

УДК 636.4.082

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.31>

ОЗНАКИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ВІДГОДІВЕЛЬНИМИ І М'ЯСНИМИ ЯКОСТЯМИ У МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ ЗА ГЕНОМ РЕЦЕПТОРА МЕЛАНКОРТИНУ (MC4R)

Халак В.І. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач лабораторії тваринництва,

Державна установа «Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України»

Гутий Б.В. – д.вет.н., професор,

завідувач кафедри гігієни, санітарії та загальної ветеринарної профілактики

імені М.В. Демчука,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій

імені С.З. Гжицького

Данілова Т.М. – к.с.-г.н., доцент,

завідувачка кафедрою технологій тваринництва і птахівництва,

Державний біотехнологічний університет

Бордун О.М. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач лабораторії тваринництва і кормовиробництва,

Інститут сільського господарства Північного Сходу

Національної академії аграрних наук України

Семяшкіна А.О. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувачка лабораторії координації наукових досліджень

та інтелектуальної власності,

Державна установа «Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України»

Хмельова О.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцентка кафедри фізіології, біохімії тварин і лабораторної діагностики,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Метою даної роботи було дослідити ознаки індивідуального розвитку та їх зв'язок з відгодівельними та м'ясними якістьями у молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R, а також розрахувати економічну ефективність їх використання в умовах промислового комплексу. Дослідження проведено в СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області, м'ясокомбінаті «Джаз», лабораторії генетики Інституту свинарства і АПВ НААН та лабораторії тваринництва Державної установи «Інститут зернових культур НААН». Оцінку тварин за показниками індивідуального розвитку, відгодівельними і м'ясними якістьями проводили з урахуванням наступних ознак: жива маса на час народження, у 2 і 4-місячному віці (кг), середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі (г); вік досягнення живої маси 100 кг, діб, довжина охолодженої туші (см); довжина беконної половини охолодженої туші (см); товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців (мм) (Березовський, Хатько, 2005). Комплексну оцінку молодняку свиней за показниками індивідуального розвитку, відгодівельними і м'ясними якістьями проводили за індексом «інтенсивність формування» та індексом Б. Тайлера. Біометричну обробку результатів досліджень та їх економічної ефективності розраховували за загальноприйнятими методиками.

Установлено, що молодняку свиней підконтрольної популяції за живою масою у 2 і 4-місячному віці, віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпигу на рівні 6–7 грудних

хребців та довжиною охолодженої туші належить до класу еліта. Дані експерименту свідчать, що молодняк свиней I піддослідної групи (Mc4r^{4G}) переважає ровесників II піддослідної групи (Mc4r^{4A}) за середньодобовим приростом живої маси, віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, довжиною охолодженої туші та довжиною беконної половини охолодженої туші в середньому на 4,12 %. Різниця між групами за індексом Тайлера Б. дорівнює 12,03 бала ($td=3,42$; $P<0,01$). Кількість достовірних кореляційних зв'язків між відгодівельними і м'ясними якостями, індексом «інтенсивність формування» (Δt ; 0-2-4) та індексом Тайлера Б. становить 70,0 %, що свідчить про можливість використання індексів «інтенсивність формування» (Δt ; 0-2-4) та Тайлера Б. для відбору високопродуктивних тварин. Використання молодняку свиней I піддослідної групи (Mc4r^{4G}) забезпечує одержання додаткової продукції на рівні +2,82 %, а її вартість дорівнює +223,65 грн./гол.

Ключові слова: молодняк свиней, порода, генотип, інтенсивність формування, онтогенез, відгодівельні і м'ясні якості, кореляція, економічна ефективність.

