

UDC 636.4.082.43

Репродуктивни качества на свине с различни генотипи според ген меланокортин 4-рецептор (MC4R) и икономическата им ефективност

В. И. Халак¹, Б. В. Гутий², О. М. Бордун³, О. И. Стаднитска⁴, А. М.
Шостия⁵, С.О. Усенко⁵
Л. М. Кузменко⁵, Л. В. Засукха⁶, О. И. Мироненко⁵, Т. И. Карунна⁵

¹Държавен институт по зърнени култури, Национална селскостопанска
академия, Украйна

ул. „Владимир Вернадски“ 14, Днепър, 49009, Украйна

²Национален университет по ветеринарна медицина и биотехнологии
„Степан Гжицкий“,

ул. Пекарска 50, Львівска Област, 79010, Украйна

³Североизточен селскостопански институт към NAAS, Украйна, ул. Зелена 1,
Сад, Сумска област, 42343, Украйна

⁴Селскостопански институт на Карпатския регион към NAAS, Украйна,
Оброшино,

ул. Грушевский 5, Львівска Област, 81100, Украйна

⁵Полтавска държавна селскостопанска академия, 1/3, Ул. Сковороди, Полтава,
36003, Украйна

⁶Институт по свинеѝдство и селскостопанска продукция към NAAS, Украйна
ул. Шведска могила 1, Полтава, 36006, Украйна

Reproductive Qualities of Sows of Different Genotypes by Melanocortin - 4 (MC4R) Receptor Gene and Economic Efficiency of Their Use

V. I. Khalak¹, B. V. Gutyj², O. M. Bordun³, O. I. Stadnytska⁴, A. M.
Shostya⁵, S. O. Usenko⁵,
L. M. Kuzmenko⁵, L. V. Zasukha⁶, O. I. Myronenko⁵, T. I. Karunna⁵

¹State institution - Institute of Grain Crops, National Academy of Sciences of Ukraine,
14 Vernadsky St., Dnipro, 49009, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies
Lviv,
50 Pekarska St., Lviv, 79010, Ukraine

³Institute of Agriculture of the North-East of NAAS of Ukraine, Zelena Str., 1, v. Sad,
Sumy region, 42343, Ukraine

⁴Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS of Ukraine, Obroshino,

5 Hrushevskoho St., Lviv region, 81100, Ukraine

⁵Poltava State Agrarian Academy, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine

⁶Institute of Pig Breeding and agroindustrial production of NAAS of Ukraine,

1 Shvedska Mohyla St., Poltava, 36006, Ukraine

Corresponding author e-mail: v16kh91@gmail.com; bvh@ukr.net

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Цел Целта на проучването е да се изследват репродуктивните качества на свине майки от порода Голяма бяла с различна вътрешнопородна диференциация според ген меланокортин 4-рецептор (MC4R), тяхната повтораемост,

Методи Обект на изследването са свине майки от порода Голяма бяла от унгарски произход. Биологичният материал за ДНК профилирането на животни е четина. Оценката на животни от различни генотипи според влиянието на ген меланокортин 4-рецептор (MC4R) върху репродуктивните качества е извършена според количествени характеристики.

Икономическата ефективност от използването на свине майки с различни генотипи (MC4R^{AA}, MC4R^{AG}) и биометричната обработка на получените данни са изчислени по общоприети методи.

Резултати Установено е, че свинете майки от порода Голяма бяла от контролирано стадо по множественост и тегло на котилото към момента на отбиване на 35 дневна възраст надвишават минималните изисквания за елитния клас съответно с 0.36 и 8.97%. Като се вземе предвид вътрешнопородната диференциация на свинете майки според ген на меланокортин 4-рецептор (MC4R), е установено, че животни с генотип MC4R^{AG} се характеризират с максимални показатели за „общо родени прасенца, глави“, „множествена плодовитост“ и „тегло на

SUMMARY

Aim. The aim of the work is to investigate the reproductive qualities of sows of large white breed of different intrabreeding differentiation by the gene of melanocortin - 4 receptor (MC4R), their recurrence,

Methods. The object of the study were the main sows of the Large white breed of hungarian origin.

The biological material for DNA-typing of animals was bristles. Evaluation of animals of different genotypes by the gene of melanocortin receptor - 4 (MC4R) on reproductive qualities was carried out taking into account the quantitative characteristics.

Economic efficiency of use of sows of different genotypes (MC4R^{AA}, MC4R^{AG}) and biometric processing of the received data calculated according to generally accepted methods.

Results. It was found that sows of large white breeds of the controlled herd in terms of multiplicity and nest weight at the time of weaning at the age of 35 days exceed the minimum requirements for the elite class by 0.36 and 8.97%, respectively.

Taking into account the intrabreed differentiation of sows by the melanocortin 4 receptor gene (MC4R), it was found that animals of the MC4R^{AG} genotype were characterized by maximum indicators of “born piglets total, head”, “multiple fertility” and “litter weight at weaning age 35 days, kg”.

котилото при 35 дневна възраст за отбиване, kg”.

