

ІНСТИТУТ СВИНАРСТВА І АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

СУХНО ТАРАС ВІКТОРОВИЧ

УДК 636.4.082.22

**ВПЛИВ ГЕНА РЕЦЕПТОРА МЕЛАНКОРТИНУ 4 ТА ПАРАТИПОВИХ
ФАКТОРІВ НА РІСТ І ВІДТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ СВИНЕЙ**

204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



Т.В. Сухно

Науковий керівник – Ващенко Павло Анатолійович, доктор
сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Полтава - 2024

АНОТАЦІЯ

Сухно Т.В. Вплив гена рецептора меланокортину 4 та паратипових факторів на ріст і відтворювальну здатність свиней.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Інститут свинарства і агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України, Полтава, 2024.

Проблема збереження ресурсів, зниження витрат і підвищення ефективності використання тварин для мінімізації шкідливих наслідків для навколишнього середовища під час виробництва продукції тваринництва стає глобальною проблемою сучасності. Необхідною умовою підвищення ефективності виробництва продукції свинарства є визначення і аналіз факторів пов'язаних із продуктивністю та відтворювальною здатністю свиней. Такі фактори розділяють на генетичні та паратипові, проте ці два типа чинників зазвичай взаємодіють між собою – генетичний потенціал може бути реалізований тільки за відповідних умов середовища, тому при дослідженні впливу різних факторів на ріст, розвиток, продуктивність і відтворну здатність свиней необхідно враховувати взаємодію генетичних і не-генетичних факторів.

В останні роки набула актуальності ідея «точної» годівлі свиней (precision feeding), яка включає оптимізацію раціону свиней відповідно до їх генотипу. Ще однією важливою умовою для ефективного ведення галузі свинарства є забезпечення відповідних умов утримання тварин залежно від їх генотипу.

У дисертації теоретично узагальнено та експериментально обґрунтовано особливості впливу взаємодії гену *MC4R* і рівня годівлі свинок під час вирощування та на їх ріст, розвиток та подальшу відтворювальну здатність, а також взаємодії фактору утримання (тип розміщення фіксаційних станків у боксі для опоросу) та генотипу свиноматок за ДНК-маркером *MC4R* на показники їх відтворювальної здатності. Науково обґрунтовано ефективність різних рівнів годівлі гібридних свинок на вирощуванні в залежності від їх генотипу.

Дослідження за темою дисертаційної роботи були проведені упродовж 2020-2024 років в умовах ТОВ «Максі 2010» Полтавського району та області, лабораторії селекції та розведення свиней і в атестованій за ДСТУ ISO 10012:2005 лабораторії генетики Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН.

Мета роботи: визначити вплив генотипу за ДНК-маркером *MC4R*, рівня годівлі свиней та взаємодії цих факторів на ріст і розвиток свинок та їх відтворювальну здатність після опоросу, а також оцінити вплив на продуктивність свиноматок з різним генотипом типу станків для проведення опоросів.

Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:

- провести типування поголів'я свиней за ДНК-маркером гена рецептора меланокортину 4 та сформувати піддослідні групи з різними генотипами в залежності від результатів молекулярно-генетичних досліджень;
- дослідити показники росту та товщини шпику піддослідних свинок, оцінити їх за селекційними індексами, пробітами та показниками інтенсивності формування, напруги та рівномірності росту;
- дослідити відтворювальну здатність свиноматок з різними генотипами за геном *MC4R* та різним рівнем годівлі під час вирощування;
- дослідити особливості росту та розвитку поросят отриманих від свиноматок різних генотипів за різного рівня годівлі;
- дослідити вплив типу станків для опоросу свиноматок на їх відтворювальну здатність в залежності від генотипу свиней;
- удосконалити технологію виробництва продукції свинарства в господарстві ТОВ «Максі 2010» з урахуванням отриманих результатів досліджень;
- визначити економічну ефективність проведених досліджень.

Об'єктом дослідження були вплив генотипу та годівлі на ріст, розвиток та відтворювальну здатність свиней, вплив взаємодії генотипу та типу станків для опоросу на продуктивність свиноматок.

Для виконання поставлених завдань було проведено лабораторні та науково-господарські дослідження; визначено генотипи піддослідних ремонтних

свинок за ДНК-маркером *MC4R*, сформовано піддослідні групи з різними генотипами та рівнями годівлі, досліджено показники росту та власної продуктивності гібридних свинок, оцінено піддослідне поголів'я за селекційними індексами. Після отримання опоросів проведено оцінювання відтворювальної здатності свиноматок з різним генотипом за різного рівня годівлі на вирощуванні та визначено вплив цих факторів на ріст їх приплоду у постнатальний період. На наступному етапі, після отримання другого опоросу від піддослідних свиноматок було оцінено їх відтворювальну здатність в залежності від впливу генотипу та типу фіксаційного станка для опоросу. За результатами проведених досліджень було удосконалено технологію вирощування ремонтних свинок в господарстві та запропоновано зміни до станковоаого обладнання для проведення опоросів. Позитивний ефект від результатива проведеної роботи підтверджується встановленим додатковим економічним ефектом та підвищенням економічної ефективності отримання дорощених поросят у дослідних групах.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає в тому, що вперше було встановлено вплив взаємодії генотипу за геном *MC4R* та рівня годівлі свинок на їх живу масу під час вирощування у віці 6 і 8 місяців та на середньодобові прирости з 4 до 8 місяців від народження; вперше встановлено вплив взаємодії генотипу за геном *MC4R* та рівня годівлі на показники напруги та рівномірності росту свинок на вирощуванні; вперше визначено особливості впливу взаємодії рівня годівлі свинок під час вирощування та генотипу за геном рецептора меланокортину 4 на їх подальшу відтворювальну здатність; вперше встановлено вплив взаємодії факторів утримання свиноматок під час опоросу та лактації (тип розміщення станків) та генотипу свиноматок за геном рецептора меланокортину 4 на показники їх відтворювальної здатності. Отримано нові дані щодо розподілу частоти алелів гена рецептора меланокортину 4 у гібридних свиней поєднання велика біла × ландрас. Науково обґрунтовано ефективність годівлі гібридних свинок на вирощуванні різними раціонами в залежності від їх генотипу за геном *MC4R*.

Результатом виконання досліджень стало встановлення значущого ($P < 0,05$) впливу рівня годівлі та генотипу свинок за геном *MC4R* на їх подальшу відтворювальну здатність і доведено ефективність використання різних раціонів для свинок з різним генотипом. Експериментально обґрунтовано більшу ефективність використання для опоросу фіксаційних станків з прямим розміщенням у боксі, для свиней з різними генотипами.

Визначено частоту розподілу генотипів та алелів за геном *MC4R* (SNP с.1426 G>A) у гібридних свиней поєднання велика біла × ландрас (алель G у піддослідній виборці зустрічався частіше в 1,86 рази порівняно з алелем A, при $P < 0,001$), а найбільш поширеним генотипом був *MC4R*-AG. Рівень поліморфізму за даним геном був достатнім для проведення асоціативних досліджень (PIC = 0,35). Встановлено, що вплив генотипу та рівня годівлі на показники росту та товщину шпику у ремонтних свинок проявляється починаючи з віку 4 місяці ($P < 0,05$). Найбільшу живу масу у віці 4 та 6 місяців було зафіксовано у групі тварин з генотипом *MC4R*-AG при високому рівні годівлі ($P < 0,01$), проте ця група відрізнялась і найбільшою товщиною шпику ($P < 0,05$). На середньодобові прирости гібридних ремонтних свинок за весь період вирощування від народження до віку восьми місяців було встановлено вплив взаємодії організованих факторів (рівень годівлі + генотип; $P = 2,78 \cdot 10^{-5}$).

Взаємодія факторів генотипу та годівлі під час вирощування свинок мала суттєвий вплив на ряд показників ознак відтворювальної здатності свиноматок, а саме: на багатоплідність ($P = 0,001$), масу приплоду поросят при народженні та відлученні ($P = 1,18 \cdot 10^{-5}$ та $P = 9,02 \cdot 10^{-5}$), середню масу поросяти при народженні ($P = 9,87 \cdot 10^{-5}$ та $P = 4,95 \cdot 10^{-7}$), вирівняність гнізда при народженні та відлученні ($P = 0,002$ та $P = 5,58 \cdot 10^{-5}$) кількість відлучених поросят у гнізді ($P = 0,042$), середньодобовий приріст поросят від народження до 28 днів ($P = 2,43 \cdot 10^{-6}$). Свинки, яких вирощували на нормованому раціоні і мали генотип *MC4R*-AG, після одержання від них опоросів перевищували показники тварин з генотипом *MC4R*-GG на 20,1 % за масою гнізда при народженні ($P = 0,008$) та на 9,3 % за середньою масою поросяти при народженні ($P = 0,035$).

Після відлучення поросят свиноматки з генотипом *MC4R-AG* (нормована годівля під час вирощування) переважали групу з генотипом *MC4R-GG* за середньою масою поросяти при відлученні на 8,3 % ($P = 0,001$), та за середньодобовим приростом від народження до 28 діб – на 8,0 % ($P = 0,003$). Навпаки, в умовах високого рівня годівлі тварини з генотипом *MC4R-GG* мали вищу продуктивність за такими ознаками як багатоплідність – на 12,6 % ($P = 0,023$); маса гнізда поросят при народженні та відлученні – на 22,4 % ($P = 1,41 \cdot 10^{-5}$) та 27,0 % ($P = 5,82 \cdot 10^{-4}$); середня маса поросяти при народженні та відлученні – на 11,0 % ($P = 5,71 \cdot 10^{-4}$) та 13,0 % ($P < 8,24 \cdot 10^{-5}$); кількість відлучених поросят – на 16,2 % ($P = 0,014$) та за середньодобовими приростами від народження до відлучення – на 13,4 % ($P = 2,55 \cdot 10^{-4}$). Таким чином, при відборі для відтворення свинок з генотипом *MC4R-GG*, необхідно забезпечити їм підвищений на 10 % рівень годівлі відносно до норм.

Встановлено, що ефект взаємодії організованих факторів продовжував впливати на живу масу поросят навіть після їх відлучення – сила впливу на живу масу у віці 60 та 90 днів становила відповідно $\eta^2 = 42,95$ % ($P = 4,28 \cdot 10^{-5}$) та $\eta^2 = 18,84$ % ($P = 0,007$). Значущий вплив організованих факторів, взятих окремо, виявлено лише для рівня годівлі, який достовірно впливав на живу масу потомства у віці 60 днів ($P = 0,02$).

Тип розміщення фіксаційного станка у боксі для опоросу впливав на всі показники, які визначали при відлученні поросят. При прямому розміщенні станка, свиноматки з генотипом *MC4R-GG* мали більшу кількість відлучених поросят на 19,7 % ($P = 0,003$), більшу масу гнізда при відлученні на 23,0 % ($P = 0,002$) та кращу збереженість поросят на 14,5 в. п. ($P = 3,75 \cdot 10^{-7}$) порівняно із свиноматками з генотипом *MC4R-AG* при діагональному розміщенні фіксаційного станка.

Багатоплідність свиноматок уведених у стадо збільшилась ($P < 0,05$) після впровадженні у господарстві різних раціонів годівлі для тварин з різним генотипом, а у комплексі із заміною діагональних фіксаційних станків для опоросу на станки з прямим розміщенням, також вдалось отримати більшу

кількість відлучених поросят у свиноматок першоопоросок ($P < 0,05$) та підвищити живу масу гнізда при відлученні ($P < 0,05$).

Ефективність запропонованих змін у годівлі ремонтних свинок та типу фіксаційних станків для свиноматок з урахуванням їх генотипу підтверджується отриманим економічним ефектом. Від свиноматок, які мали генотип *MC4R-GG*, на вирощуванні отримували підвищений раціон годівлі, утримувались під час опоросу та лактації у фіксаційних станках з прямим розміщенням було отримано економічний ефект у розмірі 13385,76 грн. на одну свиноматку задіяну у дослідженнях.

