

BEST LINEAR UNBIASED PREDICTION INDEX: SELECTION CRITERIA AND ECONOMIC EVALUATION OF THE USE OF SOWS OF DIFFERENT BREEDING VALUE

V. I. Khalak¹, O. M. Tsereniuk², L. P. Gryshyna², M. O. Ilchenko²,
O. M. Bordun³, S. Yu. Smyslov²

¹ State institution "Institute of Grain Crops NAAS"

Volodymyr Vernadskyi Str., 14, Dnipro, Ukraine, 49009

²Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production NAAS

Shvedska Mohyla Str, 1, Poltava, Ukraine, 36013

³Institute of Agriculture of the Northeast NAAS, Zelena Str., 1, v. Sad, Sumy district
Sumy region, Ukraine, 42343

Purpose. To study indexes of own productivity of repair pigs and reproductive qualities of sows of different intrabreed differentiation according to the BLUP index, as well as to determine criteria for selecting highly productive animals for further use in the controlled population. **Methods.** Zootechnical, statistical, purebred breeding. The object of the study were repair pigs and sows of the Large White breed. The breeding value of animals of the specified production group was determined by the BLUP index, evaluation of young pigs according to their own productivity indexes, sows - according to reproductive qualities, was carried out taking into account the following characteristics: age of reaching live weight of 100 kg, days; fat thickness at the level of the 6th–7th thoracic vertebra, mm; the thickness of the fat in the middle point of the back between the withers and the sacrum, mm; thickness of lard on sacrum, mm; body length, cm; multifertility, head; milk yield, kg, number of piglets at the time of weaning, head; weight of the nest at the time of weaning at the age of 28 days, kg, preservation, %. Comprehensive evaluation of sows was carried out according to the index of M. D. Berezovskyi (cited by Vashchenko, 2019), the alignment of the sow's litter according to the live weight of piglets at the time of their

Khalak Viktor Ivanovych, candidate of agricultural sciences, senior researcher, head of the animal husbandry laboratory,

e-mail: v16kh91@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4384-6394>

Tsereniuk Oleksandr Mykolayovych, doc. of agricultural sciences, associate professor, director of the Institute of Pig Breeding and AIP of the NAAS,

e-mail: tserenyuk@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4797-9685>

Gryshina Lyudmila Pavlivna, doc. of Agricultural Sciences. sciences, senior researcher, chief researcher, pig breeding and selection laboratory

e-mail: ludpavgri@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0001-6292-0257>

Ilchenko Maria Oleksandrivna, candidate of the agricultural sciences, academic secretary,

e-mail: mariia1984poltava@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0163-1384>

Bordun Oleksandr Mykolayovych, candidate of agricultural sciences, senior researcher, senior researcher, laboratories of animal husbandry and fodder production

e-mail: alexandrbordun777@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6144-771X>

Smyslov Serhii Yuriiovych, candidate of the agricultural sciences, deputy director for scientific work,

e-mail: pigmon@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0002-8956-7753>

birth - according to the method of V. I. Khalak (2012). Biometric processing of the research results was carried out according to generally accepted methods (V. P. Kovalenko et al, 2010). **Results.** Based on the results of the research, it was determined that repair pigs of the Large White breed, based on their own productivity (age of reaching 100 kg live weight, days; lard thickness at the level of 6–7 thoracic vertebrae, mm) belong to the elite class. The maximum indexes of multifertility (12.8 ± 0.21 head), milk yield (62.8 ± 1.46 kg), the number of piglets at the time of weaning (10.9 ± 0.20 head) and litter weight at the time of weaning at the age of 28 days (85.6 ± 1.54 kg) are characterized by sows of the I experimental group (BLUP index = 109.78–123.14); the index of M. D. Berezovskyi is 41.86 ± 0.593 points. The coefficient of variation (Cv, %) of the reproductive qualities of sows of the Large White breed of different breeding value, evaluated according to the BLUP index (maternal line) ranges from 4.79 to 18.59 %. **Conclusions.** Coefficient of pairwise correlation (r) between indexes of reproductive qualities, BLUP index (maternal line) and index of M. D. Berezovskyi varies from -0.292 ($tr=3.72$) to $+0.978$ ($tr=262.05$); the relationship between the specified mathematical models and the signs of own productivity is weak and unreliable ($r = -0.050 - +0.007$). The use of sows of high breeding value (BLUP index = 109.78–123.14) provides additional production at the level of $+13.20$ %, and its value is $+431.77$ UAH./head/farrowing.

Key words: sow, breed, own productivity, reproductive qualities, BLUP index, breeding value, variability, correlation.

Посилатися на статтю так:

БІБЛІОГРАФІЯ за ДСТУ: Khalak V. I., Tsereniuk O. M., Gryshina L. P., Ilchenko M. O., Bordun O. M., Smyslov S. Yu. Best linear unbiased prediction index: selection criteria and economic evaluation of the use of sows of different breeding value. *Свинарство і агропромислове виробництво* : міжвідом. темат. наук. зб. / Ін-т свинарства і АПВ НААН. Полтава, 2023. Вип. 1(79). С. 7–21. doi: 10.37143/2786-7730-2023-1(79)01

REFERENCIS за APA style: Khalak, V. I., Tsereniuk, O. M., Gryshina, L. P., Ilchenko, M. O., & Bordun, O. M. & Smyslov, S. Yu. (2023). Best linear unbiased prediction index: selection criteria and economic evaluation of the use of sows of different breeding value. *Svynarstvo i ahropromyslove vyrobnytstvo* [Pig Breeding and Agroindustrial Production]. Poltava, 1(79), 7–21. doi: 10.37143/2786-7730-2023-1(79)01

Introduction. According to the requirements of the Pig grading instructions [1], the breeding value of repair young animals, sows and breeding boars is determined by live weight and body length (addition 1–4), age at which live weight reaches 100 kg (addition 5), lard thickness (addition 6), by indicators of reproductive qualities (addition 7, 8), quality of sperm production (addition 9), as well as by fattening and meat qualities of offspring (addition 11). In breeding farms, individual records of the phenotypic manifestation of quantitative traits in animals of different sex-age groups are kept and a complex class is determined based on objective data (addition 12). The use of the data of the specified regulatory document is not always objective.

