

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

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОСТУ МОЛОДНЯКУ РІЗНИХ ТИПІВ ФОРМУВАННЯ ОРГАНІЗМУ ТА ЇХ НАСТУПНА МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ

В роботі висвітлено результати дослідження зв'язку процесів раннього постнатального онтогенезу корів різних порід з їх наступною молочною продуктивністю. Загальний аналіз молочної продуктивності за параметрами динаміки кривої росту і наступної молочної продуктивності вказує на доцільність прогнозування молочної продуктивності на підставі кривих росту, що також підтверджується і високими показниками фенотипової кореляції. А математична модель Т. Бріджеса, її кінетична і експоненційна константи та їх співвідношення дозволяють вірогідно описувати і прогнозувати характер змін живої маси корів за період їх раннього постнатального онтогенезу.

Ключові слова: *інтенсивність формування організму, крива росту, тип спаду відносної швидкості росту, експоненційна швидкість спаду, кінетична швидкість нарощування*

Постановка проблеми. Для будь-якої живої істоти характерні періодичність і нерівномірність росту. В одних тварин посилена диференціація супроводжується зниженням швидкості росту, а в інших бурхливий ріст пов'язаний з уповільненням розвитку організму. Одночасно можна спостерігати інтенсивний ріст і розвиток, або навпаки, у не сприятливих умовах навколишнього середовища – одночасну депресію цих процесів [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Надзвичайно велике значення для молочного скотарства мають питання росту і розвитку телиць, адже це основний важель економічної ефективності галузі. Також, зв'язок між майбутньою продуктивністю телиць та їх характером росту відмічає чимало дослідників [8-11]. Вагомий внесок у вивченні швидкісних процесів росту і розвитку тварин і їх вплив на формування подальшої продуктивності зробив вітчизняний вчений В. П. Коваленко, який модифікував математичну модель Т. Бріджеса – нарощування кривої лактації, виходячи з передумов їх перетворення в моделі росту [5-7]. Його учні і послідовники продовжують займатися цим питанням і понині [1-4, 6-7].

Мета досліджень. Враховуючи, що дана методика моделювання динамічних процесів в організмі. Набула широкого застосування в різних галузях тваринництва, слід

відмітити, що в молочному скотарстві вона є менш популярною, що і викликало наш інтерес в даному аспекті.

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. Групи тварин у межах кожної породи було розподілено за методикою В. П. Коваленка на два типи інтенсивності формування організму [5]. За контрольну групу було взято середні дані по типах вищевказаних груп.

Групи тварин було рандомізовано та оцінено за живою масою у віці народження, 3, 6, 9, 12, 15, 18 і 24 міс., а також за надоем в розрахунку на 305 дн. лактації (першої і вищої) та жирністю молока (%), (кг). 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. Бріджеса [8].

В роботі використано кореляційний аналізи, проведено апроксимацію останнього з визначенням коефіцієнтів фенотипової кореляції ($r_f \pm Sr_f$) та детермінації (R^2) при використанні прикладних програм MS Office.

Виклад основного матеріалу досліджень. Проведена оцінка і аналіз даних живої маси дозволили нам встановити, що найбільша мінливість живої маси у молочної худоби спостерігається у віці трьох місяців (від $63 \pm 1,3$ кг до $103 \pm 0,9$ кг) з однотайною перевагою представниць з підвищеною швидкістю росту: ЧС – $83 \pm 1,2$ кг, УЧМ – $94 \pm 0,5$ кг, УЧРМ – $103 \pm 0,9$ кг (табл. 1). Телички усіх дослідних груп мають подібні рівні розвитку ознаки, тобто аналоги швидкого типу росту переважають ровесниць протилежного типу, а мінімальними значеннями відрізняються представниці ЧС худоби упродовж постнатального онтогенезу до 24-місячного віку із вищими показниками варіабельності. А максимальною живою масою на кінець періоду вирощування характеризується УЧРМ худоба до $462 \pm 3,1$ кг.

Оцінкою фактичної кривої росту телиць за рівнянням Т. Бріджеса встановлено, що найвища кінетична швидкість нарощування (λ) та одночасно найменша експоненційна швидкість спаду живої маси (μ) характерна для корів ЧС худоби повільного типу формування організму, які при цьому є менш продуктивними (табл. 2).