Заключения. Използването на свине майки от III-та експериментална група (MC4RAG), осигурява допълнителни продукти на ниво +4.81%, а стойността която се получава от 1 глава е +124.12 украински гривни (UAH).

Ключови думи: свине майки, порода, генотип, ген на меланокортин 4-рецептор, репродуктивни качества, корелационен коефициент, икономическа ефективност, променливост

УВОД

Интензификацията в свиневъдството включва, освен подобряване на условията на отглеждане и хранене, използването на високопродуктивни породи, типове и линии в селекционния процес, както и разработване и прилагане на ефективни методи за оценка на растежа и развитието в ранния онтогenez, репродуктивната способност на свинете майки и нерезите за разплод, угоителните и месните качества на тяхното потомство (Khalak et al., 2021).

Важни фактори за увеличаване на производството на висококачествено свинско месо са подобряването на условията за хранене и отглеждане на животни от различни производствени групи, както и въвеждането на обективни методи за оценка на развъдната стойност на ремонтни млади животни, свине майки и нерези за разплод от основното стадо. Така според местни и чуждестранни учени (Sheyko et al., 2005; Konoval et al., 2008; Balatskyi et al., 2008; Loban and Chernov, 2009; Usatov et al., 2009; Maksimov and Tupikin, 2009; Loban et al., 2011; Kapelański et al., 2013; Khalak et al., 2019; 2020) използването на ДНК маркери и метода BLUP в развъдната

Conclusions. The use of sows of the III experimental group (MC4RAG) provides additional products at the level of +4.81%, and its value, which is received from 1 head is +124.12 UAH.

Key words: sow, breed, genotype, melanocortin – 4 receptor gene (MC4R), reproductive qualities, correlation coefficient, economic efficiency, variability

INTRODUCTION

Intensification of the pig industry involves, along with improving the conditions of keeping and feeding the use of highly productive breeds, types and lines in the selection process, as well as the development and implementation of effective methods for assessing growth and development in early ontogeny, reproductive capacity of sows and breeding boars, fattening and meat qualities of their offspring (Khalak et al., 2021).

Important factors in increasing the production of high quality pork are improving the conditions of feeding and keeping animals of different production groups, as well as the introduction of objective methods of assessing the breeding value of repair young stock, sows and breeding boars of the main herd.

Thus, according to domestic and foreign scientists (Sheyko et al., 2005; Konoval et al., 2008; Balatskyi et al., 2008; Loban and Chernov, 2009; Usatov et al., 2009; Maksimov and Tupikin, 2009; Loban et al., 2011; Kapelański et al., 2013; Khalak et al., 2019; 2020) the use of DNA markers and the BLUP method in breeding work contributes to the objective

работа допринася за обективна оценка на развъдната стойност на свине от различни породи, видове и линии и селекция на високопродуктивни животни (Maksimov et al., 2015; Klimenko et al., 2016).

Цел Целта на проучването е да се изследват репродуктивните качества на свине майки от порода Голяма бяла с различна вътрешнопородна диференциация според ген меланокортин 4-рецептор (MC4R), тяхната повторяемост, както и да се изчисли рентабилността на резултатите от изследванията.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Проучването е проведено в земеделски формирования на Днепропетровска област, Лаборатория по генетика на Институт по свиневъдство към Национална селскотопанска академия на Украйна (NAAS) и Лаборатория по животновъдство на Държавен институт по зърнени култури (NAAS). Работата е извършена в съответствие с изследователската програма на Националната академия на аграрните науки на Украйна №30 „Иновационни технологии за отглеждане, промишлено и органично производство в свиневъдството“ („Свиневъдство“).

Обект на изследване са свине майки от порода Голяма бяла от унгарски произход. Биологичният материал за ДНК профилирането на животни е четина.

ДНК профилирането на важни свине майки чрез ген на меланокортин 4-рецептор (MC4R) е извършено по Kim et al. (2000). Фигура 1 показва типична електрофореграма на съответния рестрикционен фрагмент.

assessment of the breeding value of pigs of different breeds, types and lines and the selection of highly productive animals (Maksimov et al., 2015; Klimenko et al., 2016).

Aim. The aim of the work is to investigate the reproductive qualities of sows of large white breed of different intrabreeding differentiation by the gene of melanocortin – 4 receptor (MC4R), their recurrence, as well as to calculate the cost-effectiveness of research results.

