

УДК 338.43:637.4:519.868

**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*

## **МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЯЄЦЬ**

**Степаненко Н.В. Математичні методи та моделі дослідження показників ефективності виробництва яєць.** Досліджено методи та моделі інтенсивності росту несучості птиці для прогнозу продуктивності класів із метою підвищення економічної ефективності виробництва яєць. Порівняльною оцінкою моделей несучості яєчних курей виявлено, що придатнішою для їх опису й прогнозування є модифіковані моделі Т.К. Бріджеса та Мак-Мілана. Також встановлено, що модель Т.К. Бріджеса найбільш ефективно описує емпіричні дані несучості (помилки не перевищують 5% порогу безпомилкового судження про вірогідність отриманих відмінностей), дає змогу прогнозувати рівень продуктивності за весь період випробувань виходячи з даних, отриманих за початковий період (три-чотири місяці несучості). Доведено доцільність використання параметрів моделі (кінетична та експоненційна швидкість росту) як додаткових критеріїв за направленою відбору за продуктивністю.

**Ключові слова:** модель, несучість, прогноз продуктивності, експоненційна швидкість росту, інтенсивність росту.

**Степаненко Н.В. Математические методы и модели исследования показателей эффективности производства яиц.** Исследованы методы и модели интенсивности роста яйценоскости птицы для прогноза производительности классов с целью повышения экономической эффективности производства яиц. При сравнительной оценке моделей яйценоскости яичных кур обнаружено, что пригодными для их описания и прогнозирования являются модифицированные модели Т.К. Бриджеса и Мак-Милана. Также установлено, что модель Т.К. Бриджеса наиболее эффективно описывает эмпирические данные яйценоскости (ошибки не превышают 5% порога безошибочного суждения о достоверности полученных различий), позволяет прогнозировать уровень производительности за весь период испытаний исходя из данных, полученных за начальный период (три-четыре месяца яйценоскости). Доказана целесообразность использования параметров модели (кинетическая и экспоненциальная скорость роста) как дополнительных критериев при направленном отборе по производительности.

**Ключевые слова:** модель, яйценоскость, прогноз производительности, экспоненциальная скорость роста, интенсивность роста.

**Stepanenko Natalia. Mathematical methods and models for the study of the efficiency indicators of egg production.** The methods and models of poultry egg growth rate were studied to predict the productivity of egg-type crosses in order to increase the economic efficiency of egg production. A comparative assessment of the egg laying patterns of egg chickens was found to be suitable for their description and prediction of the modified models of T.K. Bridges and Mac- Milan. It was also established that the model T.K. Bridges most effectively describes the empirical data of egg production (errors do not exceed 5% of the threshold for an unmistakable judgment on the reliability of the differences obtained), it allows predicting the level of productivity for the entire test period based on data obtained for the initial period (3-4 months of egg production). So the progress of the poultry industry is due to the use of intensive factors, which primarily include the achievements of modern genetics, breeding, biotechnology. For a comparative assessment of the performance of chickens of different crosses, various methods were used to describe and predict breeding traits using mathematical models. Processing of the obtained data was carried out using methods of biological statistics. The level of profitability of poultry products in recent years is considered. A comparative assessment of various growth patterns of young egg and meat type was carried out. We have studied the feasibility of using new growth intensity parameters in the model T.K. Bridges to identify genotypic differences between crosses and prediction of live weight, based on indicators obtained in early ontogenesis. A comparative assessment of egg laying patterns of egg chickens was found to be suitable for their description and prediction of the modified models T.K. Bridges and Mac- Milan. An analysis of the data showed the effectiveness of evaluating and selecting chickens for components of complex polygenic traits, in particular, the norms of kinetic and exponential rates of increase in live weight and total egg production. These indicators are highly correlated with these productive traits. After studying the relationship between the parameters of the models and the level of the main economically useful traits of chickens, the expediency of using new criteria for growth intensity to select highly productive genotypes at an early age was found.

**Key words:** model, egg production, productivity forecast, exponential growth rate, intensity rate.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Вітчизняне птахівництво є одним із найбільш економічно привабливих і 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.

Характерною особливістю аграрних досліджень є активне використання математичних моделей для прогнозування продуктивності тварин. Бурхливий розвиток обчислювальної техніки дає змогу обробляти все більшу кількість статистичних даних, на основі яких можна не тільки дати пояснення об'єкта за описом, а й спробувати побудувати прогноз.