In connection with the introduction of modern technologies of keeping and feeding animals, as well as the intensive import of pigs of foreign breeding, there was a need to find more effective ways of assessing breeding value [2-8]. The relevance of the chosen direction of research is confirmed by the scientific developments of domestic and foreign scientists, namely: Khalak V. I., Gutiy B. V. [9], Povod M. G., Khramkova O. M. [10], Agapova E. M., Susol R. L. [11], Martyniuk I. M., Tsereniuk O. M., Akimov O. V. [12], Washchenko P. A., Balatskyi V. N.,

Pochernyaev K. F. [13], Vashchenko P. A. [14], Koivula M., Strandén I., Su G. et al [15].

The purpose of the work is to investigate the indicators of own productivity of repair pigs and reproductive qualities of sows of different intrabreed differentiation according to the BLUP index, as well as to determine the criteria for selecting highly productive animals for further use in controlled populations.

Research materials and methods. The research was carried out in agricultural formations of Dnipropetrovsk (AF "Borysfen", LLC "AF" Dzerzhynets") and Sumy regions (experimental farm of the Institute of Agriculture of the North East of the NAAS), as well as the livestock laboratory of the State Institution "Institute of Grain Crops of the National Academy of Sciences".

The object of the study were repair pigs and sows of the large white breed. The BLUP index (Best Linear Unbiased Prediction) was calculated on the basis of the main institution (Institute of Pig Breeding and AIP of the NAAS) according to the general model of a single animal, which has the following form:

$$y_i = x_i'b + a_i + e_i \quad (1)$$

where: y_i – observation of the characteristic in the i -th animal; $x_i'b$ – sum of fixed effects related to the i -th animal; a_i – random additive genetic effect of the i -th animal; e_i is a random deviation (residual) [16]. This indicator was calculated on the basis of the Main breeding center in the field of pig breeding (Institute of pig breeding and AIP of the NAAS) according to the general model of a single animal. To measure the peak thickness, an ultrasonic device RENKO LEAN MEATER DIGITAL BACKFAT IDIC, S/N 46080, (USA) was used (Fig. 1).



Fig. 1. Measurement of lard thickness with the RENKO CE device (RENKO LEAN MEATER DIGITAL BACKFAT IDIC, S/N 46080)

The place of the research is a breeding breeder for breeding large white pigs of Dzerzhinets LLC, Dnipropetrovsk region

Evaluation of young pigs according to their own productivity indicators, sows - according to reproductive qualities, was carried out taking into account the following characteristics: age of reaching live weight of 100 kg, days; fat thickness at the level of the 6th–7th thoracic vertebra, mm; the thickness of the fat in the middle point of the back between the withers and the sacrum, mm; thickness of lard on sacrum, mm; body length, cm; multifertility, head; milk yield, kg, number of piglets at the time of weaning, head; nest weight at the time of weaning at the age of 28 days, kg, survival of piglets before weaning, %.

The indexes of M. D. Berezovsky (2) and the evenness (homogeneity) of the sow's nest according to the live weight of the piglets at the time of their birth (3) were calculated according to the following mathematical models:

$$I = B + (2 \times W) + (35 \times G) \quad (2)$$

where: I – index of M. D. Berezovsky, point; B – the number of piglets at the time of birth, head; W – the number of weaned piglets at the time of weaning, goal; G – average daily gain of piglets before weaning, kg [17];

$$IB\Gamma_0 = \frac{n}{2,5 - \left(\frac{x_{max} - x_{min}}{X}\right)} \quad (3)$$

where: $IB\Gamma_0$ – is the index of evenness (homogeneity) of the sow's nest by live weight of piglets at the time of their birth, score; n – multifertility, head; 2.5 – the maximum indicator of live weight of one piglet at the time of birth, kg; x_{max} – the live weight of the piglet with the maximum indicator in the nest at the time of birth, kg; x_{min} – the live weight of the piglet with the minimum indicator in the nest at the time of birth, kg; X – is the average live weight of piglets in the nest at the time of birth (sow fertility), kg [18, 19].

The feeding and keeping conditions of the sows of the experimental groups were identical and corresponded to zootechnical standards. The calculation of the cost of additional products [20] and biometric indicators [21] was carried out according to generally accepted methods using the programmable module "Data Analysis" in Microsoft Excel.

The strength of correlations between features was determined by the Chaddock scale [22] (Table 1).

Table 1. Chaddock's scale for gradation of correlation strength

The value of the correlation coefficient	The strength of the correlation relationship
0,1-0,3	Weak
0,3-0,5	Moderate
0,5-0,7	Noticeable
0,7-0,9	High
0,9-0,99	Very high

Research results and their discussion. The analysis of the primary zootechnical documentation and the results of our research show that young pigs of the large white breed are characterized by sufficiently high indicators of their own productivity (n=136), namely: the age of reaching a live weight of 100 kg is 175.6 ± 0.85 days (Cv=5.70 %), the thickness of the fat at the level of the 6th-7th thoracic vertebra is 23.0 ± 0.13 mm (Cv=6.84 %), the thickness of the fat in the middle point of the back between the withers and the sacrum is 17.2 ± 0.13 mm (Cv=8.82 %), fat thickness on the sacrum – 20.3 ± 0.10 mm (Cv=6.27 %), trunk length – 116.7 ± 0.16 cm (Cv=6.84 %).

