УДК 636.4.082.033

Гришина Л.П., кандидат сільськогосподарських наук
Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЖИВОЇ МАСИ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ

Рецензент – кандидат сільськогосподарських наук Л.Г.Перетятько

Проведений порівняльний аналіз кривих росту за моделями Бріджеса та Річардса у вікові періоди 0-2 і 1-3 місяці. Доведено доцільність використання моделей для прогнозування живої маси в онтогенезі за віковий період 1-3 місяці. Перевагою моделі Бріджеса є те, що у неї практично повністю співпадають теоретичні й емпіричні значення живої маси (відхилення становлять 2,72 %), що вказує на ефективність її використання для прогнозування живої маси та лінійних промірів тварин, виходячи з даних за початковий період онтогенезу. Поряд із моделлю Бріджеса для математичного моделювання росту свиней використовується і модель Річардса. Доведена можливість її використання для прогнозування живої маси тварин у 6 місяців, виходячи з їх показників за початковий період онтогенезу (1-3 місяці). Параметри кінетичної та експоненційної швидкостей росту, в основному, зумовлюють тип кривої. Встановлено, що модель Річардса з високою точністю описує і прогнозує живу масу свиней, які досягли живої маси 100 кілограмів. Оцінка відхилення теоретичної й фактичної кривих росту вказує, що застосування моделі Річардса забезпечує за всіма оціненими генотипами рівень 2,93-4,75 % за фактичними даними та 3,85-6,26 % – за прогнозованою кривою росту. Проведене нами вивчення ефективності використання математичних моделей для опису процесу росту свиней різних генотипів показало, що найбільш оптимальним є використання моделі Бріджеса (6 періодів), яка з високою точністю опису дозволяє прогнозувати динаміку живої маси у наступні вікові періоди. Модель Річардса також досить точно описує вікову динаміку живої маси, але менш придатна для її прогнозування.

Ключові слова: моделі росту, онтогенез, експоненційна швидкість росту, кінетична швидкість росту, генотипи, жива маса.

Удосконалення селекційних програм у свинарстві значною мірою зумовлено розробкою методів моделювання і прогнозування розвитку ознак продуктивності тварин в онтогенезі. Вчені відзначають [1, 3], що темпи селекційного прогресу багато в чому залежать від точності оцінки генотипу і прогнозування продуктивності тварин в ранньому онтогенезі. На даний час темпи селекційного прогресу не перевищують 1-2 % від досягнутого рівня продуктивності, тому актуальними є завдання підвищення точності оцінки генотипу тварин з використанням генетико-математичних методів [6].

Важливим елементом селекційної роботи у свинарстві є використання нових критеріїв оцінки генотипу, що основані на дослідженні компонентів ознак продуктивності. Відомо, що основні ознаки продуктивності свиней відносяться до ознак з поліген-ною обумовленістю, тому відбір за цими ознаками не завжди виправданий. У цьому аспекті значний інтерес має опис компонентів ознак з використанням математичних моделей і індексів [13, 7, 16].

Сучасні дослідження передбачають використання математичних моделей для визначення констант росту тварин у віковому аспекті, а також для прогнозування рівня продуктивності у наступні періоди онтогенезу виходячи з даних про початкову живу масу [5, 10, 15]. Дослідженнями [1, 9, 14] встановлена висока точність використання математичної моделі Бріджеса для характеристики росту свиней різного рівня про-

дуктивності. Показано, що відбір особин з оптимальним поєднанням констант кінетичної і експоненційної швидкості росту сприяє підвищенню відгодівельних і м'ясних якостей свиней. Однак, за даними [11] модель Річардса забезпечує найбільш високу ступінь опису кривих росту (R^2=0,9903-0,9967) та невеликі відхилення теоретичних даних від емпіричних (середнє відхилення складає 2,5 %) у порівнянні з моделлю Бріджеса (5%). Іншими дослідниками встановлено [2, 8], що параметри моделі Бріджеса можна використовувати для прогнозу живої маси у віці 6-7 місяців, а модель Річардса може бути використана для оцінки відмінностей порід за константою кінетичної швидкості росту.