Точність і своєчасність передбачення ознак продуктивності сільськогосподарського виробництва є важливим завданням дослідника. Одним з основних методів, який дає змогу вивчати біосистеми та вирішувати прикладні задачі сільськогосподарського виробництва, є метод математичного моделювання. Вірно побудована модель і висновки, що отримуються на її основі, дають

змогу знизити енергетичні та економічні витрати. Сьогодні у світі розроблено та впроваджено тисячі біологічних й аграрних моделей, створено низку міжнародних навчальних центрів системних досліджень у сільському господарстві.

**Огляд (аналіз) останніх досліджень і публікацій з цієї проблеми, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор.** Особливостями сучасного стану розвитку галузі впровадження останнього десятиліття є динамічне зростання чисельності поголів'я птиці усіх видів, нарощування обсягів виробництва, збільшення внутрішнього попиту та експорту продукції. В Україні спостерігається стійка тенденція до збільшення обсягів виробництва харчових яєць. Птахівницькі господарства внаслідок наданих інвестицій отримали змогу модернізувати свою технічну базу, закуповувати курей найпродуктивніших кросів, поліпшувати організацію, якість годівлі та ветеринарне забезпечення галузі. Це надало можливість вести виробничий процес отримання продукції на рівні сучасних світових стандартів [1, с. 154; 2, с. 3].

**Формулювання завдання дослідження.** Метою статті є обґрунтування і розроблення ефективних моделей для підвищення несучості птиці та її прогнозу.

Для досягнення мети були поставлено такі завдання:

- дати порівняльну оцінку моделям несучості курей (Т.К. Бріджеса, Мак-Мілана і Мак-Нелі);
- встановити можливість використання моделей росту для опису кривої яйцекладки;
- провести порівняльну оцінку математичних моделей для прогнозування несучості курей.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Суть математичного моделювання та прогнозування полягає у вивченні об'єкта, явища, процесу шляхом створення математичних моделей та їх дослідження. В.М. Глушков та співробітники [3, с. 13] вказують, що математична модель являє собою систему математичних співвідношень – формул, функцій, рівнянь, систем рівнянь, які описують ті чи інші явища об'єкта, процесу, що вивчається.

Останнім часом значно змінилися погляди на показник яєчної продуктивності як інтегрований вираз елементів, що впливають на несучість. Для підвищення ефективності селекції, на думку В.П. Коваленка та С.Ю. Болілої [5], необхідно виділити комплекс ознак, що впливають на продуктивність і водночас не зменшують життєздатності птиці. Із цих позицій доцільно ознаку несучості селекціонувати за її компонентами. До таких параметрів яєчної продуктивності можна віднести емпіричну і теоретичну криву несучості конкретної особини, лінії, популяції.

Для прогнозування несучості курей як біологічного об'єкта найбільш важливим є вірне визначення типів функцій, які адекватно описували б динаміку яйцекладки за умов забезпечення відповідних технологічних параметрів під час вирощування молодняку й утримання дорослого поголів'я, уникнення стресів, хвороб та інших чинників, що негативно впливають на природний хід процесу яйцекладки.

Проведені нами дослідження дають підстави стверджувати, що неможливо створити одну модель, яка б забезпечувала високу точність прогнозу в широкому спектрі змін характеру емпіричної кривої несучості різних. Для цього слід мати декілька моделей і використовувати в конкретній ситуації ту, яка більше відповідає характеру емпіричної кривої яйцекладки для різних кросів. Проблемним у цьому разі є визначення методів і критеріїв надійного вибору потрібної моделі для прогнозу.

Процес прогнозування базується, з одного боку, на вивченні характеру процесу яйцекладки і підборі відповідної функції для його моделювання, а з іншого – припускається, що цей процес має відому інерцію, а діючі фактори і тенденції попереднього (базового) періоду зберігаються і на прогнозований період.

До питань, які необхідно дослідити у першу чергу, треба віднести розроблення математичних методів оцінки генотипу з обліком типу спадкових ознак, а також шляхом оцінки співвідношення продуктивності особини чи її нащадків на моделі селекційної ознаки.

Однак, на нашу думку, найбільш ефективним прийомом застосування математичних методів у селекції курей є підбір моделей за основними селекційними ознаками та оцінка їхніх компонентів, що дає змогу здійснити відбір за компонентами складної полігенної ознаки, до яких належить більшість господарсько-корисних ознак (у даному разі – несучість). Оскільки найважливішим

критерієм оцінки перспективності використання курей є яєчна продуктивність, що передусім характеризується несучістю, то розроблення і підбір моделей опису та прогнозу є найбільш актуальними.

Проведено порівняльний аналіз математичних методів оцінки генотипу з урахуванням типу спадкових ознак, а також шляхом оцінки співвідношення продуктивності особини чи її нащадків на моделі селекційної ознаки.

