

УДК: 338.314:636.5:519.868

Степаненко Н.В.,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри прикладної математики та економічної кібернетики,
Херсонський державний аграрний університет

Stepanenko Natalia,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Senior Lecturer at Department of Applied Mathematics and Economic Cybernetics,
Kherson State Agricultural University

МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ПІДВИЩЕННЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ПТАХІВНИЦТВА

Степаненко Н.В. Методи та моделі підвищення рентабельності птахівництва. У статті розглянуто методи та моделі для підвищення рентабельності виробництва таких видів продукції птахівництва, як м'ясо птиці та яйця курячі. Для порівняльної оцінки продуктивності курей різних кросів використовували різноманітні методи опису та прогнозу селекційних ознак із використанням математичних моделей. Проведено порівняльну оцінку різних моделей росту молодняка яєчного та м'ясного типу. Вивчено доцільність використання нових параметрів інтенсивності росту в моделі Т.К. Бріджеса для виявлення генотипових відмінностей між кросами та прогнозуванням живої маси виходячи з показників, отриманих у ранньому онтогенезі. Порівняльною оцінкою моделей несучості яєчних курей виявлено, що придатнішими для їх опису й прогнозування є модифіковані моделі Т.К. Бріджеса та EXPLIN. Доведено доцільність використання параметрів моделі (кінетична та експоненційна швидкість росту) як додаткових критеріїв за спрямованого відбору за продуктивністю.

Ключові слова: методи, модель, рентабельність, виробництво, експоненційна швидкість росту, кінетична інтенсивність росту.

Степаненко Н.В. Методы и модели повышения рентабельности птицеводства. В статье рассмотрены методы и модели для повышения рентабельности производства таких видов продукции птицеводства, как мясо птицы и яйца куриные. Для сравнительной оценки производительности кур разных кроссов использованы различные методы описания и прогноза селекционных признаков с использованием математических моделей. Проведена сравнительная оценка различных моделей роста молодняка яичного и мясного типа. Изучена целесообразность использования новых параметров интенсивности роста в модели Т.К. Бриджеса для выявления генотипических различий между кроссами и прогнозированием живой массы исходя из показателей, полученных в раннем онтогенезе. Сравнительной оценкой моделей яйценоскости яичных кур обнаружено, что пригодными для их описания и прогнозирования являются модифицированные

моделі Т.К. Бріджеса і EXPLIN. Доказана целесообразність використання параметрів моделі (кінетическа і експоненціальна швидкість росту) як додаткових критеріїв при напрямленому відборі по продуктивності.

Ключеві слова: методи, моделі, рентабельність, виробництво, експоненціальна швидкість росту, кінетическа інтенсивність росту.

Stepanenko Natalia. Methods and models for raising the profitability of poultry farming. In the article, methods and models for increasing the profitability of production of poultry products such as poultry meat and chicken eggs are considered. Profitability belongs to the most important economic categories, which to some extent characterize in general the economic efficiency of the enterprise on the basis of economic calculation. Domestic poultry farming has become one of the most economically attractive and competitive types of agribusiness. This sector also has significant export potential and prospects for its development, which is one of the strategic goals of increasing the efficiency of development of the agro-industrial complex. Thus, the progress of the poultry industry is determined by the use of intensive factors, which in the first place are the achievements of modern genetics, breeding, biotechnology. Various methods for describing and forecasting breeding features using mathematical models were used for comparative estimation of productivity of chickens of different crosses. Processing of the received data was carried out using methods of biological statistics. The level of profitability of poultry production in recent years is considered. A comparative estimation of different models of growth of young birds of egg and meat types is carried out. We have studied the feasibility of using new growth intensity parameters in the model by T. Bridges to detect genotype differences between crosses and predict live weight, based on the rates obtained in early ontogenesis. The comparative estimation of models of the egg-laying capacity of chickens has revealed that modified models of T. Bridges and EXPLIN are more suitable for their description and forecasting. Data analysis has shown the effectiveness of the evaluation and selection of chickens by components of complex polygenic features, in particular, the norms of the kinetic and exponential velocity of live weight growth and total egg-laying capacity. These indicators are highly correlated with the data of productive features. After studying the relation of model parameters and the level of the main economically useful signs of chickens, the feasibility of using new growth intensity criteria for the selection of high-efficiency genotypes at an early age has been found.