Аналогічна тенденція спостерігається і серед двох інших генотипів: корови з уповільненими процесами росту одночасно мають високі значення швидкості нарощування живої маси (1,473 і 0,111) та низький прикінцевий її спад (1,799 і 0,069), відповідно. Цим тваринам характерна, також, і нижча продуктивність, як за першу, так і за вищу лактації порівняно з худобою з прискореними синтетичними процесами в організмі.

Динаміка живої маси (кг) корів різних порід в умовах Півдня України в залежності від типу формування організму

Тип формування організму	Червона степова				Українська червона молочна				Українська чорно-ряба молочна			
	Рівень розвитку ознаки та її мінливість й вірогідність											
	<i>n</i>	$\bar{X} \pm S_x$	<i>d</i> ± <i>Sd</i>	<i>td</i>	<i>n</i>	$\bar{X} \pm S_x$	<i>d</i> ± <i>Sd</i>	<i>td</i>	<i>n</i>	$\bar{X} \pm S_x$	<i>d</i> ± <i>Sd</i>	<i>td</i>
при народженні												
Швидкий	45	29±0,2	0±0,28	0	26	29±0,2	0±0,28	0	31	30±0,1	0±0,14	0
Повільний	43	29±0,2	0±0,28	0	23	29±0,5	0±0,54	0	21	30±0,2	0±0,22	0
У середньому	88	29±0,2	X	X	49	29±0,2	X	X	52	30±0,1	×	×
3 місяці												
Швидкий	45	81±1,2	9±1,56	5,8***	26	94±0,5	1±0,64	1,6	31	103±0,9	5±1,5	3,3***
Повільний	43	63±1,3	-9±2,06	4,4***	23	91±0,5	-2±0,64	3,1**	21	89±1,0	-9±1,6	5,6***
У середньому	88	72±1,0	X	X	49	93±0,4	X	X	52	98±1,2	×	×
6 місяців												
Швидкий	45	151±2,3	2±2,7	0,7	26	160±0,5	0±0,64	0	31	169±0,4	0±0,56	0
Повільний	43	146±1,8	-3±2,8	1,1	23	160±0,6	0±0,72	0	21	168±0,9	-1±1,0	1,0
У середньому	88	149±1,5	X	X	49	160±0,4	X	X	52	169±0,4	×	×
9 місяців												
Швидкий	45	204±2,6	2±3,0	0,7	26	215±0,5	0±0,60	0	31	228±0,6	1±0,9	1,1
Повільний	43	199±1,5	-3±2,1	1,4	23	214±0,6	-1±0,72	1,4	21	226±1,6	-1±1,7	0,6
У середньому	88	202±1,5	X	X	49	215±0,4	X	X	52	227±0,7	×	×
12 місяців												
Швидкий	45	255±1,2	3±1,81	1,7	26	261±0,6	0±0,64	0	31	283±0,5	1±1,2	0,8
Повільний	43	248±2,4	-4±2,8	1,4	23	261±0,7	0±0,86	0	21	282±0,9	0±1,0	0
У середньому	88	252±1,4	X	X	49	261±0,5	X	X	52	282±0,4	×	×
15 місяців												
Швидкий	45	304±2,4	2±2,8	0,7	26	310±0,5	0±0,64	0	31	331±0,5	0±0,64	0
Повільний	43	300±1,2	-2±1,8	1,1	23	310±0,6	0±0,72	0	21	331±0,9	0±1,0	0
У середньому	88	302±1,4	X	X	49	310±0,4	X	X	52	331±0,4	×	×
18 місяців												
Швидкий	45	352±2,1	1±2,46	0,4	26	355±0,5	0±0,64	0	31	378±0,4	0±1,30	0
Повільний	43	351±1,4	0±1,9	0	23	354±0,7	-1±0,80	1,3	21	378±0,7	0±0,80	0
У середньому	88	351±1,3	X	X	49	355±0,4	X	X	52	378±0,4	×	×
24 місяці												
Швидкий	45	402±1,6	1±1,94	0,5	26	445±0,6	0±1,08	0	31	462±3,1	2±3,6	0,5
Повільний	43	400±1,5	-1±1,9	0,5	23	444±1,7	-1±1,9	0,8	21	459±0,9	-1±2,1	0,5
У середньому	88	401±1,1	X	X	49	445±0,9	X	X	52	460±1,9	×	×

Таблиця 2

Параметри моделі кривих росту телиць за рівнянням Т. Бріджеса та молочної продуктивності корів різних типів формування організму