Ключові слова: свині, *sus scrofa*, велика біла × ландрас, свиноматки, поросята, маркер-асоційована селекція, SNP ДНК-маркер, *MC4R*, рівень годівлі, взаємодія генотип-середовище, станки для опоросу, відтворювальна здатність, приріст, товщина шпику.

ABSTRACT

Sukhno T.V. Influence of melanocortin 4 receptor gene and paratypic factors on growth and reproductive capacity of pigs.

Thesis for obtaining the Ph. D. degree in specialty 204 «Technology of production and processing of livestock products». Poltava State Agrarian University, Poltava, 2024.

The problem of saving resources, reducing costs and increasing the efficiency of using animals to minimize harmful effects on the environment during the production of livestock products is becoming a global problem today. A necessary condition for increasing the efficiency of pig production is the definition and analysis of factors related to the productivity and reproductive capacity of pigs. Such factors are divided into genetic and paratypical, however, these two types of factors usually interact with each other - genetic potential can be realized only under appropriate environmental conditions, therefore, when studying the influence of various factors on the growth,

development, productivity and reproductive capacity of pigs, it is necessary to take into account the interaction of genetic and non-genetic factors.

In recent years, the idea of «precision feeding» of pigs, which includes optimizing the ration of pigs according to their genotype, has gained relevance. Another important condition for the effective management of the pig industry is the implementation of appropriate conditions for keeping animals depending on their genotype.

The dissertation theoretically summarizes and experimentally substantiates the peculiarities of the interaction of the *MC4R* gene and the level of feeding of pigs during raising on their growth, development and further reproductive capacity, as well as the interaction of the farming factor (the type of placement of fixation pen in the farrowing box) and the genotype of sows DNA-marker *MC4R* on indicators of their reproductive ability. The effectiveness of different levels of feeding hybrid pigs in rearing, depending on their genotype, has been scientifically substantiated.

Research on the topic of the dissertation was conducted during 2020-2024 in the conditions of Maxi 2010 LLC of the Poltava district and region, the pig breeding and selection laboratory, and the genetics laboratory of the Institute of Pig Breeding and Agro-industrial Production of the National Academy of Agrarian Sciences, certified according to DSTU ISO 10012:2005.

The aim of the work: to determine the influence of the *MC4R* DNA marker genotype, the level of pig feeding and the interaction of these factors on the growth and development of sows and their reproductive capacity after farrowing, as well as to evaluate the influence of farrowing pens on the productivity of sows with different genotypes.

To achieve the goal, the following tasks were set:

- carry out typing of the pig herd by the DNA marker of the melanocortin 4 receptor gene and form sub-experimental groups with different genotypes depending on the results of molecular genetic studies;

- to investigate the indicators of growth and fat thickness of experimental pigs, to evaluate them according to selection indices, probits and indicators of the intensity of formation, tension and uniformity of growth;

- to investigate the reproductive capacity of sows with different genotypes for the *MC4R* gene and different levels of feeding during rearing;
- to investigate the peculiarities of growth and development of piglets obtained from sows of different genotypes at different levels of feeding;
- to investigate the influence of the type of farrowing pens for sows on their reproductive capacity depending on the genotype of the pigs;
- to improve the technology of production of pig products at the farm of "Maxi 2010" LLC, taking into account the obtained research results;
- to determine the economic efficiency of the conducted research.

The object of the study was the effect of genotype and feeding on the growth, development and reproductive capacity of pigs, the effect of the interaction of genotype and type of farrowing pens on the productivity of sows.

Laboratory and field studies were carried out to fulfill the assigned tasks; the genotypes of experimental young pigs were determined according to the *MC4R* DNA marker, experimental groups with different genotypes and feeding levels were formed, the growth indicators and own productivity of hybrid pigs were investigated, the experimental herd was evaluated according to breeding indices. After receiving the farrowings, the reproductive capacity of sows with different genotypes was evaluated at different levels of feeding in rearing, and the influence of these factors on the growth of their offspring in the postnatal period was determined. At the next stage, after obtaining the second farrowing from the experimental sows, their reproductive capacity was evaluated depending on the influence of the genotype and the type of fixation pens for farrowing. According to the results of the conducted research, the technology of rearing young pigs in the farm was improved and changes to the equipment for farrowing were proposed. The positive effect of the results of the work carried out is confirmed by the established additional economic effect and the increase in the economic efficiency of obtaining rearing piglets in the experimental groups.

The scientific novelty of the obtained research results is that for the first time the influence of the interaction of the *MC4R* gene genotype and the level of feeding of piglets on their live weight during growing at the age of 6 and 8 months and on the

average daily growth from 4 to 8 months after birth was determined; for the first time, the influence of the interaction of the *MC4R* gene genotype and the level of feeding on the indicators of tension and evenness of growth of piglets during growing was established; for the first time, the features of the interaction between the level of feeding of piglets during growing and the genotype of the melanocortin 4 receptor gene on their further reproductive capacity were determined; for the first time, the influence of the interaction of the factors of keeping sows during farrowing and lactation (type of placement of farrowing pens) and the genotype of sows by the melanocortin 4 receptor gene on indicators of their reproductive capacity was established. New data were obtained on the frequency distribution of alleles of the melanocortin 4 receptor gene in hybrid pigs of the Great White × Landrace hybrid. The effectiveness of feeding hybrid gilts with different rations during growing depending on their genotype for the *MC4R* gene has been scientifically substantiated.

The result of the research was the establishment of a significant ($P < 0.05$) influence of the level of feeding and the genotype of piglets for the *MC4R* gene on their further reproductive capacity, and the effectiveness of using different diets for piglets with different genotypes was proven. The greater efficiency of using fixation pens for farrowing with direct placement in the box for pigs with different genotypes has been experimentally substantiated.

The frequency of distribution of genotypes and alleles of the *MC4R* gene (SNP c.1426 G>A) in hybrid pigs of the combination Great White × Landrace was determined (allele G in the experimental samples occurred 1.86 times more often compared to allele A, at $P < 0.001$). The most common genotype was *MC4R*-AG. The level of polymorphism for this gene was sufficient for conducting association studies (PIC = 0.35). It was established that the influence of genotype and feeding level on growth indicators and fat thickness in young pigs is manifested starting from the age of 4 months ($P < 0.05$). The highest live weight at the age of 4 and 6 months was recorded in the group of animals with the *MC4R*-AG genotype and a high level of feeding ($P < 0.01$), but this group also differed at the largest fat thickness ($P < 0.05$). The influence of the interaction of organized factors (feeding level+genotype; $P = 2.78 \cdot 10^{-5}$)

was established on the average daily growth of hybrid gilts during the entire growing period from birth to the age of eight months.

The interaction of genotype factors and feeding during the growing of pigs had a significant effect on a number of indicators of reproductive ability of sows, namely: number of piglets born alive ($P = 0.001$), weight of piglets at birth and weaning ($P = 1.18 \cdot 10^{-5}$ and $P = 9.02 \cdot 10^{-5}$), average weight of piglets at birth ($P = 9.87 \cdot 10^{-5}$ and $P = 4.95 \cdot 10^{-7}$), piglets evenness at birth and weaning ($P = 0.002$ and $P = 5.58 \cdot 10^{-5}$) number of weaned piglets per litter ($P = 0.042$), average daily gain of piglets from birth to 28 days ($P = 2.43 \cdot 10^{-6}$). Pigs that were raised on a standardized diet and had the *MC4R*-AG genotype, after receiving piglets from them, exceeded the performance of animals with the *MC4R*-GG genotype by 20.1% in litter weight at birth ($P = 0.008$) and by 9.3% in average weight of piglets at birth ($P = 0.035$).

After the weaning of piglets, sows with the *MC4R*-AG genotype (normalized feeding during growing) prevailed over the group with the *MC4R*-GG genotype in piglet weight at weaning by 8.3% ($P = 0.001$), and in average daily gain from birth to 28 days - by 8.0% ($P = 0.003$). On the contrary, in conditions of a high level of feeding, animals with the *MC4R*-GG genotype had higher productivity according to such characteristics as number of piglets born alive - by 12.6% ($P = 0.023$); litter weight of piglets at birth and weaning - by 22.4% ($P = 1.41 \cdot 10^{-5}$) and 27.0% ($P = 5.82 \cdot 10^{-4}$); the average weight of piglets at birth and weaning - by 11.0% ($P = 5.71 \cdot 10^{-4}$) and 13.0% ($P < 8.24 \cdot 10^{-5}$); the number of weaned piglets - by 16.2% ($P = 0.014$) and by average daily growth from birth to weaning - by 13.4% ($P = 2.55 \cdot 10^{-4}$). Thus, when selecting pigs with the *MC4R*-GG genotype for reproduction, it is necessary to provide them with a 10% increased level of feeding relative to the norm.

It was established that the effect of the interaction of organized factors continued to affect the weight of piglets even after their weaning - the power of influence on the live weight at the age of 60 and 90 days was, respectively, $\eta^2 = 42.95\%$ ($P = 4.28 \cdot 10^{-5}$) and $\eta^2 = 18.84\%$ ($P = 0.007$). A significant effect of organized factors taken separately was found only for feeding level, which significantly affected offspring live weight at the 60 days age ($P = 0.02$).

The type of placement of the fixation pens in the farrowing box influenced all the indicators that were determined at weaning of piglets. When the pens was placed directly, sows with the *MC4R*-GG genotype had a higher number of weaned piglets by 19.7% ($P = 0.003$), a higher litter weight at weaning by 23.0% ($P = 0.002$) and better survival of piglets by 14.5 percentage points ($P = 3.75 \cdot 10^{-7}$) compared to sows with the *MC4R*-AG genotype when the fixation pens was placed diagonally.

The fertility of sows brought into the herd increased ($P < 0.05$) after the implementations of different feeding rations for animals with different genotypes, and in the complex with the replacement of diagonal fixation pens for farrowing with pens with direct placement, it was also possible to obtain a greater number of weaned piglets per sow ($P < 0.05$) and increase live weight of the litter at weaning ($P < 0.05$).

The effectiveness of the proposed changes in the feeding of gilts and in the type of fixation pens for sows, taking into account their genotype, is confirmed by the obtained economic effect. An economic effect of 13,385.76 hryvnias per sow involved in research was obtained from sows that had the *MC4R*-GG genotype, received an increased feed ration during growing, were kept during farrowing and lactation in fixation pens with direct placement.

Key words: pigs, *sus scrofa*, Great White × Landrace, sows, piglets, marker-associated selection, SNP DNA marker, *MC4R*, feeding level, genotype-environment interaction, farrowing pens, reproductive capacity, growth, backfat thickness.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз Scopus та

Web of Science:

1. Vashchenko P. A., Zhukorskyi O. M., Saenko A. M., Khokhlov A. M., Usenko S. O., Kryhina N. V., **Sukhno T. V.**, Tsereniuk O. M. The influence of feeding level on the growth of pigs depending on their genotype. *Regulatory Mechanisms in*

Biosystems. 2023. Вип. 14, № 1. С. 112–117. DOI: <https://doi.org/10.15421/022317> (Здобувач провів патентний пошук і опрацював літературу за темою статті, виконав експериментальні дослідження, приймав участь у статистичній обробці та аналізі результатів).

2. Zhukorskyi O. M., Tsereniuk O. M., **Sukhno T. V.**, Saienko A. M., Polishchuk A. A., Chereuta Y. V., Shaferivskyi B. S., Vashchenko P. A. The influence of genotype and feeding level of gilts on their further reproductive performance. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Вип. 14, № 2. С. 312–318. DOI: <https://doi.org/10.15421/022346> (Здобувач провів патентний пошук і опрацював літературу за темою статті, виконав експериментальні дослідження, приймав участь у статистичній обробці та аналізі результатів і підготовці статті до друку).

Статті в наукових фахових виданнях України

3. Сухно Т. В., Шостя А. М., Ващенко П. А. Розробка технологічних підходів щодо ведення свинарства при отриманні та дорощуванні приплоду. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 3. С. 162–168. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.20> (Здобувач провів патентний пошук і опрацював літературу за темою статті, безпосередньо приймав участь у проведенні досліджень та у підготовці статті до друку).

4. Сухно Т. В. Оцінка молодняку свиней різних генотипів за селекційними індексами та показниками росту. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 95–100. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.16> .