Keywords: methods, model, profitability, production, exponential growth rate, kinetic intensity of growth.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Для кількісного виміру рентабельності у цілому по аграрних підприємствах використовують такі традиційні показники: рівень рентабельності, норму прибутку і використання математичних моделей для прогнозування продуктивності тварин.

Рівень рентабельності характеризує економічну ефективність витрат, ступінь їх окупності. Визначається даний показник як процентне відношення суми прибутку до собівартості продукції.

Вітчизняне птахівництво стало одним із найбільш економічно привабливих та конкурентоспроможних видів агробізнесу, про що свідчить стійка динаміка зростання виробництва м'яса птиці та яєць. Галузь також має значний експортний потенціал та перспективи його нарощування, що є однією зі стратегічних цілей підвищення ефективності розвитку агропромислового комплексу до 2020 р.

Огляд (аналіз) останніх досліджень і публікацій з цієї проблеми, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Птахівництво – це одна з найважливіших і основних галузей тваринництва, яка забезпечує потреби населення цінними продуктами харчування. Дослідженням стану та перспектив розвитку птахівництва в Україні займалися досить багато вчених [1, с. 154; 2, с. 3]. Б.А. Мельник [8, с. 63] досліджувала впровадження ефективних ресурсозберігаючих технологій, які сприяють поліпшенню продукції; Н.О. Аверчева [5, с. 203-209] займалася дослідженням шляхів підвищення економічної ефективності виробництва м'яса птиці на основі повноцінної годівлі; Ф.О. Ярошенко [3, с. 16-19] говорив про можливе підвищення ефектив-

ності галузі птахівництва, використовуючи різні інновації; І.І. Івко [7, с. 34-46] займався удосконаленням технологій виробництва продукції птахівництва.

Формулювання завдання дослідження. Метою статті є обґрунтування і розроблення ефективних моделей для підвищення точності оцінки ліній і кросів за основними селекційними ознаками, визначення їхніх компонентів і прогнозування продуктивності за даними, отриманими в ранньому онтогенезі, проведення оцінки компонентів несучості і живої маси кросів кращого світового генотипу.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

- провести порівняльну оцінку різних моделей росту молодяку яєчного і м'ясного типу (Річардса, Бріджеса та їх модифікацій, розроблених нами);
- дати порівняльну оцінку моделям несучості курей (Бріджеса, EXPLIN., Мак-Милана і Мак-Нелі);
- встановити можливість використання моделей росту для опису кривої яйцекладки і прогнозування несучості (модель Бріджеса та її модифікації);
- вивчити зв'язок параметрів моделей із рівнем основних господарсько корисних ознак курей;
- встановити доцільність використання нових критеріїв інтенсивності росту для відбору високопродуктивних генотипів у ранньому віці.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Птахівництво забезпечує населення країни дієтними висококалорійними продуктами харчування. Основна продукція птахівництва – яйця і м'ясо – за поживністю переважає більшість продуктів харчування. Курячі яйця містять близько 12% повноцінних білків, 12% жирів, вітаміни і мікроелементи. Науково

обґрунтована норма споживання яєць – 280 шт. на одну особу на рік. Високими поживними якістьми відзначається також м'ясо птиці. У м'ясі курей та індиків міститься до 23% протеїну і 17-24% жиру, у м'ясі качок та гусей – відповідно 23-34% і 16-46%.