Однак, детальних досліджень закономірностей росту свиней сучасних генотипів з використанням найбільш придатних математичних моделей у свинарстві проведено не було, тому вивчення даного питання є актуальним та важливим для розробки критеріїв оцінки і відбору тварин. Доцільно також визначити можливість використання математичних моделей для прогнозування росту і продуктивних ознак, враховуючи дані отримані в ранньому онтогенезі. Виходячи з цього, **метою досліджень** було вивчення особливостей росту свиней великої білої породи з різною часткою спадковості за датською селекцією, а також породи ландрас і поєднань велика біла х ландрас і велика біла х п'єтрен з використанням математичних моделей Бріджеса і Річардса.

Матеріали і методи. Дослідження були проведені на чистопородних свинях великої білої породи з часткою спадковості за датською селекцією – 50%. 75 %, 90 % і породи ландрас, а також помісних тваринах поєднань велика біла х ландрас (ВБ х Л) і велика біла х п'єтрен (ВБ х П) в умовах племінного заводу ПрАТ «Бахмутський Аграрний Союз» Артемівського району Донецької області.

Результати й обговорення. Проведеними дослідженнями встановлено, що показник великоплідності (рис.1) вищим був у тварини з часткою спадковості 50 % за датською селекцією та помісних свиней ВБхЛ і ВБхП, які переважали поросят великої білої породи української селекції відповідно на 0,22 кг ($p<0,001$) і на 0,15 кг ($p<0,05$). У двомісячному віці поросята великої білої породи збільшили живу масу в 11,98 – 13,58 рази, помісні свині породи ландрас – в 12,57 рази та поєднання велика біла – п'єтрен – у 10,91 рази. Жива маса свиней з двох до чотирьохмісячного віку збільшилась у 2,49-3,15 рази, при цьому тварини великої білої породи української селекції збільшили масу лише у 2,49 рази, тоді як тварини породи ландрас – у 3,15 рази (з 17,86 кг до 56,33 кг). У шість місяців свині великої білої породи з часткою спадковості 50-75 % переважали однолітків української селекції за живою масою на 9,01-11,75 % ($p<0,001$). Найбільша жива маса у шість місяців була у тварин породи ландрас – 107,0 кг та їх помісей з великою білою породою – 104,73 кг, у помісних свиней поєднання ВБхП жива маса з чотирьох до шестимісячного віку збільшилась у 1,96 рази, це найбільший показник у даний віковий період. Необхідно відмітити, що рівень мінливості ознаки мав загальну тенденцію зменшення з віком. Так, якщо при народженні коефіцієнт варіації знаходився в межах від 10,18-18,44 %, то у шестимісячному віці відбулося звуження меж до 5,89-9,92 %.

Проведений дисперсійний аналіз фактичної живої маси свиней різних генотипів достовірно встановив залежність ознаки від генотипу у вікові періоди 0-6 місяців на рівні 16,35–26,53 %.

Аналіз літературних джерел [1, 12] свідчить, що у більшості випадків модель Бріджеса краще описує реальний ріст тварин у різні вікові періоди, однак необхідно відмітити, що прогноз живої маси дорослих тварин проводився за даними у 4–6 місячному віці. У своїх дослідженнях ми провели прогноз живої маси свиней в 6 міс. за їх масою у віковий період 0–2 місяці. У таблиці 1 наведені показники фактичної, теоретично розрахованої та прогнозованої продуктивності чистопородних і помісних свиней генотипів, що вивчалися. Встановлено, що модель Т. Бріджеса (0-6 міс.) досить точно описує криву росту свиней (R^2 від 0,9850 до 0,9946). Так, для всіх генотипів середній відсоток теоретично розрахованих значень живої маси складав 7,27 %, що може свідчити про достовірність отриманих результатів.