Значно розширилися можливості селекціонерів точніше й швидше визначати племінну якість особин та груп птахів як за окремими ознаками, так і за їх сукупністю, здійснювати відбір та підбір найкращих несучок і самців у селекційні гнізда з урахуванням походження.

За останні роки науковці виконали фундаментальні дослідження, внаслідок яких:

- здійснено аналіз і оптимізацію нормативів селекції яєчних курей за несучістю (кількість днів обліку на тиждень, тривалість початкового періоду випробувань курей для оцінки й відбору у селекційне ядро);
- розроблено методи прогнозування індивідуальної несучості курей за 10–12 місяців із використанням даних за 5–6 місяців;
- розпочато розроблення методів для моніторингу за селекційним процесом на основі реалізованого успадкування нащадками племінної цінності батьків.

За своєю суттю процес яйцекладки курей можна розглядати як закономірний наслідок, зумовлений законами біологічного циклу життя. За нормальних умов вирощування молодняку й утримання дорослих курей процес яйцекладки розпочинається у відповідному віці і має певні закономірності, що зумовлені видовими та породними особливостями протягом життєвого циклу. Наприклад, у курей яєчного напрямку продуктивності процес яйцекладки розпочинається після 120-денного віку. Інтенсивність несучості швидко нарощується у перші три-чотири місяці яйцекладки, досягаючи у цей період свого піку (близько 100% за місяць), а потім повільно спадає протягом наступних дев'яти-десяти місяців.

Дослідженнями С.Ю. Болілої [4] встановлено, що для батьківських ліній характерна як висока норма нарощування несучості, більший пік несучості, так і більша норма спаду. У материнських ліній, навпаки, нижче пік, але водночас і менша норма спаду.

Виявили також, що селекція за елементами несучості ефективніша порівняно з відбором за річною несучістю. Це дає змогу перейти від селекції за сумарною несучістю до оцінки й відбору за оптимальним характером її кривої, оскільки при цьому враховується ціла низка параметрів.

Найбільш досконалою з математичних моделей, придатних для характеристики інтенсивності несучості з урахуванням віку, є модель Мак-Мілана [5]. Вона характеризує норми нарощування і спаду несучості, теоретичний пік інтенсивності, потенційну і фактичну продуктивність курей. Перевірка моделі Мак-Мілана показала, що вона дає змогу описувати за допомогою розрахункової кривої фактичну несучість із точністю до 94–96%. Поряд із моделлю Мак-Мілана для цієї мети використали модель Т.К. Бріджеса, але модифіковану нами для опису несучості.

Спочатку нами проаналізовано вихідні дані про яєчну продуктивність шести класів, які наведено в табл. 1.

Отримано такі результати використання даних моделей для прогнозу несучості (табл. 2).

Для курей лінії Y класу M<sup>+</sup> більш висока точність опису досягається під час використання моделі Т.К. Бріджеса (середній відсоток відхилень теоретичних і фактичних значень живої маси досить незначний – 0,866%). Модель Мак-Мілана точніше описує несучість лінії Z (класу M<sup>+</sup>), середній відсоток відхилень становить 0,573%. Аналогічні дані отримано для модального класу (табл. 3).

Так, середній відсоток відхилень був на рівні 0,994–1,082% для моделі Бріджеса і 0,503–0,876% – для моделі Мак-Мілана. Дані для класу M<sup>+</sup> наведено в табл. 4.

Слід відзначити, що обидві моделі дещо завищували показники несучості у віці 7–12 місяців. Це вказує, що потенційно несучість у вказані вікові періоди очікува-

лася вищою, але вона не досягнута через недостатність умов для прояву генетичного потенціалу. У цілому слід зробити висновок про більш високу відповідність моделі Т.К. Бріджеса для опису та прогнозу експериментально отриманих даних несучості курей цих ліній. Для класу «плюс» модель Бріджеса надає деякі переваги у використанні, тому що середній відсоток відхилень для цієї моделі становив 1,062–1,281%, тоді як модель Мак-Мілана відповідно для ліній Y та Z – 1,958–1,925%.