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Сухно Т. В. Показники росту свинок з різним генотипом за геном рецептору меланокортину 4 за різного рівня годівлі. «Інтеграція наукового потенціалу України в галузі тваринництва в європейський простір», матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та спеціалістів (3 листопада 2023 р., м. Полтава, Україна) [Електронне видання] / Національна

академія аграрних наук України, Інститут свинарства і АПВ НААН, Полтава, 2023. С. 148–150.

6. Ващенко П. А., Сухно Т. В. Вплив рівня годівлі та генотипу за геном меланокортину 4 на відтворювальні якості свиноматок. «Сучасні аспекти технології виробництва і переробки продукції тваринництва та їх перспективи», матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (21-22 березня 2024 року, м. Миколаїв, Україна) / МНАУ, Миколаїв, 2024. С. 18–20.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	16
ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ТА ВИБІР НАПРЯМІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
1.1. Вплив паратипових факторів на продуктивність свиней	23
1.2. Вплив генетичних факторів на продуктивність свиней	30
1.3. Однонуклеотидні ДНК-маркери в селекції свиней	35
1.4. Обґрунтування вибору напрямів власних досліджень	43
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	45
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	59
3.1. Вплив генотипу і годівлі на живу масу, прирости та товщину шпиків гібридних свинок	59
3.2. Власна продуктивність, оцінка за селекційними індексами та показники інтенсивності формування, рівномірності й напруги росту гібридних свинок залежно від їх генотипу і рівня годівлі	68
3.3. Вплив рівня годівлі під час вирощування свинок та їх генотипу на подальшу відтворювальну здатність	73
3.4. Вплив генотипу та типу станків для опоросу на відтворювальну здатність свиноматок	85
3.5. Удосконалення промислової технології виробництва продукції свинарства в ТОВ «Максі 2010» з урахуванням результатів досліджень ..	94
3.6. Економічна ефективність проведених досліджень	100
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	108
ВИСНОВКИ	129
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	133
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	134
ДОДАТКИ	169

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ВБ	– велика біла порода свиней;
в. п.	– відсоткові пункти;
Д	– порода свиней дюрок;
Л	– порода свиней ландрас;
НААН	– Національна академія аграрних наук Укараїни;
ОЕ	– обмінна енергія раціону;
п. н.	– пар нуклеотидів;
р.	– рік;
ТОВ	– товариство з обмеженою відповідальністю;
А	– аденін;
<i>ad libitum</i>	– вволю (у даній роботі застосовується щодо годівлі свиней);
CFAT	– Crude Fat (сирий жир);
CP	– Crude Protein (сирий протеїн);
F	– критерій Фішера;
F _i	– індекс фіксації;
G	– гуанін;
GE	– Gross Energy (загальна енергія раціону);
MC4R	– рецептор меланокортину 4;
n	– розмір виборки;
NDF	– Neutral Detergent Fibre (нейтрально детергентна клітковина);
P	– рівень значущості;
PIC	– polymorphism information content (інформаційний вміст поліморфізму);
<i>ppm</i>	– parts per million (мільйонна частка);
SNP	– single nucleotide polimorphism (однонуклеотидний поліморфізм).

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Економія ресурсів, зниження витрат та підвищення ефективності використання тварин для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище під час виробництва продукції тваринництва стає глобальною проблемою сучасності [22, 200, 218]. Щоб мати можливість впливати на продуктивність свиней і підвищити ефективність виробництва свинини, спочатку необхідно проаналізувати фактори, пов'язані з продуктивністю росту свиней від народження до забою [29, 50]. Згідно з науковими роботами, як генетичні [116, 124, 179], так і негенетичні [35, 211, 192] фактори впливають на ріст і розвиток поросят. Це також стосується відтворювальної здатності свиноматок [232, 212].

Вплив годівлі є найбільш значущим серед інших негенетичних факторів [33, 76], є багато робіт, які вивчали її ефект на продуктивність [160, 251, 259]. Також тип годівлі є важливим фактором, що впливає на ефективність виробництва та біобезпеку кормів у свинарстві [85]. Ще одним важливим фактором, що впливає на ріст свиней, є температура навколишнього середовища. Немає сумніву, що несприятливі паратипові фактори можуть знижувати ефективність вирощування свиней та підвищувати час, потрібний тваринам для досягнення забійної маси [110, 119, 161].

Не менш важливу роль у формуванні продуктивності свиней відіграють генетичні фактори [73, 79, 232]. Одним із способів дослідження яких є інформація про генотип за ДНК-маркерами, пов'язаними із продуктивністю свиней. Досить добре вивченим SNP-маркером, що впливає на споживання корму, швидкість росту та товщину жиру у свиней, є поліморфізм гена рецептора меланокортину 4 (*MC4R*/SNP с.1426 G>A), який викликає заміну амінокислоти аспарагін на аспартам у структурному білку, що, у свою чергу, порушує нейрогуморальну регуляцію споживання їжі та впливає на ріст і розвиток жирової тканини [111, 171, 193].

При проведенні досліджень впливу різних факторів на ріст, розвиток, продуктивність і відтворну здатність свиней необхідно враховувати взаємодію генетичних і негенетичних факторів [14, 64]. Генотипи, які характеризуються кращою продуктивністю за одних умов, можуть мати негативний ефект при зміні умов годівлі. Доведено, свині з генотипом *MC4R-AG* мають кращу живу масу порівняно з носіями генотипу *MC4R-GG*, якщо їх раціон характеризувався високим вмістом енергії, протеїну та незамінних амінокислот, мають показати значно гірші результати в умовах обмеження корму. Свині з генотипом *MC4R-AA* мають найкращий середньодобовий приріст при годівлі *ad libitum*, і найгірший приріст і конверсію корму при годівлі обмеженим раціоном [27].

В останні роки набуває актуальності концепція «точної» годівлі (*precision feeding*) [104, 66, 149], яка передбачає, у тому числі, і коригування раціонів свиней в залежності від їх генотипу [226]. Також важливою умовою для ефективного ведення галузі свинарства є забезпечення відповідних умов утримання тварин в залежності від їх генотипу [244, 240].

Отже, дослідження впливу взаємодії генотипу за рецептором меланокортину 4, рівня годівлі та умов утримання свиней на їх подальшу відтворювальну здатність, ріст та розвиток потомства сприятиме розробці нових підходів до селекційної роботи у свинарстві, покращенню ефективності ведення галузі за рахунок корекції стратегій годівлі з урахуванням впливу різних генотипів свиней.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проведені згідно з тематичними планами науково-дослідних робіт Інституту свинарства і АПВ НААН – «Дослідити особливості формування високопродуктивних генотипів свиней та їх адаптивної здатності в умовах зміни клімату» (№ ДР 0121U109839).

Мета і завдання досліджень. Метою нашого дослідження було визначити вплив генотипу за ДНК-маркером *MC4R*, рівня годівлі свиней та взаємодії цих факторів на ріст і розвиток свинок та їх відтворювальну

здатність після опоросу, а також оцінити вплив на продуктивність свиноматок з різним генотипом типу станків для проведення опоросів.

Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:

- провести типування поголів'я свиней за ДНК-маркером гена рецептора меланокортину 4 та сформувати піддослідні групи з різними генотипами в залежності від результатів молекулярно-генетичних досліджень;
- дослідити показники росту та товщини шпику піддослідних свинок, оцінити їх за селекційними індексами, пробітами та показниками інтенсивності формування, напруги та рівномірності росту;
- дослідити відтворювальну здатність свиноматок з різними генотипами за геном *MC4R* за різних рівнів годівлі під час вирощування;
- дослідити особливості росту та розвитку поросят отриманих від свиноматок різних генотипів за різного рівня годівлі;
- дослідити вплив типу станків для опоросу свиноматок на їх відтворювальну здатність в залежності від генотипу свиней;
- удосконалити технологію виробництва продукції свинарства в господарстві ТОВ «Максі 2010» з урахуванням отриманих результатів досліджень;
- визначити економічну ефективність проведених досліджень.

Об'єкт дослідження: вплив генотипу та годівлі на ріст, розвиток та відтворювальну здатність свиней, вплив взаємодії генотипу та типу станків для опоросу на продуктивність свиноматок.

Предмет дослідження: частота алелей ДНК-маркера *MC4R* у стаді свиней ТОВ «Максі 2010»; зв'язок поліморфізму локуса гена *MC4R* SNP с.1426 G>A із господарсько-корисними ознаками свиней; ріст, розвиток, продуктивність та відтворювальна здатність свиней, оціночні та селекційні індекси; вплив типу станків для опоросу в залежності від генотипу свиноматок на їх продуктивність; економічні показники ведення галузі свинарства в залежності від генотипу та паратипових факторів.

Методи дослідження. Зоотехнічні – оцінка показників відтворювальної, відгодівельної та м'ясної продуктивності; аналітичний – аналіз літературних джерел, модифікація і розробка селекційних підходів, аналіз та узагальнення результатів досліджень; молекулярно-генетичні – визначення генотипів свиней за геном рецептора меланокортину 4; біометричні і статистичні – обробка зоотехнічної інформації, визначення середніх значень досліджуваних показників та їх похибок, визначення достовірності різниці, кореляцій; економічні – розрахунок економічної ефективності вирощування свиней різних генотипів за різного рівня годівлі та проведення опоросів у різних типах станків.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі проведених досліджень вперше:

- було встановлено вплив взаємодії генотипу за геном *MC4R* та рівня годівлі свинок на їх живу масу під час вирощування у віці 6 і 8 місяців ($P < 0,05$) та на середньодобові прирости з 4 до 8 місяців від народження ($P < 0,05$);

- встановлено вплив взаємодії генотипу за геном *MC4R* та рівня годівлі на показники напруги та рівномірності росту свинок на вирощуванні ($P < 0,05$);

- визначено особливості впливу взаємодії рівня годівлі свинок під час вирощування та генотипу за геном рецептора меланокортину 4 на їх подальшу відтворювальну здатність;

- встановлено вплив взаємодії факторів утримання свиноматок під час опоросу та лактації (тип розміщення станків) та генотипу свиноматок за геном рецептора меланокортину 4 на показники їх відтворювальної здатності

- науково обґрунтовано ефективність годівлі гібридних свинок на вирощуванні різними раціонами в залежності від їх генотипу за геном *MC4R*.

Отримано нові дані щодо розподілу частоти алелів гена рецептора меланокортину 4 у гібридних свиней поєднання велика біла × ландрас.

Практичне значення одержаних результатів. Результати досліджень впроваджено у ТОВ «Максі 2010» Полтавського району Полтавської області (акт від 01.12.2023 р.). Результати досліджень використовуються у навчальному процесі Миколаївського національного аграрного університету (карта зворотного зв'язку № 30-18/618 від 15.05.2024 р.), Полтавського державного аграрного університету (карта зворотного зв'язку № 01-11/36 від 01.05.2024 р.), Державного біотехнологічного університету (карта зворотного зв'язку від 29.04.2024 р.), Одеського державного аграрного університету (карта зворотного зв'язку від 28.02.2024 р.).

Особистий внесок здобувача. Здобувач особисто здійснив патентний пошук і проаналізував літературу за темою дослідження, сформулював мету і основні завдання досліджень, провів весь обсяг аналітичних, експериментальних наукового-господарських та лабораторних досліджень; провів статистичну обробку отриманих результатів. Інтерпретацію одержаних результатів та формування висновків проведено під методичним керівництвом наукового керівника доктора сільськогосподарських наук, старшого наукового співробітника Ващенка П. А. Молекулярно-генетичні дослідження було виконано у співпраці зі співробітниками лабораторії генетики Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН, що знайшло відображення у спільних публікаціях. Зі спільних із співавторами експериментальних досліджень і публікацій дисертантом використано, за їх згодою, лише результати власних досліджень. Особистий внесок у наукові праці, які опубліковані у співавторстві, зазначено у списку друкованих праць.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи повідомлені і схвалені на: Міжнародних науково-практичних конференціях: «Розвиток галузі тваринництва в умовах євроінтеграції» (м. Полтава, 4 листопада 2022 р.), «Інтеграція наукового потенціалу України в галузі тваринництва в європейський простір» (м. Полтава, 3 листопада 2023 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні аспекти

технології виробництва і переробки продукції тваринництва та їх перспективи» (м. Миколаїв, 21–22 березня 2024 р.); також матеріали дисертації протягом 2020-2024 рр. доповідалися на засіданнях лабораторії розведення та селекції свиней та Вченої ради Інституту свинарства і АПВ НААН при заслуховуванні річних звітів аспірантів.