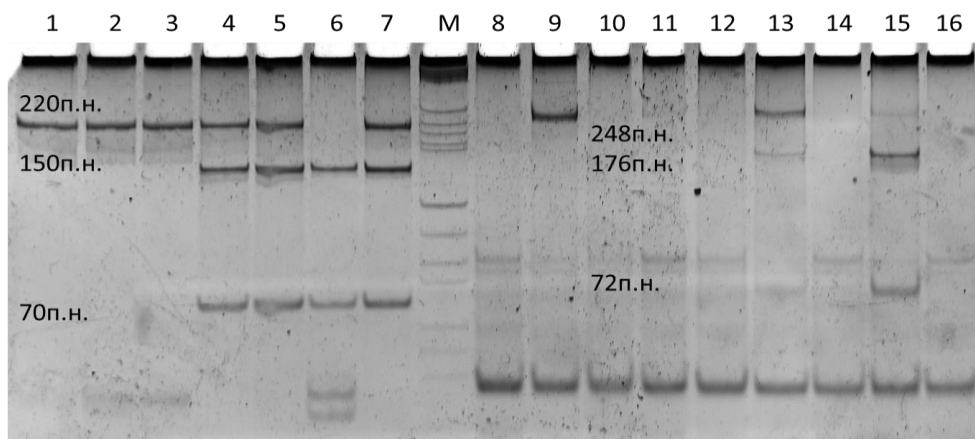
MATERIAL AND METHODS

The research was conducted in agricultural formations of Dnipropetrovsk region, the laboratory of genetics of the Institute of Pig Breeding and APV NAAS and the laboratory of animal husbandry of the State Institution Institute of Cereals NAAS.

The work was performed according to the research program of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine №30 “Innovative technologies of breeding, industrial and organic production of pig products” (“Pig breeding”).

The object of the study were sows of Large white breed of Hungarian origin. The biological material for DNA typing of animals was bristles.

DNA typing of major sows by the melanocortin-4 receptor gene (MC4R) was performed by Kim et al. (2000). Figure 1 shows a typical electrophoregram of the corresponding restriction fragment.



Фиг. 1. Електрофореза в 8% полиакриламиден гел, рестрикционни MC4R и лептин (LEP) гени (Saenko and Khalak, 2020)

Fig. 1. Electrophoresis in 8% polyacrylamide gel restriction MC4R and Leptin (LEP) genes (Saenko and Khalak, 2020)

Оценката на репродуктивните качества на животните от тази производствена група е извършена според следните количествени характеристики: общо родени прасенца; множествена плодовитост; висока плодовитост, kg; тегло на котилото в момента на отбиване на 35 дневна възраст, kg; безопасност на прасенцата преди отбиване на 35 дневна възраст.

Индекс на М. D Berezovsky (I) и разходи за допълнителни продукти (E) се изчисляват по формулите:

$$I = B + 2 \times W + 35 \times G, \quad (1)$$

където: I – индекс на М. D. Berezovsky, топка; B - брой на живи прасенца при раждане, глави; W – брой на прасенцата в момента на отбиване, глави; G - среднодневен прираст на прасенцата преди отбиване, kg (Vashchenko, 2019);

$$E = \Pi \times \frac{C \times \Pi}{100} \times \Pi \times K, \quad (2)$$

където: E – разходи за

Evaluation of animals of this production group on reproductive qualities was carried out taking into account the following quantitative characteristics:

total piglets were born, number, multiple fertility, high fertility, kg, weight of the litter at the time of weaning at the age of 35 days, kg, survival rates of piglets before weaning at the age of 35 days, %.

Index M. D Berezovsky (I) and the cost of additional products (E) was calculated by the formulas:

$$I = B + 2 \times W + 35 \times G, \quad (1)$$

where: I – index M. D. Berezovsky, ball; B - the number of live piglets at birth, head; W – the number of piglets at the time of weaning, head; G - average daily gain of piglets before weaning, kg (Vashchenko, 2019);

$$E = \Pi \times \frac{C \times \Pi}{100} \times \Pi \times K, \quad (2)$$

where: E – cost of additional

допълнителни продукти, украински гривни (UAH);

Ц – изкупна цена за единица продукция, в съответствие със съществуващите в Украйна цени;

С – средна продуктивност на животните;

П – среден марж на основните продукти (%), който е изразен като процент на 1 глава при прилагане на ново и подобро селекционно постижение в сравнение с продуктивността на животните за основно използване;

Л – постоянен коефициент на намаляване на резултата, който е свързан с допълнителни разходи за печеливши продукти (0.75);

К – брой на селскостопанските животни от новото или подобро развъдно постижение, глави (Methods, 1983).

Биометричната обработка на получените данни е изчислена по общоприети методи (Lakin, 1990).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Анализът на резултатите от изследванията на репродуктивните качества на свинете майки в контролираното стадо показва, че показателят „всички прасенца са родени е 11.0 ± 0.11 глави, „многочисленост“ – 10.5 ± 0.11 глави, „висока плодовитост“ – 1.32 ± 0.009 kg, „тегло на котилото в периода на отбиване на на 35 дневна възраст“ – 79.1 ± 0.68 kg, „преживяемост на прасенцата преди отбиване на 35 дневна възраст“ – $91.85 \pm 0.501\%$, индекс на М. D. Berezovsky – 38.48 ± 0.223 точки.

Показателите за променливост на тези количествени признаци при свинете майки от контролираното стадо (според 527 опрасвания) са показани в Таблица 1.

products, UAH;

Ц – purchase price per unit of output, according to existing prices in force in Ukraine, UAH;

С – average productivity of animals;

П – the average margin of the main product (%), which is expressed as a percentage per 1 head when applying a new and improved breeding achievement compared to the productivity of animals of basic use;

Л – constant coefficient of reduction of the result, which is associated with additional costs for profitable products (0.75);

К – the number of livestock of new or improved breeding achievement, heads (Methods, 1983).

