

УДК 636.4.033/57.087

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.21>

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ BLUP ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ПЛЕМІННОЇ ЦІННОСТІ СВИНОМАТОК УКРАЇНСЬКОЇ М'ЯСНОЇ ПОРОДИ ЗА ВІДТВОРЮВАЛЬНИМИ ОЗНАКАМИ

**Крамаренко О.С.** – к.с.-г.н., старший викладач кафедри технології переробки, стандартизації і сертифікації продукції тваринництва,

Миколаївський національний аграрний університет

**Крамаренко С.С.** – д.б.н., доцент, професор кафедри генетики, годівлі тварин та біотехнології,

Миколаївський національний аграрний університет

**Луговий С.І.** – д.с.-г.н., доцент кафедри генетики, годівлі тварин та біотехнології,

Миколаївський національний аграрний університет

**Лихач А.В.** – д.с.-г.н., доцент, кафедри генетики, годівлі тварин та біотехнології,

Миколаївський національний аграрний університет

**Лихач В.Я.** – д.с.-г.н., доцент,

в.о. завідувача кафедри технології виробництва продукції тваринництва,

Миколаївський національний аграрний університет

**Слободяник А.А.** – науковий співробітник,

Миколаївський національний аграрний університет

У статті наведено результати аналізу мінливості відтворювальних ознак свиноматок української м'ясної породи з використанням методу BLUP-«Модель Тварини». У дослідженні використані дані продуктивності свиней, які утримувалися в умовах ТОВ «Таврійські свині» (Херсонська область, Україна).

Для кожної свиноматки оцінено такі ознаки відтворення: загальна кількість поросят при народженні (TNB), багатоплідність (NBA), кількість поросят при відлученні (NW), середня маса одного поросяти при народженні, тобто великоплідність (APBW), загальна маса гнізда при народженні (TLBW), середня маса одного поросяти при відлученні (APWW), загальна маса гнізда при відлученні (TLWW), середньодобовий приріст від народження до відлучення (ADG), частка мертвонароджених поросят (FSB) та смертність поросят до відлучення (PWM).

Оцінки племінної цінності розраховано за трьома ознаками: багатоплідністю (EBV1), кількістю поросят при відлученні (EBV2) та масою гнізда при відлученні (EBV3).

У результаті дослідження встановлено вірогідний вплив походження свиноматок на всі ознаки, що аналізувалися ( $p < 0,01 \dots 0,001$ ), за винятком загальної кількості поросят при народженні. Розмір гнізда (як при народженні, так і при відлученні) був найбільшим серед свиноматок батьківської генерації, а найменшим серед свиноматок генерацій F2 або F3.

Середньодобовий приріст вірогідно знижувався в поросят, які походили з багатоплідних гнізд.

Частка мертвонароджених поросят здебільшого залежала від загальної кількості поросят при народженні. Доведено, що оптимальним є розмір гнізда 8–12 поросят, оскільки для таких гнізд відзначається найнижчий рівень частки мертвонароджених поросят (5–8%).

На відміну від вихідних даних, використання корегованих за допомогою методу BLUP оцінок свідчить про відсутність вірогідних різниць між багатоплідністю й кількістю поросят при відлученні (EBV1 та EBV2, відповідно) у свиноматок УМП різних генерацій (у обох випадках:  $p > 0,05$ ). На оцінки племінної цінності, отримані з використанням методу BLUP-«Модель Тварини», вірогідний вплив походження відзначено лише на загальну масу гнізда при відлученні.

Високі достовірні значення рангової кореляції Спірмена мають місце між оцінками племінної цінності свиноматок для різних відтворювальних ознак.

**Ключові слова:** BLUP, оцінки племінної цінності, відтворювальні ознаки, свиноматки української м'ясної породи.

**Kramarenko A.S., Kramarenko S.S., Lugovoy S.I., Lykhach A.V., Lykhach V.Ya., Slobodanyuk A.A. Estimation of breeding values by BLUP method in Ukrainian Meat sows based on reproductive traits**

The results of the reproductive traits variation in Ukrainian Meat sows based on Animal Model-BLUP (AM-BLUP) method are presented in the article. The population used for the present study is from a pig farm managed by 'Tavriys'ki Svyini' Ltd (Kherson region, Ukraine).