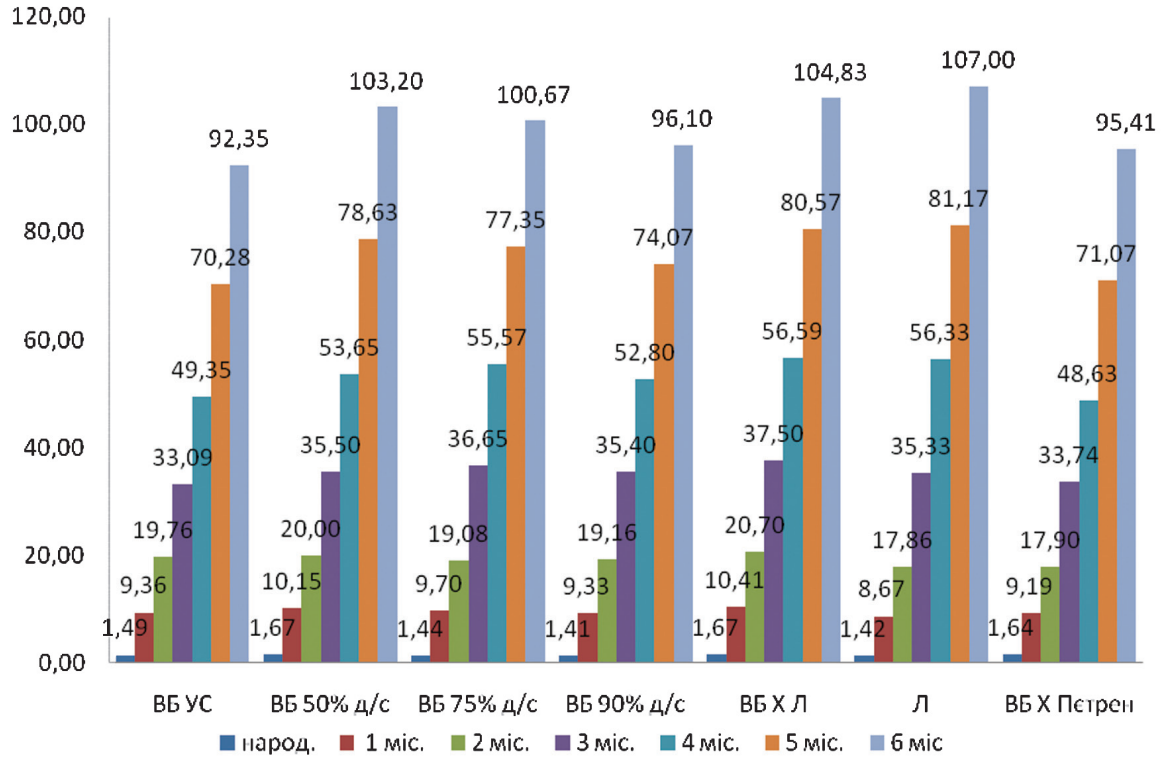


Рис. 1. Динаміка змін живої маси свиней різних генотипів

1. Показники живої маси (прогнозування за моделлю Бріджеса (0-6 міс).

Вік, міс.	*Генотипи*													
	ВБ у/с		ВБ 50% д/с		ВБ 75% д/с		ВБ 90% д/с		ВБ Х Л		Л		ВБ Х П'єтрен	
	Ф	П	Ф	П	Ф	П	Ф	П	Ф	П	Ф	П	Ф	П
0	1,49	1,49	1,67	1,68	1,44	1,44	1,41	1,41	1,67	1,67	1,42	1,42	1,64	1,64
1	9,36	9,08	10,15	9,62	9,69	9,51	9,33	8,92	10,41	9,87	8,67	8,15	9,18	8,68
2	19,76	20,84	20,0	22,06	19,08	20,54	19,16	21,08	20,69	22,92	17,86	20,11	17,9	19,92
3	33,09	34,90	35,5	37,03	36,65	32,78	35,4	35,98	37,5	38,67	35,33	35,84	33,74	33,81
4	49,35	49,69	53,65	52,73	55,56	45,17	52,8	51,79	56,59	55,11	56,33	53,28	48,63	48,80
5	70,28	63,97	78,63	67,72	77,35	57,03	74,07	66,99	80,56	70,62	81,17	70,34	71,07	63,53
6	92,35	76,85	103,2	81,0	100,67	67,93	96,1	80,52	104,83	84,11	107	85,35	95,41	76,97
r	-	0,992	-	0,989	-	0,994	-	0,994	-	0,991	-	0,994	-	0,991
Sr	-	5,782	-	8,156	-	7,792	-	6,265	-	7,695	-	8,439	-	6,762

Примітка:Ф –фактична жива маса, кг; П – прогнозована жива маса, кг.