Сільськогосподарська птиця відзначається скороспілістю, високою плодючістю, інтенсивним ростом і продуктивністю, що зумовлює добру оплату корму й ефективне використання засобів виробництва. Кури яєчних порід уже в 4,5-5 міс. починають нести і дають до 350 яєць на рік. Курчата м'ясних порід за 45-50 днів досягають живої маси 1,5-2 кг, каченята за 50-55 днів – 2,0-3,0 кг, а жива маса гуски в 4-5-місячному віці становить 6-8 кг. Птиця характеризується високою забійною масою, вихід м'яса становить у середньому 65%. Завдяки скороспілості та високій якості продукція птахівництва займає пріоритетне місце серед галузей тваринництва [5, с. 203-209].

Характеризуючи виробництво продукції птахівництва за категоріями господарств, необхідно відзначити, що в сільськогосподарських підприємствах, де утримується 55,1% поголів'я птиці, зосереджено 62,7% виробництва яєць у країні, а 37,3% яєць було вироблено в господарствах населення.

Збільшення обсягів виробництва м'яса птиці зумовлене насамперед зростанням попиту з боку населення та підприємств харчової промисловості. М'ясо птиці стало заміником для більшої споживачів м'яса, оскільки в останні роки відбулося суттєве скорочення пропозиції яловичини та свинини.

Економічна ефективність виробництва продукції птахівництва характеризується такими показниками: продуктивністю птиці – середньою річною несучістю курок-несучок і середньодобовим приростом живої маси молодняку птиці, затратами праці і кормів на 1000 шт. яєць і на 1 ц приросту, собівартістю 1000 яєць, 1 ц приросту і 1 ц живої маси птиці, ціною реалізації одиниці продукції, рівнем рентабельності її виробництва.

Отже, порівняно низький рівень ефективності виробництва продукції птахівництва є результатом високої собівартості, яка підвищилася внаслідок зростання вартості кормів, електроенергії, палива тощо.

Збільшення вітчизняного виробництва м'яса птиці позитивно позначилося на зовнішньоторговельній діяльності. Обсяг імпорту м'яса птиці у 2017 р. становив 4,8% від загальної пропозиції і досяг рівня 64 тис. т. Основними постачальниками продукції в Україну є Польща, Франція, Німеччина. Внутрішній попит у 2017 р. зменшився до 1,1 млн. т, оскільки залежить від платоспро-

можного попиту населення. Україна в межах фонду споживання повністю забезпечує себе м'ясом птиці.

Птахівництво, що ведеться на індустріальній основі, є найбільш інтенсивною галуззю тваринництва. Одна з головних проблем птахівництва – розроблення критеріїв раннього прогнозування племінних і продуктивних якостей сільськогосподарської птиці, тому велике значення мають моделювання та прогнозування розвитку основних селекційних ознак птиці виходячи з даних початкового періоду продуктивності [4, с. 30].

У табл. 1 показано рівень рентабельності за останні роки, який постійно зростає за основними показниками: приростом живої маси курчат, а також несучості.

Об'єктом досліджень були результати обліку живої маси, несучості, маси яєць птиці, системи збору, накопичення, оцінки та відбору птиці за комплексом ознак, моделювання і прогнозування селекційних ознак із використанням персональних комп'ютерів. Основні етапи досліджень наведено в табл. 2.

Перший етап досліджень включав порівняльну оцінку моделей росту і несучості курей, які наведено в табл. 3. Для опису й оцінки росту птиці дослідних груп частіше в порівняльному аспекті використовують моделі Т.К. Бріджеса, Ф. Річардса, В.І. Рясенко, логістичну, а для несучості – Мак-Мілана, EXPLIN та Мак-Неллі.

Критерієм вірогідності моделей, які використовували, було визначення залишкової дисперсії ознак (за середнім квадратом відхилення теоретично очікуваних і експериментальних даних), а також відсоток помилок передбачення.

Другий етап досліджень включав розроблення програм для ведення бази даних, інформаційного банку, вводу і контролю селекційної інформації для оцінки і відбору курей.