The age of the first fertile insemination is 245.3 ± 1.08 days (Cv=5.14%), the multifertility of the tested sows is 11.1 ± 0.14 head (Cv=15.76 %), the high fertility is 1.41 ± 0.009 kg (Cv=7.88 %), the index of evenness (homogeneity) of the sow's nest according to the live weight of piglets at the time of their birth - 5.21 ± 0.076 points (Cv=17.11 %), milk yield - 51.8 ± 0.082 kg (Cv=18.52 %), weight of the nest at the time of weaning at the age of 31.8 ± 0.15 days (Cv=5.60 %) – 74.3 ± 0.85 kg (Cv=13.48 %). The BLUP index (maternal line) in sows of the controlled population is equal to 99.59 ± 1.253 points (Cv=14.68%), the indicator "preservation of piglets until weaning at the age of 28 days, %" ranges from 63 to 100 %.

The results of the study of indicators of own productivity of repair pigs of large white breed of different breeding value, evaluated according to the BLUP index (maternal line) are shown in Table 2.

Table 2. Indicators of own productivity of repair pigs of large white breed of different breeding value, evaluated according to the BLUP index (maternal line)

Indicators, units of measurement	Biometric indicators	Gradations of the BLUP index (maternal line)		
		106,61-123,14	80,53-103,45	46,18-77,98
		group		
		I	II	III
Age of reaching 100 kg live weight, days	n	30	71	35
	$\bar{X} \pm S_x$	$178,0 \pm 2,16$	$173,8 \pm 1,17$	$177,2 \pm 1,15$
	$\sigma \pm S_\sigma$	$11,85 \pm 1,531$	$9,93 \pm 0,833$	$7,76 \pm 0,928$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$6,65 \pm 0,859$	$5,71 \pm 0,479$	$4,37 \pm 0,522$
Body length, cm	$\bar{X} \pm S_x$	$116,8 \pm 0,33$	$116,6 \pm 0,23$	$116,9 \pm 0,32$
	$\sigma \pm S_\sigma$	$1,82 \pm 0,235$	$1,93 \pm 0,162$	$1,92 \pm 0,229$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$1,55 \pm 0,200$	$1,65 \pm 0,138$	$1,64 \pm 0,196$
	Fat thickness at the level of 6–7 thoracic vertebrae, mm	$\bar{X} \pm S_x$	$22,8 \pm 0,27$	$23,1 \pm 0,18$
$\sigma \pm S_\sigma$		$1,51 \pm 0,195$	$1,57 \pm 0,131$	$1,62 \pm 0,193$
$Cv \pm Sc_v, \%$		$6,62 \pm 0,855$	$6,79 \pm 0,570$	$7,10 \pm 0,849$
Thickness of lard on sacrum, mm		$\bar{X} \pm S_x$	$20,2 \pm 0,22$	$20,3 \pm 0,15$
	$\sigma \pm S_\sigma$	$1,22 \pm 0,157$	$1,28 \pm 0,107$	$1,31 \pm 0,156$
	$Cv \pm Sc_v, \%$	$6,03 \pm 0,779$	$6,30 \pm 0,528$	$6,45 \pm 0,771$
	Fat thickness in the middle point of the back between the withers and the sacrum, mm	$\bar{X} \pm S_x$	$17,1 \pm 0,27$	$17,3 \pm 0,18$
$\sigma \pm S_\sigma$		$1,51 \pm 0,195$	$1,58 \pm 0,132$	$1,38 \pm 0,165$
$Cv \pm Sc_v, \%$		$8,83 \pm 1,140$	$9,13 \pm 0,767$	$8,11 \pm 0,970$

It was established that repair pigs of different intrabreed differentiation according to the BLUP index (maternal line) belong to the elite class in terms of their own productivity. The minimum value of the indicator "age of reaching a live weight of 100 kg, days" was found in the animals of the II experimental group. Compared with female subjects of the I and III experimental groups, the difference in this indicator is 4.2 (td=1.75, P>0.05) and 3.4 days (td=2.08, P<0.05). There was no significant difference in the thickness of the fat at the level of the 6th-7th thoracic vertebra, in the middle point of the back between the withers and the sacrum and on the sacrum, as well as the length of the trunk between the test animals. Coefficient of variation indicators of own productivity varies from 1.55 to 9.13 %.

The analysis of data on the reproductive qualities of sows taking into account their intrabreed differentiation according to the BLUP index (maternal line) shows that the difference between animals of the I and III groups in terms of multifertility is equal to 3.4 piglets per farrowing (td=10.00, P<0.001), milk yield 17.5 kg (td=10.73, P<0.001), the number of piglets at the time of weaning – 2.9 head (td=11.15, P<0.001), the weight of the nest at the time of weaning at the age of 28 days – 18, 2 kg (td=10.45, P<0.001), index of M. D. Berezovsky's – 8.57 points (td=11.12, P<0.001) (Table 3).

In terms of high fertility, the difference between sows in favor of animals of III group is 0.07 kg (td=2.91, P<0.01), the index of evenness (homogeneity) of the sow's nest according to the live weight of piglets at the time of their birth (IBГ₀) is 1.65 points (td=9.16; P<0.001). This shows that sows with the minimum number of piglets at the time of their birth and the maximum indicators of live weight are characterized by a greater uniformity of the nest in terms of live weight of piglets at the time of their birth. The maximum rate of survival of piglets before weaning (86.25 %) was also found in animals of the III experimental group.