Наступним етапом досліджень було встановлення параметрів моделі залежно від генотипових особливостей свиней. Оцінка фактичної кривої росту тварин за моделлю Бріджеса показала, що найвища кінетична швидкість нарощування та найменша експоненційна швидкість характерна для свиней породи ландрас, що мали найкращий показник живої маси у віці 6 місяців – 107,0 кг. Аналогічні показники кінетичної та експоненційної швидкості росту були у помісних тварин поєднання ВБхП, але жива маса у180 днів складала лише 95,41 кг. У той же час свині великої білої породи української селекції мали протилежні значення кривої росту, а жива маса у 6 місяців була у них найнижчою – 92 кг. За даними прогнозованої кривої росту (табл. 2) вищі значення кінетичної швидкості нарощування та нижчі – експоненційної, встановлено у тварин породи ландрас (1,707), тобто тенденція збереглася. Однак, необхідно відмітити, що відхилення прогнозованих даних живої маси від фактичних знаходяться в межах 8,52-14,55%. Тому подальші наші дослідження були спрямовані на визначення оптимального початкового віку для більш достовірного прогнозу живої маси у 6 місяців.

Для цього нами був використаний віковий період 1-3 місяці. У результаті проведених розрахунків були встановлені фактичні, теоретичні та прогнозуючі показники живої маси.

2. Параметри кривих росту молодняку свиней різних генотипів за рівнянням моделі Т. Бріджеса (7 періодів)

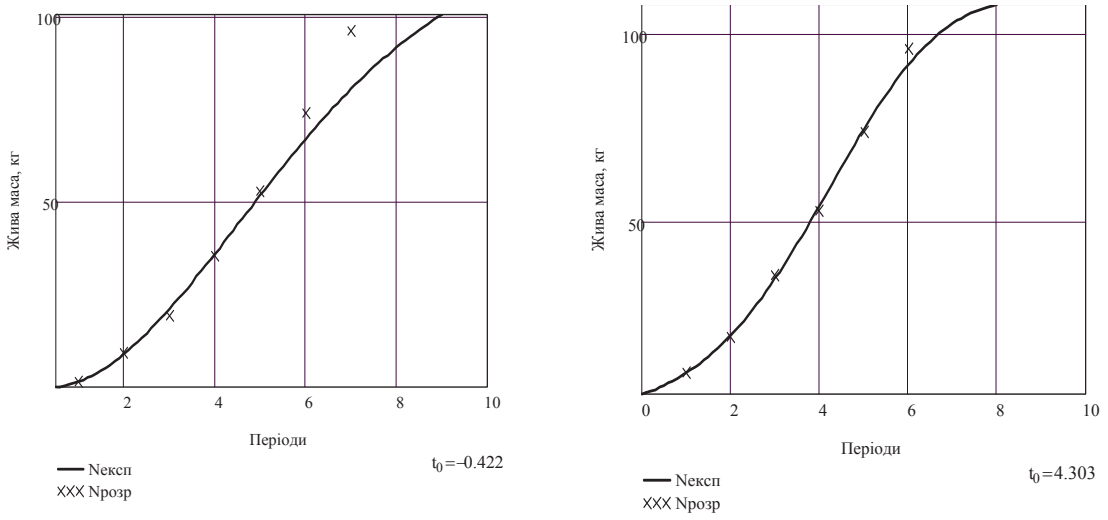
Генотип	Константи математичної моделі							
	фактична крива росту				прогнозована крива росту			
	α	μ	α / μ	$S_г$	α	μ	α / μ	$S_г$
ВБ у/с	1,782	0,036	49,67	5,783	1,552	0,046	33,46	8,52
ВБ 50% д/с	1,842	0,035	53,23	8,16	1,491	0,052	28,76	12,96
ВБ 75% д/с	1,877	0,033	56,16	7,79	1,518	0,049	30,39	13,95
ВБ 90% д/с	1,868	0,033	56,69	6,26	1,585	0,045	34,92	11,01
ВБ х Л	1,874	0,035	53,48	7,69	1,529	0,052	29,39	12,62
Л	2,142	0,021	103,81	8,43	1,707	0,036	47,71	14,55
ВБхП'єтрен	1,904	0,027	69,32	6,76	1,562	0,041	37,33	12,41