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковано в 6 наукових працях, з них 2 – у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз Scopus і Web of Science, 2 – у фахових наукових виданнях, затверджених МОН України, 2 – опубліковано у вигляді тез доповідей на конференціях різного рівня.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація викладена на 177 сторінках комп'ютерного тексту, з них основна частина – 117 сторінок, що включає такі розділи: «Анотації», «Вступ», «Огляд літератури за темою та вибір напрямів досліджень», «Матеріали і методи досліджень», «Результати досліджень», «Аналіз і узагальнення результатів досліджень», «Висновки», «Пропозиції виробництву», «Список використаних джерел», «Додатки». Робота ілюстрована 28 таблицями, 12 рисунками і 6 додатками. Список літератури налічує 261 джерело, серед них 200 – латиницею.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ТА ВИБІР НАПРЯМІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Вплив паратипових факторів на продуктивність свиней

Вплив годівлі на продуктивність свиней і виробництво продукції свинарства є найбільш значущим серед інших негенетичних факторів [33, 76, 77]. Є достатня кількість робіт, у яких висвітлюється важливість даного чинника. Загалом годівля забезпечує біодоступні поживні речовини та впливає на фізіологічну активність, змінюючи фізіологічний стан, імунну систему або мікробіом свиней для покращення їх продуктивності та здоров'я. Таким чином, рівень годівлі є важливим фактором, який впливає на ріст та здоров'я свиней [138, 142, 254].

Прикладом, що підкреслює важливість рівня годівлі, є експеримент [160] з вирощування молодняка свиней. Порівняно зі свинями, яких годували вволю, у свиней, що отримували обмежений раціон прирост за весь період був на 5 % менше ($P = 0,014$).

Має значення і вміст поживних речовин у раціоні, у дослідях [89] було встановлено, що свині, які отримували 16 % сирого протеїну мали такі самі показники приростів як і свині що отримували 12 % сирого протеїну з добавками лізину, триптофану і треоніну ($P > 0,10$). Спостерігалось невелике зменшення площі найдовшого м'яза спини у свиней, яких годували раціонами з низьким вмістом сирого протеїну ($P < 0,08$), але інші оцінки м'язів туші не відрізнялися ($P > 0,10$).

Колективом вчених було [30] досліджено ріст свиней від живої маси 20 до 45 кг в залежності від вмісту у раціоні сирого протеїну (від 93 до 238 г/кг) та енергетичної поживності (15,6, 18,7 і 22,4 МДж). Було встановлено, що швидкість росту покращувалася з кожним збільшенням вмісту обмінної енергії та зі збільшенням вмісту сирого протеїну до 175 г/кг (10,5 г лізину на

один кг). Оплата корму приростом покращувалася зі збільшенням вмісту сирого протеїну лише до 175 г/кг. Результати показали, що для свиней, які отримували дієти з дефіцитом білка, швидкість відкладення білка була лінійно пов'язана зі вмістом білку у раціоні і не залежала від споживання енергії. Для свиней, які отримували дієту з достатньою кількістю білка, швидкість відкладення білка була пов'язана із споживанням енергії. Вміст жиру у тушах свиней, забитих живою вагою 45 кг, зменшувався при збільшенні вмісту сирого протеїну до 175 г/кг і був вищим у свиней. У свиней які отримували більше 175 г/кг сирого протеїну вміст жиру був вищим порівняно із тими, яких годували раціоном з найнижчим рівнем сирого протеїну. Зафіксовано також вплив окремих амінокислот на ріст свиней [123, 155].

При оцінці рівня годівлі, крім енергетичної та білкової поживності раціону для свиней має велике значення також вміст жиру та клітковини у ньому, через їх можливий вплив на перетравність кормів [139]. Це пов'язане із тим, що у кормах для тварин окремих статевих-вікових груп використовується все більше і більше супутніх продуктів виробництва продуктів харчування людини. Ці продукти часто багаті клітковиною і є відносно низькоенергетичними. Щоб забезпечити достатню концентрацію енергії, дієти зазвичай доповнюють жирами, якщо вони складаються з цих продуктів, багатих клітковиною. Тому, виникає питання, чи впливає цей підвищений рівень жиру та клітковини на засвоюваність поживних речовин. Тому був проведений експеримент [139], щоб з'ясувати вплив рівня жиру й клітковини та їх взаємодії на засвоюваність поживних речовин і використання енергії в кормах для свиней. Раціони з низьким вмістом клітковини (LF, 34 г сирогої клітковини/кг) і з високим вмістом клітковини (HF, 68 г сирогої клітковини/кг) були складені з однаковим вмістом сирого жиру (CFAT) (28 і 26 г/кг). Також у експерименті дослідили вісім раціонів у які додавали 20 або 40 г/кг або свинячого жиру, або соєвої олії до кожного з 2 основних раціонів, було сформовано 10 експериментальних груп які

споживали різні раціони. Кожен раціон згодовували 18 піддослідним тваринам ($83,6 \pm 8,9$ кг), яких розміщували по 3 у 6 загонах. Засвоюваність органічної речовини, сирого протеїну, сирого жиру, некрохмальних полісахаридів, нейтральних детергентних волокон (NDF) і валової енергії була оцінена за результатами аналізу калових проб з використанням нерозчинної в кислоті золи як маркера. Вміст обмінної енергії розраховували відповідно до голландської системи CVB [16]. Споживання раціонів з підвищеним вмістом клітковини зменшувало середньодобове споживання корму ($P = 0,022$) і також тварини на цих раціонах мали тенденцію до зниження середньодобового приросту ($P = 0,074$), але на оплату корму приростом це не вплинуло ($P > 0,05$). Ні рівень вмісту жиру, ні тип жиру не вплинули на продуктивність тварин ($P > 0,05$). Вміст обмінної енергії збільшувався разом зі збільшенням рівня жиру в раціоні ($P < 0,001$), і на нього впливала взаємодія між типом жиру/рівнем включення та вмістом харчових волокон ($P < 0,001$). У раціонах з високим рівнем клітковини перетравність усіх поживних речовин була нижчою ($P < 0,05$), ніж у раціонах з низьким вмістом клітковини, за винятком NDF. Більш високий рівень клітковини в раціоні не вплинув на засвоюваність доданого жиру. Засвоюваність сирого жиру у раціонах з високим рівнем клітковини що містили 20 та 40 г/кг жиру/олії була вищою, ніж у раціоні з нежировими добавками ($P < 0,05$), тоді як суттєвих відмінностей у засвоюваності сирого жиру серед раціонів з низьким рівнем клітковини не спостерігалось ($P > 0,05$). На засвоюваність знежирених органічних речовин, некрохмальних полісахаридів і нейтральнодетергентної клітковини впливав ($P < 0,05$) тип жиру/рівень включення. Виявилось, що підвищення рівня жиру негативно впливає на засвоюваність знежиреної органічної речовини, зокрема нейтральнодетергентної клітковини. З іншого боку, негативний вплив додавання жиру на засвоюваність і обмінної енергії був відносно невеликим у порівнянні з додатковою енергією, доданою жиром [139].

Під рівнем годівлі розуміють не тільки загальну енергетичну та білкову поживність раціону, але і його збалансованість за макро- та мікроелементами. Наприклад, включення фармакологічних рівнів Cu у вигляді сульфату Cu до стартових раціонів для відлучених від свиноматки поросят є звичайною практикою у свинарстві [45, 55]. У дослідженнях [45], було встановлено, що поросята, які після відлучення у 27-30 днів на додачу до основного раціону отримували 200 ppm Cu з сульфату Cu протягом вирощування від 7,9 до 17,7 кг живої маси мали кращі середньодобові прирости ($P < 0,10$), і тенденцію до покращення конверсії корму. При додаванні 200 ppm Cu у вигляді триосновного хлориду було встановлено покращення швидкості росту на 8 %, споживання корму на 5 % і конверсії корму на 4 %, порівняно з контрольними свинями, яким не згодовували добавку Cu [45, 55].

Також тип годівлі є важливим фактором, що впливає на ефективність виробництва та біобезпеку кормів у свинарстві [85]. За даними моніторингу, рідка годівля покращує здоров'я кишечника та знижує кількість випадків сальмонельозу. У дослідженні 320 ферм у Голландії було виявлено, що субклінічна інфекція *Salmonella* була в десять разів нижчою на фермах, які використовують рідку годівлю, ніж на фермах, які використовують сухі суміші. Свині, яких годували рідкими дієтами, як правило, мали кращий середньодобовий приріст живої маси та коефіцієнт конверсії корму, порівняно із дослідними свинями, яких годували сухими кормами [23].

Важливим для виробництва продукції свинарства є підвищення ефективності приросту м'язової тканини. У той час, як у багатьох системах свинарства зараз використовується годівля *ad libitum*, в дослідженнях [43] було з'ясовано, що зміна типу годівлі може вплинути на ефективність використання корму. Дослідники встановили, що хоча режим годівлі не змінював конверсію корму, проте годівля двічі на день зменшувала ожиріння свинок і ріст, не змінюючи поведінковий прояв почуття голоду у свині. Науковці прийшли до висновку, що обмежена годівля двічі на день може

бути методом збільшення відсотка нежирної тканини без негативного впливу на добробут свинок [43].

Ще одним важливим фактором, що впливає на ріст свиней, є температура навколишнього середовища. Сила впливу теплового стресу на ріст свиней і конверсію корму залежить як від температури оточуючого середовища, так і від маси тіла. Через вплив обмеженої годівлі на структуру приросту маси тіла (підвищений приріст не жирової м'ясної тканини і менший ріст жирової тканини), ефективність корму зазвичай підвищується при помірному тепловому стресі. Проте було виявлено, що свині, яких вирощували при температурі вище 30 °С, мають гіршу конверсію корму. Таке зниження ефективності годівлі пояснюється зменшенням кількості споживання енергії, через що знижується кількість доступної енергії, яка може бути використана для росту тканин, що в першу чергу пояснюється значним зниженням споживання корму. Немає сумніву, що тепловий стрес знижує економічну ефективність виробництва, оскільки він значно збільшує час, потрібний тваринам для досягнення товарної забійної маси, незалежно від ефективності використання корму [119].

У дослідженнях було встановлено, що фактори, які впливають на ріст молодих свиней, у переважній більшості також впливають на відтворювальну здатність свиноматок і якість потомства, якщо ці фактори діяли протягом фертильного періоду [34, 102, 107]. На думку інших дослідників, на ознаки відтворювальної здатності свиноматок можуть впливати фактори росту молодих свиней, які діяли на ранніх етапах їх онтогенезу [227, 146]. Час появи першої тічки, продуктивні показники опоросів і тривалість продуктивного життя свиноматки залежать від інтенсивності росту під час вирощування ремонтних свинок, призначених для заміни основних свиноматок [117, 253].

