

## UTJECAJ NEKIH NEGENETSKIH ČIMBENIKA NA LAKTACIJU KRAVA

### 3. UTJECAJ NA PERZISTENCIJU, VRH PROIZVODNJE I VRIJEME POJAVE VRHA

I. Jakopović

#### Sažetak

Izračun perzistencije, vrha proizvodnje i vremena pojave vrha obavljen je na podacima laktacija-krivulja koristeći se transformacijama osnovnog Woodovog modela definicije toka laktacije gama funkcijom.

Dobivene vrijednosti za perzistenciju 62,8681, vrh proizvodnje 28,0844 kg te za vrijeme pojave vrha 5,2067 tjedana laktacije su očekivane. Analizom varijance utvrđena je signifikantnost utjecaja pojedinog vanjskog čimbenika (paritet, sezona, servisno razdoblje i razina iskorištavanja stada) na vrijednost ovih parametara. Isto tako utvrđena je signifikantnost utjecaja razreda pojedinog čimbenika na ove vrijednosti. Izračunavanjem korelativnih veza između ovih parametara te parametara toka laktacije a, b i c utvrđen je njihov međusobni odnos.

#### Uvod

Laktacijska krivulja predoduje kretanje razine proizvodnje mlijeka (tijekom laktacije). Na temelju količine proizvedenog mlijeka definirana je ustrajnost proizvodnje odnosno perzistencija. Ranija istraživanja perzistencije temeljila su se na utvrđivanju količine mlijeka u različitim dijelovima laktacije. Jedno od prvih istraživanja u tom smislu obavio je *Sturtevant* (1886) cit. prema *Shanks i sur.* (1981) koji je našao da je prirodno opadanje količine mlijeka u laktaciji svaki mjesec oko 9%.

Poslije su *Brody i sur.* (1923 i 1924), i *Turner* (1926) također utvrđivali odnose opadanja mliječnosti tijekom pojedinih mjeseci laktacije.

*Johns i Hansson* (1940) su predložili da se ocjena perzistencije obavlja indeksima dobivenim usporedbom pojedinih dijelova laktacije. Pri tome su laktaciju podijelili na tri dijela, svaki s trajanjem od 100 dana. *Dec King* (1965) je predložio primjenu indeksa perzistencije stavljanjem u odnos proizvodnje pojedinog mjeseca laktacije.

---

Rad je iz doktorske disertacije autora s naslovom: "Laktacijska krivulja i faktori koji utječu na njezin tok", Zagreb 1991.

Dr. Ivan Jakopović, znanstveni suradnik, Poljoprivredni centar Hrvatske - Stočarski selekcijski centar, Zagreb

B a r i ć (1970) je predložila da se uz apsolutnu mjeru perzistencije primjeni i mjera relativne perzistencije.

Prvi pokušaj matematičke definicije toka laktacije koji u sebi sadrži i definiciju perzistencije iznio je G a i n e s (1927) formulom:

$$Y_t = Ae^{-kt}$$

gdje je  $Y_t$  količina mlijeka u mjesecu  $t$ ,  $A$  proizvodnja na početku laktacije dok je  $k$  vrijednost opadanja proizvodnje po mjesecima.

V u j č i ć i B a č i ć (1961) predložili su u definiciji toka modificiran Gainesov model dok je Wood (1967) iskoristio gama oblik prikaza toka laktacije matematičkim modelom

$$Y_n = a n^b e^{-cn}$$

gdje je

$Y_n$  = količina mlijeka u  $n$ -tom tjednu laktacije,

$a, b, c$  = parametri toka laktacije

$e$  = baza prirodnih logaritama

Woodov model predstavlja danas osnovicu najvećeg broja matematičkih definicija toka laktacije. Iz njega je moguće izračunati niz parametara kao što su vrijednost perzistencije, visina vrha proizvodnje te vrijeme pojave vrha proizvodnje. Primjenom matematičkog modela moguće je utvrditi utjecaj pojedinih čimbenika na vrijednost toka laktacije, odnosno ovdje spomenute parametre.

Naime, većina je autora našla značajne razlike u vrijednosti perzistencije, vrha proizvodnje i vremena pojave vrha kada su ih promatrali u svezi s utjecajem različitih vanjskih čimbenika.

S toga je razloga zanimljivo utvrditi na ovaj način vrijednosti parametara toka definiranih perzistencijom, vrhom i vremenom pojave vrha proizvodnje, njihove promjene pod utjecajem vanjskih čimbenika, kao i međusobne odnose ovih vrijednosti i vrijednosti parametara  $a, b$  i  $c$ .

