine mlijeka metodom regresije na parcijalnu količinu uz uvažavanje utjecaja intervala između uzastopnih mužnji (metoda I.). Pristranost procjene najveća je bila prilikom duplikacije parcijalnih količina mlijeka (metoda III.). Najveća točnost te najmanja pristranost procjene utvrđena je pri procjeni dnevne količine mlijeka metodom I., pa se stoga ona preporučuje za upotrebu u praksi.

Ključne riječi: alternativna shema kontrole mliječnosti, dnevna količina mlijeka, mliječna goveda, procjena

Uvod

Kontrolom mliječnosti osiguravaju se podaci neophodni za procjenu uzgojne vrijednosti grla u populaciji te za menadžment pojedinog stada. Po pravilima Međunarodnog komiteta za kontrolu proizvodnje (ICAR) za provedbu kontrole mliječnosti referentnom se smatra A4 metoda koja podrazumijeva mjerenje količine mlijeka pri svim mužnjama u kontrolnom danu uz dozvoljeni vremenski razmak između kontrola od 22 do 37 dana. ICAR dozvoljava i druge metode kontrole mliječnosti, ali se dobiveni rezultati moraju matematički korigirati na referentnu metodu (ICAR, 2003.). Pri alternativnoj metodi (AT) kontrola mliječnosti se vrši izmjenično, ili pri jutarnjoj ili pri večernjoj mužnji, a utvrđene se količine mlijeka po pojedinoj mužnji korigiraju odgovarajućim koeficijentima tj. dnevna količina mlijeka se

Prof. dr. sc. Sonja Jovanovac, Vesna Gantner, dipl. ing., Zavod za zootehniku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J.J. Strossmayera, Trg Svetog Trojstva 3, 31 000 Osijek, Hrvatska

procjenjuje na osnovi prethodno izrađenog i testiranog statističkog modela (ICAR, 2003.). Na količinu i sastav proizvedenog mlijeka utječu različiti genetski i okolišni faktori poput pasmine, sezone, načina hranidbe, kvalitete krmiva, zdravstvenog stanja, stadija i redosljeda laktacije odnosno starosti grla (Arsov, 1986.). Prema brojnim autorima (Putnam i Gilmore, 1970.; Shook i sur., 1973.; Hargrove, 1994.; Harding, 1995.; Cassandro i sur., 1995.; Klopčič i sur., 2001.) dužina intervala između uzastopnih mužnji predstavlja jedan od najznačajnijih utjecaja na količinu i sastav mlijeka pri pojedinoj mužnji. Za procjenu dnevne količine mlijeka pri AT metodi kontrole mliječnosti u Hrvatskoj se koristi metoda po DeLorenzu i Wiggansu (1986.) prema kojoj se u korekciji uvažava utjecaj intervala između uzastopnih mužnji te utjecaj stadija laktacije. Pri procjeni dnevnih vrijednosti količine i sastava mlijeka po alternativnoj metodi u nekim se državama članicama ICAR-a koriste različite ili regresijske jednadžbe ili se vrši jednostavno udvostručavanje parcijalnih vrijednosti (ICAR, 2003.). Točnost procjene dnevne količine ovisi o broju i načinu uvažavanja pojedinih faktora koji utječu na mliječnost grla (Cassandro i sur., 1995.; Klopčič i sur., 2001.; Jovanovac i sur., 2005.; Gantner i sur., 2006.), dok jednostavna duplikacija parcijalnih mjerenja rezultira visokom pristranošću procjene (Liu i sur., 2000.; Jovanovac i sur., 2005.). U ovom su istraživanju komparirane tri različite metode procjene dnevne količine mlijeka pri alternativnoj shemi kontrole mliječnosti u cilju utvrđivanja metode s najvećom točnošću odnosno s najmanjom pristranošću procjene.

Materijal i metode

Podaci o količini mlijeka izmjerenoj na dan kontrole obuhvatili su razdoblje od studenog 2004. do travnja 2006. Kontrolni asistenti Hrvatskog stočarskog centra su prema uobičajenom Programu rada provodili kontrolu mliječnosti na petnaest slučajno odabranih obiteljskih gospodarstava s ukupno 587 krava simentalске i holstein pasmine. Količina mlijeka mjerena je pri večernjoj i jutarnjoj mužnji jednom mjesečno, uz dozvoljeni vremenski razmak između kontrola od 27 do 33 dana. Pri mjerenju večernje i jutarnje količine mlijeka, u cilju izračuna trajanja dnevnog i noćnog intervala, odnosno intervala između dviju uzastopnih mužnji, bilježeno je vrijeme kontrolne te vrijeme ranije mužnje. Za svako je grlo dnevna količina mlijeka utvrđena zbrajanjem količine izmjerene pri večernjoj i jutarnjoj mužnji u kontrolnom danu. Logična kontrola podataka izvršena je prema ICAR standardima (ICAR, 2003.). U cilju detekcije ekstremnih vrijednosti primijenjena je linearna regresija dnevne