Biometric processing of the obtained data was calculated according to generally accepted methods (Lakin, 1990).

RESULTS AND DISCUSSION

Analysis of the results of studies of reproductive qualities of sows in the controlled herd shows that the indicator “all piglets were born” is 11.0 ± 0.11 number, “multiplicity” – 10.5 ± 0.11 head, “high fertility” – 1.32 ± 0.009 kg, “litter weight at the time of weaning at the age of 35 days” – 79.1 ± 0.68 kg, “survival rates of piglets before weaning at the age of 35 days” – $91.85 \pm 0.501\%$, M. D. Berezovsky index – 38.48 ± 0.223 points.

Indicators of variability of these quantitative traits in sows of the controlled herd (according to 527 farrowing's) are shown in Table 1.

Таблица 1. Показатели за променливост на репродуктивните качества на свине майки от порода Едра бяла от контролирано стадо
Table 1. Indicators of variability of reproductive qualities of sows of large white breed of the controlled herd

Показатели, мерни единици Indicators, units of measurement	Биометрични показатели Biometric indicators	
	$\sigma \pm S_{\sigma}$	$Cv \pm S_v, \%$
Всички прасенца са родени, глави All piglets were born, head	2.61 $\pm$ 0.080	23.72 $\pm$ 0.730
Многочисленост, глави Multiplicity, heads	2.49 $\pm$ 0.076	23.70 $\pm$ 0.730
Плодовитост, kg Fertility, kg	0.21 $\pm$ 0.006	16.05 $\pm$ 0.494
Тегло на котило в периода на отбиване на 28 дневна възраст, kg Nest weight at the time of weaning at the age of 28 days, kg	1.62 $\pm$ 0.049	16.41 $\pm$ 0.505
Преживяемост на прасенцата преди отбиване на на 35 дневна възраст, % % Preservation of piglets before weaning at the age of 35 days, %	11.41 $\pm$ 0.351	12.42 $\pm$ 0.382

Максималните коефициенти на вариация са определени на следното основание: „всички прасенца са родени, гл. (Sv=23.72%) и „многочисленост“ (Sv=23.70%). Този биометричен показател въз основа на „висока плодовитост“ и „тегло на котилото в момента на отбиване на 35 дневна възраст“ е в границите 16.05-16.41%.

Резултатите от изследванията на репродуктивните качества на свине майки от различни генотипове според ген меланокортин 4-рецептор (MC4R) са показани в Таблица 2.

Установено е, че свинете майки от група III превъзхождат връстниците си от група II и I по показател „общ брой родени прасенца, глави“ с 1.6 (td=1.00; p>0.05) и 0.7 глави (td=0.55; p>0.05), „многочисленост, глави“ – с 1.6 (td=1.11; p>0.05) и 0.9 глави (td=0.73; p>0.05), „тегло на котилото в момента на отбиването на 35 дневна

The maximum coefficients of variation are set on the following grounds: “all piglets were born, ch.” (Sv=23.72%) and “multiplicity” (Sv=23.70%).

This biometric indicator on the grounds of “high fertility” and “nest weight at the time of weaning at the age of 35 days” was in the range of 16.05-16.41%.

The results of studies of reproductive qualities of sows of different genotypes by the gene of the melanocortin receptor – 4 (MC4R) are shown in Table 2.

It was found that sows of group III outperformed peers of groups II and I in terms of “born piglets in total, head” by 1.6 (td=1.00; p>0.05) and 0.7 head (td=0.55; p>0.05), “multiplicity, head” – by 1.6 (td=1.11; p>0.05) and 0.9 head (td=0.73; p>0.05), “litter weight at the time of weaning at the age of 35 days, kg” – by 5.1 (td=1.13; p>0.05) – 3.9 kg

възраст, kg” – с 5.1 (td=1.13; p>0.05) – 3,9 kg (td=0,98; p>0,05), по индекса на М. Д. Березовски – с 3.75 (td=2.15; p<0.05) – 2.36 точки (td=1.28; p> 0.05). (td=0.98; p>0.05), according to the M. D. Berezovsky index – by 3.75 (td=2.15; p<0.05) – 2.36 points (td=1.28; p>0.05).