#### *Materijal i metoda rada*

Utvrđivanje vrijednosti perzistencije, vrha proizvodnje i vremena pojave vrha, te utjecaja vanjskih čimbenika na njih obavljeno je primjenom izračunatih vrijednosti parametara toka laktacije  $a, b$  i  $c$ .

Ove su vrijednosti izračunate primjenom Woodovog modela na temelju podataka o izračunatim laktacijama-krivuljama dobivenih obradom 17347 laktacija odnosno 172319 mjesečnih kontrola mliječnosti. Detaljan prikaz izračuna laktacija-krivulja i parametara  $a, b$  i  $c$  iznijet je u ranijem radu (Jakopović, 1992).

Da bi se mogle izračunati vrijednosti perzistencije, vrha proizvodnje kao i vremena pojave vrha obavljena je transformacija osnovnog Woodovog modela (Wood, 1967) pri čemu je formula za izračun perzistencije imala oblik:

$$p = c^{-(b+1)}$$

za određivanje vrha proizvodnje:

$$Y_h = a (b/c)^b e^{-b},$$

i za određivanje vremena pojave vrha proizvodnje:

$$n_h = b/c$$

Za analizu vrijednosti ovih parametara koristio se je SAS General linear model (1985):

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + S_j + SP_k + N_l + \varepsilon_{ijkl}$$

gdje je:

$Y_{ijkl}$  = vrijednost promatranog obilježja,

$\mu$  = opća srednja vrijednost,

$P_i$  = paritet (i=1...4),

$S_j$  = sezona telenja (j=1...4),

$SP_k$  = servisno razdoblje (k=1...5),

$N_l$  = razina iskorištavanja proizvodnog potencijala stada (l=1...4).

$\varepsilon_{ijkl}$  = slučajna greška sa srednjom vrijednošću 0 i standardnom devijacijom 2.

Definicija razreda pojedinog čimbenika iz modela dana je na slijedećoj tablici.

Tab. 1 - RASPORED RAZREDA PROMATRANIH ČIMBENIKA

Razred	Paritet	Sezona	Servisno razdoblje	Razina stada
I	I	1.III-31.V	do 80	< 6000
II	II	1.IV-31.VIII	81-120	6001-6500
III	III	1.IX-30.XI	121-160	6501-7000
IV	IV	1.XII-28.II	>160	> 7000
V	-	-	bez ser. raz.	-

Koristeći se navedenim modelom obavljena je i procjena najmanjih kvadrata za ove parametre iz čega je bilo moguće utvrditi utjecaj pojedinih čimbenika na njihove vrijednosti.

Statističkom analizom utvrđena je i korelativna veza između ovih parametara i parametara toka laktacije a, b i c.



*Rezultati istraživanja*

Osnovne statističke vrijednosti parametara perzistencije, vrha i vremena pojave vrha prikazane su na tablici 2.

Tab. 2 - STATISTIČKE VRIJEDNOSTI PERZISTENCIJE, VRHA I VREMENA POJAVE VRHA PROIZVODNJE

Parametri	$\bar{X}$	s
p	62,8681	8,0177
$Y_h$	28,0844	0,0821
$n_h$	5,2067	0,4440

Na tablici se vidi da je prosječna vrijednost perzistencije bila 62,8681, a prosječna proizvodnja na vrhu laktacije 28,0844 kg što se javlja u 5,2067, tjednu laktacije.

Analizom varijance utvrđena je visoka signifikantnost utjecaja pojedinog čimbenika na vrijednost svakog od ovih parametara.

Procjene najmanjih kvadrata za perzistenciju, vrh proizvodnje i vrijeme pojave vrha iznjete su na idućim tablicama.

Tab. 3 - PROCJENA NAJMANJIH KVADRATA ZA PERZISTENCIJU

Utjecaj	Broj obilježja	Procjena najmanjih kvadrata	
		odstupanje	sredina
$\mu$	320		62,8681
P	I	80	24,8567
	II	80	-6,7034
	III	80	-8,7777
	IV	80	-9,3759
S	I	80	-4,7375
	II	80	1,7745
	III	80	3,5537
	IV	80	0,5909
SP	I	80	-4,9138
	II	80	-6,1967
	III	80	-0,3839
	IV	80	6,7904
	V	80	4,7037
N	I	80	8,9272
	II	80	-1,0914
	III	80	-3,4454
	IV	80	-4,3906

I. Jakopović: Utjecaj nekih negenetskih čimbenika na laktaciju krava  
3. Utjecaj na perzistenciju, vrh proizvodnje i vrijeme pojave vrha

