

## **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЛІНІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ**

**О. С. Крамаренко**, кандидат сільськогосподарських наук  
**О. І. Потриваєва**, магістр  
Миколаївський національний аграрний університет

Для визначення впливу різних факторів на рівень молочної продуктивності корів нами було використано лінійну модель змішаного типу, що у якості рандомізованого фактора включала генотип бугая-плідника, а у якості фіксованих – номер лактації, рік народження та сезон отелення корів. Всього в аналіз включено дані щодо 526 лактацій у 113 корів червоної степової породи, що утримувалися в умовах ДП "Племрепродуктор "Степове" (Україна, Миколаївська область) протягом 2001-2014 рр. В якості залежної змінної були використані дані щодо надою за десять місяців (M1-M10) та 305 днів лактації (Y305). Нами було встановлено несуттєвий, але вірогідний вплив деяких бугаїв-плідників на надій їх дочок протягом M2...M4, а також високовірогідний вплив номеру лактації. При цьому первістки характеризувалися меншим рівнем молочної продуктивності, тоді як корови під час 8-ї лактації, навпаки, суттєво переважали середнє популяційне значення. Крім того, найвищий рівень молочної продуктивності встановлено у корів, що народилися у 2005, 2007 та 2009 роках, що пов'язано насамперед з підвищенням їх молочної продуктивності у першу половину лактації. А наявність високовірогідного впливу сезону отелення на рівень молочної продуктивності корів проявляється насамперед у збільшенні надоїв (особливо протягом M4...M8) корів із січневими отеленнями, та, навпаки, зменшенням – із отеленнями в червні та липні.

**Ключові слова:** лінійна модель, номер лактації, рік народження худоби, сезон отелення, молочна худоба.

**Постановка проблеми.** Правильне оцінювання тварин є головною передумовою успішного проведення селекційно-племінної роботи у племінному стаді. Для його успішного проведення в арсеналі селекціонера є багато різноманітних прийомів і методів, які на практиці вже успішно довели свою ефективність. Однак постійний розвиток технології виробництва та пов'язані з цим виклики науковцям спонукають їх до подальшого удосконалення методології оцінки тварин [1-4].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Раніше нами [5] було встановлено, що використання лінійних моде-

лей (у т.ч. BLUP) дозволяє отримувати більш точніші оцінки племінної цінності у разі врахування низки корегуючих факторів. При цьому, отримані оцінки є чутливими до незбалансованості при використанні різних бугаїв-плідників у різні роки. Найбільш суттєвий вплив на розрахункові оцінки племінної цінності бугаїв-плідників мали жива маса корів у віці першої лактації та вік їх першого ефективного осіменіння – точність оцінки племінної цінності бугаїв-плідників в цьому випадку підвищується майже удвічі.

**Метою** даного дослідження було визначення впливу різних факторів на молочну продуктивність (за окремі місяці лактації) корів з використанням лінійної моделі.

**Матеріали і методика дослідження.** Матеріалом для дослідження були дані зоотехнічного обліку для корів червоної степової породи, що утримувалися в ДП “Племрепродуктор “Степове” Миколаївського району Миколаївської області протягом 2001-2014 рр. В якості залежної змінної були використані дані щодо надою за десять місяців (M1...M10) та 305 днів лактації (Y305). Всі вихідні дані було попередньо стандартизовано (на тривалість 30,5 днів для кожного місяця лактації) на підставі методу нелінійної апроксимації за методикою С. С. Крамаренка [6]. Всього було проаналізовано 526 повних лактацій у 113 корів.

Модель у загальному вигляді мала вигляд:

$$Y_{ijklm} = \mu + Sire_i + NoL_j + YoB_k + MoC_l + \varepsilon_m, \quad (1).$$

де  $Y_{ijklm}$  – ознаки молочної продуктивності (M1-M10 та Y305);  $\mu$  – середнє популяційне;  $Sire_i$  – бугай-плідник (Памір 6467, Орфей 2719, Тангенс 22510, Алтей 6207, Нарцис 2543, Тополь 2613);  $NoL_j$  – номер лактації (від 1-ї до 9-ї);  $YoB_k$  – рік народження корови (2001-2011 рр.);  $MoC_l$  – місяць отелення корови (1 – січень; 2 – лютий; ...; 12 – грудень);  $\varepsilon_m$  – помилки. У якості рандомізованих (випадкових) факторів було використано генотип бугая-плідника, а у якості фіксованих – номер лактації, рік народження та місяць отелення.

Для окремих градацій факторів, що були включені в модель (табл. 1), були розраховані оцінки коефіцієнтів за допомогою

LSM-процедури (*Least squares means*  $\pm$  *SE*), а також визначено рівень вірогідності їх відхилення від нуля (р-оцінки). Всі розрахунки було проведено за допомогою модуля «GLM» (Загальна Лінійна Модель) пакету прикладних програм MiniTab v. 15 [7].

