

УДК 636.2.053.082:330.4

Каратєєва О.І., кандидат с.-г. наук, доцент
e-mail: Liosi4ik197@mail.ru
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 (Δt) 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 (Δt), індексом рівномірності росту (Ip), середньодобовим приростом (СП), відносним приростом (ВП) та індексом напруги росту (Hp) [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 (β ; %) 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}	β	In'	In''
			%	кг										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ЧС														
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 середньому	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
УЧМ														
Швидкий	26	3310±62	3,65±0,03	121±2	0,545	0,909	1,110	1,22	0,465	0,334	90,9	109	0,0009	0,0007
Повільний	23	3095±93	3,63±0,04	113±4	0,478	0,904	1,062	1,21	0,486	0,334	90,4	108	0,001	0,001
У середньому	49	3209±56	3,64±0,03	117±2	0,513	0,907	1,088	1,21	0,475	0,334	90,7	108	0,0008	0,0007

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

УЧРМ														
Швидкий	31	4713±62	3,92±0,02	185±3	0,626	0,895	1,236	1,31	0,468	0,364	89,5	111	0,001	0,0007
Повільний	21	4600±77	3,96±0,03	182±3	0,384	0,895	1,053	1,31	0,552	0,366	88,5	111	0,0006	0,0007
У середньому	52	4685±56	3,94±0,02	184±2	0,523	0,895	1,158	1,31	0,504	0,365	89,4	111	0,0009	0,0007
$r_f \pm S_{r_f} / R^2$ ознака- параметри		0,38±0,04/ 0,14	0,22±0,20/ 0,05	0,10±0,42/ 0,01	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,38±0,04/ 0,14	0,17±0,41/ 0,03	-0,03±0,47/ 0,001	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,48±0,05/ 0,23	0,38±0,04/ 0,14	0,24±0,20/ 0,06	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
		0,63±0,06/ 0,40	0,74±0,07/ 0,55	0,59±0,06/ 0,35	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
		-0,24±0,20/ 0,06	-0,05±0,45/ 0,002	0,04±0,45/ 0,002	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
		0,62±0,06/ 0,38	0,98±0,01/ 0,96	0,93±0,01/ 0,86	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
		0,35±0,05/ 0,12	0,12±0,42/ 0,01	-0,07±0,45/ 0,005	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
		0,58±0,06/ 0,34	0,54±0,06/ 0,29	0,37±0,05/ 0,12	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
		0,49±0,05/ 0,24	0,14±0,40/ 0,02	0,004±0,008/ 0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
		-0,14±0,40/ 0,02	-0,28±0,18/ 0,08	-0,40±0,06/ 0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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 β 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 Δt , 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 змінились, 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				
		Δt	I_p	$СП$	$ВП$	$Н_p$	Δt	I_p	$СП$	$ВП$	$Н_p$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ЧС											
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
У середньому	88	0,169	0,569	0,665	1,350	0,083	0,425	10,244	14,600	1,227	5,059
УЧМ											
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
У середньому	49	0,514	0,481	0,728	1,387	0,270	0,388	9,519	13,217	1,108	4,633
УЧРМ											
Швидкий	31	0,624	0,475	0,771	1,398	0,344	0,494	12,661	18,917	1,330	7,028
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
$r_f \pm Sr_f / R^2$		0,02± 0,37/ 0,0004	–	–	–	–	x	–	–	–	–
		–	0,01± 0,001/0,0001	–	–	–	–	x	–	–	–
		–	–	0,64± 0,06/0,41	–	–	–	–	x	–	–
		–	–	–	0,13± 0,40/0,02	–	–	–	–	x	–
		–	–	–	–	0,33± 0,05/0,11	–	–	–	–	x

Так, при підвищенні значень Δt чи $Н_p$ 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 Δt і $Н_p$ кривої росту, при чому кореляційний аналіз підтверджує ці дані.

Висновки. 1. При підвищенні значень Δt і $Н_p$ 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 використаної літератури

1. Баркарь Є.В. Використання моделі П. Вуда для апроксимації лактаційних кривих корів різних класів розподілу / Є.В. Баркарь // Зб. наукових праць: Вінницького національного аграрного університету. – Вінниця, 2013. – Вип. 2 (72). – С. 71-75.
2. Гиль М.І. Використання математичних моделей для оцінки лактаційних кривих корів різних генотипів / М.І. Гиль // Науковий вісник НАУ. – К., 2007. – Вип. 114. – С. 31-44.
3. Каратєєва О.І. Опис і прогнозування лактаційних кривих у корів різних типів формування організму / О.І. Каратєєва // Таврійський науковий вісник. – Херсон, 2011. – Вип. 77. – С. 168-174.
4. Коваленко В.П. Молочна продуктивність корів у залежності від інтенсивності їх росту / В. П. Коваленко // Науково-технічний бюлетень. – Харків, 2001. – № 30. – С. 71-73.
5. Коваленко В.П. Прогнозирование племенной ценности птицы по интенсивности процессов раннего онтогенеза / В.П. Коваленко, С.Ю. Болелая, В.П. Бородай // Цитология и генетика. – 1998. – № 3. – С. 88-92.
6. Крамаренко С.С. Аналіз особливостей формування лактаційних кривих корів червоної степової породи на підставі моделі П. Вуда / С.С. Крамаренко, Н.Р. Сушенко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – МДАУ. – Миколаїв, 2009. – С. 222-228.
7. Сметана О.Ю. Опис лактаційної динаміки голштинських корів із використанням моделі Р. Вуда і Прасад-Синха / О.Ю. Сметана // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2014. – Вип. 202. – С. 179-186.
8. Сметана О.Ю. Порівняння моделей П. Вуда і Дж. Хелдера для опису лактаційної динаміки голштинських корів / О.Ю. Сметана // вісник аграрної науки Причорномор'я. Серія: Сільськогосподарські науки. – Вип. 4 (76). – Т. 2, – Ч. 2. – Миколаїв: МНАУ, 2013. – С. 143-148.
9. Сметана О.Ю. Характеристика динаміки змін лактаційних кривих голштинських корів різних груп відбору з використанням рівняння Гуо-Свольва / О.Ю. Сметана // Зб. наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії. – Х.: ХДЗАА, 2010. – Вип. 20. – Т. 1. – С. 135-140.
10. Степаненко Н.В. Математичні моделі для комплексної оцінки батьківських форм бройлерних кросів / Н.В. Степаненко // Таврійський науковий вісник : Зб. наук. праць ХДАУ. – 2001. – № 18. – С. 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.

References

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 byuletyn'. – Kharkiv, 2001. – #30. – S. 71-73.
5. Kovalenko V.P. Prohnozyrovanye plemennoy tsennosti pytsi 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 ahrarnoyi nauky Prychornomor"ya. – MDAU. – Mykolayiv, 2009. – S. 222-228.
7. Smetana O.Yu. Opys laktatsiynoyi dynamiky holshtyns'kykh koriv iz vykorystannyam modeley P. Vuda i Prasad-Synkha / O.Yu. Smetana // Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya: Tekhnolohiya vyrobnytstva i pererobky produktsiyi tvarynnystva. – 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 ahrarnoyi 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 vykorystannyam 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'kyu 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.

УДК 636.2.053.082:330.4

Каратеева Е.И., кандидатс.-х. наук, доцент
e-mail: Liosi4ik197@mail.ru
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

UCC 636.2.053.082:330.4

Karateeva O.I., candidate of agricultural science, associate professor
e-mail: Liosi4ik197@mail.ru
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.

*Рецензент: Гиль М.І., доктор с.-г. наук, професор
Миколаївський національний аграрний університет*