Khalak V.I., Gutiy B.V., Danilova T.M., Bordun O.M., Semyashkina A.O., Khmeliyova O.V. Signs of individual development and their relationship with fattening and meat qualities in young pigs of different genotypes by the melanocortin receptor gene (MC4R)

The aim of this study was to investigate the signs of individual development and their relationship with fattening and meat qualities in young pigs of different genotypes according to the melanocortin receptor MC4R gene, as well as to calculate the economic efficiency of their use in the industrial complex. The study was conducted at "Druzhba-Kaznacheyivka" enterprise in Dnipro region, the "Jazz" meat processing plant, the Genetics Laboratory of the Institute of Pig Production and AIP of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, and the Livestock Laboratory of the State Institution "Institute of Cereals of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine". The animals were evaluated for indicators of individual development, fattening and meat qualities, taking into account the following attributes: live weight at birth, at 2 and 4 months of age (kg), average daily live weight gain during the control fattening period (g); age at 100 kg, days, length of chilled carcass (cm); length of bacon half of chilled carcass (cm); thickness of bacon at the level of 6–7 thoracic vertebrae (mm) (Berezovsky, Khatko, 2005). A comprehensive assessment of young pigs by indicators of individual development, fattening and meat qualities was carried out using the "intensity of formation" index and the B. Tyler index. Biometric processing of research results and their economic efficiency were calculated according to generally accepted methods.

It was found that the young pigs of the controlled population belong to the elite class in terms of live weight at 2 and 4 months of age, age of reaching 100 kg, thickness of the fat at the level of 6–7 thoracic vertebrae and length of the chilled carcass. Experimental data show that young pigs of the first experimental group (Mc4r^{4G}) outperformed their peers of the second experimental group (Mc4r^{4A}) in terms of average daily live weight gain, age at 100 kg, thickness of the bacon at the level of 6–7 thoracic vertebrae, length of the chilled carcass and length of the bacon half of the chilled carcass by an average of 4.12%. The difference between the groups according to the Tyler B. index is 12.03 points ($td=3.42$; $P<0.01$). The number of reliable correlations between fattening and meat qualities, the index "intensity of formation" (Δt ; 0-2-4) and the Tyler B. index is 70.0%, which indicates the possibility of using the indices "intensity of formation" (Δt ; 0-2-4) and Tyler B. for the selection of highly productive animals. The use of young pigs of the first experimental group (Mc4r^{4G}) provides additional production at the level of +2.82%, and its cost is +223.65 UAH/head.

Key words: young pigs, breed, genotype, intensity of formation, ontogeny, fattening and meat qualities, correlation, economic efficiency.

Постановка проблеми. Актуальним питань розвитку галузі свинарства в Україні, поряд з оптимізацією умов годівлі та утримання є інтенсифікація селекційного процесу. Він передбачає покращення відтворювальних якостей свиноматок і кнурів-плідників різних порід вітчизняної селекції, відгодівельних і м'ясних ознак у їх потомства. Зазначене здійснюється на основі використання традиційних методів оцінки племінної цінності тварин [1], а також за рахунок впровадження методів відбору високопродуктивних особин в популяції за оціночними і селекційними

індексами [2–4]. Важливим елементом у цій роботі є використання свиней зарубіжної селекції, а також сучасних генетичних методів (ДНК-маркерів) [5–13].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених свідчать, що селекція на основі ДНК-маркерів є перспективним напрямком для підвищення ефективності виробництва продукції тваринництва.

Так, результати дослідження Балацького В. М. та ін. [14] свідчать, що рівень інформативності CTSSF g.22 G>C SNP виявлено на оптимальному для асоціативного аналізу рівні (PIC= 0,358–0,375), що дозволяє здійснювати у досліджених субпопуляціях порід пошук зв'язків маркера з ознаками продуктивності свиней. У субпопуляції свиней великої білої породи української селекції проведено аналіз зв'язку генетичного маркера CTSSF g.22 G>C SNP з показниками продуктивності тварин: віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпигу на рівні 6–7-го ребра, 10-го ребра, в області крижів і середньодобовим приростом маси та селекційним індексом. Встановлено тенденцію до асоціації зазначеного генетичного маркера з віком досягнення тваринами живої маси 100 кг ($p=0,07$).