Крім того, важливим фактором, що впливає на ефективність виробництва продукції свинарства є статус здоров'я поголів'я. На думку науковців [44] розуміння того, як хвороби впливають на виробництво, є

обов'язковим для менеджерів свинарських підприємств, щоб кількісно оцінити повний вплив даного фактору на продуктивність свиней, якість туші та чистий прибуток. У проведеному експерименті [44] поросята з середньою початковою масою тіла $13,1 \pm 0,2$ кг, були розміщені у трьох свинарниках в залежності від їх стану здоров'я, визначеного діагностичними оцінками. Ці три групи свиней були охарактеризовані як ті що мають низький ризик захворювань (LCh), з помірним ризиком (MCh) і з високим ризиком (HCh). Перед початком експерименту всі групи свиней дали позитивний результат на інфікування вірусом репродуктивно-респіраторного синдрому. Крім того, у свинарниках MCh та HCh було виявлено зараження вірусом свинячого грипу типу А, зараження відбулось природним шляхом. У групі з низьким статусом здоров'я спостерігали зниження показників середньодобових приростів, добового споживання корму та погіршення конверсії корму ($P < 0,001$). Також у цій групі спостерігали підвищений рівень смертності поросят ($P < 0,001$). Зниження середньодобових приростів спричинило збільшення вік досягнення товарної маси на 10 і 15 днів у групах з середнім та низьким рівнем здоров'я відносно до групи з високим рівнем здоров'я ($P < 0,001$). Жодних відмінностей між групами не спостерігалось для показника виходу м'яса з туші та відсотку жиру ($P > 0,10$). Фінансові втрати, пов'язані з різницею у тяжкості захворювання, яка мала місце в даному дослідженні, становили від 8,49 до 29,82 доларів США на голову, залежно від вартості кормів і ринкових цін на свиней. Підсумовуючи, посилення тяжкості захворювань у комерційних умовах знизило середньодобові прирости на 8 % і 14 % і призвело до смертності до 19,9 %. Втрати від 8,49 до 29,82 доларів на реалізовану голову, підкреслюють потенційну величину економічного впливу супутніх захворювань змішаної етіології у виробництві свинини.

Ще одним фактором, що впливає на відтворювальні якості свиней є метод запліднення. Використання штучного осіменіння для розведення свиней відіграло важливу роль у сприянні глобальному покращенню фертильності, генетичного потенціалу та здоров'я стада [101]. Проте, поряд

із перевагами, штучне осіменіння може мати негативний вплив на багатоплідність ($-0,5$ голів, $P < 0,05$) [83]. Також, за даними дослідників [121] метод штучного осіменіння може впливати на кількість поросят у гнізді ($P < 0,05$), дані автори встановили, що при застосуванні постцервікального осіменіння багатоплідність зменшилась з 11,3 до 11,1 порівняно з цервікальним методом.

На відтворювальну здатність свиноматок можуть впливати умови їх утримання під час опоросу. В дослідженнях [5] було встановлено, що конструкція станка для опоросу впливає на відсоток смертності новонароджених поросят у гнізді ($P = 0,004$). У дослідженнях [120] було виявлено взаємозв'язок між типом станку для опороса та кількістю відлучених поросят ($P = 0,02$), збереженістю поросят до відлучення ($P = 0,01$) і кількістю загиблих поросят через придавлення свиноматкою ($P = 0,01$). Аналогічні результати, щодо значущого впливу типу станка для опороса на відтворювальну здатність свиноматок були отримані і у дослідженнях інших науковців [41, 70, 21].

На відтворювальну здатність впливає різне розташування (діагональне чи пряме) фіксуєчих станків в боксі [235, 244]. У дослідженнях [244] було встановлено, що пряме розташування фіксуєчого станку для опоросу, порівняно з діагональним, зумовило підвищення кількості поросят при відлученні – на 0,6 кг ($P < 0,95$); покращило їх збереженість до відлучення на 5,1 % ($P < 0,01$); та сприяло кращій вирівняності гнізда при відлученні – на 25,0 % ($P < 0,01$).

Таким чином, дослідження впливу паратипових чинників на відтворювальну здатність свиноматок є актуальним і сприятиме створенню оптимальних умов для отримання високої продуктивності свиноматок за результатами опоросів з урахуванням благополуччя свиней.

1.2. Вплив генетичних факторів на продуктивність свиней

У свинарстві селекцію проводять з чистопородними лініями, а кінцевим продуктом є товарна гібридна свиня. Інформацію отриману в результаті відгодівлі гібридних свиней також використовують у селекційних цілях для оцінки племінної цінності вихідних порід і розробки найбільш продуктивних схем схрещування [78, 113, 126, 206, 207, 208, 213]. Вибір відповідного генотипу для конкретних умов промислового розведення є вирішальним кроком для виробництва продукції свинарства. Продуктивність і придатність різних генотипів перевіряються експериментальними випробуваннями [126, 183].

Продуктивні ознаки сільськогосподарських тварин є результатом адитивної дії генів, проте на кількісні ознаки впливають як генотип, так і середовище. У результаті господарсько-корисні ознаки можуть бути покращені як негенетичними, так і генетичними заходами [126, 215, 239].

Геномне прогнозування використовує маркерні генотипи, розподілені по всьому геному, для відстеження успадкування фрагментів хромосом і кількісного визначення їх внеску в покращення чи погіршення селекційних ознак. Генотипування спричиняє додаткові витрати на програму селекційного вдосконалення, тому ці витрати повинні бути компенсовані суттєвим покращенням продуктивності та пришвидшенням селекційного прогресу, щоб отримати чисту вигоду від впровадження геноміки в покращенні продуктивності свиней. Геномна інформація використовується для більш надійного прогнозування племінної цінності ремонтного молодняку, ніж у випадку використання лише родоводу та інформації про фенотипічні показники. Більш точне геномне передбачення індексу племінної цінності ремонтного молодняку призводить до швидшого генетичного прогресу. Крім того, технологія дозволяє добре використовувати фенотипові показники з різних джерел, включаючи нащадків нуклеусних тварин, продуктивність яких вимірюється в товарному секторі. Це полегшує

відбір племінного ядра, щоб включати більш надійні прогнози щодо стійкості до хвороб, якості туші та м'яса, а особливо інших продуктивних ознак які мають низьку успадкованість або тих, що вимірюються на пізніх стадіях життя. Також геномна селекція полегшує безпосередній цільовий відбір на продуктивність помісного, а не чистопородного поголів'я. У сукупності ці особливості дозволяють геномному прогнозу забезпечувати більш збалансовану оптимальну селекцію з урахуванням всіх суттєвих ознак, які впливають на дохід і собівартість виробництва продукції свинарства. Реалізацію всього потенціалу підвищення ефективності від використання геноміки не можливо забезпечити лише за допомогою простого генотипування нуклеусних тварин і використання цієї інформації для прогнозування, перевірка отриманих результатів на товарному поголів'ї є необхідною ланкою ефективною геномної селекції [69].

Більшість важливих ознак мають економічну та господарську цінність і в достатній мірі успадковуються для ефективного відбору на генетичному рівні [126]. Фенотипова цінність (P) індивідуума є сумарним ефектом генотипічної цінності (G) і відхилення обумовленого впливом зовнішнього середовища (E): $P = G + E$, тоді як генотипова цінність є сукупним ефектом усіх генетичних ефектів, включаючи ядерні і мітохондріальні гени, а також їх взаємодію [98, 126].

Науковці [105] припустили, що порівняно з сучасними швидкозростаючими генотипами свиней продуктивність тварин традиційних порід буде менше погіршена обмеженим доступом до концентрованих кормів, і надалі традиційний генотип демонструватиме підвищену міцність з точки зору імунної відповіді та мікробного складу кишечника. Науковці дослідили вплив генотипу свиней на їх продуктивність, концентрацію поживних мікроелементів у плазмі крові, імунну відповідь і склад фекалійної мікробіоти на 72 свинях, яких відгодовували від 34 до 105 кг живої маси. Піддослідні свині мали різне походження, половина з них належала до «традиційного» поєднання (темворс × (ландрас × йоркшир)), друга половина

до «сучасного» поєднання (дюрок × (ландрас × йоркшир)). В результаті експерименту було встановлено, що тварини традиційного поєднання мали на 20 % нижчий добовий приріст живої маси та використовували на 25 % більше корму на один кг приросту порівняно з свинями «сучасного» поєднання.

Відбір на високу продуктивність був довгостроковим фокусом програм розведення свиней у всьому світі, однак, на думку деяких вчених [75], відбір тільки на продуктивність має несприятливі наслідки для здоров'я та ряду метаболічних і репродуктивних ознак різних видів. При дослідженні взаємозв'язку між високими фізіологічними потребами, здоров'ям і благополуччям свиней, вчені [147] дійшли до висновку, що високопродуктивні свині мають більше труднощів у подоланні викликів навколишнього середовища та більш сприйнятливі до стресу та хвороб через збільшення поведінкових, фізіологічних та імунологічних проблем. Як наслідок, стає все більш важливим впровадження програм розведення, які оптимізують продуктивність у різних середовищах без будь-яких компромісів у здоров'ї тварин і добробуті свиней. Цей підхід ґрунтується на балансі між ресурсами, доступними для свиней, враховуючи обмеження навколишнього середовища, і вимогами генотипу до продуктивності.

І хоча на даному етапі геномна селекція застосовується переважно у розведенні великої рогатої худоби молочного напрямку для покращення генетичного прогресу чистопородних тварин, останніми роками вона все більше поширюється і у галузі свинарства [78]. Враховуючи, що у свинарстві, на відміну від скотарства, більшість тварин є кросбредними, то для застосування геномної селекції потрібна інша стратегія, відмінна від тієї, що застосовують у галузі скотарства. Джерело інформації, яке використовується для оцінки племінної цінності, тобто використання даних щодо фенотипу гібридних або чистопорідних тварин, може вплинути на точність прогнозу племінної цінності. У дослідженнях [78] було оцінено точність прямої геномної оцінки племінної цінності кросбредних та

чистопорідних свиней з використанням різних джерел фенотипової інформації. Використовувалися дані трьох популяцій: 2078 голландських ландрасів, 2301 великих білих і 497 гібридів F1 цих двох порід. Проаналізовано дві відтворювальні ознаки самок: тривалість поросності (GLE) і загальну кількість народжених порослят (TNB). Фенотипові дані, зібрані на кросбредних та чистопорідних тваринах, аналізували як окремі ознаки за допомогою моделі з однією ознакою. Племінні цінності оцінювали окремо для кожної ознаки за використання моделі BLUP. Точність прогнозу обчислювалася як співвідношення між прямою геномною цінністю і оціночною геномною цінністю. Автори зробили висновок, що використання батьківської чистопорідної популяції для прогнозування генетичної цінності гібридних свинок призначених для одержання товарних свиней мало нульову або помірну передбачувану здатність. Для того, щоб оцінити якість гібридного поголів'я (проміжну форму призначену для відтворення товарного молодняку) потрібно у моделі крім даних продуктивності чистопорідного батьківського поголів'я використовувати також фенотипові дані гібридного молодняку, щоб збільшити надійність оцінок і, як наслідок, точність прямої геномною оцінки для селекційної цінності кросбредних свиноматок [78].

Дослідженнями [126] було встановлено, що на продуктивність та лінійні проміри тіла свиней, серед генетично-обумовлених факторів найбільший вплив мали генотип і стать, вони були основним джерелом мінливості майже всіх досліджуваних ознак. Автори дійшли до висновку, що покращення виробничих характеристик свиней можливе шляхом маніпулювання генотипом, шляхом застосування різних схем схрещування.

Взаємодію між генетикою та годівлею досліджували досить багато вчених [1, 27, 28]. Слід зазначити, що досліджували як взаємодію адитивного генотипу з годівлею [72, 131], так і взаємодію з годівлею генотипу за окремими локусами [27, 91, 188].

У експериментах з годівлі свиней науковці [7] дійшли висновку, що тварини з різними генотипами мають різні потреби в поживних речовинах для високої продуктивності росту, а також відрізняються щодо потреб у кількості спожитого корму та ефективності конверсії корму.

Для оцінки генетичної цінності свиней найбільш поширеним методом на даному етапі є використання SNP ДНК-маркерів. На думку вчених [90] однонуклеотидні поліморфізми (SNP) є одним із найпоширеніших типів поліморфізмів послідовностей у геномі, є найбільш придатними маркерами для картування генетичних зв'язків та реконструкції гаплотипу. Протягом останнього десятиліття маркери SNP набули значного розвитку через їх високу стабільність, щільність і високоавтоматизований спосіб виявлення та проведення аналізів. Проте лише обмежена кількість SNP була ідентифікована у свині, виду, який має значне економічне та медичне значення. Наразі доступно кілька тисяч SNP у свиней, і вони були в основному ідентифіковані в експресованих генах за допомогою методів *in vitro* [57], або шляхом пошуку секвенційних міток, експресованих у свиней (EST) [90, 172]. Сканування геному з високою щільністю SNP виявилось ефективним інструментом у дослідженнях повногеномних асоціацій для ідентифікації генів, залучених до складних генетичних ознак. Щільність SNP у свиней приблизно в чотири рази вища, ніж у людей. SNP у середньому знаходять на кожні 300-400 пар нуклеотидів ДНК свиней.