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

Аналіз параметрів кривих росту молодняку (табл. 5) показав, що експоненційна швидкість росту ( $\mu$ ) мала негативну кореляційну залежність із несучістю курей (-0,702), тоді як кінетична швидкість ( $\alpha$ ) і співвідношення цих констант позитивно пов'язані з величиною

Таблиця 1

Динаміка несучості птиці за 14 тижнів

Вік, тижні	КЛАСИ					
	M <sup>-</sup> (Y) (n=510)	M <sup>-</sup> (Z) (n=675)	M <sup>0</sup> (Y) (n=1674)	M <sup>0</sup> (Z) (n=1445)	M <sup>+</sup> (Y) (n=450)	M <sup>+</sup> (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 2

Порівняльна оцінка моделей несучості курей

Вік, місяці	КЛАСИ									
	M <sup>-</sup> (Y) (n=510)					M <sup>-</sup> (Z) (n=675)				
	Факт. значення	Модель Бріджеса	%, відхилення	Модель Мак-Мілана	%, відхилення	Факт. значення	Модель Бріджеса	%, відхилення	Модель Мак-Мілана	%, відхилення
1	5,1±0,03	5,1	-0,42	5,1	0,00	4,3±0,03	4,3	-0,37	4,3	0,00
2	26,6±0,33	27,1	2,08	26,6	0,00	22,5±0,27	23,2	2,85	22,5	0,00
3	52,0±0,41	51,4	-1,01	53,5	2,93	46,3±0,33	45,1	-2,74	44,9	-3,02
4	76,4±0,46	76,0	-0,53	77,5	1,25	69,0±0,37	68,0	-1,46	68,9	-0,09
5	101,1±0,51	100,1	-1,02	100,4	-0,82	91,4±0,39	91,0	-0,40	91,9	0,56
6	124,7±0,55	123,1	-1,23	122,3	-1,96	113,3±0,41	113,7	0,35	113,9	0,56
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11	217,5±0,45	218,8	0,59	220,4	1,35	213,4±0,41	214,0	0,31	212,6	-0,36
12	233,6±0,49	233,8	0,11	238,1	1,93	230,7±0,43	230,9	0,07	230,4	-0,13
13	249,0±0,66	247,6	-0,58	255,2	2,46	248,4±0,57	246,5	-0,73	247,7	-0,29
14	263,7±0,91	260,2	-1,35	271,8	3,05	265,3±0,76	261,1	-1,56	264,4	-0,32
Середній % відхилення			0,866	-	1,489	-	-	1,012	-	0,573

цього показника (відповідно 0,647 і 0,720). Отримані значення коефіцієнтів кореляції є суттєвими. Висока негативна кореляційна залежність установлена між показниками початку інтенсивного росту ( $T_0$ ) та інтенсивністю формування ( $\Delta t$ ), що становлять 0,959–0,919. Індекс рівномірності та середньодобові прирости мали 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.

Ці методи використані 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.

Встановлено відмінності в інтенсивності росту молодяку курей різної лінійної належності. Ураховуючи високу кореляційну залежність параметрів інтенсивності формування, напруги й рівномірності росту, що визначаються в ранньому віці (0,776–0,905), доцільно їх використовувати для прогнозування рівня майбутньої продуктивності курей.

Таблиця 3

Порівняльна оцінка моделей несучості курей

Вік, місяці	КЛАСИ									
	$M^0 (Y) (n=1674)$					$M^0 (Z) (n=1445)$				
	Факт. значення	Модель Бріджеса	%, відхилення	Модель Мак-Мілана	%, відхилення	Факт. значення	Модель Бріджеса	%, відхилення	Модель Мак-Мілана	%, відхилення
1	5,6±0,02	5,6	-0,26	5,6	0,00	5,2±0,15	5,1	-0,99	5,2	0,00
2	27,0±0,17	27,5	1,78	27,0	0,00	24,3±0,37	25,2	4,03	24,3	0,00
3	52,8±0,19	52,4	-0,78	52,8	0,00	49,2±0,40	48,5	-1,47	49,2	0,00
4	79,6±0,20	78,1	-1,82	79,4	-0,20	74,8±0,42	73,0	-2,47	73,1	-2,28
5	104,2±0,21	103,8	-0,35	104,9	0,65	98,3±0,42	97,8	-0,55	99,0	0,64
6	130,1±0,22	128,9	-0,95	129,1	-0,79	122,4±0,43	122,4	0,02	123,6	0,94
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11	235,9±0,25	237,2	0,55	235,0	-0,43	232,4±0,46	234,4	0,86	231,2	-0,50
12	254,5±0,27	254,9	0,17	253,7	-0,34	252,7±0,48	253,7	0,42	250,3	-0,95
13	273,8±0,32	271,4	-0,89	271,8	-0,76	273,4±0,56	272,0	-0,51	268,7	-1,73
14	292,6±0,40	286,5	-2,08	289,3	-1,15	293,1±0,69	289,2	-1,32	286,4	-2,26
Середній % відхилення			0,994	-	0,503	-	-	1,082	-	0,876