Для розроблення прийомів оцінки кривих росту і несучості нами вперше здійснено їх перетворення в лінійну залежність (шляхом сумарного нарощування), що дало змогу використовувати індекси формування (Δt), рівномірності (I_p) і напруги росту (I_n). Для цього визначалися такі показники:

$$\Delta t = \frac{M_2 - M_1}{0,5(M_2 + M_1)} - \frac{M_3 - M_2}{0,5(M_3 + M_2)}, \quad (1)$$

де Δt – інтенсивність формування, M_1, M_2, M_3 – несучість відповідно за 1, 2, 3 місяці та жива маса за відповідні тижні життя.

$$I_n = \frac{\Delta t}{BP} \cdot СП \quad (2)$$

Таблиця 1

Рівень рентабельності продукції птахівництва

Показники	Роки	Реалізовано продукції, ц	Собівартість реалізованої продукції		Отримано від реалізації		Прибуток (-) Збиток (+)		Рівень рентабельності
			Усього тис. грн	1 ц, грн.	Усього тис. грн	1 ц, грн.	Усього тис. грн	1 ц, грн.	
Приріст живої маси птиці, ц	2015	3867	1423	367,98	1447	374,19	+24	6,20	1,68%
-//-	2016	3770	1548	410,61	1637	434,21	+89	23,60	5,7%
-//-	2017	3590	1483	422,63	1962	559,00	+479	136,50	32,2%
Яйця, тис. шт.	2015	17366	2261	130,20	2303	132,62	+42	2,42	1,86%
-//-	2016	13177	2345	177,96	2473	187,67	+128	9,71	5,46%
-//-	2017	10392	2078	199,96	2491	239,70	+413	39,74	19,87%

Таблиця 2



Таблиця 3

Моделі прогнозу динаміки живої маси та несучості

Модель	Параметри моделі
Т.К. Бріджеса $N(t) = A(1 - e^{-\mu(t+T_0)^\alpha})$	$N(t)$ – маса в момент часу t , A – маса в зрілому віці (асимптота), T_0 – період ембріонального розвитку, t – вік птахів, α – кінетична швидкість росту, μ – експоненційна швидкість росту
В.І. Рясенко $A_t = A_0 + P(e^{V_0 \cdot k} - e^{V_t} / e^k) : (1 - 1/e^k)$	A_t – показник живої маси на t -му місяці росту, A_0 – жива маса за деякий час після народження, P – коефіцієнт пропорційності, e – основа натуральних логарифмів, V_0 – початкова швидкість росту живої маси, k – величина падіння швидкості росту, V^t – швидкість нарощування живої маси на t -му місяці росту
Ф. Річардса $M(t) = A / (((A/M_0)^n - 1)e^{-kt} + 1)^{1/n}$	A – маса в зрілому віці, M_0 – початкова маса, t – вік птахів, k, n – параметри росту
Мак-Міллана $N(t) = A \cdot (1 - e^{-\varepsilon(t-t_0)})e^{-\alpha t}$	$N(t)$ – несучість за період t , ε – норма зростання несучості, A – асимптота, α – норма спаду несучості
Мак-Неллі $N(t) = A \cdot t^\varepsilon \cdot e^{-\alpha t}$	$N(t)$ – несучість за період t , ε – норма зростання несучості, A – асимптота, α – норма спаду несучості
EXPLIN $N(t) = 0,5 \cdot (a \cdot e^{b \cdot x} + c \cdot x + d)$	$N(t)$ – несучість за період t , a, b – параметри показникової моделі, c, d – параметри лінійної моделі.

$$I_p = \frac{1}{1 + \Delta t} \cdot СП, \quad (3)$$

ВП – відносний приріст маси,
СП – інтенсивність несучості.