The reproduction traits investigated for each sow were total no. piglets born (TNB), no. piglets born alive (NBA), no. weaned piglets (NW), average piglet birth weight (APBW), total litter birth weight (TLBW), average piglet weaning weight (APWW), total litter weight weaned (TLWW), average daily gain (ADG), freq. of stillborn piglets (FSB) and pre-weaning mortality in piglets (PWM).

Estimates of breeding values were calculated on the basis of three factors: no. piglets born alive (EBV1), no. weaned piglets (EBV2) and total litter weight weaned (EBV3).

In the study was found a significant effect of the sows' origin on all traits ( $p < 0,01 \dots 0,001$ ), except the total no. piglets born. No. piglets born alive (NBA) and no. weaned piglets (NW) were the largest among sows of parental generation, and the smallest – among sows of generations F2 or F3.

The ADG decrease was presented in piglets born from sows with higher no. piglets born alive.

The frequency of stillborn piglets was largely dependent on the total number of piglets at birth. The litter size of 8–12 piglets at birth, for which there is the lowest stillbirth rate (5–8%), is optimal.

Unlike the source data, the use of BLUP corrected estimates indicates that there are no probable differences between no. piglets born alive and the number of weaned piglets (EBV1 and EBV2, respectively) in Ukrainian Meat sows of different generations (in both cases:  $p > 0,05$ ). For estimated breeding values (EBV) based on the AM-BLUP method significant effect of sow's origin was noted only for the total litter weight weaned.

A statistically significant Spearman's rank-order correlation occurs between estimated breeding values for sow different reproductive traits.

**Key words:** BLUP, estimated breeding values, reproductive traits, Ukrainian Meat sows.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах підвищення ефективності селекційно-племінної роботи неможливе без використання точних методів оцінювання племінної цінності, що дають змогу виявляти істинний генетичний потенціал тварин і прогнозувати продуктивні якості їх потомства [1]. Останнім часом активно обговорюється теорія й упроваджується в практику використання в племінному свинарстві України методу BLUP. BLUP дає змогу вимірювати та прогнозувати племінну цінність стад домашніх тварин, пристосовуючись до впливу зовнішнього середовища. По суті, це система багатofакторної оцінки, за допомогою якої вимірюються генетичні відмінності між стадами й популяціями [2].

Актуальність теми зумовлена необхідністю стандартизації процедури оцінювання племінної та генетичної цінності тварин, що пов'язано з адаптацією законодавства України у сфері племінної справи у тваринництві до законодавства Європейського Союзу [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Із погляду математики, статистики та селекції метод BLUP вважається найбільш обґрунтованим і має під собою кращу теоретичну базу. Оцінки племінної цінності, розраховані за методом BLUP, мають мінімальну дисперсію помилки. Тому можна вважати, що за інших рівних умов оцінки племінної цінності по BLUP будуть із найбільшою ймовірністю відображати справжню генетичну цінність особини. Упровадження BLUP-процедури в практичну селекцію значно прискорить темпи генетичного поліпшення вітчизняних порід сільськогосподарських тварин [2].

Натепер у багатьох країнах для оцінювання тварин використовуються методи, що базуються на «моделі тварини» (Animal Model, AM). AM – це метод прогнозу генотипу або оцінювання племінної цінності (Estimated Breeding Value, EBV), при якому кожна тварина є основою для обчислення. EBV по AM включає три джерела інформації: дані предків, власні показники тварини й дані потомства, під час коректного коригування кожного запису по тварині на систематичні ефекти середовища. BLUP Animal Model – це розвиток BLUP Sire Model (Модель Батька, SM). EBV тварини по AM є найкращим лінійним незміщеним прогнозом її адитивного генотипу. Особливістю AM-BLUP є те, що в цьому методі безпосередньо або опосередковано використовується матриця генетичного споріднення [4].

**Постановка завдання.** Головною метою дослідження став аналіз мінливості відтворювальних ознак свиноматок української м'ясної породи (далі – УМП) з використанням методу BLUP для розрахунку оцінок племінної цінності з корегуванням на низку генотипових і паратипових факторів.

Роботу проведено на підставі даних, отриманих у племінному заводі ТОВ «Таврійські свині» Скадовського району Херсонської області. Усього проаналізовано дані всіх опоросів 254 голів свиноматок української м'ясної породи. Усі свиноматки належали до чотирьох послідовних генерацій – материнської генерації (P), їхніх дочок ( $F_1$ ), внучок ( $F_2$ ) і правнучок ( $F_3$ ).