Tab. 4 - PROCJENA NAJMANJIH KVADRATA ZA VRH PROIZVODNJE

Utjecaj	Broj obilježja	Procjena najmanjih kvadrata	
		odstupanje	sredina
$\mu$	320		28,0838
P	I	80	-4,8047
	II	80	0,8971
	III	80	2,3442
	IV	80	1,5635
S	I	80	0,8278
	II	80	-1,4927
	III	80	-0,2130
	IV	80	0,8779
SP	I	80	0,3338
	II	80	0,2903
	III	80	-0,0386
	IV	80	0,1764
	V	80	-0,7619
N	I	80	-4,6874
	II	80	-0,6238
	III	80	1,8499
	IV	80	3,4615

Tab. 5 - PROCJENA NAJMANJIH KVADRATA VREMENA VRHA PROIZVODNJE

Utjecaj	Broj obilježja	Procjena najmanjih kvadrata	
		odstupanje	sredina
$\mu$	320		5,2067
P	I	80	1,4157
	II	80	-0,5958
	III	80	-0,4593
	IV	80	-0,3608
S	I	80	-0,2120
	II	80	-0,2112
	III	80	-0,1685
	IV	80	0,5915
SP	I	80	0,7343
	II	80	-0,2373
	III	80	-0,2261
	IV	80	-0,3511
	V	80	0,0799
N	I	80	0,7186
	II	80	-0,4306
	III	80	-0,3786
	IV	80	0,0905

I. Jakopović: Utjecaj nekih negenetskih čimbenika na laktaciju krava  
3. Utjecaj na perzistenciju, vrh proizvodnje i vrijeme pojave vrha

Vrijednosti izračunatih parametara toka laktacije  $a=25,5888$ ,  $b=0,1463$  i  $c=0,0285$  danih u ranijem radu (Jakopović 1992) stavljene su u korelativnu vezu s izračunatim vrijednostima perzistencije, vrha proizvodnje i vremena pojave vrha, te iznijete na idućoj tablici.

Tab. 6 - VRIJEDNOSTI KORELACIJE PARAMETARA TOKA LAKTACIJSKE KRIVULJE

Parametri	b	c	P	$Y_h$	$n_h$
a	0,00014 0,9980	0,52593 0,001	-0,72869 0,001	0,96199 0,001	-0,74109 0,001
b		0,77614 0,001	-0,34071 0,001	0,25915 0,001	0,33066 0,001
c			-0,80978 0,001	0,68017 0,001	-0,27999 0,001
P				-0,74867 0,001	0,72494 0,001
$Y_h$					-0,58158 0,001

Na tablici prva vrijednost predstavlja koeficijent korelacije između dvaju parametara dok je druga vrijednost vrijednost F testa kojim se prosuđuje signifikantnost korelacije.

#### Diskusija rezultata

Koristeći se izračunatim vrijednostima parametara laktacijske krivulje a, b i c dobivene su i vrijednosti perzistencije, vrha proizvodnje i vremena pojave vrha. Analizom varijance za ova tri parametra utvrđena je visoka signifikantnost utjecaja pojedinih čimbenika na njih. Pri tome najveći utjecaj na vrijednost perzistencije ima paritet a na visinu vrha proizvodnje razina stada i paritet. U vremenu pojave vrha proizvodnje promatrani utjecaji ne razlikuju se kao što je to bio slučaj kod prva dva parametra.

Koristeći se izračunom procjena najmanjih kvadrata utvrđen je utjecaj pojedinog razreda svakog čimbenika na vrijednost ovih parametara.

Vrijednost perzistencije opada kako raste paritet, što je u skladu s istraživanjem nakoliko drugih autora (Congelton i Everett 1980, Schneeberger 1981, Shanks i sur. 1981. te Rowlands i sur. 1982.).

Promatrano po razredima sezone vidi se da se perzistencija kretala od 58,1306 za prvi razred - proljeće do 66,4218 za treći razred-ljeto. Congelton i Everett (1980) su utvrdili da se najveća vrijednost perzistencije javlja ljeti, a Wood (1969) je našao da je najbolja perzistencija bila u kasnu jesen.

Vrijednost perzistencije s obzirom na trajanje servisnog razdoblja rasla je od prvog (57,9543) do četvrtog razreda (69,6584), a u petom razredu došlo je do očekivanog pada.