Таблица 2. Показатели за репродуктивни качества на свине майки от порода Едра бяла от различни генотипове според ген меланокортин 4-рецептор (MC4R), n = 10

Table 2. Indicators of reproductive qualities of sows of large white breed of different genotypes by the gene of the melanocortin receptor – 4 (MC4R), n = 10

Показатели, мерни единици Indicators, units of measurement	Биометрични показатели Biometric indicators	Генотип Genotype		
		MC4R ^{AA}	MC4R ^{GG}	MC4R ^{AG}
		група group		
		I	II	III
Всички прасенца са родени, глави All piglets were born, head	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	11.0±1.27	10.1±1.22	11.7±1.02
	Cv±Sc _v , %	30.60±6.845	31.91±7.138	31.44±7.033
Многочисленост, глави Multiplicity, heads	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	10.4±0.78	9.7±1.10	11.3±0.94
	Cv±Sc _v , %	19.85±4.440	30.13±6.740	30.28±6.774
Плодовитост, kg Fertility, kg	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	1.27±0.0095	1.38±0.0121	1.22±0.0172
	Cv±Sc _v , %	7.94±1.776	9.14±2.044	8.17±1.827
Тегло на котило в периода на отбиване на 35 дневна възраст, kg Nest weight at the time of weaning at the age of 35 days, kg	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	79.2±0.53	78.0±2.33	83.1±3.92
	Cv±Sc _v , %	14.24±3.185	13.02±2.912	15.18±3.395
Индекс на М. Д. Березовски, точки Berezovsky M. index, points	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	38.68±1.244	37.29±1.090	41.04±1.365
	Cv±Sc _v , %	8.51±1.970	7.73±1.729	13.52±3.024
Преживяемост на прасенцата преди отбиване на 35 дневна възраст, % Preservation of piglets before weaning at the age of 35 days, %	$\bar{X}$	93.0	91.5	84.4

Проучванията показват, че свинете с генотип MS4RGG се характеризират с максимална плодовитост. Разликата по този признак между животни от този генотип и връстници от генотипове MC4RAG и MC4RAA е 0.11 (td=7.33; p<0.001) и 0.16 kg (td=7.61; p<0.001).

Преживяемостта на прасенцата преди отбиването при свинете майки от опитните групи варира от 84.4 до 93.0%.

Резултатите от изчисляването на коефициентите на възпроизводимост на репродуктивните качества на свине майки от порода Голяма бяла от основното стадо и различни генотипове според ген меланокортин 4-рецептор (MC4R) са показани в Таблицы 3 и 4.

Studies have shown that sows with MS4RGG genotype are characterized by maximum fertility. The difference in this trait between animals of this genotype and peers of genotypes MC4RAG and MC4RAA is 0.11 (td=7.33; p<0.001) and 0.16 kg (td=7.61; p<0.001).

The survival rate of piglets before weaning in sows of the experimental groups ranged from 84.4 to 93.0%.

The results of the calculation of the coefficients of reproducibility of the reproductive qualities of sows of Large white breed of the main herd and different genotypes by the gene of the melanocortin receptor - 4 (MC4R) are shown in Tables 3 and 4.

**Таблица 3. Коефициент на повторяемост на репродуктивните качества на свине майки от порода Голяма бяла от контролирано стадо,
Table 3. The coefficient of recurrence of reproductive qualities of sows of large white breed controlled herd, $r \pm Sr$**

Показатели Indicators	Опрасвания Farrowing				
	I-II	I-III	I-IV	I-V	I-VI
1	0.237±0.0908	0.227±0.0913	0.046±0.0960	0.126±0.0947	0.033±0.0961
2	0.220±0.0916	0.029±0.0962	-0.152±0.0940	0.102±0.0952	-0.111±0.0951
3	0.112±0.0950	0.135±0.0945	0.025±0.0962	0.191±0.0927	0.021±0.0962
4	0.106±0.0952	0.136±0.0945	0.650±0.0556	0.337±0.0853	0.272±0.0891
5	-0.131±0.0946	0.107±0.0935	-0.020±0.0962	0.144±0.0943	0.186±0.0929

Забележка: 1 - всички прасенца са родени, глави; 2 - многочисленост, глави; 3 - висока плодовитост, kg; 4 - тегло на котилото в периода на отбиване на 35 дневна възраст, kg; 5 - безопасност на прасенца преди отбиване на 35 дневна възраст, %

Note: 1 - all piglets were born, head; 2 - multiplicity, head; 3 - high fertility, kg; 4 - nest weight at the time of weaning at the age of 35 days, kg; 5 - safety of piglets before weaning at the age of 35 days, %

Установено е, че честотата на рецидивите при свинете майки от основното стадо варира от -0.152 ± 0.0940 (I-V опрасвания, "многочисленост, глави") до 0.650 ± 0.0556 (I-V опрасвания, "многочисленост, глави") до 0.650 ± 0.0556 , (I-V опрасвания „тегло на котилото по време на отбиване на 35 дневна възраст, kg“) (Таблица 3).

При свине майки от порода Голяма бяла от различни генотипове според ген меланокортин 4-рецептор (MC4R) тази цифра е -0.916 ± 0.1418 (I-V опрасвания, генотип - MC4R^{GG}, **знак** - „Преживяемост на прасенцата преди отбиване, %) - $+0.978 \pm 0.0738$ (I-V опрасвания, генотип - MC4R^{GG}, признак - „висока плодовитост, kg“) (Таблица 4).

Резултатите от изчисляването на рентабилността на използването на свине майки от различни генотипове според ген меланокортин 4-рецептор (MC4R) са показани в Таблица 5.