Для кожної свиноматки оцінено такі ознаки відтворення: загальна кількість поросят при народженні (TNB – total no. piglets born), багатоплідність (NBA – no. piglets born alive), кількість поросят при відлученні (NW – no. weaned piglets), середня маса одного поросяти при народженні, тобто великоплідність (APBW – average piglet birth weight), загальна маса гнізда при народженні (TLBW – total litter birth weight), середня маса одного поросяти при відлученні (APWW – average piglet weaning weight), загальна маса гнізда при відлученні (TLWW – total litter weight weaned), середньодобовий приріст від народження до відлучення (ADG – average daily gain), частка мертвнонароджених поросят (FSB – freq. of stillborn piglets) і смертність поросят до відлучення (PWM – pre-weaning mortality in piglets).

Оцінки племінної цінності розраховано за трьома ознаками: багатоплідністю (EBV1), кількістю поросят при відлученні (EBV2) та масою гнізда при відлученні (EBV3).

Рівняння моделі (BLUP Animal Model), що використана для розрахунку оцінок племінної цінності свиноматок, мало такий вигляд:

$$y = X \cdot \beta + Z \cdot \alpha + \varepsilon, \quad (1)$$

де  $y$  – вектор спостережуваних значень залежної змінної;  $\beta$  – вектор фіксованих ефектів (рік – сезон опоросу);  $\alpha$  – вектор рандомізованих ефектів (адитивний генотип);  $\varepsilon$  – вектор випадкових залишкових (неврахованих) ефектів;  $X$  і  $Z$  – відомі матриці, що належать до оцінюваних ефектів [5].

Як фіксований фактор у модель включено рік і місяць опоросу свиноматки, а як випадковий фактор – кнури, з якими вони були спаровані. Для визначення оцінки племінної цінності за методом BLUP і визначення EBV тварин використовували програму PigPAK, що входить до програмного забезпечення BLUPF90-PCRAK [6].

Для досліджуваних ознак та оцінок EBV розраховано основні вибіркові статистичні характеристики: середнє арифметичне та його статистична похибка ( $M \pm SE$ ), коефіцієнти асиметрії ( $As \pm SE$ ) та ексцесу ( $Ex \pm SE$ ) з їх статистичними похибками. Перевірку гіпотези щодо впливу генерації на вихідні ознаки свиноматок та їх оцінки EBV проведено на підставі алгоритму однофакторного дисперсійного аналізу. Ступінь сполучної мінливості оцінок EBV1, EBV2 та EBV3 у сви-

номаток УМП визначено за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена. Усю статистичну обробку проведено за допомогою програмного забезпечення MS Excel і PAST [7].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Установлено, що відтворювальні ознаки свиноматок УМП характеризуються певною мінливістю в розрізі окремих генерацій (таблиця 1).

При цьому вірогідний вплив генерації встановлено на всі досліджені ознаки ( $p < 0,01 \dots 0,001$ ), за винятком загальної кількості поросят при народженні.

Таблиця 1

**Оцінки відтворювальних якостей свиноматок УМП  
у розрізі окремих генерацій ( $M \pm SE$ )**

Ознака	Генерація				$F_{(3;250)}$ ; $P$
	$P (n = 27)$	$F_1 (n = 65)$	$F_2 (n = 120)$	$F_3 (n = 42)$	
TNB, гол.	10,5 ± 0,2	9,9 ± 0,3	9,5 ± 0,2	9,1 ± 0,4	2,32; ns
NBA, гол.	10,5 ± 0,2	9,2 ± 0,3	8,7 ± 0,2	8,1 ± 0,3	6,77; < 0,001
NW, гол.	9,9 ± 0,2	7,6 ± 0,3	6,6 ± 0,3	7,3 ± 0,3	14,05; < 0,001
APBW, кг	1,31 ± 0,02	1,32 ± 0,04	1,51 ± 0,03	1,67 ± 0,06	14,76; < 0,001
TLBW, кг	13,4 ± 0,3	11,9 ± 0,3	13,3 ± 0,3	13,6 ± 0,4	4,28; < 0,01
APWW, кг	11,9 ± 0,2	8,8 ± 0,2	8,4 ± 0,2	9,0 ± 0,3	32,07; < 0,001
TLWW, кг	116,8 ± 2,5	70,0 ± 2,3	65,1 ± 2,3	71,9 ± 3,1	44,63; < 0,001
ADG, г	301,5 ± 4,5	213,2 ± 5,5	195,9 ± 4,4	207,0 ± 6,9	43,46; < 0,001
FSB, %	0	7,3 ± 1,2	8,4 ± 1,1	10,6 ± 1,7	5,92; < 0,001
PWM, %	6,2 ± 0,9	16,2 ± 2,5	23,3 ± 2,7	9,7 ± 2,2	6,15; < 0,001