Примітка: ВБ у/с – свині великої білої породи української селекції; д/с – свині датської селекції; Л – свині породи ландрас

Встановлено, що дана модель забезпечує найбільш високу ступінь опису (0,997-0,999). У порівнянні з моделлю Бріджеса за 7 періодів модель Бріджеса за 6 періодів забезпечує менші відхилення теоретичних даних від емпіричних. Різниця між фактичними та теоретичними показниками живої маси складає у середньому 2,72 %, а між фактичними даними і показниками прогнозу – 3,164 %, що свідчить про високу прогнозуючу здатність моделі.

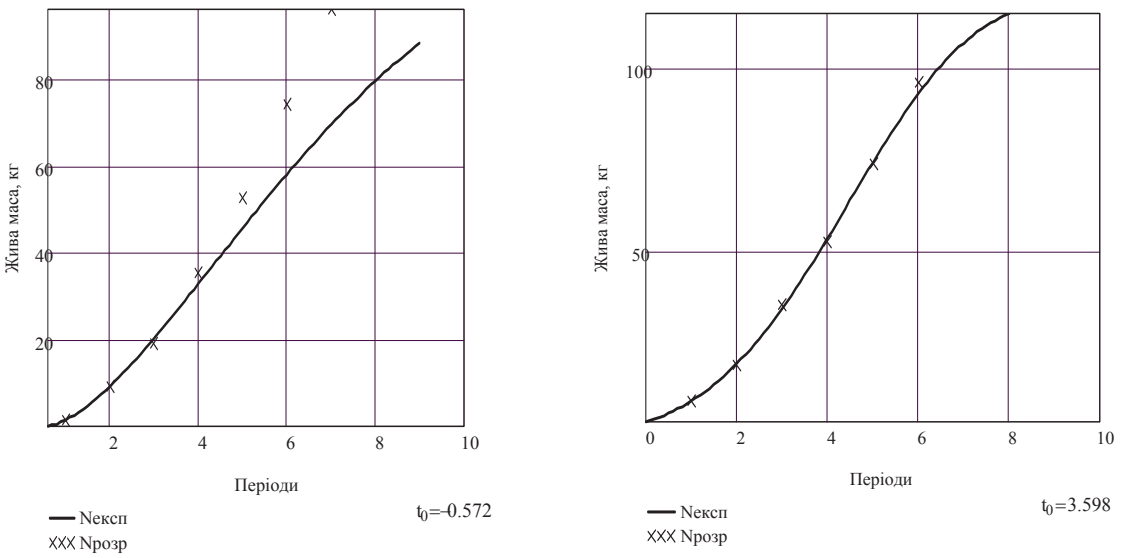
Проведений порівняльний аналіз кривих росту за моделлю Бріджеса у вікові періоди 0-2 міс. і 1-3 міс. (рис. 3 і 4) наочно показав доцільність використання для прогнозування подальшої живої маси показники за віковий період 1-3 місяці. Перевагою даної моделі є те, що у неї практично повністю співпадають теоретичні й емпіричні значення живої маси. Це вказує на можливість використання даної моделі для прогнозування живої маси та лінійних промірів тварин виходячи з даних за початковий період росту та розвитку.