**Результати досліджень.** Вірогідного впливу бугая-плідника на рівень молочної продуктивності їх дочок (як в різні місяці лактації, так і за 305 днів лактації в цілому) не встановлено (табл. 1).

Таблиця 1

**Результати дисперсійного аналізу впливу різних факторів, що включено до моделі (1), на ознаки молочної продуктивності корів**

Фактор	Ознаки продуктивності										
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Y305
Sire	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
NoL	4,14 ***	11,60 ***	11,29 ***	6,66 ***	3,33 ***	ns	ns	ns	ns	ns	3,05 **
YoB	2,94 ***	6,64 ***	5,53 ***	4,07 ***	3,77 ***	4,08 ***	4,43 ***	4,15 ***	3,01 ***	1,90 *	3,09 ***
MoC	2,24 *	ns	ns	1,98 *	2,74 **	2,81 ***	2,26 *	ns	ns	ns	ns

Примітка: \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$ ; ns -  $p > 0,05$ .

З іншого боку, як фізіологічні (номер лактації та рік народження), так і паратипові (місяць отелення) фактори проявляли значний вплив на надій досліджених корів. При цьому, номер лактації (NoL) вірогідно впливав на надої за першу половину лактації (M1...M5), а також на сумарний надій за 305 днів лактації (Y305). Місяць отелення (MoC), навпаки, вірогідно впливав на надої за перший (M1) та середні місяці лактації (M4...M7), хоча на надій за 305 днів лактації вірогідного впливу не встановлено. Можливо, це обумовлено впливом випадкової компоненти, що проявляється на оцінках надою під час останніх місяців лактації (M8...M10).

Нарешті, для року народження корів (YoB) було відмічено високовірогідний вплив як на рівень молочної продуктивності за окремі місяці, так і за 305 днів лактації в цілому (табл. 1).

У таблиці 2 наведено LSM-оцінки для окремих бугаїв-плідників щодо впливу на рівень молочної продуктивності їх до-

чок. Як бачимо, не зважаючи на те, що дисперсійний аналіз не виявив вірогідного впливу бугая-плідника, для окремих з них має місце вірогідний (позитивний чи негативний) вплив на ознаки молочної продуктивності (хоча лише на першому рівні значущості).

Таблиця 2

**LSM-оцінки коефіцієнтів моделі (1) щодо впливу на ознаки молочної продуктивності корів бугая-плідника**

Бугай (Sire)	Ознаки продуктивності										
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Y305
Алтей		-52,7*	-41,2*								
Тангенс											
Нарцис		18,3*	17,2*	16,1*							128,9*
Орфей											
Памир											
Тополь											

Примітка: Наведено лише вірогідні значення коефіцієнтів. \* -  $p < 0,05$ .

Так, встановлено, що надій за M2-M3 у дочок бугая Алтея був нижчим, тоді як надій за M2...M4 у дочок бугая Нарциса, навпаки, був вищим, ніж середнє популяційне значення. Крім того, останні майже на 130 кг переважали у відношенні надою за 305 днів лактації (табл. 2).

Як можна було очікувати, первістки характеризувалися меншими надоями за першу половину лактації (особливо, за M1-M2), а також на 416 кг поступалися середній популяційній оцінці. З іншого боку, корови у віці 8-ї лактації, навпаки, характеризувалися вірогідно вищими надоями протягом середніх місяців лактації (M4...M8), а також на 662 кг молока переважали середню популяційну оцінку (табл. 3).

Також нами встановлено, що корови, що народилися в різні роки, характеризуються суттєвими (у т.ч., вірогідними) відмінностями за рівнем молочної продуктивності. Наприклад, корови, що народилися у 2005, 2007 та 2009 рр. переважали на 235,7...363,4 кг молока середню популяційну оцінку (табл. 4). Це найчастіше пов'язано зі збільшенням для них надоїв за окремі місяці лактації.

Таблиця 3

**LSM-оцінки коефіцієнтів моделі (1) щодо впливу на ознаки молочної продуктивності корів номера лактації**

Номер лактації (NoL)	Ознаки продуктивності											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Y305	
1	-88,2 ***	-91,7 ***	-74,3 ***	-58,5 ***	-44,2 **							-416,1 **
2												
3		27,2 *	21,4 *									
4												
5												
6												
7	86,0 *											
8				79,9 *	94,6 *	101,9 *	101,9 *	94,5 *				662,1 *
9												

Примітка: Наведено лише вірогідні значення коефіцієнтів. \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$ .

