

УДК 636.2.053.082:330.4

*Каратєєва О.І.* к. с.-г. н., доцент кафедри генетики, годівлі тварин та біотехнології, Миколаївський національний аграрний університет

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОСТУ ТЕЛИЦЬ РІЗНИХ ТИПІВ ФОРМУВАННЯ ОРГАНІЗМУ ТА ЇХ НАСТУПНОЇ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ**

*В роботі висвітлено результати дослідження тотожності змін інтенсивності росту та індексу напруги росту із характером змін кривої щомісячних надоїв, тобто, взаємозв'язку процесів росту і розвитку телиць з їх наступною молочною продуктивністю. Встановлено високу вірогідну надійність оцінок процесів змін живої маси та наступної молочної продуктивності.*

**Ключові слова:** *лактаційна крива, інтенсивність формування організму, крива росту, тип спаду відносної швидкості росту, індекс спаду енергії росту*

**Постановка проблеми.** Одним із резервів інтенсифікації селекційної роботи є широке використання генетико-математичних методів і інформаційних систем для підвищення точності визначення племінної цінності особин [10]. У тваринництві в основному використовуються моделі, що дозволяють отримати теоретичні значення таких показників як надої за місяцями лактації у корів, несучість курей, жива маса практично для всіх видів сільськогосподарських тварин. Як вказують В. П. Коваленко, С. Ю. Боліла, В. П. Бородай [5] використання параметрів моделей треба розглядати як додаткову селекційну ознаку, оскільки вони характеризують темпи нарощування та спаду продуктивності і контролюються меншим числом діючих генів (полігенів).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми.** В Україні з боку науковців все більший інтерес направлений на оцінку продуктивності за допомогою математичних моделей [1-3, 6-9]. Тим не менше, з усього їх спектру найбільшого розповсюдження набула модель П. Вуда [8]. Проте у дослідженнях О. Ю. Сметани [7] встановлено, що ця функція може формувати атипову теоретичну криву

(постійно спадаючу) у тих випадках, коли пік продуктивності настає відносно рано (у середньому на другому місяці лактації). Є інші лактаційні моделі, що не мають недоліків функції П. Вуда. Так, О. Ю. Сметана вже доводив адекватність використання рівнянь Гуо-Свольва [9] і Дж. Нелдера [7], які краще описують початок лактаційної динаміки, формуючи в усіх випадках типову криву. Разом з тим, відносно нещодавно Ш. Прасад та Р. Синх [12] запропонували ще одну лактаційну модель, яка дозволяє описати досить точно лактаційну динаміку нарощування і спаду продуктивності.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Поряд з тим недоліком даних моделей є те, що вони не дають змоги врахувати зв'язок між характером росту телиць та їх майбутньою молочною продуктивністю.

**Мета досліджень.** Враховуючи все вище зазначене, нами було взято за мету порівняти криву росту телиць та лактаційну криву первісток і встановити тотожність за змінами інтенсивності росту та індексу напруги росту із характером змін кривої щомісячних надоїв.

**Матеріал і методика дослідження.** Дослідження було проведено в умовах: ДП «Племрепродуктор «Степовий» та ПСПП «Козирське» Миколаївської області на 189 племінних тваринах червоної степової (ЧС), української чорно-рябої молочної (УЧРМ) та української червоної молочної (УЧМ) порід. У межах кожної породи було сформовано дві групи тварин – з помірним та швидким типом інтенсивності формування організму, використавши при цьому індекс інтенсивності формування організму ( $\Delta t$ ) згідно методики В. П. Коваленка [4]. Математичне моделювання кривих росту телиць та їх лактаційних кривих (у статусі корів) різних порід в залежності від порядку отелення здійснювали в середовищі MatchCad за допомогою моделі Т. Бріджесса [11]. Аналіз змін живої маси телиць в цих моделях здійснено за індексом інтенсивності формування ( $\Delta t$ ), індексом рівномірності росту ( $I_p$ ), середньодобовим приростом (СП), відносним приростом (ВП) та індексом напруги росту ( $H_p$ ) [4]. Також, за допомогою розкладних програм Microsoft Office Excel 2003 було оцінено:

1) тип спаду відносної швидкості росту телиць ( $K_{sp}$ ; %) за формулою:

$$K_{sp} = \left[ \left( \frac{W_t - W_0}{W_t + W_0} \right) \times 2 - \left( \frac{W_{t1} - W_t}{W_{t1} + W_t} \right) \times 2 \right] \times 100, \quad (1)$$

де  $W_0$ ,  $W_t$  і  $W_{t1}$  – жива маса у віці, відповідно, народження, 6 і 12 міс, 2 та 100 – коефіцієнти;

2) індекс спаду енергії росту ( $\beta$ ; %) за формулою:

$$\beta = \left[ \frac{W_6 \times W_{12} - W_0 \times W_{18}}{0,25(W_0 + W_6) \times (W_{12} + W_{18})} \right] \times 100, \quad (2)$$

де  $W_0$ ,  $W_6$ ,  $W_{12}$  і  $W_{18}$  – жива маса у віці, відповідно, народження, 6, 12 і 18 міс, 0,25 та 100 – коефіцієнти.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Показники динаміки кривих росту вказують, що представниці ЧС худоби швидкого типу формування організму мали менший рівень спаду енергії росту та типу спаду відносної швидкості росту порівняно з ровесницями інших порід і типів, відповідно  $K_{sp} = 82\%$  і  $\beta = 100\%$  (табл. 1).

Таблиця 1

**Показники динаміки кривих росту та молочної продуктивності корів різної інтенсивності формування організму**

Тип формування організму	п	Ознаки продуктивності першої лактації ( $X \pm S_x$ )			Параметри динаміки кривої росту										
		надій за 305 дн., кг	жирність молока		$\Delta t'$	$\Delta t''$	$Hp'$	$Hp$	$Ip'$	$Ip''$	$K_{sp}$	$\beta$	$In'$	$In''$	
			%	кг											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<b>ЧС</b>															
Швидкий	45	3904±76	3,70±0,01	144±3	0,387	0,820	0,892	1,10	0,470	0,333	82,0	100	0,0006	0,0006	
Повільний	43	3840±65	3,71±0,01	144±2	-0,100	0,839	0,599	1,14	0,813	0,339	83,9	103	0,0002	0,0007	
У середн	88	3872±50	3,71±0,01	144±2	0,149	0,830	0,748	1,12	0,638	0,336	83,0	101	0,0002	0,0007	





Майже тотожними були значення цих показників у УЧМ (90,4% і 108% та 90,9% і 109%) та УЧРМ (88,5% і 111% та 89,5% і 111% відповідно) повільного та швидкого темпів росту. Ці тварини швидше досягли кінцевих розмірів до часу статевого дозрівання при швидкому гальмуванні процесу росту і розвитку саме в останній період онтогенезу – 12-24 місяці. ЧС худоба виявилася більш повільною за вищезазначеними показниками росту. Те ж стосується і корів повільної інтенсивності формування організму незалежно від їх генетичної належності, що підтверджується і коефіцієнтами кореляції між  $K_{sp}$  та  $\beta$  і ознаками молочної продуктивності:  $0,12 \pm 0,42$  ....  $0,35 \pm 0,05$  та  $0,26 \pm 0,18$  ....  $0,61 \pm 0,06$ , відповідно,  $R^2 = 0,01$  ....  $0,37$ . Порівняння параметрів  $\Delta t$ ,  $H_p$ ,  $I_p$ ,  $I_n$  дає підставу стверджувати про суттєвий вплив вікових періодів, що аналізувались характеристикою процесів росту і розвитку молочної худоби. Нами встановлено, що напрямки співвідносної мінливості не змінилися, хоча її рівень за більшістю параметрів підвищився.

Під час порівняння параметрів динаміки кривої росту телиць та лактаційної кривої цих первісток було встановлено високу тотожність за характером змін значень інтенсивності росту та індексу напруги росту представниць УЧРМ породи швидкої інтенсивності розвитку (табл.2).