Поряд з моделлю Бріджеса для опису росту тварин використовується модель Річардса. У наших дослідженнях ми використовували модель Річардса для прогнозування живої маси свиней в 6 міс. виходячи з їх показників за 1-3 міс. Проведена оцінка параметрів кривих росту за моделлю Річардса показала, що максимальна жива маса у віці 6 місяців обумовлена більшим показником співвідношення констант кривої росту (α/μ=45,35). Найменший показник співвідношення кінетичної й експоненційної швидкості росту був у помісних свиней ВБхП (α/μ=36,62) і ВБ у/с (α/μ=42,19). У тварин цих генотипів відмічена найменша жива маса у віці 6 місяців – відповідно 95,41 кг та 92,35 кг. Параметри кінетичної і експоненційної швидкостей росту, в основному, зумовлюють тип кривої. Встановлено, що модель Річардса з високою точністю описує і прогнозує живу масу свиней при досягненні ними 100 кг. Оцінка відхилення теоретичної і фактичної кривих вказує, що застосування моделі Річардса забезпечує за всіма оціненими генотипами рівень 2,93-4,75 % за фактичними даними та 3,85-6,26 % за прогнозованою кривою росту.



а) *б)*

Рис. 3. Крива росту свиней великої білої породи за моделлю Бріджеса: а) 0-6 міс.; б) 1-6 міс.



а) *б)*

Рис.4. Прогнозована крива росту свиней великої білої породи за моделлю Бріджеса: а) 0-2 міс.; б) 1-3 міс.

Нами вивчені кореляційні залежності параметрів моделей Бріджеса і Річардса з живою масою свиней в 6 міс. віці (табл. 3). Встановлено, що параметри моделей можна використовувати для прогнозу живої маси в 6 місяців. Кінетична швидкість росту має позитивну кореляцію з живою масою свиней за обома моделями (r = 0,634; 0,609). За моделлю Бріджеса отримана позитивна залежність співвідношення констант росту з показником живої маси. Модель Річардса може бути використана для встановлення відмінностей генотипів та їх генетичної дискретності.

3. Рівняння регресії і зв'язок параметрів моделей з живою масою свиней в 6 місяців

Параметри моделей росту	Моделі Бріджеса		Моделі Річардса	
	A+bx	r	A+bx	r
Кінетична швидкість (α)	41,287+20,812x	0,631*	78,219+46,487x	0,609*
Експоненційна швидкість (λ)	111,269-365,095x	0,359	99,132+8,679x	0,272
Співвідношення α/λ	90,965+0,140x	0,478*	101,868+0,056x	-0,160

Висновки. Вивчення ефективності використання математичних моделей для опису процесу росту свиней різних генотипів показало, що найбільш оптимальним є використання моделі Бріджеса (6 періодів), яка з високою точністю прогнозує динаміку живої маси у наступні вікові періоди. Модель Річардса також досить точно описує вікову динаміку живої маси, але менш придатна для її прогнозування.