Лихач В. Я. та ін. [15], зазначають, що застосування плану підбору, спрямованого на отримання молодняку з генотипом CTSSFGC та MC4RAG у поєднаннях (свиноматок (ВБ×Л) з кнурами-плідниками термінальних ліній “Maxter” і “Maxgroo”) сприяло збільшенню забійного виходу на 0,4–1,4%, площі «м'язового вічка» на 0,2–1,4 см², підвищенню маси заднього окосту на 0,3–0,6 кг та показнику виходу м'яса з туші на 0,6–0,8%. Залежності хімічного складу м'яса свиней досліджених поєднань від їх генотипу за генами катепсину та меланокортину нашими дослідженнями не встановлено. Для отримання молодняку свиней з вищими м'ясними ознаками застосовувати підбір, спрямований на отримання тварин з генотипами CTSSFGC та MC4RAG.

Про актуальність даного вектору наукової роботи свідчать результати дослідження Матіюк В. В., Саєнко А. М., Усенко С. О., Халак В. І. [16], Россоха В. І., Олійниченко Е. К., Бойко О. А., Задержіна О. А. [17], Vashchenko, P. A., Balatsky, V. M., Pocherniaev, K. F., Voloshchuk, V. M., Tsybenko, V. H., Saenko, A. M., Oliynuchenko, Ye. K., Buslyk, T. V., & Rudoman, H. S. [18], Іванов В. О., Гук М. С. [19].

Постановка завдання. Головною метою роботи було дослідити ознаки індивідуального розвитку та їх зв'язок з відгодівельними та м'ясними якістьми у молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R, а також розрахувати економічну ефективність їх використання в умовах промислового комплексу. Для досягнення цієї мети було поставлено наступні завдання:

- провести ДНК-типуння молодняку свиней великої білої породи за геном рецептора меланокортину MC4R;

- дослідити ознаки індивідуального розвитку, відгодівельні та м'ясними якістьми молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R;

- розрахувати економічну ефективність використання молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R в умовах промислового комплексу.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведено в СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області, м'ясокомбінаті «Джаз», лабораторії генетики Інституту свинарства і АПВ НААН та лабораторії тваринництва Державної установи «Інститут зернових культур НААН».

Оцінку молодняку свиней великої білої породи за показниками індивідуального розвитку у ранньому онтогенезі, відгодівельними і м'ясними якістьями проводили з урахуванням наступних показників: жива маса на час народження; у 2- та 4-місячному віці (кг); середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, г; вік досягнення живої маси 100 кг, діб; довжина охолодженої туші, см; товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм [20].

Для розрахунку індексу «інтенсивність формування» (Δt) використовували дані первинного зоотехнічного обліку, а саме: жива маса на час народження, кг; жива маса у 2-місячному віці, кг; жива маса у 4-місячному віці. Індекс Тайлера Б. розраховували за наступною формулою:

$$I = 100 + (242 \times K) - (4,13 \times L)$$

де: I – індекс Тайлера Б, бала, K – середньодобовий приріст, кг; L – товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців, мм [2].

ДНК-типунання молодняку свиней, відібраного для проведення експериментальної частини досліджень проводили в лабораторії генетики Інституту свинарства і АПВ НААН за методиками K. S. Kim та ін. [21, 22].

Вартість додаткової продукції розраховували на основі використання наступних даних: закупівельна ціна одиниці продукції, відповідно до існуючих цін, які діють в Україні; середня продуктивність тварин; середня надбавка основної продукції (%), яка виражена у відсотках на 1 голову при застосуванні нового і поліпшеного селекційного досягнення порівняно з продуктивністю тварин базового використання; чисельність поголів'я сільськогосподарських тварин нового або поліпшеного селекційного досягнення. Постійний коефіцієнт зменшення результату, який пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію дорівнював 0,75.

Біометричну обробку одержаних даних проводили за методиками Коваленка В. П. та ін. [23].

Результати дослідження. Установлено, що молодняк свиней піддослідної групи ($n=38$) характеризується достатньо високими показниками росту у ранньому онтогенезі, а також відгодівельними і м'ясними якістьями. Так, жива маса тварин на час народження становить $1,52 \pm 0,029$ кг ($Cv=11,86\%$), у 2- та 4-місячному віці – $18,2 \pm 0,22$ кг ($Cv=7,78\%$) та $47,8 \pm 0,59$ кг ($Cv=7,68\%$). Індекс «інтенсивність формування» (Δt) за період вирощування молодняку свиней від народження до 4-місячного віку дорівнює $0,796 \pm 0,022$ бала ($Cv=17,07\%$). Індекс Тайлера Б. коливається у межах від 126,13 до 182,36 балів.