Таблиця 4

**LSM-оцінки коефіцієнтів моделі (1) щодо впливу на ознаки молочної продуктивності корів року народження**

Рік народження (YoB)	Ознаки продуктивності										
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Y305
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2001											
2002											
2003											
2004					40,3 *	47,0 **	47,6 **	42,1 *			
2005			38,8 ***	52,0 ***	58,8 ***	59,3 ***	53,6 ***	41,5 **			363,4 ***
2006	50,8 **	73,1 ***	50,3 ***	29,4 **				-34,8 **	-46,0 **	-55,3 **	
2007	34,7 *	54,7 ***	45,2 ***	36,3 ***	28,0 *						235,7 *
2008											

Продовження табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009		38,8 *	33,9 *	30,0 *							274,3 *
2010											
2011											

Примітка: Наведено лише вірогідні значення коефіцієнтів. \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$ .

Хоча дана тенденція спрацьовує не завжди, наприклад, для корів, що народилися у 2004 році було відмічено вірогідне переважання за надоем протягом М5...М8, але вірогідного збільшення для Y305 для них не виявлено. З іншого боку, для корів, що народилися у 2006 році, збільшення надоев протягом першої половини лактації (М1...М4) компенсувалося їх зменшенням протягом останніх місяців (М8...М10) (табл. 4).

Що стосується місяця отелення, то тут нами не виявлено наявності суттєвого впливу на надій за 305 днів лактації, але було встановлено, що корови із січневими отеленнями переважають середнє популяційне значення за надоями у середні місяці лактації (М4...М7), тоді як тварини із отеленнями, що мали місце протягом червня-липня, навпаки, поступалися середньому популяційному значенню (табл. 5).

Таблиця 5

### LSM-оцінки коефіцієнтів моделі (1) щодо впливу на ознаки молочної продуктивності корів місяця отелення

Місяць отелення (МоС)	Ознаки										
	М1	М2	М3	М4	М5	М6	М7	М8	М9	М10	Y305
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1				23,3 *	31,2 **	32,6 **	27,3 *				
2	-65,0 ***									-50,3 *	
3											
4											
5											
6		30,7 **			-26,5 **	-34,6 ***	-37,3 ***	-34,6 **	-26,4 *		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7			-22,2 *	-31,4 **	-35,2 **	-33,6 **	-26,6 *				
8											
9											
10	42,5 **										
11											
12											

Примітка: Наведено лише вірогідні значення коефіцієнтів. \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$ .

У цілому, отримані нами результати повністю співпадають із даними, наведеними в інших літературних джерелах [8-12].

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Використання лінійної моделі змішаного типу для аналізу рівня молочної продуктивності корів червоної степової породи як за 305 днів, так і за 1-10-й місяці лактації дозволило встановити:

- несуттєвий, але вірогідний вплив деяких бугаїв-плідників на надій їх дочок протягом 2-4-го місяців лактації;

- високовірогідний вплив номеру лактації, при цьому первістки характеризувалися меншим рівнем молочної продуктивності, тоді як корови під час 8-ї лактації, навпаки, суттєво переважали середнє популяційне значення;

- найвищий рівень молочної продуктивності встановлено для корів, що народилися у 2005, 2007 та 2009 роках, що пов'язано насамперед з підвищенням їх молочної продуктивності у першу половину лактації;

- наявність високовірогідного впливу сезону отелення на рівень молочної продуктивності корів, що проявляється у збільшенні надоїв (особливо протягом М4-М8) корів із січневими отеленнями, та, навпаки, зменшенням – із отеленнями в червні та липні.

**Подяки.** Робота виконана за фінансової підтримки гранту Міністерства освіти та науки України (номер державної реєстрації 0117 U000485).

Список використаних джерел:

1. Гетья А. А. Застосування BLUP-методу при організації оцінки селекційної цінності свиней в Україні / А. А. Гетья, Й. Доденхофф // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2010. – Випуск 3 (72). – С. 52-55.
2. Даншин В. А. Оценка генетической ценности животных / В. А. Даншин – К. : Аграрна наука, 2008. – 180 с.
3. Современные методы генетического контроля селекционных процессов и сертификация племенного материала в животноводстве / [Н. А. Зиновьева, П. М. Кленовицкий, Е. А. Гладырь и др.]. – М. : РУДН, 2008. – 329 с.
4. Кузнецов В. М. Методы племенной оценки животных с введением в теорию BLUP / В. М. Кузнецов. – Киров : Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2003. – 358 с.
5. Крамаренко С. С. Використання лінійних моделей (BLUP) для оцінки племінної цінності корів за молочною продуктивністю / С. С. Крамаренко, О. І. Потриваєва // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2016. – Вип. 2(2). – С. 187-192.
6. Крамаренко С. С. Нові методи математичного моделювання лактаційних кривих за допомогою інтерполяції / С. С. Крамаренко // В кн. : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Новітні технології скотарства у XXI столітті» (Миколаїв, 4-6 вересня 2008 р.). – Миколаїв : МДАУ, 2008. – С. 159-164.
7. Ryan B. F. MINITAB Handbook : Update for release 16 / B. F. Ryan, B. L. Joiner, J. D. Cryer. – Pacific Grove, CA, USA: Brooks/Cole Publishing Co., 2012. – 560 p.
8. Wood P. D. P. The relationship between the month of calving and milk production / P. D. P. Wood // Animal Science. – 1970. – V. 12. – №. 2. – P. 253-259.
9. Miller P. D. Joint influence of month and age of calving on milk yield of Holstein cows in the northeastern United States / P. D. Miller, W. E. Lentz, C. R. Henderson // Journal of Dairy Science. – 1970. – V. 53. – №. 3. – P. 351-357.
10. Ray D. E. Season and lactation number effects on milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona / D. E. Ray, T. J. Halbach, D. V. Armstrong // Journal of Dairy Science. – 1992. – V. 75. – №. 11. – P. 2976-2983.
11. Ptak E. Interaction of age and month of calving with year of calving for production traits of Ontario Holsteins / E. Ptak, H. S. Horst, L. R. Schaeffer // Journal of Dairy Science. – 1993. – V. 76. – №. 12. – P. 3792-3798.
12. Abate A. L. Seasonal variation of milk persistency of Kenana×Friesian crossbred dairy cows under confinement feeding in a hot environment / A. L. Abate, M. Atta, R. N. Anthony // Animal Science Journal. – 2010. – V. 1. – №. 1. – P. 13-18.

*С. С. Крамаренко, А. И. Потриваева. **Анализ использования линейных моделей для оценки влияния различных факторов на продуктивность коров.***

*Для определения влияния различных факторов на уровень молочной продуктивности коров нами была использована линейная модель смешанного типа, которая в качестве рандомизированного фактора включала генотип быка-производителя, а в качестве фиксированных – номер лактации, год рождения и сезон отёла коров. Всего в анализ включены данные по 526 лактациям у 113 коров красной степной породы, которые содержались в ГП "Племрепродуктор "Степовой" (Украина, Николаевская область) в течение 2001-2014 гг. В качестве зависимой переменной были использованы данные по удоям за десять месяцев (M1-M10) и за 305 дней лактации (Y305). Нами было установлено несущественное, но достоверное влияние некоторых быков-производителей на удои их дочерей в течение M2...M4, а также высоко достоверное влияние номера лактации, при этом, первотелки характеризовались более низким уровнем молочной продуктивности, тогда как у коров*



восьмой лактации, отмечено существенное превышение удоев относительно среднего популяционного значения. Высокий уровень молочной продуктивности установлен для коров, родившихся в 2005, 2007 и 2009 годах, что связано, прежде всего, с повышением их молочной продуктивности в первую половину лактации. А наличие высокодостоверного влияния сезона отела на уровень молочной продуктивности коров проявляется прежде всего в увеличении удоев (особенно в М4...М8) коров с январским отелами, и уменьшением – с отелами в июне и июле.

**Ключові слова:** линейная модель, номер лактации, год рождения, сезон отела, молочный скот.

*S. Kramarenko, O. Potryvaieva. **Analysis of the linear models using to assess the influence of different factors on the productivity of dairy cows.***

*To determine the influence of various factors on the milk yield of cows, we used a linear model of a mixed type, as a randomized factor, the genotype of a bull-producer, and as fixed - the number of lactation, the year of birth and the calving season of cows. In total, data on 526 lactations per 113 red steppe cows were included in the analysis, which were kept under the conditions of the State Enterprise "Plemreproduktor Stepovoy" (Ukraine, Mykolayiv region) during 2001-2014. Data on milk yield for 10 months were used as a dependent variable (M1-M10) and 305 days of lactation (Y305). It was found insignificant, but possible influence by some bulls on the yield of milk of their daughters during M2 ... M4 also it is reliable the influence of the yield number where in the first-roots are characterised by lower milk productivity, while the cows of the eighth lactation have the exceeding average indicators. In addition, a high level of milk productivity is established for cows born in 2005, 2007 and 2009, that the primarily connected with an increase in their milk productivity in the first half of lactation. And the presence of a highly probable effect of calving season on the level of milk productivity of cows is manifested primarily in the increase in milk yields (especially in M4 ... M8) in January calving, and, conversely, with calving in June and July.*

**Key words:** Linear model, number of lactation, year of birth, season of calving, dairy cattle.