The coefficient of variation (Cv,%) of the reproductive qualities of sows of the large white breed of different breeding value, evaluated according to the BLUP index (maternal line) ranges from 4.79 to 18.59 %.

Table 3. Reproductive qualities of sows of the large white breed of different breeding value, evaluated by the BLUP index (maternal line)

Indicators, units of measurement	Biometric indicators	Gradations of the BLUP index (maternal line)		
		109,78-128,75	89,85-109,28	53,61-89,59
		<i>groupe</i>		
		I	II	III
Multifertility, head	n	30	73	33
	$X \pm Sx$	12,8±0,21	11,0±0,13	9,4±0,28
	$\sigma \pm S\sigma$	1,19±0,153	1,17±0,096	1,62±0,199
	$Cv \pm Scv, \%$	9,29±1,200	10,63±0,879	17,23±2,133
Fertility kg,	$X \pm Sx$	1,39±0,021	1,40±0,013	1,46±0,013
	$\sigma \pm S\sigma$	0,11±0,014	0,11±0,009	0,07±0,008
	$Cv \pm Scv, \%$	7,91±1,021	7,85±0,649	4,79±0,589
Index of evenness (homogeneity) of the sow's nest by live weight of piglets at the time of their birth (IVG0), point	$X \pm Sx$	6,06±0,113	5,22±0,077	4,41±0,143
	$\sigma \pm S\sigma$	0,62±0,080	0,66±0,054	0,82±0,100
	$Cv \pm Scv, \%$	10,23±1,321	12,64±1,046	18,59±2,289
Milk yield, kg	$X \pm Sx$	62,8±1,46	50,5±0,95	45,3±0,73
	$\sigma \pm S\sigma$	8,03±1,037	8,16±0,675	4,21±0,518
	$Cv \pm Scv, \%$	12,78±1,651	16,15±1,336	9,29±1,144
Number of piglets at the time of weaning, head	$X \pm Sx$	10,9±0,20	9,3±0,15	8,0±0,17
	$\sigma \pm S\sigma$	1,09±0,104	1,30±0,17	1,05±0,129
	$Cv \pm Scv, \%$	10,01±1,293	13,97±1,156	13,12±1,615
Weight of the nest at the time of weaning, at the age of 28 days, kg	$X \pm Sx$	85,6±1,54	72,8±0,99	67,4±0,83
	$\sigma \pm S\sigma$	8,46±1,093	8,49±0,702	4,80±0,591
	$Cv \pm Scv, \%$	9,88±1,276	11,67±0,966	7,12±0,876
Preservation of piglest until weaning, %	$X \pm Sx$	85,30±0,935	84,30±0,668	86,25±1,133
Index of M. D. Berezovsky, point	<i>lim</i>	36,11-50,58	30,08-48,27	29,09-39,23
	$X \pm Sx$	41,86±0,593	39,96±0,411	33,29±0,497
	$\sigma \pm S\sigma$	3,24±0,418	3,46±0,286	2,94±0,362
	$Cv \pm Scv, \%$	7,74±1,000	8,65±0,716	8,83±1,087

The results of the calculation of pairwise correlation coefficients between the characteristics of own productivity, reproductive qualities and integrated indicators (BLUP index (maternal line), index of M. D. Berezovsky) in large white pigs are shown in Table 4.

Studies have shown that the correlation coefficient between mathematical models of evaluation indices (BLUP index (maternal line), M. D. Berezovsky index) and signs of own productivity ranges from - 0.050 (tr=0.58) to +0.007 (tr=0,58).

Table 4. Coefficient of paired correlation between signs of own productivity of repair pigs, reproductive qualities of sows and integrated indicators

Sign		Biometric indicators		Correlation strength
<i>x</i>	<i>y</i>	<i>r±Sr</i>	<i>tr</i>	
<i>BLUP index (maternal line)</i>	1	-0,013±0,0857	0,15	–
	2	0,007±0,0858	0,08	–
	3	0,009±0,0858	0,11	–
	4	-0,039±0,0856	-0,46	–
	5	-0,037±0,0856	-0,43	–
	6	0,704±0,0433***	16,28	High
	7	-0,215±0,0818**	2,62	week
	8	0,658±0,0486***	13,55	Noticeable
	9	0,644±0,0502***	12,82	Noticeable
	10	0,654±0,0491***	13,31	Noticeable
	11	0,622±0,0526***	11,83	Noticeable
	12	-0,066±0,0854	0,773	–
	13	0,693±0,0446***	15,55	Noticeable
<i>Index of M. D. Berezovsky</i>	1	-0,035±0,0857	0,41	–
	2	-0,005±0,0858	0,06	–
	3	0,003±0,0858	0,03	–
	4	-0,050±0,0855	0,58	–
	5	-0,001±0,0858	0,01	–
	6	0,954±0,0077***	123,76	Very high
	7	-0,292±0,0785***	3,72	Weak
	8	0,905±0,0155***	58,31	Very high
	9	0,927±0,0121***	76,84	Very high
	10	0,978±0,0037***	262,05	Very high
	11	0,938±0,0103***	91,02	Very high
	12	0,097±0,085	1,14	–

Notes: 1 - age of reaching 100 kg live weight, days; 2 - body length, cm; 3 - fat thickness at the level of 6-7 thoracic vertebrae, mm; 4 - bacon thickness on sacrum, mm; 5 - fat thickness in the middle point of the back, mm; 6 - fertility, head; 7 - high fertility, kg; 8 - index of evenness (homogeneity) of the sow's nest according to the live weight of piglets at the time of their birth ($IB\Gamma_0$), point; 9 - milk yield, kg; 10 - the number of piglets at the time of weaning, head; 11 - nest weight at the time of weaning at the age of 28 days, kg; 12 - preservation, %; 13 - index of M. D. Berezovsky's *x*, point; *** - $P < 0.001$.