Експериментальна перевірка моделей підтверджує, що вони з високою ефективністю можуть використовуватися у селекційній роботі в умовах племінних господарств.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ведмеденко О.В. Моделювання і прогнозування живої маси курей коричневих кросів яєчного напряму продуктивності / О.В.Ведмеденко, О.В.Карпенко// *Таврійський науковий вісник.* – Херсон. – 2012. – Вип.78. – Ч.2 – С.24–27.
2. Дубинин Н.П. *Общая генетика* / Н.П.Дубинин. – М.: Наука. – 1970. – 590с.
3. Зубец М.В. Стан іта перспективи породоутворення у молочному скотарстві півдня України / М.В.Зубец, В.П.Буркат, Ю.П.Полупан // *Науковий вісник Національного аграрного університету*. – К. – 2000. – Вип.21. – С.21–23.
4. Использование стабилизирующего отбора для разработки гибких систем выращивания молодняка кур яичного направления / В. И. Горин, С. Я.Копыловская, С. Я. Меерсон [и др.] // *Научные доклады ВИАП.* – Санкт – Петербург, 1991. – С. 56–57.
5. Карпенко О.В. Використання математичних моделей для прогнозування несучості птиці: *автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.02.01 «Розведення та селекція тварин»* / О.В. Карпенко.– Херсон, 2007. – 19 с.
6. Коваленко В.П. *Биотехнология в животноводстве и генетике* / В.П. Коваленко, И.Ю. Горбатенко. – К.: Урожай, 1992. – С.150.
7. Коваленко В.П. Використання математичних функцій для визначення закономірностей росту та прогнозування живої маси свиней / В.П Коваленко, Т.А.Стрижак, А.І Хватов [та ін.] // *Таврійський науковий вісник*. – Херсон. – 2012. – Вип.78. – Ч.2 – С.190–195.
8. Коваленко В.П. Генетико-математичні методи контролю й управління селекційними процесами у тваринництві / В.П.Коваленко, Т.І.Нежлукченко, С.Я.Плоткін // *Таврійський науковий вісник*. – 2000. – Вип.20. – С.55-64.
9. Коваленко В.П. Математические модели для описания яичной продуктивносты кур // В.П.Коваленко, Т.П.Трибрат, Г.И.Студенцов [и др.] / *Сельскохозяйственная биология*. – 1991. – №4. – С.193–201.
10. Коваленко В.П. Моделювання несучості птиці родинних форм м'ясних кросів / В.П.Коваленко, Л.С.Патрєва // *Птахівництво*, – Харків, 2003. – Вип. 53. – С.87-89.
11. Коваленко В.П. *Повыщение эффективности промышленного птицеводства* / В.П. Коваленко, С.Н.Куцак, А.П.Гавриш – К: Урожай, – 1988. – 80с.
12. Коваленко Т.С. Удосконалення оцінки продуктивних і племінних якостей свиней за селекційними індексами: *автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.02.01 «Розведення та селекція тварин»* / Т.С.Коваленко – Полтава, 2011. – 17 с.

13. Колесник Н.Н. *Генетика живой массы скота* / Н.Н.Колесник. – К.: Урожай, 1985. – 184 с.

14. Назарович Ю.М. Моделювання кривих росту свиней різних генотипів / Ю.М.Назарович // *Тваринництво України*. – Київ. – 2001. – Вип. 7. – С.19-20.

15. Пономаренко Н.П. Математичне моделювання вікових змін маси курей / Н.П. Пономаренко // *Зб. наукових праць ПДАТУ*, Кам'янець-Подільський. 2012. – Вип.20. – С.219–220.

16. Baumgartner W: Die Anwendung des Halotan. – Test zur Fruherkennung von PSE gefahrdeten schweinen / W: Baumgartner // *Turarytl. – 1980.* – S. 14–21.

Гришина Л.П. Использование математического модеклирования для прогнозирования живой массы молодняка свиней разных генотипов

Проведенный сравнительный анализ кривых роста по модели Бриджеса в возрастные периоды 0-2 мес. и 1-3 мес. Доведена целесообразность использования для прогнозу живой массы в онтогенезе показники за возрастной период 1-3 месяца. Преимущество данной модели заключается почти в полном совпадении теоретичных и эмпиричных значений живой массы, что указывает на возможность использования её для прогнозирования живой массы и линейных промеров животных, исходя из данных за начальный период онтогенеза. Для описания особенностей роста свиней, кроме модели Бриджеса, используется модель Ричардса. В исследованиях использовалась модель Річардса для прогнозирования живой массы свиней в 6 месяцев, исходя из показателей за 1-3 месяца. Параметры кинетичной и экспоненцийной скорости роста, в основном, определяют тип кривой. Установлено, что модель Ричардса с высокой точностью описывает и прогнозирует живую массу свиней, которые достигли живой массы 100 килограммов. Оценка отклонений теоретичной и фактичной кривых указывает, что использование модели Ричардса обеспечивает по всем оцененным генотипам уровень 2,93-4,75 % по фактичным данным и 3,85-6,26%– по прогнозованной кривой роста. Проведенное изучение эффективности использования математических моделей для описания процесса роста свиней разных генотипов показало, что наиболее оптимальным является использование модели Бриджеса (6 периодов), которая с высокой точностью прогнозирует динамику живой массы в последующие возрастные периоды. Модель Ричардса также достаточно точно описывает возрастную динамику живой массы, но меньше пригодна для её прогнозирования

Ключевые слова: модели роста, онтогенез, експоненционная скорость роста, кинетическая скорость роста, генотипы, живая масса.