količine mlijeka na jutarnju ili večernju količinu, pri čemu su podaci iznad tri standardne devijacije smatrani ekstremnim vrijednostima te kao takvi izbrisani iz baze podataka. Ovisno o stadiju laktacije, vrijednosti dnevnih kontrola su podijeljene u jedanaest razreda, s tim da je posljednji razred uključivao dnevne kontrole dobivene u 11. i daljnim mjesecima cijele laktacije.

Za statističku obradu podataka te za grafičke prikaze korišten je statistički paket SAS/STAT (SAS Institute Inc., 2000). Za procjenu dnevne količine mlijeka po alternativnoj shemi kontrole mliječnosti korištene su tri različite metode:

- Metoda I. = linearna regresija dnevne na parcijalnu količinu mlijeka uz uvažavanje utjecaja intervala između uzastopnih mužnji prema sljedećem modelu:

$$y_i = \mu + b_1 m_i + b_2 t_i + e_i$$

gdje je:

y_i – procijenjena dnevna količina mlijeka;

μ – srednja vrijednost dnevne količine mlijeka;

m_i – količina mlijeka izmjerena pri jutarnjoj ili večernjoj mužnji;

t_i – interval između uzastopnih mužnji (minute);

b_1, b_2 – koeficijenti regresije;

e_i – pogreška.

- Metoda II. = metoda po DeLorenzu i Wiggansu (1986.) pri kojoj se jutarnja ili večernja količina mlijeka korigira na interakciju između intervala i stadija laktacije, na način da se sredina laktacije (158. dan) postavi na nulu:

$$y_{ij} = \mu_j + b_{1j} m_i + b_{2j} (d_i - 158) + e_{ij}$$

gdje je:

y_{ij} – procijenjena dnevna količina mlijeka za pojedini razred intervala j ;

μ_j – srednja vrijednost dnevne količine mlijeka za pojedini razred intervala j ;

m_i – izmjerena jutarnja ili večernja količina mlijeka;

d_i – stadij laktacije (dani);

T_j – razredi intervala između uzastopnih mužnji ($j = 1 - 15$);

b_{1j}, b_{2j} – koeficijenti regresije za pojedini razred intervala j ;

e_{ij} – pogreška.

- Metoda III. = jednostavno udvostručavanje parcijalne količine mlijeka:

$$y_i = 2 * m_i$$

y_i – procijenjena dnevna količina mlijeka;

m_i – količina mlijeka izmjerena pri jutarnjoj ili večernjoj mužnji.

U usporedbi metoda za procjenu dnevne količine mlijeka kao mjerilo točnosti korišten je koeficijent korelacije ($r_{s,p}$) između stvarne i procijenjene dnevne količine, dok je pristranost procjene ocijenjena na temelju srednje vrijednosti ($\bar{x}_{p,s}$) i standardne devijacije ($\sigma_{p,s}$) razlika između procijenjene i stvarne količine mlijeka.

Pristranost procjene pojedinih metoda ovisno o stadiju laktacije utvrđena je komparacijom srednje vrijednosti razlika ($\bar{x}_{p,s}$) između procijenjene i stvarne dnevne količine mlijeka po mjesecima laktacije.

Rezultati i rasprava

Varijabilnost dnevne, jutarnje i večernje količine mlijeka, te noćnog i dnevnog intervala odnosno intervala između uzastopnih mužnji prikazana je na tablici 1.