Примітка: ns –  $p > 0,05$ .

Хоча в разі використання LSD-тесту при множинних порівняннях встановлено вірогідні відмінності стосовно TNB між генераціями P та  $F_2$  ( $p = 0,046$ ) і P та  $F_3$  ( $p = 0,019$ ).

Розмір гнізда (як при народженні, так і при відлученні) був найбільшим серед свиноматок батьківської генерації, а найменшим серед свиноматок генерацій  $F_2$  або  $F_3$  (див. таблицю 1).

Спостерігалось поступове збільшення великоплідності від 1,31 кг у свиноматок генерації P до 1,67 кг у тварин генерації  $F_3$ . При цьому загальна маса гнізда при народженні залишалася майже на одному рівні (13,3–13,6 кг), за винятком дочірньої генерації ( $F_1$ ), коли оцінка TLBW становила лише 11,9 кг.

Середня маса одного поросяти при відлученні, навпаки, зменшувалася в ряду генерацій із 11,9 кг у свиноматок батьківської генерації до 8,4 кг у тварин генерації  $F_2$ . Аналогічна закономірність характеризує й загальну масу гнізда при відлученні (див. таблицю 1).

Середньодобовий приріст поросят (ADG) значно варіював у свиноматок різного походження. Найбільшим (301,5 г) він був у нащадків свиноматок батьківської генерації, тоді як у нащадків свиноматок генерації  $F_2$  приріст становив лише 195,9 г на добу.

Установлено, що поросята, які народилися в багатоплідних гніздах свиноматок УМП, характеризувалися меншими приростами живої маси (рис. 1).

Загалом збільшення розміру гнізда на одне додаткове поросля призводило до зниження середньодобового приросту їхньої живої маси до відлучення на 4,2 г.

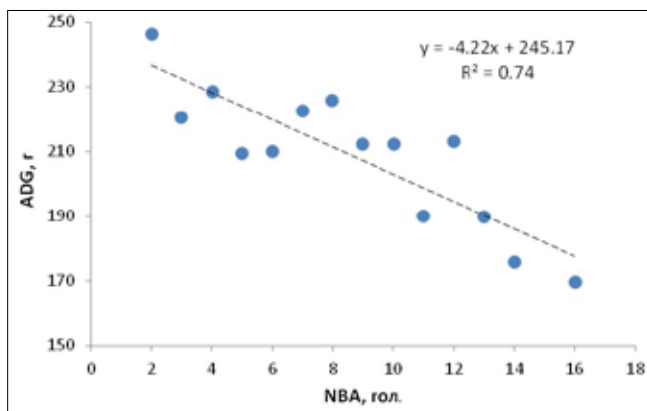


Рис. 1. Залежність середньодобового приросту поросят (ADG) від народження до відлучення від багатоплідності (NBA) свиноматок УМП (наведено лінію та рівняння лінійної регресії)

У розрізі генерацій відмічалось збільшення частки мертвонароджених поросят, яка становила в середньому 7,3–10,3%. Однак ця ознака залежала від загальної кількості поросят при народженні (рис. 2).

Серед найменш і найбільш багатоплідних гнізд частка мертвонароджених поросят була досить високою (15–25%), а найбільш оптимальним був розмір гнізда 8–12 новонароджених поросят. У таких гніздах частка мертвонароджених поросят була найнижчою (не вище ніж 5–8%).