Reliable relationships were established between the following pairs of traits: BLUP index (maternal line) × fertility ($r=+0.704$; $tr=16.28$), BLUP index (maternal line) × high fertility ($r= -0.215$; $tr=2.62$), the BLUP index (maternal line) × the index of evenness (homogeneity) of the sow's nest by live weight of piglets at the time of their birth ($IB\Gamma_0$) ($r=+0.658$; $tr=13.55$), BLUP index (maternal line) × milk yield ($r=+0.644$; $tr=12.82$), BLUP index (maternal line) × number of piglets at weaning time ($r=+0.654$; $tr=13.31$), BLUP index (maternal line) × nest weight at the time of weaning at the age of 28 days ($r=+0.622$; $tr=11.83$), BLUP index (maternal line) × index of M. D. Berezovsky ($r=+0.693$; $tr=15.55$), index of M. D. Berezovsky

× multiple fertility ($r=+0.954$; $tr=123.76$), index of M.D. Berezovskyi × large fertility ($r=-0.292$; $tr=3.72$), index of M. D. Berezovsky × index of evenness (homogeneity) of the sow's nest by live weight of piglets at the time of their birth (IVH0) ($r=+0.905$; $tr=58.31$), index of M. D. Berezovsky × milk yield ($r=+0.927$; $tr=76.84$), index of M. D. Berezovsky × number of piglets at weaning time ($r=+0.978$; $tr=262.05$), index of M. D. Berezovsky × nest weight at weaning time at the age of 28 days ($r=+0.938$; $tr=91.02$).

The results of calculating the economic efficiency of using sows of different breeding value, evaluated by the BLUP method (maternal line) are shown in Table 5.

Table 5. Economic efficiency of using sows of different breeding value, evaluated by the BLUP method (maternal line)

Group	n	Nest weight at the time of weaning at the age of 28 days, kg	Addition of additional products, %	Cost of additional products, UAH. / head*
General sample	136	74,3±0,85	–	–
III	33	67,4±0,83	–9,28	–303,55
II	73	72,8±0,99	–2,01	–65,74
I	30	85,6±1,54	+13,20	+431,77

Note: * - the average selling price of young pigs to processing enterprises is UAH 58.7. / kg.

Calculations of the economic efficiency of the research results indicate that the maximum increase in additional production was obtained from sows of class I of the experimental group (BLUP index = 109.78–123.14) – +13.20, and its value is +431.77 UAH. / head / farrowing.

Conclusions: 1. Based on the results of research, it was established that repair pigs of large white breed according to their own productivity (age of reaching live weight of 100 kg, days; lard thickness at the level of 6-7 thoracic vertebrae, mm) belong to the elite class.

2. The maximum indicators of multifertility (12.8±0.21 head), milk yield (62.8±1.46 kg), number of piglets at the time of weaning (10.9±0.20 head) and nest weight at the time of weaning in aged 28 days (85.6±1.54 kg) are characterized by sows of the 1st experimental group (BLUP index = 109.78–123.14); the index of M. D. Berezovsky is 41.86±0.593 points.

3. The coefficient of variation ($C_v, \%$) of the reproductive qualities of sows of the large white breed of different breeding value, evaluated according to the BLUP index (maternal line) ranges from 4.79 to 18.59 %.

4. The coefficient of pair correlation (r) between indicators of reproductive qualities, the BLUP index (maternal line) and the index of M. D. Berezovsky varies from -0.292 ($tr=3.72$) to $+0.978$ ($tr=262.05$); the relationship between the specified mathematical models and the signs of own productivity is weak and unreliable ($r=-0.050 - +0.007$).

5. The use of sows of high breeding value (I experimental group) provides additional production at the level of +13.20 %, and its cost is +431.77 UAH. / head / farrowing.

6. The BLUP index value at the level of 109.78–123.14 points is the criterion for selecting highly productive animals of controlled populations.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Інструкція з бонітування свиней; Інструкція з ведення племінного обліку у свинарстві. Київ: Київ. ун-т, 2003. 64 с.
2. Церенюк О. М., Акімов О. В., Бабіч М., Кропівець-Доманська К. Аналіз відтворних якостей свиней породи ландрас та уельс в суб'єктах племінної справи України. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2021. № 125. С. 227–237. doi: 10.32900/2312-8402-2021-125-227-237
3. Халак В. І., Гутий Б. В., Бордун О. М. Інноваційні методи оцінки свиноматок за показниками відтворювальних якостей та критерії їх відбору за деякими полікомпонентними математичними моделями. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. Львів, 2020. Т. 24. № 96. С. 70–77. doi: 10.32718/nvlvet-a9609
4. Березовський М. Д. Стан і перспективи селекції свиней великої білої породи в Україні. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 10. С. 49–52.
5. Getya A., Nagy I, Berezovskyu M., Kodak O., Farkas J., Szaby Cs. Estimation of genetic trend for the backfat depth of pigs of Large White breed in two Ukrainian pedigree 12 farm. *Proceeding of the 18th International Symposium «Animal Science Days»*. 21–24 Sept. Kaposvar, 2010. P. 214.
6. Breeding value and productivity of sows of the Large White breed / V. Khalak et al. *Ukrainian Journal of Ecology* 2021. Vol. 11 (1). P. 319–324. doi: 10.15421/2021_48
7. Відтворювальні ознаки свиней ірландської селекції та прояв різних форм гетерозису за різних методів розведення в сучасних умовах промислового виробництва свинини / М. І. Кремезь та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. Львів, 2022. Т. 24. № 96. С. 78–88. doi: 10.32718/nvlvet-a9610
8. Вплив генетичних та негенетичних факторів на відтворювальні ознаки свиноматок української м'ясної породи / С. С. Крамаренко та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. Львів, 2019. Т. 21. № 90. С. 3–8. doi: 10.32718/nvlvet-a9001
9. Халак В. І., Гутий Б. В. Ознаки відтворювальних якостей свиноматок різних типів адаптації, їх мінливість та кореляційний зв'язок. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. Львів, 2020. Т. 22. № 92. С. 35–41. doi: 10.32718/nvlvet-a9207
10. Повод М. Г., Храмова О. М. Відтворювальна здатність свиноматок зарубіжної селекції в умовах інтенсивної технології. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Тваринництво*. Суми, 2017. Вип. 5(2). С. 119–122.
11. Агапова Є. М., Сусол Р. Л. Узагальнення селекційно-технологічних основ створення та практичного використання перспективного генотипу свиней