Тип формування організму	n	Ознаки молочної продуктивності ($X \pm S_x$)						Константи математичної моделі							
		перша лактація			вища лактація			прогнозована крива росту				фактична крива росту			
		надій, кг	жирність молока		надій, кг	жирність молока		λ	μ	λ/μ	S_r	λ	μ	λ/μ	S_r
			%	кг		%	кг								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ЧС															
Швидкий	45	3904± 76	3,70± 0,01	144± 3	4607± 93	3,72± 0,01	171± 3	1,630	1,505	22,15	1,913	1,655	0,070	23,45	1,830
Повільний	43	3840± 65	3,71± 0,01	144± 2	4173± 65	3,73± 0,01	156± 2	5,164	0,074	35,00	8,496	2,744	0,006	43,27	5,741
У середньому	88	3872± 50	3,71± 0,01	144± 2	4392± 65	3,73± 0,01	164± 2	2,861	0,007	31,44	4,445	2,181	0,024	30,84	3,017
УЧМ															
Швидкий	26	3310± 62	3,65± 0,03	121± 2	3719± 69	3,68± 0,02	136± 3	1,306	0,145	8,98	1,825	1,383	0,131	10,51	1,730
Повільний	23	3095± 93	3,63± 0,04	113± 4	3834± 91	3,72± 0,03	142± 3	1,498	0,116	12,89	1,966	1,473	0,111	13,18	1,584
У середньому	49	3209± 56	3,64± 0,03	117± 2	3773± 56	3,69± 0,02	139± 2	1,372	0,131	10,46	1,743	1,424	0,122	11,64	1,644
УЧРМ															
Швидкий	31	4713± 62	3,92± 0,02	185± 3	5146± 85	3,92± 0,02	202± 3	1,204	0,185	6,51	3,775	1,381	0,150	9,22	2,831
Повільний	21	4600± 77	3,96± 0,03	182± 3	5046± 125	3,95± 0,03	199± 5	1,866	0,067	27,69	2,361	1,799	0,069	25,88	2,026
У середньому	52	4685± 56	3,94± 0,02	184± 2	5123± 71	3,94± 0,02	201± 3	1,402	0,137	10,24 1	2,414	1,527	0,116	13,15	1,969

За даними прогнозованої кривої росту вищі значення кінетичної швидкості нарощування росту встановлено також у представниць повільної швидкості розвитку ЧС породи – 5,164. По УЧМ та УЧРМ генотипах прогнозована крива росту також співпала з фактичною кривою.

Оцінка відхилення (S_r) теоретичної і фактичної кривих вказує, що дана модель забезпечує за всіма оціненими групами рівень 1,825 8,496% за прогнозованою кривою росту та 9,22 43,84% – за фактичними даними. Аналізуючи співвідносну мінливість, слід відмітити, що в більшості випадків фактичної кривої росту встановлено пряму кореляцію різної сили від $0,03 \pm 0,33$ до $0,42 \pm 0,05$ між ознаками молочної продуктивності і константами моделі, в той час коли у прогнозованої кривої росту відмічено здебільшого низьку і від'ємну кореляцію: $-0,02 \pm 0,33$ $-0,35 \pm 0,05$.

Висновки.

1. Телички усіх дослідних груп мають подібні рівні розвитку ознаки, тобто аналоги швидкого типу росту переважають ровесниць протилежного типу, а мінімальними значеннями відрізняються представниці ЧС худоби упродовж постнатального онтогенезу до 24-місячного віку із вищими показниками варіабельності. А максимальною живою масою на кінець періоду вирощування характеризується УЧРМ худоба.
2. Генетико-математична модель Т. Бріджеса, її кінетична і експоненційна константи та їх співвідношення дозволяють вірогідно описувати і прогнозувати характер змін живої маси корів за період їх раннього постнатального онтогенезу.
3. Загальний аналіз молочної продуктивності за параметрами динаміки кривої росту і наступної молочної продуктивності вказує на доцільність прогнозування молочної продуктивності на підставі кривих росту, що також підтверджується і високими показниками фенотипової кореляції.