За період контрольної відгодівлі середньодобовий приріст живої маси молодняку свиней становить $776,4 \pm 5,58$ г ($Cv=4,44\%$), вік досягнення живої маси 100 кг – $178,0 \pm 0,81$ діб ($Cv=2,83\%$), товщина шпигу на рівні 6–7 грудних хребців – $20,7 \pm 0,37$ мм ($Cv=11,08\%$), довжина охолодженої туші – $96,6 \pm 0,35$ см ($Cv=1,77\%$), довжина беконної половини охолодженої туші – $85,2 \pm 0,50$ см ($Cv=2,88\%$).

Результати дослідження показників індивідуального розвитку, відгодівельних і м'ясних якостей молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R наведено у таблицях 1 і 2.

Аналіз даних таблиці 1 свідчить, що різниця між групами молодняку свиней різних генотипів за геном рецептора меланокортину MC4R за живою масою на час народження становить 0,03 кг ($td=0,51$; $P>0,05$), у 2- та 4-місячному віці – 1,8 ($td=4,61$; $P<0,001$) та 3,9 кг ($td=3,22$; $P<0,01$) відповідно.

Таблиця 1

**Показники індивідуального розвитку молодняку свиней різних генотипів
за геном рецептора меланокортину MC4R, n=19**

Показник (ознака), одиниці виміру	Біометричні показники	Генотип	
		MC4R ^{AG}	MC4R ^{AA}
		Група	
		I	II
Жива маса на час народження, кг	$X \pm Sx$	1,50±0,037	1,53±0,046
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	0,16±0,025	0,200±0,016
	$Cv \pm Sc_v, \%$	10,67±1,732	13,07±2,127
Жива маса у 2-місячному віці, кг	$X \pm Sx$	19,1±0,24***	17,3±0,31
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	1,19±0,193	1,37±0,222
	$Cv \pm Sc_v, \%$	6,23±1,011	7,91±1,284
Жива маса у 4-місячному віці, кг	$X \pm Sx$	49,3±0,94**	45,4±0,77
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	4,10±0,665	3,24±0,525
	$Cv \pm Sc_v, \%$	8,31±1,349	7,13±1,157
Індекс «інтенсивність формування», бала	$X \pm Sx$	0,789±0,0317	0,804±0,0314
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	0,14±0,022	0,13±0,021
	$Cv \pm Sc_v, \%$	17,74±2,879	16,16±2,623

Примітка: ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$

Різниця між тваринами різних генотипів за індексом «інтенсивність формування» (Δt) (0-2-4) дорівнює 0,015 бала ($td=0,34$; $P > 0,05$).

Результати контрольної відгодівлі показали, що молодняк свиней I піддослідної групи (MC4R^{AG}) переважав ровесників II піддослідної групи (MC4R^{AA}) за середньодобовим приростом живої маси на 45,2 г ($td=5,35$; $P < 0,001$), віком досягнення живої маси 100 кг – 3,2 доби ($td=2,25$; $P < 0,05$) (табл. 2).

Таблиця 2

**Відгодівельні і м'ясні якості молодняку свиней різних генотипів
за геном рецептора меланокортину MC4R**

Показник (ознака), одиниці виміру	Біометричні показники	Генотип	
		MC4R ^{AG}	MC4R ^{AA}
		Група	
		I	II
1	2	3	4
Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, кг	n	19	19
	$X \pm Sx$	799,0±5,76***	753,8±6,17
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	25,13±4,079	26,90±4,367
	$Cv \pm Sc_v, \%$	3,14±0,509	3,57±0,579
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	$X \pm Sx$	176,4±1,00*	179,6±1,02
	$\sigma \pm X_{\sigma}$	4,37±0,709	5,24±0,850
	$Cv \pm Sc_v, \%$	2,47±0,400	2,91±0,472