Perzistencija pada kako raste razina stada; u prvom je razredu bila 71,7953 a do četvrtog je opala na 58,4777



Visina vrha proizvodnje kretala se za paritet od 23,2791 kg u prvom razredu do 30,4280 kg u trećem razredu, najniža je bila ljeti a najviša zimi i u proljeće. Vrijednost vrha proizvodnje kretala se od 27,3219 do 28,4176 kg ovisno o utjecaja razreda servisnog razdoblja. Općenito, za ovaj čimbenik nije bilo velikih razlika između pojedinih razreda, što je i za očekivati budući da je utjecaj servisnog razdoblja izražen više u drugom dijelu laktacije.

Utjecaj razine stada na visinu vrha proizvodnje rastao je kako su rasli razredi ovog utjecaja; u prvom je bio 23,3964 a u četvrtom 31,5353 kg, što je bilo i za očekivati.

Vrijeme pojave vrha proizvodnje javljalo se prosječno u 5,2067 tjednu laktacije, sa rasponom od 4,6109 do 6,6224 tjedna. Rowlands i sur. (1981) utvrdili su da se vrh proizvodnje pojavio u 7,5 tjednu odnosno prema njihovim navodima kasnio je za 1,5 - 2,5 tjedna u usporedbi s rezultatima do kojih su došli Cobby i Le Du (1978).

Utvrđivanje međusobnih korelativnih veza između parametara toka laktacije (a, b i c) kao i vrijednost perzistencije, vrha proizvodnje i vremena pojave vrha pružaju dodatna objašnjenja u vezi s analizom toka laktacije.

Parametar a kao mjera visine proizvodnje u pozitivnoj je korelativnoj vezi s parametrom c (0,52593), što znači da s visinom proizvodnje opada brže tok laktacije. Sličnu korelativnu vezu (0,526) utvrdili su Grossman i sur. (1986). Ovo je potvrđeno i utvrđenom korelativnom vezom parametra a i vrijednosti perzistencije (-0,72869). Općenito je prihvaćeno da laktacije s visokom proizvodnjom imaju slabiju perzistenciju.

Parametar a ima vrlo visoku korelativnu vezu s visinom proizvodnje (0,961198), što je i za očekivati. Slične rezultate dobili su Shanks i sur. (1981). Ovaj parametar, međutim, ima negativnu vezu s vremenom pojave vrha proizvodnje (-0,74109). To se može tumačiti činjenicom da raniji vrh proizvodnje zapravo znači dostizanje niže visine vrha, što je potvrđeno i negativnom korelativnom vezom između visine vrha i vremena pojave vrha proizvodnje (-0,85158). Slične zaključke izveli su Ferris i sur. (1985), ustvrdivši da se u krava koje imaju veći porast proizvodnje javlja i veći vrh proizvodnje.

Parametar b iako nema signifikantnu vezu s parametrom a pozitivan je s parametrom c (0,77614). Istu vrijednost ove veze (0,776) utvrdili su Grossman i sur. (1986). To znači da s većim porastom prvog dijela laktacije brže opada laktacija u drugom dijelu. Potvrđeno je to signifikantnom iako ne jakim vezom između parametra b i perzistencije (0,34071). Ferris i sur. (1985) su, međutim, našli da s većom vrijednošću parametra b raste i vrijednost perzistencije. Jaku pozitivnu korelativnu vezu između parametra b i c (0,6507) utvrdio je Schneeberger (1978) koji je našao da krivulja s jakim porastom na početku laktacije nakon postizanja vrha jako opada.

Parametar b u pozitivnoj je korelativnoj vezi s visinom proizvodnje (0,25915), što je i razumljivo jer rastom parametra b raste i vrijednost porasta vrha proizvodnje. Ovu vezu utvrdili su također Shanks i sur. (1981).

Uzimajući u obzir da parametar b raste kako raste prvi dio laktacije za očekivati je da postoji pozitivna korelativna veza između ovog parametra i vremena pojave vrha proizvodnje, što je ovdje i utvrđeno (0,34066).

Parametar c u jakoj je negativnoj korelativnoj vezi s perzistencijom laktacije

(-0,80978), pozitivnoj korelativnoj vezi s vrhom proizvodnje (0,68017) i negativnoj vezi s vremenom pojave vrha proizvodnje (-0,27999) Ovi odnosi potpuno su u skladu s očekivanim i ranije iznijetim odnosima pojedinih parametara.

### Zaključci

Na temelju iznijetih rezultata istraživanja mogu se donijeti slijedeći zaključci:

1. Izračunate vrijednosti perzistencije (62,8681), vrha proizvodnje (28,0844 kg) kao i vremena pojave vrha proizvodnje (5,2067 tjedana) su očekivane.

2. Utvrđen je signifikantan utjecaj pojedinih čimbenika na vrijednost ovih parametara.

3. Utjecaj razreda pojedinih čimbenika na vrijednost perzistencije, vrha proizvodnje i vremena pojave vrha pokazuje znatne i većinom signifikantne razlike.