Таблиця 2

**Порівняльна характеристика динаміки кривих росту та наступної молочної продуктивності корів різної інтенсивності формування організму за даними моделі Т.Бріджеса**

Генотип	n	Параметри кривої росту					Параметри кривої I лактації				
		$\Delta t$	$I_p$	СП	ВП	$H_p$	$\Delta t$	$I_p$	СП	ВП	$H_p$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>ЧС</b>											
Швидкий	45	0,389	0,470	0,653	1,346	0,189	0,407	10,067	14,167	1,185	4,867
Повільний	43	0,089	0,744	0,678	1,355	0,045	0,448	10,394	15,050	1,271	5,304
Усередньому	88	0,169	0,569	0,665	1,350	0,083	0,425	10,244	14,600	1,227	5,059
<b>УЧМ</b>											
Швидкий	26	0,545	0,472	0,729	1,391	0,285	0,377	9,861	13,583	1,087	4,716
Повільний	23	0,478	0,493	0,728	1,383	0,252	0,400	9,118	12,767	1,131	4,515
Усередньому	49	0,514	0,481	0,728	1,387	0,270	0,388	9,519	13,217	1,108	4,633
<b>УЧРМ</b>											
Швидкий	31	0,624	0,475	0,771	1,398	0,344	0,494	12,661	18,917	1,330	7,028

Продовж. таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Повільний	21	0,388	0,555	0,771	1,401	0,214	0,453	12,756	18,533	1,278	6,567
У середньому	52	0,530	0,504	0,771	1,399	0,292	0,479	12,731	18,833	1,311	6,886
$r_f \pm Sr_f / R^2$		0,0 2± 0,3 7/ 0,0 004	-	-	-	-	x	-	-	-	-
		-	0,01± 0,001 /0,00 01	-	-	-	-	x	-	-	-
		-	-	0,64 ± 0,06 /0,4 1	-	-	-	-	x	-	-
		-	-	-	0,13 ± 0,40 /0,0 2	-	-	-	-	x	-
		-	-	-	-	0,3 3± 0,0 5/0, 11	-	-	-	-	x

Так, при підвищенні значень  $\Delta t$  чи  $H_p$  телиць справедливо буде очікувати подібні характеристики за кривою щомісячних надоїв, проте як збільшення рівномірності росту молодняку буде свідчити про падіння цієї характеристики за надоєм у цих тварин. Серед представниць двох інших порід чіткої тенденції за параметрами кривої росту і кривої лактації не встановлено, хоча вищий надій характерний тваринам з більшими значеннями  $\Delta t$  і  $H_p$  кривої росту, при чому кореляційний аналіз підтверджує ці дані.

### Висновки.

1. При підвищенні значень  $\Delta t$  і  $H_p$  кривої росту телиць можна очікувати подібні характеристики за кривою щомісячних надоїв. Тобто телиці з

швидкою інтенсивністю формування організму в подальшому будуть мати і вищі значення показників продуктивності, що підтвердилося в нашому дослідженні.

2. Використання значень динаміки кривої росту забезпечує можливість формування вірогідних прогнозів молочної продуктивності корів, а значення енергії спаду росту та типу спаду відносної швидкості росту також вірогідно корелюють з продуктивністю, що дає підставу для застосування цих прийомів на практиці.

3. Загальний аналіз молочної продуктивності за параметрами динаміки кривої росту і наступної молочної продуктивності підтверджує доцільність прогнозування молочної продуктивності на підставі кривих росту, що також підтверджується і високими показниками фенотипової кореляції.

#### **Список використаних джерел**

1. Barkar' Ye. V. Vykorystannya modeli P. Vuda dlya aproksymatsiyi laktatsiynykh kryvykh koriv riznykh klasiv rozpodilu / Ye. V. Barkar' // Zb. naukovykh prats' Vinnyts'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. – Vinnytsya, 2013. – Vyp. 2 (72). – S. 71–75.
2. Gill M. I. Vykorystannya matematychnykh modeley dlya otsinky laktatsiynykh kryvykh koriv riznykh henotypiv / M. I. Gill // Naukovyy visnyk NAU – K., 2007. – Vyp. 114. – S. 31–44.
3. Karatyeyeva O. I. Opys ta prohnozuvannya laktatsiynykh kryvykh u koriv riznykh typiv formuvannya orhanizmu / O. I. Karatyeyeva // Tavriys'kyu naukovyy visnyk. – Kherson, 2011. – Vyp. 77. – S. 168–174.
4. Kovalenko V. P. Molochna produktyvnist' koriv v zalezhnosti vid intensyvnosti yikh rostu / V. P. Kovalenko // Naukovo-tekhnichnyy byuleten'. – Kharkiv, 2001. – #30. – S. 71–73.
5. Kovalenko V. P. Prohnozyrovanye plemennoy tsennosti ptytsi po yntensyvnosti protsessov ranneho ontogeneza / V. P. Kovalenko, S. Yu. Bolelaya, V. P. Boroday // Tsytolohyya y henetyka. – 1998. – №3. – С. 88 – 92.