Закінчення табл. 2

1	2	3	4
Товщина шпику на рівні 6–7 грудних хребців, мм	$X \pm S_x$	19,7±0,34**	21,5±0,59
	$\sigma \pm X_\sigma$	1,51±0,245	2,61±0,423
	$Cv \pm Sc_v, \%$	7,66±1,243	12,13±1,969
Індекс Тайлера Б., бала	$X \pm S_x$	155,11±1,705**	143,08±3,072
	$\sigma \pm X_\sigma$	7,43±1,206	13,39±2,173
	$Cv \pm Sc_v, \%$	4,79±0,777	9,36±1,519
Довжина охолодженої туші, см	n	14	10
	$X \pm S_x$	97,4±0,44***	95,5±0,34
	$\sigma \pm X_\sigma$	1,65±0,311	1,08±0,241
	$Cv \pm Sc_v, \%$	1,69±0,319	1,13±0,252
Довжина беконної половини охолодженої туші, см	$X \pm S_x$	86,3±0,60**	83,8±0,61
	$\sigma \pm X_\sigma$	2,27±0,429	1,93±0,431
	$Cv \pm Sc_v, \%$	2,63±0,497	2,31±0,516

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

Різниця між зазначеними групами тварин за товщиною шпику на рівні 6–7 грудних хребців становить 1,8 мм ($td=2,68$; $P < 0,01$), довжиною охолодженої туші – 1,9 см ($td=3,45$; $P < 0,001$), довжиною беконної половини охолодженої туші – 2,5 см ($td=2,94$; $P < 0,01$), індексом Тайлера Б. – 12,03 бала ($td=3,42$; $P < 0,01$).

Результати розрахунку коефіцієнту парної кореляції між ознаками відгодівельних і м'ясних якостей, індексом «інтенсивність формування» (Δt ; 0-2-4) та індексом Тайлера Б. наведено в таблиці 4.

Таблиця 3

Рівень кореляційних зв'язків між відгодівельними і м'ясними якостями, індексами «інтенсивність формування», «рівномірності росту» та індексом Тайлера Б., $n=38$

Ознак	Біометричні показники			
	x	y	$r \pm Sr$	tr
Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, кг	1		+0,459±0,1441**	3,18
	2		+0,605±0,1292***	4,68
Вік досягнення живої маси 100 кг, діб	1		-0,443±0,1454**	3,05
	2		-0,681±0,1188***	5,73
Товщина шпику на рівні 6–7 грудних хребців, мм	1		+0,033±0,1621	0,20
	2		-0,934±0,0580***	16,12
Довжина охолодженої туші, см	1		-0,249±0,1571	1,58
	2		+0,323±0,1535*	2,10
Довжина беконної половини охолодженої туші, см	1		-0,352±0,1518*	2,32
	2		+0,261±0,1566	1,67

Примітка: 1 – індекс «інтенсивність формування» (Δt ; 0-2-4), бала; 2 – індекс Тайлера Б., бала; * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$

Встановлено, що даний біометричний показник варіює в межах від -0,934 (індекс Тайлера Б. × товщина шпику на рівні 6–7 грудних хребців) до +0,605 (індекс Тайлера Б. × середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі).

Достовірні коефіцієнти парної кореляції встановлено також між наступними парами ознак: індекс «інтенсивність формування» (Δt ; 0-2-4) × середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі ($r=+0,459$), індекс «інтенсивність формування» (Δt ; 0-2-4) × вік досягнення живої маси 100 кг ($r=-0,443$), індекс Тайлера Б. × вік досягнення живої маси 100 кг ($r=-0,681$), індекс Тайлера Б. × довжина охолодженої туші ($r=+0,323$), індекс «інтенсивність формування» (Δt ; 0-2-4) × довжина беконної половини охолодженої туші ($r=-0,352$).

Розрахунок економічної ефективності результатів досліджень свідчить, що максимальну прибавку додаткової продукції одержано від молодняку свиней I піддослідної групи ($Mc4r^{AG}$) (+2,82 %) (табл. 4).

Таблиця 4

Економічна ефективність результатів досліджень

Група	Середньодобовий приріст живої маси за період контрольної відгодівлі, кг	Прибавка додаткової продукції, %	Вартість додаткової продукції, грн./гол
Загальна вибірка	776,4±5,58	-	-
II	753,8±6,17	-2,91	-234,97
I	799,0±5,76	+2,82	+223,65

Примітка: * – ціна реалізації молодняку свиней на час проведення досліджень дорівнювала 77,25 гривень за 1 кг живої маси.