4. Međusobni korelativni odnosi između ovih parametara kao i ostalih parametara toka laktacije (a, b i c) pokazuju gotovo u svim slučajevima očekivane vrijednosti.

### LITERATURA

1. Barić, S. (1970): Prilog poznavanju metoda objektivne ocjene perzistencije laktacije. Stočarstvo 24:29-37.
2. Brody, S., A. C. Ragsdale, C. W. Turner. (1923): The rate of decline of milk secretion with varying levels of production. J. Dairy Sci. 52:360.
3. Brody, S., C. W. Turner, A. C. Ragsdale (1924): The relation between the initial rise and the subsequent decline of milk secretion following parturition. J. Gen. Physiol. 6: 541.
4. Cobby, J. M., T. L. P. Le Du (1978): On fitting curves to lactation data. Anim. Prod. 26:127-133.
5. Congleton, J. R., R. W. Everett (1980): Application of the incomplete gamma function to predict cumulative milk production. J. Dairy Sci. 63: 109-119.
6. Decking, J. (1965): Die Persistenz der Milch-und Fettleistungen im Verlauf der Laktation beim schweizerischen Braunvieh in Abhängigkeit von Umwelt und Vererbung. Z. Tierzuchtg. Ziechtgsdbiol. 81: 260-292.
7. Ferris, T. A., I. L. Mao, C. R. Anderson (1985): Selecting for lactation curve and milk yield in dairy cattle. J. Dairy Sci. 68: 1438-1448.
8. Gaines, W. L. (1927): Persistency of lactation in dairy cows. University of Illinois, Agricultural Experimental Station, Biulletin No. 298.
9. Grossman, M., A. L. Kuck, H. W. Norton (1986): Lactation curves of purebred and crossbred dairy cattle. J. Dairy Sci. 69: 195-203.
10. Jakopović I. (1992): Laktacijska krivulja i faktori koji utječu na njezin tok. Poljopr. Znanst. Smotra 57: 149-157.
11. Jakopović I. (1992a): Utjecaj nekih negenetskih čimbenika na laktaciju krava. 1. Utjecaj na količinu mlijeka u laktaciji. Stočarstvo 46:131-139.
12. Johansson, I., R. Hansson (1940): Causes of variation in milk and butterfat yield of dairy cows. Kungl. Landbr. Tidskr. 79:127.
13. Rowlands, G. J., S. Lucey, A. M. Russel (1982): A comparison of different models of the lactation curve in dairy cattle. Anim. Prod. 35:135-144.
14. SAS Institute Inc. (1985): User's guide statistics. Version 5. Edition. SAS Inst. Inc., Cary NC.
15. Schneeberger, M. (1981): Inheritance of lactation curve in Swiss Brown Cattle. J. Dairy Sci. 64:475-483.
16. Shanks, R. D., P. J. Berger, A. E. Freeman, F. N. Dickinson (1981): Genetic aspects of lactation curves. J. Dairy Sci. 64: 1852-1860.
17. Sturtevant, E. L. (1886): Influence of distance from calving on milk yield. N. Y. Agric. Exp. Stn. Rep.



I. Jakopović: Utjecaj nekih negenetskih čimbenika na laktaciju krava  
3. Utjecaj na perzistenciju, vrh proizvodnje i vrijeme pojave vrha

---

18. Turner, C. W. (1926): A quantitative form of expressing persistency of milk or fat secretion. J. Dairy Sci. 9: 203 - 214.
19. Vujčić, I., B. Bačić (1961): Nova mogućnost izražavanja laktacione krive. Letopis naučni Poljoprivrednog fakulteta Novi Sad : 105-112.
20. Wood, P. D. P. (1967): Algebraic model of the lactation curve in cattle. Nature 216: 164-165.

### EFFECT OF SOME NONGENETIC FACTORS ON LACTATION OF COWS

#### 3. Influence on persistency, lactation peak and time when lactation reaches the peak

##### Summary

Determination of persistency, lactation peak and the time when lactation reaches the peak was carried out from the lactation- curve data using transformations of basic Wood's model of lactation definition by gama function.

The recived data obtained persistency (62,8681), peak of lactation (28,0844 kg) and time when lactation reaches its peak (5,2067 weeks) are as expected.

By variance analysis has been determined the significantce of all influencing factors. The significe has also been on influence of each factor chass on these parameters.

Correlation among all the parameters and parameters a, b and c determining the shape of lactation curve was found.

Primljeno: 22. 4. 1992.