Таким чином, генетичний контроль тварин на предмет встановлення носіїв бажаних генотипів продуктивних ознак і поширення таких модельних особин у стадах шляхом планового відбору є одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасної аграрної науки та виробництва, на що вказується у роботах багатьох науковців [221, 237]. Завдяки успіхам молекулярної генетики щодо пошуку асоціацій генів із продуктивними якостями тварин, можна спрямовано формувати генофонд із необхідними генними поєднаннями. Крім того ДНК-типсування має низку переваг таких як: аналіз генотипу не залежить від впливу зовнішнього середовища та надає можливість відбирати та

підбирати генетично кращих тварин на ранніх етапах їх онтогенетичного розвитку.

1.3. Однонуклеотидні ДНК-маркери в селекції свиней

На теперешній час, в селекції свиней використовують досить велику кількість ДНК-маркерів, що пов'язані із генами, білковий продукт яких, відіграє значну роль у формуванні або регуляції біохімічних та фізіологічних процесів. Сам ген при цьому повинен мати різні алельні варіанти (поліморфізм), які пов'язані з варіативністю рівня продуктивності [2, 261, 247, 148, 54, 18].

На думку ряду авторів [82, 87, 114, 125, 128, 150, 170, 195, 199, 201, 202, 230, 256] до основних генів QTL (quantitative trait loci – локуси кількісних ознак), за якими в Україні проводять оцінку свиней, належать: ген ріанодинового рецептора *RYR1*, пролактинового рецептора *PRLR*, естрогенового рецептора *ESR1* та меланокортинрецептора 4 *MC4R*.

Також є перспективними для використання у маркер-асоційованій селекції гени гормону росту (*GH* [59, 40, 182]), інсуліноподібного фактору росту – 2 (*IGF-2* [133, 132, 175, 4, 189, 129, 6]), катепсинів L, F, S (*CTSL*, *CTSF*, *CTSS* [154, 60, 153, 62, 51, 63, 144, 10, 209]) та лептину (*LEP* [67, 163, 11, 159, 88]).

Мутація в ріанодинрецепторному гені (*RYR1*) призводить до погіршення якості м'яса і появи таких проблем як PSE (бліде-м'яке-ексудативне м'ясо) та DFD (темне-щільне-сухе м'ясо). Згідно з вимогами Європейського стандарту „SEUROП” кнури-плідники м'ясних порід не повинні бути носіями мутантної алелі *RYR1*-n. У зв'язку з чим усі кнури, що задіяні у селекційному процесі, повинні бути протестовані. Для порід інших напрямів продуктивності наявність даної алелі також є не бажаною [15, 74, 173].

Генетико-популяційний аналіз свиней за локусом *RYR1* [245], показав, що у популяціях миргородської, великої білої та полтавської м'ясної порід частоти мутантної алелі *n* виявилися набагато нижчими, ніж у стадах ландраса та п'єтрена.

Гени пролактинового та естрогенового рецепторів є основними генами, що пов'язані із відтворювальними здатностями свиней, а саме із багатоплідністю маток та кількісними й якісними показниками спермопродукції кнурів [106, 255].

У дослідженнях [224], проведених на чистопородних свинях великої білої породи, було встановлено вірогідний зв'язок між наявністю в генотипі свиноматок великої білої породи алелі *ESR-B* та рівнем їх багатоплідності. В середньому, присутність в генотипі свиноматок однієї такої алелі збільшує рівень їх багатоплідності на 0,482-0,488 поросят на опорос. За масою гнізда при народженні та великоплідністю свиноматок тварини із гетерозиготним генотипом *ESR-AB* мали деяку перевагу над тваринами, із гомозиготними генотипами *ESR-AA* та *ESR-BB*.

Схожі результати були отримані на п'яти різних породах і у інших дослідженнях [36], де було встановлено, що свиноматки бажаного гомозиготного генотипу *ESR-BB* мають більшу кількість народжених поросят за опорос на 1,40-3,37 голови та вищу багатоплідність на 0,63-3,58 голови, порівняно із свиноматками генотипу *ESR-AA*.

Проте, при дослідженні впливу поліморфізму гена *ESR* на відтворювальні якості свиней породи польський ландрас [97], були отримані протилежні результати: перевагу за показниками відтворювальної здатності мали тварини із генотипом *ESR-AA*, водночас дана різниця не була підтверджена статистично.

Таким чином, не зважаючи на досить велику кількість досліджень даного гена, отримані результати можуть відрізнитись в залежності від породи свиней та інших факторів.

У дослідженнях Топіхи В. С., Крамаренко С. С., & Лугового С. І. [250] при здійсненні геногеографічної характеристики та аналізу рівня генетичного різноманіття свиней, які розводяться в різних регіонах України, за геном ESR встановлено, що на територіях, де були найбільш відчутні наслідки аварії на ЧАЕС, відмічається збільшення частоти алелі ESR-B, яке може бути пов'язаним із підвищенням резистентності особин-носіїв даної алелі до антропогенних факторів.

Зустрічаються дані досліджень, щодо впливу гена пролактину на репродуктивні, відгодівельні якості та інтенсивність росту свиней [169].

Також перспективним для використання у маркер-асоційованій селекції є поліморфізм гена гормону росту (*GH*, growth hormone gene), який бере участь у контролі м'ясних і відгодівельних якостей свиней. У дослідженнях [246], проведених на свинях внутрішньопородного типу УВБ-3 алель *GH-B* виявлено не було, також і у місцевих породах УСБ і УСР дана алель була відсутня, у низці інших порід, що розводять в Україні цей ген сегрегуював з різною частотою альтернативних алелів. При вивченні впливу поліморфізму *GH* на продуктивні якості чистокровних свиней породи ландрас [65], було встановлено, що тварини з генотипом *GH-AA* мали більш високі середньодобові прирости ($P = 0,0001$), тоді як генотип *GH-BB* був пов'язаний з більш високими оцінками племінної цінності за товщиною шпику ($P = 0,0004$).

У роботі Knorr C. et al [100] на гібридному поголів'ї отриманому при поєднанні дикого кабана з породою п'єтрен (292 голів) та при поєднанні порід мейшан і п'єтрен (310 голів), було встановлено, що у свиней поєднання мейшан і п'єтрен було виявлено вісім ознак, пов'язаних із м'ясністю, на які встановлено суттєвий вплив генотипу за геном *GH*, тоді як у гібридів отриманих від поєднання дикого кабана з породою п'єтрен не було виявлено значущих асоціацій із продуктивними ознаками.

Ген інсуліноподібного фактора росту *IGF-2*, локалізований на хромосомі 2 (SSC2), і за даними літературних джерел впливає на ріст м'язів,

відкладення жиру та розмір серця у свиней. Даний QTL викликаний заміщенням нуклеотидів у інтроні-3 [132, 175, 84]. Для *IGF-2*, виявлено також заміну GA в екзоні 2 [99], що спричиняє збільшення виходу м'яса у туші [133]. Крім того, зустрічаються дані, щодо збільшення розміру гнізда у свиноматок породи Black Pied Preštice із генотипами *IGF-2-AB* та *IGF-2-BB* порівняно із тваринами, що мали генотип *IGF-2-AA* [80].

В дослідженнях Vukoukalova Z. et al [184], проведених на свинях великої білої породи, було встановлено вірогідний вплив поліморфізмів *IGF2 -in3-G3072A* та *IGF2 -in7-G162C (IGF2-Nci I)* на товщину шпику та вихід пісного м'яса.

Результати, отримані Kolarikova O. et al [103], засвідчили значущу різницю у живій масі ($P < 0,05$) між групами свиней генотипів *IGF-2-AB* та *IGF-2-BB* на початку експерименту. Однак наступні вимірювання не підтвердили постійний характер отриманого результату. У групі генотипів *IGF-2-BB* не спостерігалось суттєво вищої інтенсивності росту, середньодобового приросту, товщини м'язів та нижчого споживання корму на 1 кг приросту. Натомість, собівартість отриманої продукції від свиней з генотипом *IGF-2-BB* була вище, ніж у свиней генотипу *IGF-2-AB*.

Гени катепсинів за фізіологічною функцією білків, які вони кодують, та локалізацією в регіонах певних QTLs відносять до кандидатних генів, що беруть участь у контролі ознак м'ясної продуктивності свиней, якості м'яса і структури туші [154, 60, 153, 62, 51, 63, 144, 10]. Крім того, гени катепсинів *CTSS*, *CTSL*, *CTSB*, *CTSK* пов'язують із процесами дозрівання м'язової тканини в тушах в період автолізу, що має велике значення для формування показників консистенції і смакових якостей м'яса [181].

Як зазначають Balatsky V. N. et al [12], при дослідженні семи порід свиней, що розводяться в Україні (велика біла української селекції, велика чорна, полтавська м'ясна, миргородська, українська степова ряба, ландрас та українська степова біла), а також європейської м'ясної породи п'єтрєн і типової породи сального напрямку мейшан, було встановлено специфічні для

порід відмінності у частотах алелів та інформативності поліморфізмів у генах *CTSB*, *CTSL*, *CTSS* та *CTSK* в українських породах. Сегрегація SNP в кандидатних генах якості м'яса, що демонструють середній або високий рівень поліморфізму в українських породах – миргородська, українська степова ряба та велика чорна представляє інтерес для подальшого оцінювання в дослідженнях з метою доповнення селекційних індексів молекулярною інформацією.

При аналізі однонуклеотидного поліморфізму g.22G>C гена *CTSF* у популяції свиней великої білої породи української селекції було досліджено зв'язок генотипів даного поліморфізму з фізичними та хімічними показниками якості м'яса свиней. Встановлено вірогідний вплив генотипу за однонуклеотидним поліморфізмом g.22G>C гена *CTSF* на показники вологоутримуючої здатності м'яса ($\eta^2 = 6,39\%$; $P = 0,03$), енергетичної цінності ($\eta^2 = 6,51\%$; $P = 0,036$), загальної вологи ($\eta^2 = 6,54\%$; $P = 0,035$) та вмісту кальцію ($\eta^2 = 6,33\%$; $P = 0,042$) у м'ясі [209].

Було проведено генетичний аналіз [13] популяції свиней великої білої породи української селекції за генетичними маркерами *LEP* SNP g.3469 T>C, *LEP* SNP g.2845 A>T та *CTSF* SNP g.22 C>G. Було здійснено розподіл проб м'яса за рівнями якості PSE, NOR та DFD і встановлено, що більшість зразків мали ознаки помірно вираженого ($n = 22$) та слабо вираженого ($n = 59$) дефекту PSE (світле, м'яке, ексудативне м'ясо). Розраховані коефіцієнти взаємної кон'югації Чупрова між генотипами для досліджуваних SNP та рівнів якості м'яса показали помірний взаємозв'язок між генотипами *LEP* SNP g.2845 A>T й *CTSF* SNP g.22 C>G та рівнем якості м'яса, $K = 0,26$ і $0,24$ відповідно. Встановлено, що м'ясо гетерозиготних свиней за *CTSF* SNP g.22 C>G (g.22GC) характеризується більш високим загальним показником якості м'яса (4.6) порівняно з м'ясом гомозиготних тварин g.22GG (4,2; $p \leq 0,05$) та g.22CC (3,9; $p \leq 0,01$).

Кандидатними генами до QTL є, також, гени лептину (*LEP*, leptin gene) та рецептора лептину (*LEPR*, leptin receptor gene), які відіграють важливу

роль у регуляції ліпідного обміну та інших комерційно важливих характеристик свиней і це регулювання, як відомо, є специфічним для різних порід [11, 67, 163]. Згідно з літературними даними, генетичні маркери *LEPR* (SNP с.1987C>T) та *LEPR* (SNP с.232T>A) крім м'ясних якостей асоційовані також з ознаками відгодівельних якостей [11, 159].