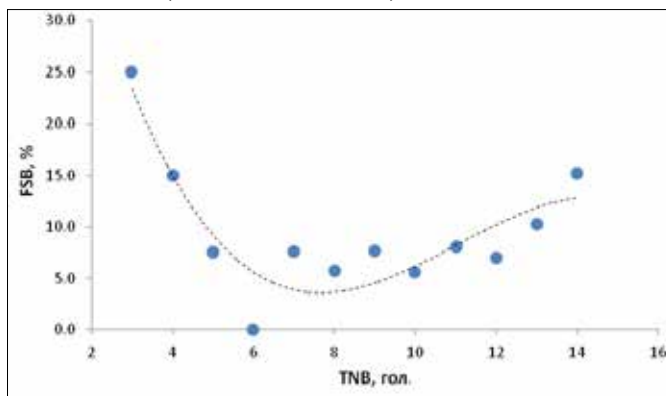


Рис. 2. Залежність частки мертвонароджених поросят (FSB) від загальної кількості поросят при народженні (TNB) у свиноматок УМП

Смертність поросят до відлучення була найбільшою у свиноматок генерацій  $F_1$  і  $F_2$  (збереженість поросят становила 76,7–83,8%). Водночас у свиноматок батьківської генерації та генерації  $F_3$  збереженість становила 90–94% (див. таблицю 1).

Оцінки племінної цінності свиноматок УМП, які розраховано на підставі «моделі тварини», як й очікувалося, набували як від'ємних, так і додатних значень. Їх середні арифметичні значення були близькими до нуля, а характер розподілу не відхилився від нормального, оскільки вибіркові оцінки коефіцієнтів асиметрії та ексцесу вірогідно не відрізнялися від нуля (таблиця 2).

Таблиця 2

**Статистичні характеристики оцінок племінної цінності (EBV)  
відтворювальних ознак свиноматок УМП ( $n = 254$ )**

Ознака	min – max	$M \pm SE$	$As \pm SE$	$Ex \pm SE$
EBV1	-1,244 – 1,064	0,030 $\pm$ 0,026	-0,27 $\pm$ 0,15	-0,08 $\pm$ 0,31
EBV2	-0,465 – 0,441	-0,022 $\pm$ 0,010	-0,19 $\pm$ 0,15	-0,09 $\pm$ 0,31
EBV3	-25,044 – 24,155	0,616 $\pm$ 0,510	-0,30 $\pm$ 0,15	0,52 $\pm$ 0,31

Отже, отримані оцінки племінної цінності відображали відхилення для кожної тварини від загального середнього арифметичного значення. Тварини, що мали від'ємні EBV, характеризувалися рівнем продуктивності нижчим, ніж загальне середнє арифметичне по досліджуваній вибірці свиноматок УМП, а тварини з додатними оцінками, навпаки, переважали загальне середнє арифметичне.

У таблиці 3 наведено середні арифметичні значення оцінок племінної цінності в розрізі окремих генерацій.

Таблиця 3

**Оцінки племінної цінності (EBV) відтворювальних ознак  
свиноматок УМП у розрізі окремих генерацій ( $M \pm SE$ )**

Ознака	Генерація				$F_{(3;250); P}$
	P ( $n = 27$ )	$F_1$ ( $n = 65$ )	$F_2$ ( $n = 120$ )	$F_3$ ( $n = 42$ )	
EBV1	-0,049 $\pm$ 0,071	0,089 $\pm$ 0,049	0,036 $\pm$ 0,040	-0,032 $\pm$ 0,066	1,06; ns
EBV2	0,036 $\pm$ 0,032	-0,004 $\pm$ 0,018	-0,041 $\pm$ 0,015	-0,032 $\pm$ 0,024	2,04; ns
EBV3	4,758 $\pm$ 1,534	2,374 $\pm$ 1,017	-0,471 $\pm$ 0,698	-1,463 $\pm$ 1,285	5,08; < 0,01

Примітка: ns –  $p > 0,05$ .

На відміну від вихідних даних (див. таблицю 1), використання корегованих за допомогою методу BLUP оцінок свідчить про відсутність вірогідних різниць між багатоплідністю й кількістю поросят при відлученні (EBV1 та EBV2, відповідно) у свиноматок УМП різних генерацій (у обох випадках:  $p > 0,05$ ). Лише за загальною масою гнізда при відлученні підтверджено вірогідні різниці між свиноматками різних генерацій на підставі їх оцінок племінної цінності (див. таблицю 3). При цьому свиноматки генерацій P та  $F_1$  характеризувалися вірогідним переважанням загального середнього арифметичного по досліджуваній вибірці, тоді як тварини генерацій  $F_2$  та  $F_3$  мали оцінки племінної цінності TLWW близькі до нуля.