Одеського регіону. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2015. Вип. 2(2). С. 63–70.

12. Мартинюк І. М., Церенюк О. М., Акімов О. В. Заплідненість та багатоплідність свиноматок залежно від кратності осіменіння у різні пори року. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2019. № 121. С. 156–162. doi: 10.32900/2312-8402-2019-121-156-162

13. Ващенко П. А., Балацкий В. Н., Почерняев К. Ф. Использование модели BLUP с включением ДНК-маркеров для оценки свиней. *Зоотехническая наука Беларуси* : сб. науч. тр. Жодино, 2015. Т. 50 (Ч. 1). С. 43–50.

14. Ващенко П. А. Визначення племінної цінності свиней різними методами. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2010. Вип. 1 (52), Т. 2. С. 76–79.

15. Different methods to calculate genomic predictions – Comparisons of BLUP at the single nucleotide polymorphism level (SNP-BLUP), BLUP at the individual level (G-BLUP), and the onestep approach (H-BLUP) / M. Koivula, I. Strandén, G. Su et al. *Journal of Dairy Science*. 2012. Vol. 95 (7). P. 4065–4073. doi: 10.3168/jds.2011-4874

16. Методичні рекомендації щодо збору первинних даних зоотехнічного обліку для визначення племінної цінності свиней в автоматизованому режимі Інститут свинарства ім. О. В. Квасницького НААН. Полтава, 2010. 12 с.

17. Ващенко П. А. Прогнозування племінної цінності свиней на основі лінійних моделей селекційних індексів та ДНК-маркерів : автореф. дис... д-ра с.-г. наук : спец. 06.02.01 / Миколаїв. Нац. аграр. ун-т. Миколаїв, 2019. 43 с.

18. Спосіб визначення вирівняності гнізда свиноматок : пат. 66551 Україна, МПК (2011.01) А 01К 67/02 (2006.01), А 61D 19/00. Халак В. І.; заявник патенту Ін-т тваринництва центральних районів УААН, власник патенту ДУ Ін-т сіл. госп-ва степ. зони НААН. № u 2011007148; заявл. 06.06.2011; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.

19. Халак В. І. Математичні моделі визначення вирівняності гнізда свиноматок та їх зоотехнічна оцінка. *Біоресурси і природокористування*. Київ, 2015. Т. 7. № 1–2. С. 103–109.

20. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ, новой технологии, изобретений и рационализаторских предложений. Москва: ВАИПИ, 1983. 149 с.

21. Коваленко В. П., Халак В. І., Нежлукченко Т. І., Папакіна Н. С. Біометричний аналіз мінливості ознак сільськогосподарських тварин і птиці : навч. посіб. з генетики с.-г. тварин. Херсон: Олді, 2010. 160 с.

22. Практикум по теории статистики / А. В. Сидорова и др.; Донец. нац. ун-т. Донецк, 2003. 252 с.

REFERENCES

1. *Instruktsiia z bonituvannia svynei; Instruktsiia z vedennia pleminnoho obliku u svynarstvi* (2003). [Instructions for pig grading; Instructions for keeping pedigree records in pig breeding]. Kyiv [in Ukrainian].

2. Tsereniuk, O. M., Akimov, O. V., Babich, M., & Kropivets-Domanska, K. (2021). Analiz vidtvornykh yakosteï svynei porody landras ta uels v subiektakh plemynnoi spravy Ukrainy [Analysis of the reproductive qualities of pigs

of the Landrace and Welsh breeds in the subjects of the breeding case of Ukraine]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynmytstva NAAN* [Scientific and technical bulletin of the Animal Science Institute NAAS]. Kharkiv, 125, 227–237 [in Ukrainian]. doi: 10.32900/2312-8402-2021-125-227-237

3. Khalak, V. I., Hutyi, B. V., & Bordun, O. M. (2020). Innovatsiini metody otsinky svynomatok za pokaznykamy vidtvoriuvalnykh yakostei ta kryterii yikh vidboru za deiakomy polikomponentnymy matematychnymy modeliamy. [Innovative methods of evaluation of sows by indexes of reproductive qualities and criteria for their selection according to some multicomponent mathematical models]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii. Seriya: Silskohospodarski nauky* [Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences]. Lviv, 24(96), 70–77. doi: 10.32718/nvlvet-a9609 [in Ukrainian].