Вартість додаткової продукції, яку було одержано від молодняку свиней зазначеної групи дорівнює +223,65 грн./гол.

Висновки:

1. Установлено, що за живою масою у 2 і 4-місячному віці, віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпику на рівні 6–7 грудних хребців та довжиною охолодженої туші молодняк свиней підконтрольної популяції належить до класу еліта.

2. Дані аналізу результатів контрольної відгодівлі свідчать, що молодняк свиней I піддослідної групи ($Mc4r^{AG}$) переважає ровесників II піддослідної групи ($Mc4r^{AA}$) за середньодобовим приростом живої маси, віком досягнення живої маси 100 кг, товщиною шпику на рівні 6–7 грудних хребців, довжиною охолодженої туші та довжиною беконної половини охолодженої туші в середньому на 4,12 %. Різниця між групами за індексом Тайлера Б. дорівнює 12,03 бала ($td=3,42$; $P<0,01$).

3. Кількість достовірних кореляційних зв'язків між відгодівельними і м'ясними якістьми, індексом «інтенсивність формування» (Δt ; 0-2-4) та індексом Тайлера Б. становить 70,0 %. Зазначене свідчить про можливість використання індексів «інтенсивність формування» (Δt ; 0-2-4) та Тайлера Б. для відбору високопродуктивних тварин.

4. Використання молодняку свиней I піддослідної групи ($Mc4r^{AG}$) забезпечує одержання додаткової продукції на рівні +2,82 %, а її вартість дорівнює +223,65 грн./гол.

Подяка. Автори висловлюють офіційну подяку директору СТОВ «Дружба-Казначейка» Дніпропетровської області, кандидату сільськогосподарських наук Савельєву В. І. головному технологу Шепель Н. О., а також завідувачу лабораторії генетики Інституту свинарства і АПВ НААН, кандидату сільськогосподарських наук Сасенку А. М., які сприяли організації і проведенню експериментальної частини наукових досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Інструкція з бонітування свиней; Інструкція з ведення племінного обліку у свинарстві. Київ : Київський університет, 2003. 64 с.
2. Ващенко П. А. Прогнозування племінної цінності свиней на основі лінійних моделей селекційних індексів та ДНК-маркерів: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.02.01. Миколаїв, 2019. 43 с.
3. Халак В., Гутий Б., Стадницька О., Бордун О., Ільченко М. Відтворювальні якості свиноматок різної внутрішньопородної диференціації за деякими селекційними індексами та економічна ефективність їх використання. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 1. С. 35–40. [https://doi.org/10.32636/agroscience.2024-\(3\)-1-6](https://doi.org/10.32636/agroscience.2024-(3)-1-6)
4. Крамаренко О. С., Крамаренко С. С., Луговий С. І., Лихач А. В., Лихач В. Я., Слободяник А. А. Використання методу BLUP для оцінювання племінної цінності свиноматок української м'ясної породи за відтворювальними ознаками. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 108. С. 159–165. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.21>
5. Балацкий В. Н., Метлицкая Е. Н. ДНК-диагностика стресс-синдрома свиней и ассоциация RYRI-генотипов с жизнеспособностью поросят раннего возраста. *Цитология и генетика*. 2001. Т. 35. № 3. С. 43–49.
6. Балацкий В. Н., Саенко А. М., Гришина Л. П. Полиморфизм локуса рецептора эстрогена 1 в популяциях свиней разных генотипов и его ассоциация с репродуктивными признаками свиноматок крупной белой породы. *Цитология и генетика*. 2012. № 4. С. 48–54.
7. Коновал О. М. та ін. Ген MC4R як генетичний маркер приросту живої маси у свиней. *Наук. вісник Ужгород. ун-ту. (Сер. Біол.)*. 2008. Вип. 22. С. 110–113.
8. Костенко С., Коновал О., Білек К., Філкукова Ж. Залежність репродуктивних якостей свиней великої білої породи від алельних варіантів естроген-1 пролактин-рецепторів. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2007. Вип. 109. С. 49–56.
9. Почерняев К. Ф. Реконструкція походження сучасних порід свиней за поліморфізмом мітохондріальних геномів. *Цитология и генетика*. 2004. Т. 38. № 6. С. 19–22.
10. Сасенко А. М., Балацкий В. М. Поліморфізм Т-генів в породах свиней різного напрямку продуктивності. *Науковий вісник НУБіП України*. 2009. Т. 38. С. 272–279.
11. Халак В. І. Показники білкового обміну та їх зв'язок з відгодівельними і м'ясними якостями у молодяку свиней різних генотипів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2022. Вип. 4 (47), 18–23. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.4>
12. Chen et al. Different allele frequencies of MC4R gene variants in Chinese pig Breeds. *Arch. Tierz., Dummerstorf*. 2004. Vol 47. № 5. P. 463–468.
13. Kozyr V., Khalak V., Povod M. DNA-type results swine for MS4R-gene and its association with productivity. *Agrolife: Scientific journal*. University of Agronomic Sciences and Veterinari Medicine of Bucharest. Bucharest. 2019. Vol. 8, № 1. P. 128–133.
14. Балацкий В. М., Вовк В. О., Буслик Т. В., Ільченко М. О., Олійниченко Є. К. Генетичний та асоціативний аналіз одонуклеотидного поліморфізму g₂₂ g>c у гені катепсину f свиней різних порід. *Вісник Полтавської державної аграрної*