6. Kramarenko S. S. Analiz osoblyvostey formuvannya laktatsiynykh kryvykh koriv chervonoyi stepovoyi porody na pidstavi modeli P. Vuda / S. S. Kramarenko, N. P. Suchenko // Visnyk ahraryoi nauky Prychornomor"ya. – MDAU. – Mykolayiv, 2009. – S. 222–228.
7. Smetana O. Yu. Opys laktatsiynoyi dynamiky holshtyns'kykh koriv iz vykorystanniam modeley P. Vuda i Prasad-Synkha / O. Yu. Smetana // Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya : Tekhnolohiya vyrobnytstva i pererobky produktsiyi tvarynnytstva. – 2014. – Vyp. 202. – S. 179–186.
8. Smetana O. Yu. Porivnyannya modeley P. Vuda i Dzh. Neldera dlya opysu laktatsiynoyi dynamiky holshtyns'kykh koriv / O. Yu. Smetana // Visnyk ahraryoi nauky Prychornomor"ya : Sil's'kohospodars'ki nauky. – Vyp. 4 (76). – T. 2, ch. 2. – Mykolayiv : RVV MNAU, 2013. – S. 143–148.
9. Smetana O. Yu. Kharakterystyka dynamiky zmin laktatsiynykh kryvykh holshtyns'kykh koriv riznykh hrup vidboru z vykorystanniam rivnyannya Huo-Svol'va / O. Yu. Smetana // Zb. naukovykh prats' Kharkivs'koyi derzhavnoyi zooveterynarnoyi akademiyi. – Kh. : RVV KhDZVA, 2010. – Vyp. 20. – T. 1. – S. 135–140.
10. Stepanenko N. V. Matematychni modeli dlya kompleksnoyi otsinky bat'kivs'kykh form broylernykh krosiv / N. V. Stepanenko // Tavriys'kyy naukovyy visnyk : Zb. nauk. prats' KhDAU. – 2001. – # 18. – S. 134–137.
11. Bridges T. C. A mathematical procedure for estimating animal growth and body composition / T. C. Bridges, L. W. Turner, E. M. Smith et. al. // Trans. ASAE. – 1986. – V. 29. – № 5. – P. 1342–1347.
12. Prasad S. Mathematical formulation of lactation curve of dairy animals / S. Prasad, R. Singh // Indian Veterinary Medical Journal. – 2001. – № 25 (2). – P. 133–136.

**Каратеева Е.И.**, к. с.-х. н., доцент кафедры генетики, кормления животных и биотехнологии, Николаевский национальный аграрный университет

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА ТЕЛОК РАЗНЫХ ТИПОВ ФОРМИРОВАНИЯ ОРГАНИЗМА И ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ**

*В работе освещены результаты исследования тождества изменений интенсивности роста и индекса напряжения роста с характером изменений кривой ежемесячных надоев, то есть, взаимосвязи процессов роста и развития телок с их последующей молочной продуктивностью. Установлена высокая надежность оценок процессов изменений живой массы и последующей молочной продуктивности*

**Ключевые слова:** *лактационная кривая, интенсивность формирования организма, кривая роста, тип спада относительной скорости роста, индекс спада энергии роста*

**Karateeva O.I.**, PhD, dotsent of the department of genetics, animal nutrition and biotechnology, Mykolayiv State Agrarian University

## **MATHEMATICAL MODELING OF HEIFERS DIFFERENT TYPES OF FORMING BODY AND FOLLOWMILK PRODUCTIVITY**

*The paper highlights the results of the study of identity changes in the intensity of growth and the growth of the index voltage and nature of changes in the monthly milk yield curve, ie, the interaction of processes of growth and development of heifers and their subsequent milk production. The high reliability of the assessment processes of live weight changes and subsequent milk production*

**Key words:** *lactation curve, the intensity of the formation of the body, the growth curve, the type of recession relative growth rate, the growth index of energy decline*