Для комплексної оцінки курей родинних форм був використаний індекс *EPEP* [6, с. 42-50], який прийнятий під час проведення міжнародних конкурсних випробувань:

$$EPEP = \frac{\text{жива маса бройлерів} \times \text{збереженість, \%}}{10 \times (\text{число днів вирощування} \times \text{витрати корму})} \quad (4)$$

Використовували також запропоновану нами модифіковану оцінку (*I_M*):

$$I_M = \frac{\text{Кількість курчат на 1 голову батьківського стада, голів} \times \text{збереженість, \%} \times \text{жива маса 1 бройлера, кг}}{\text{витрати корму на 1 кг приросту}} \quad (5)$$

Нами проведено порівняльну оцінку розробленого методу EXPLIN із моделлю Т.К. Бріджеса.

Показники несучості курей кросу, що були розбиті на класи за продуктивністю, наведено в табл. 4.

На нашу думку, вища точність прогнозу моделі EXPLIN, за даними авторів цієї моделі, зумовлю-

ється більшим інтервалом попередньої оцінки птиці (за 9-10 місяців несучості), тоді як за моделлю Т.К. Бріджеса ми отримуємо прогноз несучості у віці 14 місяців виходячи з даних, отриманих за чотири місяці. Як що ж використовувати модель Т.К. Бріджеса за такий же термін випробування, тоді ми отримуємо більш точні прогнозовані значення і, відповідно, менший середній відсоток відхилення. Тому більш ефективно модель EXPLIN буде використана для оцінки птиці з подовженим (за 14 місяців) терміном експлуатації.

Даний висновок підтверджується аналізом параметрів моделі Бріджеса для вивчених ліній, які наведено в табл. 5.

Аналіз параметрів кривих росту молодняку (табл. 4) показав, що експоненційна швидкість росту (μ) мала негативну кореляційну залежність із несучістю курей (-0,702), тоді як кінетична швидкість (α) і співвідношення цих констант позитивно пов'язані з величиною цього показника (відповідно 0,647 і 0,720). Отримані значення коефіцієнтів кореляції є суттєвими. Висока негативна кореляційна залежність установлена між показником початку інтенсивного росту (T_0) та інтенсивністю формування (Δt), що становить -0,959, -0,919. Індекс рівномірності та середньодобові прирости мали

Таблиця 4

Динаміка несучості птиці кросу

Вік, тижні	Лінії					
	M ⁻ (Y) (n=510)	M ⁻ (Z) (n=675)	M ⁰ (Y) (n=1674)	M ⁰ (Z) (n=1445)	M ⁺ (Y) (n=450)	M ⁺ (Z) (n=300)
1	5,1±0,03	4,3±0,03	5,6±0,02	5,2±0,15	7,3±0,08	6,2±0,15
2	26,6±0,33	22,5±0,27	27,0±0,17	24,3±0,37	29,6±0,40	26,6±0,37
3	52,0±0,41	46,3±0,33	52,8±0,19	49,2±0,40	56,7±0,47	53,3±0,40
4	76,4±0,46	69,0±0,37	79,6±0,20	74,8±0,42	83,5±0,48	80,8±0,42
5	101,1±0,51	91,4±0,39	104,2±0,21	98,3±0,42	109,6±0,49	105,9±0,42
6	124,7±0,55	113,3±0,41	130,1±0,22	122,4±0,43	136,6±0,49	131,8±0,43
7	144,8±0,55	135,5±0,43	153,0±0,22	147,0±0,44	161,3±0,49	157,2±0,44
8	163,6±0,55	154,8±0,43	173,4±0,22	169,6±0,44	184,1±0,48	181,2±0,44
9	182,8±0,54	174,9±0,44	194,9±0,23	190,7±0,45	208,6±0,49	203,9±0,45
10	200,6±0,50	194,9±0,46	215,5±0,24	211,5±0,45	233,2±0,49	225,2±0,45
11	217,5±0,45	213,4±0,41	235,9±0,25	232,4±0,46	256,7±0,50	247,8±0,46
12	233,6±0,49	230,7±0,43	254,5±0,27	252,7±0,48	280,0±0,52	270,2±0,48
13	249,0±0,66	248,4±0,57	273,8±0,32	273,4±0,56	302,1±0,61	293,3±0,56
14	263,7±0,91	265,3±0,76	292,6±0,40	293,1±0,69	321,5±0,76	315,2±0,69