Таблиця 4

Порівняльна оцінка моделей несучості курей

Вік, місяці	КЛАСИ									
	$M^+ (Y) (n=450)$					$M^+ (Z) (n=300)$				
	Факт. значення	Модель Бріджеса	%, відхилення	Модель Мак-Мілана	%, відхилення	Факт. значення	Модель Бріджеса	%, відхилення	Модель Мак-Мілана	%, відхилення
1	7,3±0,08	7,3	0,38	7,3	0,00	6,2±0,15	6,1	-0,97	6,2	0,00
2	29,6±0,40	29,8	0,81	29,6	0,00	26,6±0,37	27,7	4,06	26,6	0,00
3	56,7±0,47	55,5	-2,23	53,4	-5,97	53,3±0,40	52,5	-1,46	53,3	0,00
4	83,5±0,48	82,4	-1,38	83,0	-0,73	80,8±0,42	78,6	-2,71	78,9	-2,36
5	109,6±0,49	109,5	-0,13	110,9	1,12	105,9±0,42	105,1	-0,77	109,7	3,59
6	136,6±0,49	136,4	-0,16	137,4	0,57	131,8±0,43	131,4	-0,33	135,8	2,97
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11	256,7±0,50	257,4	0,28	251,9	-1,89	247,8±0,46	250,8	1,20	248,1	0,11
12	280,0±0,52	278,1	-0,65	271,9	-2,88	270,2±0,48	271,4	0,43	267,7	-0,92
13	302,1±0,61	297,6	-1,46	291,3	-3,57	293,3±0,56	290,8	-0,83	286,7	-2,25
14	321,5±0,76	315,9	-1,73	310,0	-3,57	315,2±0,69	309,1	-1,95	304,9	-3,27
Середній % відхилення			1,062	-	1,958	-	-	1,281	-	1,925

Параметри інтенсивності росту курей кросу

Показники	КЛАСИ						r	
	M <sup>-</sup> (Y)	M <sup>-</sup> (Z)	M <sup>0</sup> (Y)	M <sup>0</sup> (Z)	M <sup>+</sup> (Y)	M <sup>+</sup> (Z)		
$\alpha$	1,197	1,242	1,233	1,242	1,246	1,247	0,647	
$\mu$	0,055	0,041	0,045	0,036	0,037	0,035	-0,702	
$\alpha/\mu$	21,854	30,622	27,456	34,930	34,040	35,157	0,720	
To	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	$\Delta t$	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
	ІН	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	-	

Примітка: \* – P<0,05; \*\* – P<0,01; \*\*\* – P<0,001.

### 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. Коваленко В.П., Болелая С.Ю. Селекционная модель прогнозирования мясной продуктивности птицы. *Цитология и генетика*. 1998. Т. 32. № 4. С. 55–59.
4. Болелая С.Ю. Совершенствование методов оценки яичной и мясной продуктивности птицы специализированных кроссов : дис. канд. с.-х. наук. Херсон, 1996. 226 с.
5. McMillan I., Fitz – Earli M., Robson D.S. Quantitative genetics of fertility. Lifetime egg production of *Drosophila melanogaster* theoretical. *Genetics*. 1970. a. b. V. 65. № 2. P. 349–369.

### References:

1. Bulyk O.B. Metodichni osnovy otsinky efektyvnosti vyrobnytstva produktsiyi ptakhivnytstva. [Methodical bases of evaluation of production efficiency of poultry production]. *Innovative economy*. 2016. № 5-6. pp. 151-156.
2. Zhukorsky O., Kostenko O., Katerynych O. Informatsiyne zabezpechennya i upravlinnya selektsiyno-pleminnoyu robotoyu u ptakhivnytstvi [Information support and management of breeding work in poultry farming]. *Livestock of Ukraine*. 2014. № 5. pp. 2-4.
3. Kovalenko V.P., Bolelya S.Yu. Seleksionnaya model' prognozirovaniya myasnoy produktivnosti ptitsy. *Tsitologiya i genetika*. [Breeding model for predicting poultry meat productivity. Cytology and genetics]. 1998. Vol. 32. No. 4. pp. 55-59.
4. Bolelya S.Yu. Sovershenstvovaniye metodov otsenki yaichnoy i myasnoy produktivnosti ptitsy spetsializirovannykh krossov. [Improving methods for assessing the egg and meat productivity of poultry of specialized crosses.]. Dis candidate. agricultural of sciences. Kherson: 1996. 226 p.
5. McMillan I., Fitz – Earli M., Robson D.S. Quantitative genetics of fertility. Lifetime egg production of *Drosophila melanogaster* theoretical. [Quantitative genetics of fertility. Lifetime egg production of *Drosophila melanogaster* theoretical]. *Genetics*. 1970. a. b. V.65, № 2. pp. 349-369