It was found that the recurrence rate in sows of the main herd ranges from -0.152 ± 0.0940 (I-V farrowing, "multiplicity, head") to 0.650 ± 0.0556 (I-V farrowing, "multiplicity, head") up to 0.650 ± 0.0556 , (I-V farrowing "litter weight at the time of weaning in age 35 days, kg ") (Table 3).

In sows of Large white breed of different genotypes by the gene of melanocortin receptor - 4 (MC4R) this figure is -0.916 ± 0.1418 (I-V farrowing, genotype - MC4R^{GG}, sign - "preservation of piglets before weaning, %) - $+0.978 \pm 0.0738$ (I-V farrowing, genotype - MC4R^{GG}, sign - "high fertility, kg") (Table 4).

The results of the calculation of the cost-effectiveness of the use of sows of different genotypes by the gene of the melanocortin-4 receptor (MC4R) are shown in Table 5.

Таблица 4. Коефициент на възпроизводимост на репродуктивните качества на свине майки от порода Едра бяла от различни генотипове според ген меланокортин 4-рецептор (MC4R), n = 10 Table 4. Coefficient of reproducibility of reproductive qualities of sows of large white breed of different genotypes by the gene of the melanocortin receptor - 4 (MC4R), n = 10

Показатели Indicators	Генотип Genotype	Опрасвания Farrowing				
		I-II	I-III	I-IV	I-V	I-VI
1	MC4R ^{AA}	0.178 ± 0.3479	0.133 ± 0.3504	-0.505 ± 0.3052	-0.455 ± 0.3148	-0.013 ± 0.3535
	MC4R ^{GG}	0.608 ± 0.2807	0.700 ± 0.2525	0.399 ± 0.3242	0.813 ± 0.2059	0.395 ± 0.3249
	MC4R ^{AG}	-0.070 ± 0.3527	0.165 ± 0.3487	0.305 ± 0.3367	0.429 ± 0.3194	-0.304 ± 0.3368

2	$MC4R^{AA}$	0.409 ± 0.3226	0.183 ± 0.3476	-0.349 ± 0.3313	-0.361 ± 0.3297	0.124 ± 0.3508
	$MC4R^{GG}$	0.372 ± 0.3282	0.610 ± 0.2802	-0.249 ± 0.3424	0.919 ± 0.1394	-0.155 ± 0.3493
	$MC4R^{AG}$	-0.140 ± 0.3501	0.411 ± 0.3223	0.232 ± 0.3439	0.214 ± 0.3454	-0.063 ± 0.3529
3	$MC4R^{AA}$	0.280 ± 0.3394	-0.182 ± 0.3476	-0.145 ± 0.3498	0.002 ± 0.3536	0.528 ± 0.3003
	$MC4R^{GG}$	0.143 ± 0.3499	0.675 ± 0.2609	-0.314 ± 0.3357	0.978 ± 0.0738	-0.135 ± 0.3503
	$MC4R^{AG}$	-0.033 ± 0.3534	0.514 ± 0.3033	0.168 ± 0.3485	0.256 ± 0.3418	0.593 ± 0.2847
4	$MC4R^{AA}$	0.811 ± 0.2068	-0.019 ± 0.3535	0.433 ± 0.3187	0.284 ± 0.3390	0.092 ± 0.3521
	$MC4R^{GG}$	0.399 ± 0.3242	0.491 ± 0.3080	-0.035 ± 0.3533	0.726 ± 0.2431	0.603 ± 0.2820
	$MC4R^{AG}$	-0.073 ± 0.3526	-0.536 ± 0.2985	0.013 ± 0.3535	0.428 ± 0.3195	0.454 ± 0.3150
5	$MC4R^{AA}$	0.956 ± 0.1037	0.974 ± 0.0801	0.965 ± 0.0927	0.967 ± 0.0901	0.976 ± 0.0770
	$MC4R^{GG}$	-0.675 ± 0.2609	-0.319 ± 0.3351	-0.916 ± 0.1418	0.832 ± 0.1961	-0.654 ± 0.2675
	$MC4R^{AG}$	-0.367 ± 0.3289	0.393 ± 0.3251	0.528 ± 0.3003	0.129 ± 0.3506	-0.412 ± 0.3222

Забележка: 1 - всички прасенца са родени, глави; 2 – множественост, глави; 3 - висока плодовитост, kg; 4 - тегло на котилото в периода на отбиване на 35 дневна възраст 35, kg; 5 - преживяемост на прасенца преди отбиване на 35 дневна възраст,%

Note: 1 - all piglets were born, head; 2 – multiplicity, head; 3 - high fertility, kg; 4 - nest weight at the time of weaning at the age of 35 days, kg; 5 - safety of piglets before weaning at the age of 35 days,%

Таблица 5. Икономическа ефективност на изследването
Table 5. Economic efficiency of the research

Група/Генотип Group/Genotype	n	Тегло на котило в периода на отбиване на 35 дневна възраст, kg Nest weight at the time of weaning at the age of 35 days, kg	Допълнителни продукти, % Addition additional products, %	Стойност на допълнителните продукти, UAH/глава (долари/глава)* Cost of additional products, UAH / head (dollars/head)*
Обща проба Total sample	30	79.1±0.68	-	-
MC4R ^{GG}	10	78.0±2.33	-1.39	-35.87 / -1.35
MC4R ^{AA}	10	79.2±0.53	+0.12	+3.09 / +0.11
MC4R ^{AG}	10	83.1±3.92	+4.81	+124.12 / +4.70

Забележка: * - продажната цена на младите прасета в преработвателните предприятия в региона по време на изследването е 47.5 гривни или 1.72 долара за 1 kg живо тегло

Note: * - the sale price of young pigs to processing enterprises at the time of the research was 43.5 hryvnias or 1.64 dollars per 1 kg of live weight.