Tablica 1. - OSNOVNI STATISTIČKI PARAMETRI ZA DNEVNU, JUTARNJU I VEČERNJU KOLIČINU MLIJEKA TE INTERVAL IZMEĐU UZASTOPNIH MUŽNJI

Table 1. - DESCRIPTIVE STATISTICS OF DAILY, MORNING AND EVENING MILK YIELD AND INTERVAL BETWEEN SUCCESSIVE MILKINGS

| Svojstvo (Trait) | n | \bar{x} | SD | CV | Min | Max |
|------------------|-------|-----------|-------|-------|--------|--------|
| DKM, kg | 5.400 | 19,68 | 6,58 | 34,14 | 3,50 | 59,90 |
| JKM, kg | 5.400 | 10,57 | 3,66 | 35,40 | 1,70 | 32,90 |
| VKM, kg | 5.400 | 9,11 | 3,14 | 35,55 | 1,70 | 27,20 |
| DI, min | 5.400 | 669,63 | 56,50 | 8,56 | 461,00 | 854,00 |
| NI, min | 5.400 | 774,00 | 56,19 | 7,38 | 604,00 | 979,00 |

JKM – jutarnja količina mlijeka (morning milk yield); VKM – večernja količina mlijeka (evening milk yield); DKM dnevna količina mlijeka (daily milk yield); NI – noćni interval (nightly interval); DI – dnevni interval (daily interval)

Između dnevne, jutarnje i večernje količine mlijeka utvrđene su statistički visoko signifikantne ($P < 0,001$) i vrlo jake korelacije (tablica 2.). Nešto je jača povezanost utvrđena između dnevne i jutarnje količine u odnosu na istu između dnevne i večernje količine mlijeka. Između jutarnje količine mlijeka i noćnog intervala, te između večernje količine mlijeka i dnevnog intervala utvrđena je statistički vrlo značajna ($P < 0,001$) korelacija pozitivnog smjera, što ukazuje da se produženjem noćnog i dnevnog intervala povećava jutarnja, odnosno večernja količina mlijeka. Utvrđene su korelacije u skladu s literaturnim navodima (Cassandro i sur., 1995.; Trappmann i sur., 1998.; Liu i sur., 2000.; Gantner i sur., 2006.)

Tablica 2. - KORELACIJA IZMEĐU KOLIČINA MLIJEKA (DNEVNE, JUTARNJE I VEČERNJE) I INTERVALA IZMEĐU UZASTOPNIH MUŽNJI

Table 2. - CORRELATIONS BETWEEN MILK YIELDS (DAILY, MORNING AND EVENING) AND MILKING INTERVAL

| Svojstvo (Trait) | JKM, kg | VKM, kg | NI, min | DI, min |
|------------------|---------|---------|---------|---------|
| DKM, kg | 0,972 | 0,962 | 0,024 | - 0,023 |
| | < 0,001 | < 0,001 | 0,095 | 0,107 |
| JKM, kg | | 0,870 | 0,171 | - 0,165 |
| | | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| VKM, kg | | | - 0,161 | 0,156 |
| | | | < 0,001 | < 0,001 |

JKM – jutarnja količina mlijeka (morning milk yield); VKM – večernja količina mlijeka (evening milk yield); DKM dnevna količina mlijeka (daily milk yield); NI – noćni interval (nightly interval); DI – dnevni interval (daily interval)

Korelacija između stvarne i procijenjene dnevne količine mlijeka u svih je metoda bila nešto jača, ako se procjena temeljila na jutarnjoj količini (tablica 3.), što je u skladu s rezultatima do kojih su došli Liu i sur. (2000.) te Jovanovac i sur. (2005.). Usporedba različitih metoda procjene pokazala je da je korelacija između stvarne i procijenjene količine mlijeka bila najjača prilikom procjene dnevne količine mlijeka metodom regresije na parcijalnu količinu, uz uvažavanje intervala između uzastopnih mužnji, odnosno upotrebom metode I., kako pri procjeni na osnovi jutarnje tako i pri procjeni na osnovi večernje količine mlijeka (tablica 3.).

Tablica 3. – PARAMETRI TOČNOSTI I PRISTRANOSTI RAZLIČITIH METODA PROCJENE DNEVNE KOLIČINE MLIJEKA NA OSNOVI JUTARNJE ILI VEČERNJE KOLIČINE