академії. Серія: Сільське господарство. Тваринництво, 2018. Випуск 4, 137–141. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.20>

15. Лихач В. Я., Лихач А. В., Фаустов Р. В. (2022). Вплив генотипу за генами CTSTF та MC4R на відгодівельні та м'ясні ознаки свиней. Таврійський науковий вісник. № 126. С. 169–179. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.23>

16. Матіюк В. В., Сасенко А. М., Усенко С. О., Халак В. І. (2020). Поліморфізм генів RYRI, ESR, MC4R ТА LEP у мікропопуляції свиней великої білої породи української селекції. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Серія: Сільське господарство. Тваринництво,. Випуск 4, 150–156. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.18>

17. Россоха В. І., Олійниченко Е. К., Бойко О. А., Задержіна О. А. (2020). Обґрунтування перспективності використання кандидатних поліморфізмів у маркерній селекції української м'ясної породи свиней. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. № 123. С. 149–156. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2020-123-149-157>

18. Vashchenko, P. A., Balatsky, V. M., Pocherniaev, K. F., Voloshchuk, V. M., Tsybenko, V. H., Saenko, A. M., Oliynychenko, Ye. K., Buslyk, T. V., & Rudoman, H. S. (2019). Genetic characterization of the mirgorod pig breed, obtained by analysis of single nucleotide polymorphisms of genes. *Agricultural Science and Practice*, 6, 2, 47–57. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.047>

19. Іванов В. О., Гук М. С. (2019). Стресчутливість чистопородних та помісних свиней. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. № 121 С. 121–129. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2019-121-121-127>

20. Березовський М. Д., Хатько І. В. Методики оцінки кнурів і свиноматок за якістю потомства в умовах племінних заводів і племінних репродукторів. Сучасні методики досліджень у свинарстві. Полтава, 2005. С. 32–37.

21. A missense variant of the porcine melanocortin 4 receptor (MC4R) gene is associated with fatness, growth, and feed intake traits / K. S. Kim, N. Larsen, T. Short, G. Plastow, M. F. Rothschild. *Mammalian Genome*. – 2000. – Vol. 11. – P. 131–135.

22. Rapid communication: linkage and physical mapping of the porcine melanocortin-4 receptor (MC4R) gene / K. S. Kim, N. J. Larsen, M. F. Rothschild *Journal of Animal sc.* – 2000. – № 78. – P. 3–16.

23. Коваленко В. П., Халак В. І., Нежлукченко Т. І., Папакіна Н. С. Біометричний аналіз мінливості ознак сільськогосподарських тварин і птиці. Навчальний посібник з генетики сільськогосподарських тварин. Херсон: Олді, 2010. 160 с.