Установено е, че максимално увеличение на продукцията е получена от свине майки от III опитна група (MC4R^{AG}) – 4.81%, а стойността, получена от 1 глава е +124.12 гривни или +4.70 долара за 1 kg живо тегло.

It was found that the maximum increase in production was obtained from sows of the III experimental group (MC4R^{AG}) – 4.81%, and its value, which is received from 1 head is +124.12 hryvnias or +4.70 dollars per 1 kg of live weight.

ИЗВОДИ

1. Свинете майки от порода Голяма бяла от контролирано стадо според показателите за многочисленост и тегло на котилото в периода на отбиване на 35 дневна възраст превишават минималните изисквания за елитния клас съответно с 0.36 и 8.97%.

2. Честотата на рецидивите при свине майки от основното стадо и свине майки от порода Голяма бяла от различни генотипове според ген меланокортин 4-рецептор (MC4R) варира от -0.916 до +0.978.

3. Използването на свине майки от III експериментална група (MC4R^{AG}) осигурява допълнителни

CONCLUSIONS

1. Sows of Large white breed of controlled herd in terms of multiplicity and nest weight at the time of weaning at the age of 35 days exceed the minimum requirements for the elite class by 0.36 and 8.97%, respectively.

2. The recurrence rate in sows of the main herd and sows of Large white breed of different genotypes in the gene of melanocortin receptor – 4 (MC4R) ranges from -0.916 to +0.978.

3. The use of sows of the III experimental group (MC4R^{AG}) provides additional products at the level of

продукти на ниво +4.81%, а стойността му, която се получава от 1 глава, е равна на +124,12 UAH. или +4.70 долара на 1 kg живо тегло.

+4.81%, and its cost, which is received from 1 head is equal to +124.12 hryvnias or +4.70 dollars per 1 kg of live weight.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторите изказват своята официална благодарност на главен технолог Шепел Н. О. на ООД „Дружба–Казначеевка” в Днепропетровска област, зоотехник-селекционер Бичевник П. А. и старши изследовател Саенко А. М. от лабораторията по генетика на Института по свиневодство към Национална селскостопанска академия на Украйна (NAAS) и кандидат на Селскостопанските науки за съдействие при провеждането на експерименталната част от изследването.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors express their official gratitude to the chief technologist of “Druzhba–Kaznacheivka” LLC of Dnipropetrovsk region Shepel N. O., zootechnician-breeder Bychevnik P. A. and senior researcher of the laboratory of genetics of the Institute of Pig Breeding and APV NAAS of Ukraine, Candidate of Agricultural Sciences Saenko A. M. for assistance in conducting the experimental part of the research.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Balatsky, V. M., T. V. Ovsyanyk and S. M. Korinny**, 2008. Gene associations in the population of pigs of large white breed of English selection. Swine breeding. Interdepartmental Thematic Scientific Collection, 56, 41–45 (UA).
2. **Berezovsky, M. D. and I. V. Khatko**, 2005. Methods for assessing boars and sows for the quality of offspring in breeding plants and breeding breeders. *Modern research methods in pig breeding. Poltava*, 32–37 (UA).
3. **Instructions for grading pigs; Instructions for keeping breeding records in pig breeding**, 2003. Kyiv: Kyiv University (UA).
4. **Kapelański W., R. Eckert, H. Jankowiak, A. Mucha, M. Bocian, and S. Grajewska**, 2013. Polymorphism of *ESR*, *FSHβ*, *RBP4*, *PRL*, *OPN* genes and their influence on morphometric traits of gilt reproductive tract before sexual maturity. *Acta Vet. Brno*, 82, 369–374. doi: 10.2754/avb201382040369.
5. **Khalak, V. I., B. V. Gutyj, M. O. Il'chenko and S. U. Smyslov**, 2021. Variability and associative relationship of some biochemical indicators of blood serum and physical-chemical properties of Large White breed stores' muscle tissue. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 152–157. doi: 10.31210/visnyk2021.02.18.
6. **Khalak, V. I., B. V. Gutyj, O. M. Bordun, O. I. Stadnytska and S. E. Chernyavsky**, 2021. Level of phenotypic consolidation and correlation analysis of reproductive qualities of sows of different breeding value. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 23 (94), 117–122. doi: 10.32718/nvlvet-a9421.
7. **Khalak, V., B. Gutyj, O. Stadnytska, I. Shuvar, V. Balkovsky, H. Korpita, A. Shuvar and O. Bordun**, 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.
8. **Khalak, V. I., S. E. Chernyavsky, M. A. Ilchenko, P. V. Petulko, and A. V. Gorchanok**, 2019. Biochemical parameters of blood serum and their relationship

with fattening and meat qualities of young pigs different genotypes for SNP c.1426 g>a gene melanocortin 4 receptor (Mc4r). *Biotechnology: achievements and development prospects*: Sat. Materials IV Intern. scientific-pract. conf. EE Polessky State University (Pinsk, November 20–22, 2019). Pinsk, 38–41 (RU).