Table 3. – PARAMETERS OF ACCURACY AND BIAS OF DIFFERENT METHODS FOR DAILY MILK YIELD PREDICTION FROM A SINGLE MILKING

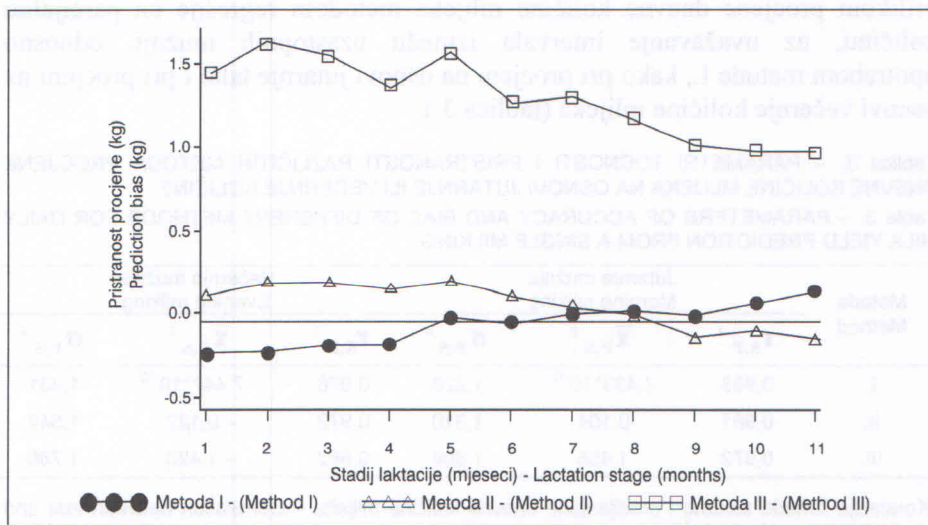
| Metoda Method | Jutarnja mužnja Morning milking | | | Večernja mužnja Evening milking | | |
|------------------|------------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------|
| | $r_{S,P}^1$ | $\bar{X}_{P,S}^2$ | $\sigma_{P,S}^3$ | $r_{S,P}^1$ | $\bar{X}_{P,S}^2$ | $\sigma_{P,S}^3$ |
| I. | 0,983 | $3,433 \cdot 10^{-16}$ | 1,226 | 0,976 | $-7,447 \cdot 10^{-15}$ | 1,431 |
| II. | 0,981 | 0,104 | 1,310 | 0,972 | - 0,122 | 1,542 |
| III. | 0,972 | 1,455 | 1,806 | 0,962 | - 1,423 | 1,780 |

¹Korelacija između stvarne i procijenjene dnevne količine mlijeka – Correlation between true and predicted daily milk yield; ²Srednja vrijednost razlike između procijenjene i stvarne dnevne količine mlijeka – Mean value of differences between predicted and true daily milk yield (kg); ³Standardna devijacija razlike između procijenjene i stvarne dnevne količine mlijeka – Standard deviation of differences between predicted and true daily milk yield (kg)

Pristranost procjene najveća je bila prilikom jednostavne duplikacije parcijalne količine mlijeka (metoda III.), pri čemu je dnevna količina mlijeka precijenjena ($\bar{x}_{p,s} = 1,455$ kg) pri procjeni na temelju jutarnje količine, a podcijenjena ($\bar{x}_{p,s} = -1,423$ kg) pri procjeni na temelju večernje količine mlijeka (tablica 3.).

Procjenom po metodi II. (DeLorenzo i Wiggans, 1986.) dnevna je količina mlijeka precijenjena za 0,104 kg, odnosno podcijenjena za 0,122 kg pri procjeni na osnovi jutarnje, odnosno večernje količine. Najmanja pristranost, odnosno, najniža srednja vrijednost i standardna devijacija razlika između procijenjene i stvarne dnevne količine mlijeka, utvrđena je upotrebom metode I. (tablica 3.). Slične rezultate navode Cassandro i sur., (1995.) te Jovanovac i sur. (2005.).

Pristranost različitih metoda procjene dnevne količine mlijeka na osnovi količine izmjerene pri jutarnjoj ili večernjoj mužnji ovisno o stadiju laktacije prikazana je na grafikonu 1. i grafikonu 2. Ovisno o stadiju laktacije stvarna dnevna količina mlijeka prilikom procjene jednostavnom duplikacijom parcijalnih količina (metoda III.) precijenjena je za 1,2 – 1,9 kg pri duplikaciji