Література

1. Гиль М. І. Альтернативні методи моделювання та прогнозування процесів росту і молочної продуктивності корів / М. І. Гиль // Вісник Дніпропетровського ДАУ: Науково-теоретичний, науково-практичний журнал – Дніпропетровськ, 2007. – № 2. – С. 100–107.
2. Гиль М. І. Використання математичного моделювання росту молодняку голштинських корів різних генеалогічних ліній та їх наступної молочної продуктивності / М. І. Гиль // Вісник аграрної науки Причорномор'я : Зб. наук. праць. – Миколаїв, 2008. . – Вип. 1 (44). – С. 158–171.

3. Гиль М. І. Нові методи моделювання та прогнозування процесів росту і молочної продуктивності корів української червоної молочної породи різних заводських типів / М. І. Гиль // Аграрний вісник Причорномор'я : Зб. наук. праць. – Одеса, 2008.
4. Каратєєва О. І. Вплив інтенсивності формування корів різних порід в їх ранньому постнатальному онтогенезі на продуктивність : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.02.01 «Розведення та селекція» / Олена Іванівна Каратєєва. – Миколаїв, 2013. – 24 с.
5. Коваленко В. П. Молочна продуктивність корів в залежності від інтенсивності їх росту / В. П. Коваленко // Науково-технічний бюлетень. Харків – 2001. №30. – С. 71 – 73.
6. Коваленко В. П. Рекомендации по использованию основных селекционных признаков сельскохозяйственных животных / В. П. Коваленко, С. В. Болелая. – Херсон, 1997. – 41 с.
7. Нежлукченко Т. І. Сучасні методи моделювання та прогнозування росту, продуктивності тварин і птиці / Т. І. Нежлукченко, В. П. Коваленко // Науковий вісник НАУ. – К. : НАУ. – 2005. – Вип. 85. – С.108–114.
8. Bridges T. C. A mathematical procedure for estimating animal growth and body composition / T. C. Bridges, L. W. Turner, E. M. Smith // Trans. ASAE. St.Joseph. – Mich. – 1986. – v. 29. – № 5. – P. 1342–1347.
9. Heinrichs A. J. Growth of Holstein dairy heifers in the United States / A. J. Heinrichs, W. C. Losinger // J. Animal Science. – 1998. – Vol.76. – P. 1254–1260.
10. James R. E. Growth Standards and Nutrient Requirements for Dairy Heifers-Weaning to Calving / R. E. James // J. Advances in Dairy Technology. – 2001. – Vol.13. – P.63–77.
11. Robertson F. W. Studies in quantities inheritance XI. Genetics and environmental correlation between body size and egg production in *Drosophila melanogaster* / F. W. Robertson // J.Genetics. – 1959. – V. 55.

Е.И. Каратеева, к.с.-х.н., ассистент кафедры генетики, кормления животных и биотехнологии, Николаевский национальный аграрный университет
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РОСТА МОЛОДНЯКА РАЗНЫХ ТИПОВ ФОРМИРОВАНИЯ ОРГАНИЗМА И ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПРОДУКТИВНОСТЬ

В работе освещены результаты исследования связи процессов раннего постнатального онтогенеза коров разных пород с их последующей молочной продуктивностью. Общий анализ молочной продуктивности по параметрам динамики кривой роста и последующей молочной продуктивности указывает на целесообразность

прогнозирования молочной продуктивности на основании кривых роста, что также подтверждается и высокими показателями фенотипической корреляции. А математическая модель Т. Бриджеса, ее кинетическая и экспоненциальная константы и их соотношение позволяют достоверно описывать и прогнозировать характер изменений живой массы коров за период их раннего постнатального онтогенеза.

Ключевые слова: *интенсивность формирования организма, кривая роста, тип спада относительной скорости роста, экспоненциальная скорость спада, кинетическая скорость наращивания*

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

**USING MATHEMATICAL MODELING GROWTH OF YOUNG ANIMALS
DIFFERENT TYPES OF FORMING BODY AND NEXT MILK PRODUCTION**

The paper highlights the results of a study of communication processes early postnatal ontogenesis cows of different breeds with their subsequent milk production. Overall analysis of milk production parameters for the dynamics of growth curve and subsequent milk production indicates the feasibility of predicting milk production on the basis of growth curves, which is also confirmed by the high levels of phenotypic correlation. A mathematical model of T. Bridges, and its exponential kinetic constants and their ratio allow to describe and predict the likely changes in the nature of live weight of cows during their early postnatal ontogenesis.

Key words: *body formation intensity, growth curve, the type of relative decline in growth rate, the rate of decline eksponentsiyna, kinetic speed increasing*