У результаті генетичного та асоціативного аналізу однонуклеотидних поліморфізмів (SNP) генів *LEP* g.3469 T>C, *LEP* g.2845 A>T, *LEP* g.3996 T>C, *CTSF* g.22 C ≤ G [238] свиней великої білої породи української селекції, було встановлено, що SNP *LEP* g.3469 T > C впливає на вміст протеїну, втрати вологи в м'ясі за термічної обробки, а також на вміст вологи у хребтовому салі; SNP *LEP* g.2845 A > T асоційований з вологоутримуючою здатністю м'яса, вмістом внутрішньом'язового жиру та рівнем вологи у салі; SNP *CTSF* g.22 C ≤ G має зв'язок з показниками вмісту жиру та кальцію в м'ясі.

Однією з особливостей метаболізму свиней української селекції є їхня схильність до значно більшого накопичення жиру порівняно зі свинями цих же порід європейського походження [165, 177, 179]. Як негенетичні фактори, такі як система годівлі свиней [13, 108] або температура середовища [211], так і генетичні фактори, такі як генотип за ДНК-маркером *MC4R* [58, 92, 112], впливають на інтенсивність росту та відкладення жиру в туші.

На відміну від людського гена меланокортин-4-рецептора, для якого було описано багато поліморфних варіантів, деякі з яких пов'язані з апетитом і ожирінням [42, 46, 115], дуже мало поліморфних варіантів гена *MC4R* було знайдено у геномі свиней [17, 58, 111]. Велика кількість вчених вважають заміну Asp298Asn найбільш практичним поліморфізмом гена меланокортин-4-рецептора [58, 71, 196]. Однак у деяких дослідженнях вплив гена *MC4R* на швидкість росту та товщину сала не було підтверджено [52, 137].

Ген рецептора меланокортину 4 (SNP с.1426 G>A) впливає на відгодівельні якості свиней [92] і відкладання жиру [109]. Меланокортин-рецептор асоційований з регулюванням травлення та засвоєнням поживних

речовин і в подальшому контролем енергетичного балансу та підвищенням приростів живої маси за рахунок підвищеного апетиту [230, 37, 156, 81, 95, 96, 127, 220, 137].

Поліморфізм у гені *MC4R*, викликає заміну Asp–Asn (Аспарагінова кислота – Аспарагін) в положенні 298 відповідного білка *MC4R* і вважається економічно важливим, хоча опубліковані результати щодо його ефекту досить суперечливі [48, 93, 94, 164]. Наприклад, аналіз зв'язку цього поліморфізму *MC4R* з господарсько-корисними ознаками порід польської великої білої та польського ландраса, а також синтетичної лінії 990, не виявив значущого впливу цього поліморфізму на витрати корму та товщину шпику. Проте було встановлено, що тварини польського ландраса з алеллю *MC4R-A* мали вищі середньодобові прирости та нижчий рівень внутрішньом'язового жиру і, навпаки, тварини польської великої білої породи з алелем *MC4R-A* характеризувались підвищенням рівня внутрішньом'язового жиру [164].

У роботі Davoli, R. et al [48] також відмічено, що хоча однонуклеотидний поліморфізм гена *MC4R* (с.1426G>A) є пов'язаним із середньодобовим приростом, споживанням кормів та м'ясними якостями, але отримані суперечливі результати щодо впливу даного гена на м'ясну продуктивність є підставою для продовження досліджень у даному напрямі. При аналізі даного поліморфізму у породах свиней – італійська велика біла та італійський дюрорк, було встановлено його значущий вплив на середньодобовий приріст, конверсію корму та вагу окорока для обох порід, а також вплив на площу «м'язового вічка» для породи італійський дюрорк та на товщину шпику для породи італійська велика біла.

У дослідженнях Fontanesi, L. et al [61] також було встановлено вплив поліморфізму гена *MC4R* (с.892G>A) на товщину шпику у свиней італійської білої породи ($P < 0,01$). Крім того встановлено значущий вплив р.Asp298Asn мутації у гені *MC4R* на середньодобовий приріст ($P < 0,05$) та конверсію корму ($P < 0,05$).

Дослідженнями на великій білій породі свиней проведеними в Україні [230] було встановлено, що ген *MC4R* характеризується високою поліморфністю у всіх досліджених стадах, за виключенням ДСПГ «Христинівське» УААН, де всі досліджені тварини мали генотип *MC4R^{AA}*. У ВАТ агрокомбінат «Калита» частота розподілу генотипів *MC4R^{GA}* та *MC4R^{AA}* складала, відповідно, 0,56 і 0,42, а частота алелей складала 0,68 для *MC4R^A* та 0,32 для алелі *MC4R^G*. У СП ТОВ «Нива Переяславщини» виявлено однакову кількість тварин з генотипами *MC4R^{GG}* та *MC4R^{GA}* (0,42), а частоти між алелями *MC4R^G* і *MC4R^A* були розподілені 0,47 і 0,53 відповідно. У тварин ВАТ «Маки» переважав генотип *MC4R^{AA}* із частотою 0,8. Водночас не було виявлено тварин гомозиготних за алеллю М (*MC4R^G*), хоча алелі *MC4R^G* і *MC4R^A* зустрічалися із частотою відповідно 0,47 та 0,53.

У дослідженнях [9] при аналізі генетичної структури 11 порід та типів свиней різного походження і напряму продуктивності за десятьма локусами кількісних ознак встановлено, що розподіл частот алелей за геном *MC4R* залежить від напряму продуктивності породи.

Результати дослідження [93] показали, що поліморфізм *MC4R* не впливає на товщину шпику ($P < 0,13$), проте він був вірогідно пов'язаний із середньодобовим приростом ($P < 0,01$) та вмістом пісного м'яса ($P < 0,04$).

У дослідженнях [135] було доведено вплив поліморфізму *MC4R* на ознаки росту та відкладення жиру (жива маса у віці 140 діб та товщина шпику), на склад туші (вага окостів та передніх ніг) та на якісні показники м'яса та сала (вміст жирних кислот; параметри кольору м'яса).

Суперечливі результати, отримані різними вченими щодо впливу гена рецептора меланокортину-4 на показники росту та утворення жирової тканини, стали однією з причин проведення наших досліджень. Іншою причиною є недостатня кількість робіт, у яких досліджували можливість корекції ефекту цього ДНК-маркера шляхом регулювання рівня годівлі свиней [27]. У зв'язку з цим з'ясувати вплив генотипу *MC4R* на ріст і товщину шпику піддослідних свиней та встановити можливість корекції

впливу поліморфізму гена рецептора меланокортину-4 шляхом коригування раціону є актуальним завданням.

1.4. Обґрунтування вибору напрямів власних досліджень

Одним із важливих кроків для вирішення проблеми виробництва м'яса в країні є підвищення ефективності ведення галузі свинарства. Як одна з тваринницьких галузей, свинарство може вирішити це завдання, використовуючи високопродуктивні генотипи, новітні технології годівлі та утримання, автоматизацію та комп'ютеризацію процесів селекції [205].

При чому, ефективність виробництва свинини в найбільшій мірі залежить від системи годівлі тварин та раціонального використання генетичного потенціалу різних порід, типів і ліній свиней [231].

Численні дослідження показали, що свині різних генотипів відрізняються за відтворювальними та відгодівельними якостями, м'ясною продуктивністю, резистентністю до інфекційних хвороб, а також фізико-хімічними властивостями м'яса та сала. Це вказує на те, що кожному генотипу потрібно створити умови, які дозволять йому максимально реалізувати свій потенціал продуктивності. Таким чином, розробка породних технологій (до яких відноситься і годівля в залежності від генотипу) сприятиме більш повній відповідності умов розведення біологічним особливостям свиней, що є дуже важливим для ефективного свинарства. У зв'язку з цим, є актуальним завданням розробка технологій утримання і диференційованих норм годівлі у свинарстві, які будуть враховувати напрям продуктивності в залежності від генотипу [252].

За даними різних вчених [48, 61, 135] ген рецептора меланокортину 4 може мати суттєвий вплив на основні показники відгодівельної продуктивності (такі як середньодобові прирости, вік досягнення живої маси 100 кг) та м'ясність туш (товщина шпику), проте результати можуть відрізнятися в залежності від породи та рівня годівлі [27] і для того, щоб

реалізувати генетичний потенціал свиней з різним генотипом за маркером *MC4R* необхідно забезпечити для них різну годівлю з урахуванням їх генетичних особливостей.

Таким чином, дослідження впливу взаємодії генотипу за ДНК-маркером *MC4R* та рівня годівлі свинок під час вирощування на їх подальшу відтворювальну здатність, ріст і розвиток потомства сприятиме удосконаленню системи ведення галузі свинарства, що покращуватиме її ефективність, коригуючи стратегії годівлі в залежності від генотипу свиней.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження за темою дисертаційної роботи були проведені упродовж 2020-2024 рр. в умовах ТОВ «Максі 2010» Полтавської області, лабораторії селекції та розведення свиней і лабораторії генетики Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН, відповідно до загальної схеми досліджень (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Загальна схема досліджень

Для генетичних досліджень було відібрано 50 зразків крові від поросят (свинок) двопородного поєднання (велика біла × ландрас) репродуктивного стада господарства «Максі 2010». Усі експерименти проводились відповідно до «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1985 р.) та Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 3447-IV відредаговано 08.04.2017. Комісія з питань біоетики Інституту свинарства та агропромислового виробництва схвалила методику проведення досліджень (протокол № 2 від 10.12.2020 р.).

Генетичні дослідження проводились в лабораторії Інституту свинарства та агропромислового виробництва атестованій за ДСТУ ISO 10012:2005. Геномну ДНК виділяли з 200 мкл крові за допомогою «Chelex 100» (Bio-Rad Laboratories, Inc., USA) [185, 186]. Метод ПЛР-ПДРФ використовувався для типування ДНК [222]. Фрагмент гена *MC4R* (*MC4R* / SNP с.1426 G>A / 2-й екзон / номер доступу NCBI rs 178554175 / Asp >Asn), що складається з 220 пар нуклеотидів, був ампліфікований за допомогою пари специфічних праймерів: Forward: 5'- TGATTTCAGGATCTATTGCTACTA -3' і Revers: 5'- TATACTGTCTGCTTGTGCTTAAG -3' [93]. Реакції ПЛР проводили в 25 мкл (кінцевий об'єм) суміші, що містила 10–100 мг геномної ДНК, 200 нМ прямого та зворотного праймерів, 2,5 мМ MgCl₂, 0,25 мМ кожного з dNTP та одну одиницю рекомбінантної Taq ДНК полімерази (Thermoscientific, ЄС). Програма ПЛР-ампліфікації: 95 °С – 2 хвилини; 30 циклів: 95 °С – 30 с, відпал праймерів 52 °С – 30 с, 72 °С – 105 с; 72 °С – 7 хв. Для проведення ПЛР використовували термоциклер «Терцик-2» (DNA Technology, РФ). Фрагмент ампліфікації гена *MC4R* рестрикували ферментом *Taq I* (Thermo Fisher Scientific, Литва) при 65 °С – 3 години, що призвело до появи рестрикційних фрагментів, специфічних для таких генотипів гена *MC4R*: AA – 220. п.н., AG – 220, 150, 70 п.н., GG: 150, 70 п.н. (рис. 2.2).

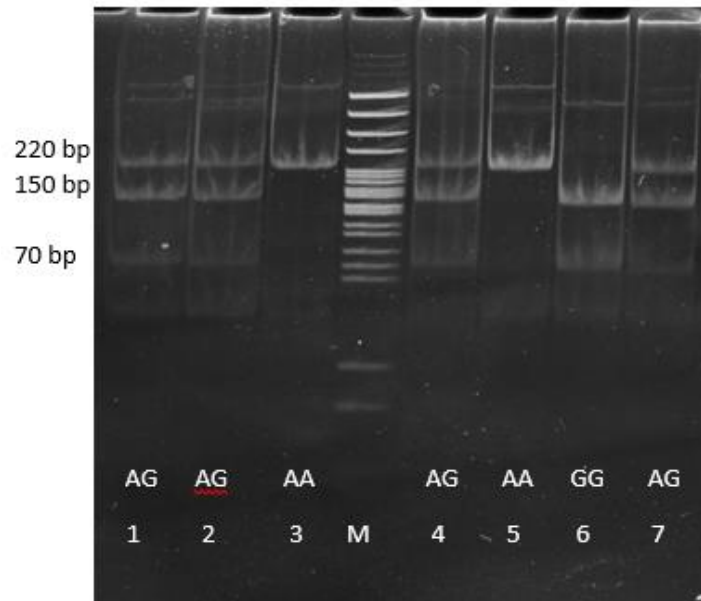


Рис. 2.2. Електрофореграма продуктів рестрикції Таq I локусу ДНК *MC4R* у 3,5 % агарозному гелі: 1, 2, 4, 7 – експериментальні тварини з генотипом AG; 3, 5 – з генотипом AA; 6 – з генотипом GG; М є маркером молекулярної маси pBR322 DNA-MspI

Програмне забезпечення GenAlEx 6.0 [140] використовувалося для розрахунку частот алелів, частот генотипів і показника інформаційного вмісту поліморфізму (PIC).