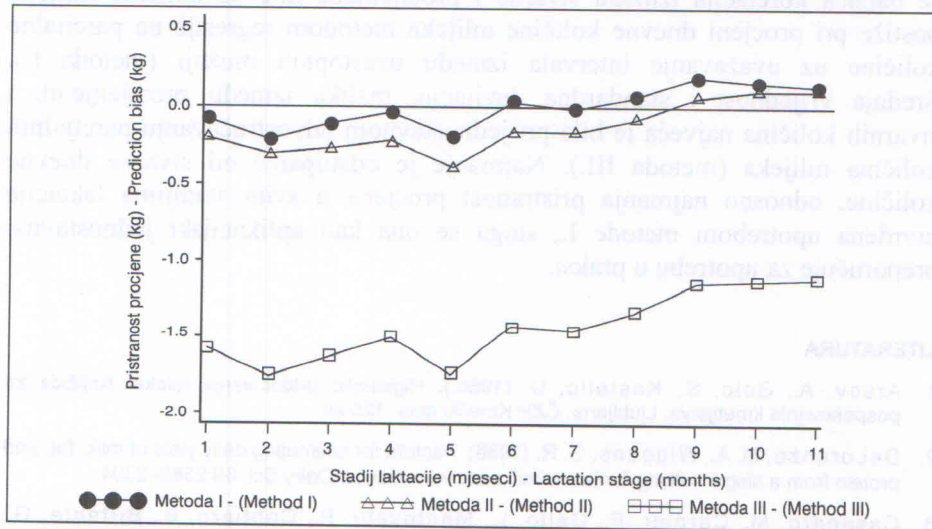


Grafikon 1. – PRISTRANOST METODA PROCJENE DNEVNE KOLIČINE MLIJEKA NA TEMELJU JUTARNJE MUŽNJE OVISNO O STADIJU LAKTACIJE

Graph 1. – BIAS OF DAILY MILK YIELD PREDICTION BASED ON MORNING MILKING ACCORDING TO LACTATION STAGE

jutarnje količine, dok je pri procjeni na osnovi večernje količine mlijeka dnevna količina podcijenjena za 1,1 – 1,8 kg. Procjenom dnevne količine mlijeka metodom po Delorenzu i Wiggansu (1986.) dnevna je količina precijenjena pri procjeni na osnovi jutarnje količine u prvih 8 mjeseci laktacije u iznosu do 0,3 kg, dok je nakon 8. mjeseca laktacije podcijenjena do 0,2 kg dnevno (grafikon 1.). Regresijom na jutarnju količinu uz uvažavanje intervala, u prvih 5 mjeseci laktacije dnevna je količina podcijenjena u iznosu do 0,2 kg, te precijenjena u vrijednosti do 0,1 kg u nastavku laktacije. Na grafikonu 1. vidljivo je da je neovisno o stadiju laktacije najmanja pristranost zabilježena pri procjeni metodom I.

Prilikom procjene na osnovi večernje količine mlijeka metodom po Delorenzu i Wiggansu (1986.), dnevna je količina mlijeka podcijenjena u prvih 8 mjeseci laktacije do 0,5 kg dnevno, nakon čega je precijenjena za 0,1 kg. Regresijom na večernju količinu uz uvažavanje intervala, dnevna je količina podcijenjena u prvih 5 mjeseci, te precijenjena nakon 8. mjeseca laktacije. Najmanje je odstupanje od stvarne dnevne količine utvrđeno pri procjeni dnevne količine mlijeka na osnovi večernje količine metodom I. (grafikon 2.).



Grafikon 2. – PRISTRANOST METODA PROCJENE DNEVNE KOLIČINE MLIJEKA NA TEMELJU VEČERNJE MUŽNJE OVISNO O STADIJU LAKTACIJE

Graph 2. – BIAS OF DAILY MILK YIELD PREDICTION BASED ON MILKING EVENING ACCORDING TO LACTATION STAGE

Liu i sur. (2000.) navode da je pri procjeni dnevne količine mlijeka na osnovi količine izmjerene pri jutarnjoj mužnji, dnevna vrijednost precijenjena u prva tri mjeseca laktacije u iznosu od 0,1 – 0,4 kg, ovisno o modelu za procjenu, dok je nakon prvog tromjesečja dnevna količina mlijeka podcijenjena za 0,1 do 0,3 kg, ovisno o modelu i mjesecu laktacije. Nešto su veću pristranost, odnosno veće odstupanje od stvarnih vrijednosti, isti autori zabilježili prilikom procjene na osnovi večernje količine. Dnevna je količina mlijeka precijenjena za 0,4 – 0,5 kg u prvom tromjesečju, dok se produženjem laktacije razlika između procijenjene i stvarne količine smanjuje do 6. mjeseca, kada je dnevna količina podcijenjena u iznosu od 0,1 – 0,7 kg, ovisno o modelu i stadiju laktacije.