Таблиця 5

Параметри інтенсивності росту курей кросу

Показники	Лінії						r	
	M ⁻ (Y)	M ⁻ (Z)	M ⁰ (Y)	M ⁰ (Z)	M ⁺ (Y)	M ⁺ (Z)		
α	1,197	1,242	1,233	1,242	1,246	1,247	0,647	
μ	0,055	0,041	0,045	0,036	0,037	0,035	-0,702	
α/μ	21,854	30,622	27,456	34,930	34,040	35,157	0,720	
T_0	0,683	0,663	0,632	0,624	0,533	0,584	-0,959***	
a	1,097	1,158	1,131	1,182	1,123	1,183	0,307	
p	21,587	18,394	21,442	19,158	22,391	20,490	0,431	
Інтенсивність росту	Δt	0,709	0,668	0,666	0,615	0,579	0,576	-0,919***
	IP	0,457	0,420	0,472	0,454	0,522	0,498	0,895**
	СП	0,781	0,701	0,787	0,734	0,824	0,785	0,650
	ВП	0,647	0,691	0,647	0,679	0,630	0,668	-0,410
	IH	0,856	0,677	0,811	0,664	0,757	0,676	-0,267
Несучість, шт.	263,7	265,3	292,6	293,1	321,5	315,2	-	

*. P<0,05; **. P<0,01; ***. P<0,001.

дещо нижчу позитивну кореляцію (0,895, 0,650).

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Практика створення моделей та використання методів показує, що комплексний підхід до планування виробництва продукції птахівництва із застосуванням різних моделей має вирішальне значення у досягненні підвищення рентабельності виробництва продукції птахівництва.

Розроблені методи використано для розроблення нової системи обробки й аналізу селекційної інформації, яка дає можливість скоротити трудовитрати під час

виконання селекційних операцій на 30%, а ефективність селекції підвищити в 1,2 рази.

Також встановлено доцільність використання генетико-математичних методів і моделей селекційних ознак для оцінки компонентів складних полігенних ознак та прогнозування продуктивності. Порівняльною оцінкою моделей несучості яєчних курей виявлено, що придатнішою для їх опису й прогнозування є модифіковані моделі Т.К. Бріджеса та EXPLIN. Середній відсоток відхилення для кросів не перевищує 5% порогу безпомилкового судження про вірогідність отриманих даних.

Список використаних джерел:

1. Булик О.Б. Методичні основи оцінки ефективності виробництва продукції птахівництва. *Інноваційна економіка*. 2016. № 5-6. С. 151-156.
2. Жукорський О., Костенко О., Катеринич О. Інформаційне забезпечення і управління селекційно-племінною роботою у птахівництві. *Тваринництво України*. 2014. № 5. С. 2-4.
3. Ярошенко Ф.О. Підвищення ефективності галузі птахівництва на базі інновацій. *Економіка АПК*. 2003. № 11. С. 16-19.
4. Бреславец М.Е., Гуревич Т.Ф. Кібернетика. Київ : Вища школа. 1977. 324 с.
5. Аверчева Н.О. Підвищення економічної ефективності виробництва м'яса птиці на основі повноцінної годівлі. *Таврійський науковий вісник*. 2005. Вип. 36. С. 203-209.
6. Бородай В.П. Теорія і практика удосконалення птиці м'ясних кросів. Херсон : Айлант, 1998. 100 с.
7. Івко І.І. Удосконалення технологій виробництва продукції птахівництва: ретроспектива і перспективи. *Птахівництво*. 2009. Вип. 64. С. 34-46.
8. Мельник Б.А. Впровадження ефективних ресурсозберігаючих технологій у промисловому птахівництві – шлях до виробництва конкурентоспроможної продукції. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2002. Вип. 6. С. 63.