Також встановлено, що ранг свиноматок для корегованих за методом BLUP оцінок їх племінної цінності збігався для пари ознак NBA – NW (коефіцієнт рангової кореляції Спірмена:  $R_s = 0,456$ ;  $p < 0,001$ ) та особливо для пари NW – TLWW (коефіцієнт рангової кореляції Спірмена:  $R_s = 0,618$ ;  $p < 0,001$ ).

Отже, тварини, які мали високий ранг за рівнем багатоплідності, мали аналогічно високий ранг і за кількістю поросят при відлученні, а свиноматки з високим рангом за кількістю поросят при відлученні також були у верхній частині відносного рейтингу й за загальною масою гнізда при відлученні (таблиця 4).

Раніше в роботі [8] доведено суттєво вищу ефективність відбору свиней під час оцінювання генотипу методом BLUP у процесі селекції свиней великої білої породи на товщину шпиків. Відбір ремонтних свинок на підставі методу BLUP сприяв скороченню періоду їх вирощування до живої маси 100 кг, підвищенню багатоплідності й маси гнізда при відлученні [9].

Таблиця 4

**Коефіцієнти рангової кореляції Спірмена ( $R_s$ ) між оцінками племінної цінності (EBV) відтворювальних ознак свиноматок УМП**

Пара ознак	$R_s$	$p$
EBV1 – EBV2	0,456	< 0,001
EBV1 – EBV3	0,189	< 0,01
EBV2 – EBV3	0,618	< 0,001

**Висновки і пропозиції.** Отже, використання методу BLUP для розрахунку оцінок племінної цінності свиноматок УМП за відтворювальними ознаками дає змогу отримати більш точні та кореговані за низкою генотипових і паратипових факторів значення, що можуть бути використані для розроблення селекційних програм, спрямованих на підвищення багатоплідності свиней і збільшення виходу порослят на одну свиноматку протягом усього терміну її господарського використання.

Установлено [10], що за допомогою лінійних моделей можна досить точно охарактеризувати генетичну схильність тварин до прояву визначеного рівня продуктивності за обраною ознакою. Результати оцінювання кнурів методом контрольної відгодівлі краще збігаються з оцінкою за методом BLUP, ніж із оцінкою за власною продуктивністю. Індекси, що використовуються в свинарстві України, характеризують більшою мірою фенотип, ніж генетичну цінність тварин.

Робота виконана в рамках фінансування за держбюджетною тематикою Міністерства освіти і науки України (номери державної реєстрації 0117U000485 і 0119U001042).

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Крамаренко С.С., Луговой С.И. BLUP-оценки воспроизводительных качеств свиноматок украинской мясной породы разного происхождения. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 76. Ч. 2. С. 105–110.
2. Крамаренко С.С., Крамаренко А.С. Оценка воспроизводительных качеств свиней крупной белой породы с помощью метода BLUP. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 76. Ч. 2. С. 100–104.
3. Небилиця М.С. Оцінка свиней BLUP методом в племінних господарствах Черкаської області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. Вип. 3. С. 110–113.
4. Кузнецов В.М. Методы племенной оценки животных с введением в теорию BLUP. Киров : Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2003. 358 с.
5. Mrode R.A. Linear models for the prediction of animal breeding values. CAB International, 2005. 344 p.
6. Misztal I. Complex models, more data: Simpler programming? *Interbull Bulletin*. 1999. Vol. 20. P. 1–10.
7. Hammer Ø., Harper D.A., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. Vol. 4. P. 1–9.
8. Пархоменко Е.Г., Ларионова П.В. Сравнение эффективности различных методов селекции свиней по толщине шпика. *Свиноводство*. 2014. Т. 6. С. 13–15.
9. Халак В.І. Best linear unbiased predict (BLUP) – ефективний метод визначення племінної цінності свиней. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гіжцького*. 2013. Т. 15. № 1 (55). Ч. 2. С. 224–229.
10. Ващенко П.А. Племінна цінність свиней. *Свинарство*. 2011. Вип. 59. С. 28–32.