L. Gryshyna. The use of mathematical modeling for forecasting live weight pigs of different genotypes

A comparative analysis of growth curves for model Bridges in ages 0-2 months. and 1-3 months is conducted. Intuitively is demonstrated the feasibility of using to predict future values of live weight per age period 1-3 months advantage of this model and it has virtually the same theoretical and empirical values of live weight. This indicates the possibility of using this model for the prediction of live weight and linear measurements of animals, based on data for the initial period of ontogenesis. Along with Bridges model the Richards model was used to describe the growth of animals. In our studies, we used the Richards model to predict live weight of pigs at 6 months, based on their performance by 1-3 months. Kinetic parameters and the exponential growth rate, mainly determine the type of curve. It is established that Richards model with high accuracy describes and predicts the live weight of pigs reached 100 pounds. Evaluation deviation of theoretical and actual curves indicates

that the use of Richards models provides for all evaluated genotypes 2,93-4,75% level for the actual data and 3,85-6,26% – with predictable growth curve. The conducted study of the effectiveness of the use of mathematical models to describe the process of growth of pigs of different genotypes showed that the optimal model is the use of Bridges (6 periods), which describe with precision allows to predict the dynamics of live weight in subsequent ages. Richards model also accurately describes the age dynamics of body weight, but is less suitable for forecasting
Key words: models of growth, ontogenesis, the exponentlal growth rate, the kinetic growth rate, genotype, live weight.

УДК.636.619:5784.082

Горбатенко І.Ю., доктор біологічних наук
Миколаївський національний аграрний університет

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МОЛЕКУЛЯРНОЇ БІОЛОГІЇ В СЕЛЕКЦІЇ СВИНЕЙ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук В.П.Рибалко

Представлений клас РНК-термометрів, що є одним з типів регуляторних РНК. Послідовності РНК, які локалізовані в області 5´UTR (untranslated region, нетранслююча область), що кодують біосинтез поглинання або деградацію малих метаболітів та забезпечують контроль зворотного зв'язку для цих шляхів метаболізму.

Ключові слова: РНК-термометри, температура, глобальне потепління, свині, теплові білки, pH, селекція, генетика, стійкість.

Глобальне потепління є незворотнім процесом планетарного значення, який веде до погіршення умов існування живих організмів, в тому числі, і основних сільськогосподарських видів, що відіграють значну роль в харчуванні людства. Цій проблемі присвячено багато праць, але стосовно конкретних видів рослин і тварин нами була знайдена невелика їх кількість. Так, в роботах [1, 2] представлений матеріал по дослідженню впливу глобального потепління на реакцію генотипу свині на дію високих температур. В 1999 році [3] вказав на існування так званого фактору r32, який вбудований в РНК-термометр. Було припущення, що цей фактор відіграє значну роль в регуляції бактерій на дію підвищених температур. Тому метою наших досліджень було визначення локалізації цього фактору в геномі мікроорганізмів та можливість їх використання при проведенні селекційних генетичних досліджень в галузі свинарства при підвищенні температури довкілля.

Матеріали і методи. При проведенні роботи були використані домашні сторінки цих баз даних у мережі інтернет:

GenBank: http://www.ncbinlm.nih.gov/Web/Genbank/index.html
EMBL Database: http://www.ebi.ac.uk/embl/index.html
DDBJ: http://www.nig.ac.jp.home.html

Результати й обговорення. Мікроорганізми, що вільно живуть, часто піддаються зміні умов навколишнього середовища. Температура, pH, наявність живильних речовин постійно змінюються. Для запобігання важких наслідків температурних коливань у бактерій розвинуто складну сітку захисних механізмів – в якості потенційних температурно-чутливих елементів у природі використовуються компоненти від мембрани до молекул ДНК, РНК та білків. Важливо, що патогенні мікроорганізми часто