4. Berezovskyi, M. D. (1999). Stan i perspektyvy selektsii svynei velykoi biloi porody v Ukraini [State and prospects of the selection of pigs of the Large White breed in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 10, 49–52 [in Ukrainian]

5. Getia, A., Nagy, I, Berezovskyi, M., Kodak, O., Farkas, J., & Szaby, Cs. Estimation of genetic trend for the backfat depth of pigs of the Large White breed in two Ukrainian pedigree 12 farm. *Proceeding of the 18th International Symposium “Animal Science Days”*. 21–24 Sept. Kaposvar, 2010. 214.

6. Khalak, V., Gutyj, B., Stadnytska, O., Shuvar, I., Balkovskyi, V., Korpita, H., Shuvar, A., & Bordun, O. (2021). Breeding value and productivity of sows of the Large White breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(1), 319–324. doi: 10.15421/2021_48

7. Kremez, M. I., Povod, M. H., Mykhalko, O. H., Susol, R. L., Trybrat, R. O., Onyshchenko, L. V., Kravchenko, O. O., Verbelchuk, T. V., & Shchenbyna, O. V. (2022). Vidtvoriuvalni oznaky svynei irlandskoi selektsii ta proiav riznykh form heterozysu za riznykh metodiv rozvedennia v suchasnykh umovakh promyslovo-ho vyrobnytstva svynyny [Reproductive characteristics of pigs of Irish breeding and manifestation of different forms of heterosis under different methods of breeding in modern conditions of industrial pork production]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii. Seriya: Silskohospodarski nauky* [Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences]. Lviv, 24(96), 78–88. doi: 10.32718/nvlvet-a9610 [in Ukrainian].

8. Kramarenko, S. S., Luhovyi, S. I., Lykhach, A. V., Kramarenko, O. S., Lykhach, V. & Ya., Slobodianyuk, A. A. (2019). Vplyv henetychnykh ta nehenetychnykh faktoriv na vidtvoriuvalni oznaky svynomatok ukrainskoi m'iasnoi porody [The influence of genetic and non-genetic factors on the reproductive characteristics of sows of Ukrainian meat breed]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii. Seriya: Silskohospodarski nauky* [Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences]. Lviv, 21(90), 3–8. doi:10.32718/nvlvet-a9001[in Ukrainian].

9. Khalak, V. I., & Hutyi, B. V. (2020). Oznaky vidtvoriuvalnykh yakostei svynomatok riznykh typiv adaptatsii, yikh minlyvist ta koreliatsiinyi zv'iazok. [Signs of reproductive qualities of sows of different types of adaptation, their variability and

correlation]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii. Seriya: Silskohospodarski nauky* [Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences]. Lviv, 22(92), 35–41. doi: 10.32718/nvlvet-a9207 [in Ukrainian].

10. Povod, M. H., & Khramkova, O. M. (2017). Vidtvoriuvalna zdattist svynomatok zarubizhnoi selektsii v umovakh intensyvnoi tekhnologii [Reproductive ability of sows of foreign breeding in conditions of intensive technology]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya : Tvarynnytstvo* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series: Animal husbandry]. Sumy, 5(2), 119–122 [in Ukrainian].

11. Ahapova, Ye. M., & Susol, R. L. (2015). Uzahalennia selektsiino-tekhnolohichnykh osnov stvorennia ta praktychnoho vykorystannia perspektyvnoho henotypu svynei Odeskoho rehionu [Generalization of breeding and technological bases of creation and practical use of a promising genotype of pigs of the Odesa region]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia* [Ukrainian Black Sea region agrarian science]. Mykolaiv, 2(2), 63–70 [in Ukrainian].

12. Martyniuk, I. M., Tsereniuk, O. M., & Akimov, O. V. (2019). Zaplidnenist ta bahatoplidnist svynomatok zalezho vid kratnosti osimeninnia u rizni pory roku [Fertility and multiple fertility of sows depending on the frequency of insemination in different seasons]. *Naukovo-tekhnichniy biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN* [Scientific and technical bulletin of the Animal Science Institute NAAS]. Kharkiv, 121, 156–162. doi: 10.32900/2312-8402-2019-121-156-162[in Ukrainian].

13. Vashchenko, P. A., Balatskiy, V. N., & Pochernyayev, K. F. (2015). Ispolzovanie modeli BLUP s vklyuchenym DNK-markerov dlya otsenki svynei [Using the BLUP model with the inclusion of DNA markers to assess pigs]. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi* [Zootechnical science of Belarus]. Zhodino, 50 (1), 43–50 [in Russian].

14. Vashchenko, P. A. (2010). Vyznachennia plemynnoi tsinnosti svynei riznyimi metodamy [Determining the breeding value of pigs by various methods]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia* [Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region]. Mykolaiv, 1 (52), 2, 76–79 [in Ukrainian].

15. Koivula, M., Strandh, I., Su G., & Mántysaari E. A. (2012). Different methods to calculate genomic predictions – Comparisons of BLUP at the single nucleotide polymorphism level (SNP-BLUP), BLUP at the individual level (G-BLUP), and the onestep approach (H-BLUP). *Journal of Dairy Science*, 95(7), 4065–4073. doi: 10.3168/jds.2011-4874.

16. *Metodychni rekomendatsii shchodo zboru pervynnykh danykh zootekhnichnoho obliku dlia vyznachennia plemynnoi tsinnosti svynei v avtomatyzovanomu rezhymi* [Methodological recommendations for the collection of primary zootechnical accounting data for determining the breeding value of pigs in an automated mode] (2010). Poltava: Instytut svynarstva im. O. V. Kvasnytskoho NAAN [in Ukrainian].

17. Vashchenko, P. A. (2019). Prohnozuvannia plemynnoi tsinnosti svynei na osnovi liniinykh modelei selektsiynykh indeksiv ta DNK-markeriv [Forecasting the breeding value of pigs based on linear models of selection indices and DNA markers].