Zaključci

Istraživanje utjecaja različitih metoda na točnost procjene dnevne količine mlijeka pri alternativnoj (AT) shemi kontrole mliječnosti krava pokazalo je da se najjača korelacija između stvarne i procijenjene dnevne količine mlijeka postiže pri procjeni dnevne količine mlijeka metodom regresije na parcijalne količine uz uvažavanje intervala između uzastopnih mužnji (metoda I.). Srednja vrijednost i standardna devijacija razlika između procijenjenih i stvarnih količina najveća je bila pri jednostavnom udvostručavanju parcijalnih količina mlijeka (metoda III.). Najmanje je odstupanje od stvarne dnevne količine, odnosno najmanja pristranost procjene u svim stadijima laktacije utvrđena upotrebom metode I., stoga se ona kao aplikacijski jednostavna, preporučuje za upotrebu u praksi.

LITERATURA

1. Arsov, A., Golc, S., Kastelic, D. (1986.). Higijensko pridobivanje mleka. Knjižica za pospeševanje kmetijstva. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 125 str.
2. DeLorenzo, M. A., Wiggans, G. R. (1986). Factors for estimating daily yield of milk, fat, and protein from a single milking for herds milked twice a day. *J. Dairy Sci.* 69:2386–2394.
3. Casandro, M., Carnier, P., Gallo, L., Mantovani, R., Contiero, B., Bittante, G., Jansen G.B. (1995.). Bias and Accuracy of Single Milking Testing Schemes to Estimate Daily and Lactation Milk Yield. *J Dairy Sci.* 78: 2884-893.
4. Gantner, V., Jovanovac, S., Kovač, M., Malovrh, Š., Kompan, D. (2006). Various approaches to daily milk yield prediction from alternative milk recording scheme. *Acta Agraria Kaposváriensis.* 10, 2: 105 – 112.
5. Harding, F. (1995.): *Milk Quality*. First edition. Glasgow, Blackie Academic & Professional.

6. Hargrove, G.L. (1994.). Bias in Composite Milk Samples with Unequal Milking Intervals. *J. Dairy Sci.* 77: 1917-1721.
7. ICAR – International Committee for Animal Recording (2003.). Guidelines approved by the General Assembly held in Interlaken, Switzerland, on 30 May 2002, Roma, 19 – 39.
8. Jovanovac, S., Gantner, V., Kuterovac, K., Klopčič, M. (2005.). Comparison of statistical models to estimate daily milk yield in single milking testing schemes, *Ital. J. Anim. Sci.* 4 (Suppl. 3): 27 – 29.
9. Klopčič, M., Malovrh, Š., Gorjanc, G., Kovač, M., Osterc, J. (2001.). Model development for prediction of daily milk yield at alternating (AT) recording scheme. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo (Zootehnika)*, Supl. 31: 293-300.
10. Liu, Z., Reents, R., Reinherdt, F., Kuwan, K., (2000). Approaches to Estimating Daily Yield from Single Milk Testing Schemes and Use of a.m.-p.m. Records in Test-Day Model Genetic Evaluation in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.*, 83:2672-2682.
11. Putnam, D.N., Gilmore, H.C. (1969.). Alternate AM – PM testing for Dairy Herd Improvement Association Programs – Operational Producers. *J. Dairy Sci.*, 52: 945.
12. SAS/STAT User's Guide. (2000.) Version 8. Cary, NC, SAS Institute Inc.
13. Shook, G.E., Jensen, E.L., Tyler, W.J. Dickinson, F.N. (1973.). Factors affecting estimates of daily milk yield from a single milking. *J. Dairy Sci.*, 56: 660 – 661.
14. Trappmann, W., Schwaer, P., Pauw, R., Tholen, E. (1998). Alternierende Milchkontrolle als Alternative zur A4 – Kontrolle. *Züchtungskunde*, 70, 2: 85 – 95.

COMPARISON OF METHODS FOR DAILY MILK YIELD PREDICTION FROM ALTERNATIVE MILK RECORDING SCHEME

Summary

In this research three different methods for daily milk yield prediction from alternative milk recording scheme were compared. The aim was to determine the method with the highest accuracy and the lowest bias. Individual test-day milk yield records of 587 cows collected from November 2004 to April 2006 on 15 family farms in Croatia were used in this study. The highest correlation between true and predicted daily yield was determined when daily milk yield was predicted by linear regression on partial milk yield with taking into account the effect of interval between successive milkings (method I.). Simply doubling of partial milk yield (method III.) gives the highest bias. Method I. predicts daily milk yield with the highest accuracy and the lowest bias, so it is recommended for use in practice.

Keywords: alternative milk recording scheme, daily milk yield, dairy cattle, prediction.

Primljeno: 22. 01. 2007.