9. Khalak, V. I., V. M. Voloshchuk, K. F. Pochernyaev, S. Yu. Smyslov and M. O. Ilchenko, 2020. Indicators of reproductive capacity and their recurrence in sows of different genotypes, taking into account the polymorphism G.1426G > A MC4R gene. *Swine breeding. Interdepartmental thematic scientific collection of the Institute of Pig Breeding and APV NAAS*. Poltava, 74, 49–62. doi: 10.37143/0371-4365-2020-74-06 (UA).

10. Kim, K. S., J. J. Lee, H. Y. Shin, B. H. Choi, C. K. Lee, J. J. Kim, B. W. Cho and T. H. Kim, 2006. Association of melanocortin 4 receptor (MC4R) and high mobility group AT-hook 1 (HMGA1) polymorphisms with pig growth and fat deposition traits. *Animal Genetics*, 37 (4), 419–421. doi: 10.1111/j.1365-2052.2006.01482.x.

11. Kim, K. S., N. J. Larsen and M. F. Rothschild, 2000. Rapid communication: linkage and physical mapping of the porcine melanocortin-4 receptor (MC4R) gene. *Journal of Animal Science*, 78 (3), 791. doi: 10.2527/2000.783791.

12. Klimenko, A. I., A. G. Maksimov, G. V. Maksimov and N. V. Lenkova, 2016. Genes-markers of sow productivity. Selection of page - x. animals and livestock production technology: materials of the Intern. scientific-practical conf. (Don State Agrarian University, February 17, 2016). Don State Agrarian University, 181–189 (RU).

13. Konoval, O. M., S. O. Kostenko, K. Bilek and J. Filkukova, 2008. Study of polymorphism of pigs of large white breed by genes of economic and useful traits. *Scientific reports of NAU*, 1 (9). URL: <https://nd.nubip.edu.ua/2008-1/08komevt>. (UA).

14. Korinny, S. M., K. F. Pochernyaev and V. M. Balatsky, 2005. Animal fur as a convenient object of DNA isolation for analysis by PCR. *Veterinary Biotechnology: Bull. IBM UAAS*, 7, 80–83 (UA).

15. Lakin, G. F., 1990. Biometrics. Moscow, Vysshajashkola (RU).

16. Loban, N. A. and A. S. Chernov, 2009. DNA diagnostics of pig productivity traits. *Livestock in Russia. Special Issue Pig breeding*, 23–24 (RU).

17. Loban, N. A., O. Ya. Vasilyuk and I. P. Sheiko, 2011. Improving the productive qualities of pigs of the Belarusian Large White breed using marker genes. *Vests of the National Academy of Sciences of Belarus*, 3, 89–95 (RU).

18. Maksimov, G. V. and V. V. Tupikin, 2009. Effect of ESR gene polymorphism on the dynamics of live weight in Large White gilts. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 9 (63), 95–95 (RU).

19. Maksimov, G. V., 2016. The influence of the RYR1, ESR and H-FABP genes on the meat quality of young pigs. *Chief livestock specialist*, 2, 26–32 (RU).

20. Maksimov, G. V., A. G. Maksimov and N. V. Lenkova, 2015. Genotype of sows by marker genes and their productivity. *Actual problems of pork production: materials of the XXIV meeting of the interuniversity coordinating council for pig breeding (October 22-23, 2015)*. Donskoy State Agrarian University, 2015, pp. 42–47 (RU).

21. Methodology for Determining the Economic Efficiency of the use in Agriculture of the Results of Scientific Research, New Technology, Inventions and Rationalization Proposals, 1983. Moscow: VAIPI (RU).

22. Sheiko, I. P., N. A. Loban and O. Ya. Vasilyuk, 2005. Development of methods for molecular gene diagnostics and their use in pig breeding in Belarus. *Vesti*

of the National Academy of Sciences of Belarus: *Gray Agrarian Sciences*, 1, 62–66 (In Russian).

23. Usatov, A. V., 2014. The relationship between heterosis and genetic distances based on SSR markers in *helianthus annuus*. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 9 (3), 270–276.

24. Vashchenko, P. A., 2019. Prediction of breeding value of pigs on the basis of linear models of selection indices and DNA markers: author's ref. dis for science. degree of Dr. s.– g. Science: special. 06.02.01 "Breeding and selection of animals". Mykolaiv (UA).