(Extended abstract of doctor's thesis). Mykolayiv: Mykolaiv. nats. ahrar. un-t [in Ukrainian].

18. Sposib vyznachennia vyrivnianosti hnizda svynomatok [The method of determining the alignment of the litter of sows] patent 66551 Ukraina, MPK (2011.01) A 01K 67/02 (2006.01), A 61D 19/00. Khalak V. I.; № u2011007148 [in Ukrainian].

19. Khalak, V. I. (2015). Matematychni modeli vyznachennia vyrivnianosti hnizda svynomatok ta yikh zootekhnichna otsinka [Mathematical models for determining the alignment of the nest of sows and their zootechnical assessment]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia* [Bioresources and nature management]. Kyiv, 7 (1–2), 103–109 [in Ukrainian].

20. *Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti ispolzovaniya v selskom khoziaystve rezultatov nauchno-issledovatel'skikh rabot, novoy tekhnologii, izobreteniy y ratsyonalizatorskikh predlozhenii* (1983). [Methodology for determining the economic efficiency of using the results of scientific research, new technology, inventions and rationalization proposals in agriculture] [in Russian].

21. Kovalenko, V. P., Khalak, V. I., Nezhlukchenko, T. I., & Papakina N. S. (2010). Biometrychni analiz minlyvosti oznak silskohospodarskykh tvaryn i ptytsi [Biometric analysis of the variability of traits of agricultural animals and poultry]. Kherson [in Ukrainian].

22. Sidorova, A. V., Leonova, N. V., Masich, L. A., Skorobagatova, N. V., & Shamileva, L. L. (2003). *Praktikum po teorii statistiki* [Workshop on the theory of statistics]. Donetsk [in Russian].

ІНДЕКС BEST LINEAR UNBIASED PREDICTION: КРИТЕРІЙ ВІДБОРУ ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ СВИНОМАТОК РІЗНОЇ ПЛЕМІННОЇ ЦІННОСТІ

В. І. Халак¹, О. М. Церенюк², Л. П. Гришина², М. О. Ільченко²,
О. М. Бордун³, С. Ю. Смилов²

¹Державна установа «Інститут зернових культур НААН»
вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, Україна, 49009

²Інститут свинарства і агропромислового НААН
вул. Шведська Могила, 1, м. Полтава, Україна, 36013

³Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН
вул. Зелена, 1, с. Сад, Сумський район, Сумська область, Україна, 42343

Мета. Дослідити показники власної продуктивності ремонтних свинок та відтворювальних якостей свиноматок різної внутріпородної диференціації за індексом BLUP, а також визначити критерії відбору високопродуктивних тварин для подальшого використання в підконтрольній популяції. **Методи.** Зоотехнічні, статистичні, чистопородне розведення. Об'єктом дослідження були ремонтні свинки та свиноматки великої білої породи. Племінну цінність тварин зазначеної виробничої групи визначали за індексом BLUP. Оцінку молодняку свиней за показниками власної продуктивності, свиноматок – за відтворювальними якостями проводили з урахуванням наступних ознак: вік досягнення живої маси 100 кг, днів; товщина штику на рівні 6–7 грудного хребця, мм;

товщина шпигу в середній точці спини між холкою і крижками, мм; товщина шпигу на крижах, мм; довжина тулубу, см; багатоплідність, гол; молочність, кг, кількість порослят на час відлучення, гол; маса гнізда на час відлучення у віці 28 діб, кг, збереженість, %. Комплексну оцінку свиноматок проводили за індексом М. Д. Березовського (за П. А. Ващенко, 2019), вирівняність гнізда свиноматки за живою масою порослят на час їх народження – за методикою В. І. Халака (2012). Біометричну обробку результатів дослідження проведено за загальноприйнятими методиками (В. П. Коваленко та ін., 2010). **Результати.** За результатами досліджень встановлено, що ремонтні свинки великої білої породи за ознаками власної продуктивності (вік досягнення живої маси 100 кг, діб; товщини шпигу на рівні 6-7 грудних хребців, мм) належать до класу еліта. Максимальними показниками багатоплідності ($12,8 \pm 0,21$ гол), молочності ($62,8 \pm 1,46$ кг), кількості порослят на час відлучення ($10,9 \pm 0,20$ гол) та маси гнізда на час відлучення у віці 28 діб ($85,6 \pm 1,54$ кг) характеризуються свиноматки I піддослідної групи (індекс BLUP = 109,78–123,14); індекс М. Д. Березовського дорівнює $41,86 \pm 0,593$ бала. Коефіцієнт варіації ($C_v, \%$) відтворювальних якостей свиноматок великої білої породи різної племінної цінності, оцінених за індексом BLUP (материнська лінія) коливається у межах від 4,79 до 18,59 %. **Висновки.** Коефіцієнт парної кореляції (r) між показниками відтворювальних якостей, індексом BLUP (материнська лінія) та індексом М. Д. Березовського варіює у межах від $-0,292$ ($t_r=3,72$) до $+0,978$ ($t_r=262,05$); зв'язок між зазначеними математичними моделями та ознаками власної продуктивності є слабким і недостовірним ($r = -0,050 - +0,007$). Використання свиноматок високої племінної цінності (індекс BLUP = 109,78–123,14) забезпечує одержання додаткової продукції на рівні $+13,20 \%$, а її вартість становить $+431,77$ грн. / гол. / опорос.

Ключові слова: свиноматка, порода, власна продуктивність, відтворювальні якості, індекс BLUP, племінна цінність, мінливість, кореляція.

Received 14.05.2023

Received in revised form 29.05.2023

Accepted 20.06.2023