Достовірність відмінностей між спостережуваними частотами генотипів і очікуваними частотами генотипів розраховували за допомогою критерію χ^2 квадрат.

Після отримання результатів типування за геном рецептора меланокортину 4, піддослідні свинки були розділені за генотипом та в межах одного генотипу ще на дві групи яким було встановлено різні раціони годівлі, як це показано на схемі (рис. 2.3).

Тварин у господарстві годували комбікормом, збалансованим за нормами годівлі племінних ремонтних свинок [242, 223]. Поросяттам-сисунам давали престаартерний комбікорм, який містив 231 г сирого протеїну, 11,1 г лізину та 15,4 МДж обмінної енергії на 1 кг сухої речовини. Починаючи з відлучення, поросят з різними генотипами розподіляли на групи (за

принципом аналогів), які отримували різні види годівлі, дві групи свинок отримували нормований раціон, основні показники поживності якого наведені у таблиці 2.1.

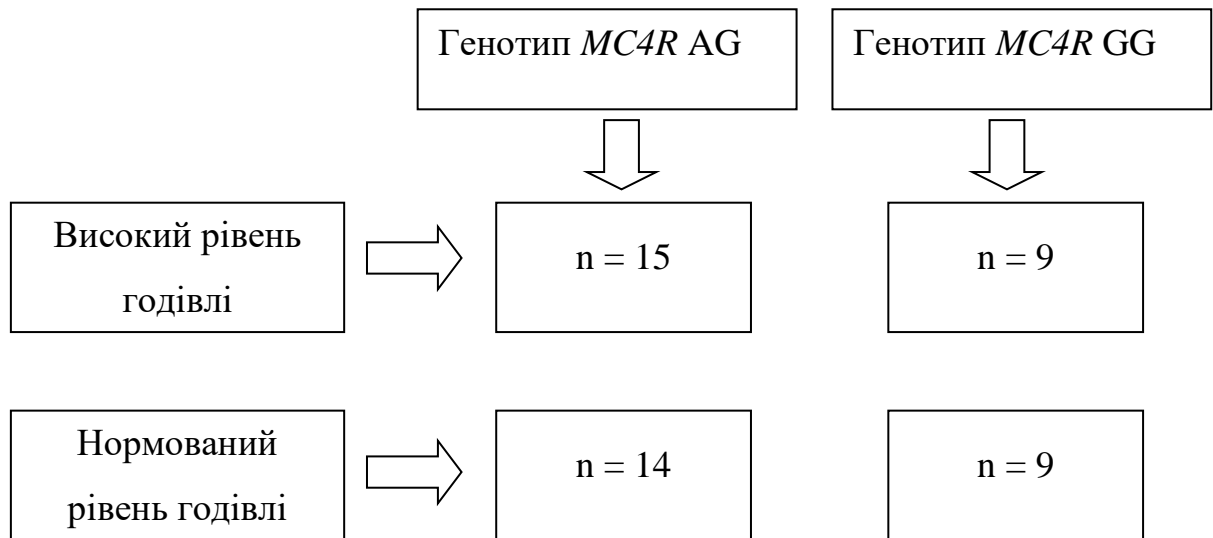


Рис. 2.3. Схема організації дослідження з визначення впливу годівлі та генотипу на ріст свинок та відтворну здатність свиноматок (кількість тварин у групах)

Таблиця 2.1

Поживність добового раціону для груп свиней при нормованому рівні годівлі

Жива маса свиней, кг	Обмінна енергія, МДж	Суха речовина, кг	Сирий протеїн, г	Лізин, г	Метіонін + цистин, г	Сира клітковина, г
10–20	12,5	0,81	187	9,74	5,75	34,0
20–30	17,6	1,26	239	12,4	7,47	65,5
30–40	19,2	1,37	260	13,5	8,12	71,2
40–50	20,7	1,57	267	14,1	8,49	100
50–60	22,4	1,70	289	15,3	9,20	109
60–70	23,8	1,80	306	16,2	9,74	115
70–80	25,2	1,91	325	17,2	10,3	122
80–90	26,0	2,10	336	17,8	10,7	170
90–130	29,8	2,40	384	20,4	12,2	194

За весь період вирощування свині дослідних груп з високим рівнем годівлі отримували в добовому раціоні на 10 % більше енергії та на 12 % більше сирого протеїну, основні показники поживності добового раціону для двох груп свиней, що отримували високий рівень годівлі представлені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Поживність добового раціону для груп свиней при високому рівні годівлі

Жива маса свиней, кг	Обмінна енергія, МДж	Суха речовина, кг	Сирий протеїн, г	Лізін, г	Метіонін + цистін, г	Сира клітковина, г
10–20	13,8	0,89	206	10,7	6,33	37,4
20–30	19,4	1,39	263	13,6	8,22	72,1
30–40	21,1	1,51	286	14,9	8,93	78,3
40–50	22,8	1,73	294	15,5	9,34	110
50–60	24,6	1,87	318	16,8	10,12	120
60–70	26,2	1,98	337	17,8	10,71	127
70–80	27,7	2,10	358	18,9	11,33	134
80–90	28,6	2,31	370	19,6	11,77	187
90–130	32,8	2,64	422	22,4	13,42	213

Поросят відлучали від свиноматки у віці 28 днів. Піддослідних свинок зважували при народженні, у віці 28 днів (при відлученні), у віці 2 місяці і потім щомісячно до досягнення ними віку 8 місяців.

Портативний цифровий шпикомір Renco Lean-Meter (Renco Corporation, США) використовували для вимірювання товщини шпику на рівні 6-7 грудних хребців [194]. Вимірювання проводили, коли свині досягли віку 4, 6 і 8 місяців.

Перерахунок товщини шпику для живої маси 50, 85 та 120 кг проводили за рівнянням лінійної регресії:

$$BF = BF_i + \Delta m \times b, \quad (2.1)$$

де BF_i – фактично виміряне значення товщини шпику,

Δm – різниця між фактично виміряною масою та розрахунковою,

b – коефіцієнт регресії, що відображає зміну товщини шпику залежно від живої маси.

Середньодобові прирости розраховували за періоди від 28 днів до 4 місяців, 4–6, 6–8 місяців та від народження до 8 місяців.

За результатами вирощування свинок було проведено їх оцінювання за селекційними індексами:

- 1) Індекс Березовського для оцінки ремонтного молодняку за енергією росту та товщиною шпику [203, 214]:

$$I = 100 - \frac{K \times B \times C}{A^2}, \quad (2.2)$$

де: K – вік досягнення маси 100 кг, днів;

A – валовий приріст за період вирощування, кг;

B – кількість днів вирощування;

C – товщина шпику на рівні 6-7 ребра, см.

- 2) Індекс Тайлера Б. для оцінки ремонтного молодняку [214]:

$$I = 100 + (242 \times K) - (4,13 \times L), \quad (2.3)$$

де: K – середньодобовий приріст, кг;

L – товщина шпику, мм.

Показники інтенсивності формування, напруги та рівномірності росту визначали за формулами викладеними у роботах В. П. Коваленка та П. А. Ващенко [228, 210]:

- 1) Інтенсивність формування визначали за формулою:

$$\Delta t = \frac{W_4 - W_2}{0,5(W_4 + W_2)} - \frac{W_6 - W_4}{0,5(W_6 + W_4)}, \quad (2.4)$$

де Δt – інтенсивність формування;

W_2 – жива маса свиней в 2 місяці;

W_4 – жива маса свиней в 4 місяці;

W_6 – жива маса свиней в 6 місяців.

Напруга росту та індекс рівномірності росту визначались за формулами В. П. Коваленка [228]:

$$I_n = \frac{\Delta t}{\text{ВП}} \times \text{СП}, \quad (2.5)$$

$$I_p = \frac{1}{1+\Delta t} \times \text{СП}, \quad (2.6)$$

де I_n – індекс напруги росту;

I_p – індекс рівномірності росту;

ВП – відносний приріст за період 2-6 міс.;

СП – середньодобовий приріст за період 2-6 міс.

У восьмимісячному віці, після досягнення свинками живої маси 120 кг і появи ознак тички свинок розміщували в індивідуальних станках (рис. 2.4), де штучно осіменяли спермою кнурів-плідників генетичної компанії РІС термінальної лінії РІС-408.

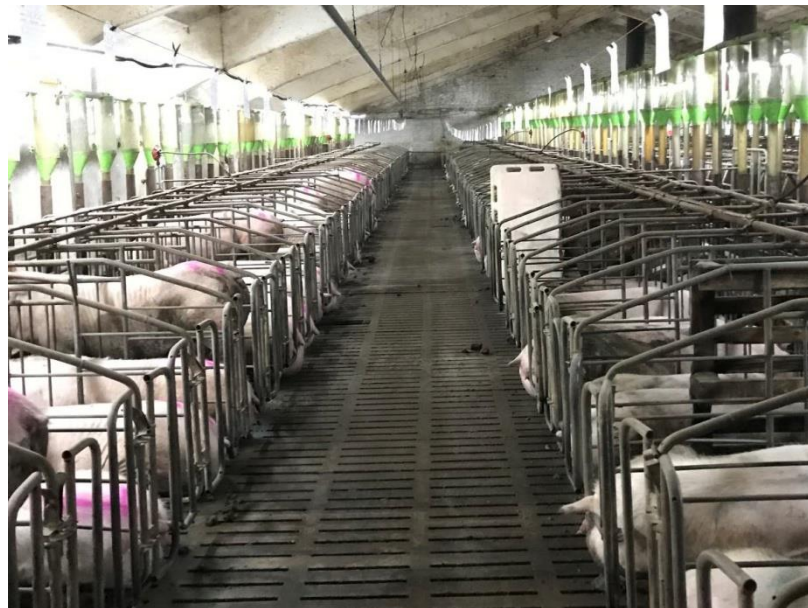


Рис. 2.4. Утримання свиней у період охоти в станках для штучного осіменіння у ТОВ «Максі 2010»

Свинок в охоті виявляли за допомогою кнура-пробника двічі на добу. Осіменіння проводили через 24–30 годин від початку встановлення охоти. Поросних свинок утримували в групових станках по 4–6 тварин. Після осіменіння поросних свинок годували раціоном відповідно до їх маси та норм годівлі племінних тварин [242, 223]. Основні показники раціонів для груп з нормованою годівлею наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Поживність добового раціону для дослідних груп свиней з нормованим рівнем годівлі

	100- 120	121- 140	141- 160	161- 180	181- 200	201- 240	241 та вище
Маса свинок, кг							
Обмінна енергія, МДж	19,7	22	24,4	26,6	28,7	29,8	31
Суша речовина, кг	1,7	1,9	2,1	2,29	2,47	2,57	2,67
Сирий протеїн, г	238	266	294	321	346	360	374
Лізин, г	10,7	12	13,2	14,4	15,6	16,2	16,8
Метіонін + цистин, г	6,32	7,07	7,81	8,52	9,19	9,56	9,93
Треонін, г	6,97	7,79	8,61	9,39	10,1	10,5	10,9
Триптофан, г	1,94	2,17	2,39	2,61	2,82	2,93	3,04
Сира клітковина, г	238	266	294	321	346	360	374
Кальцій, г	14,8	16,5	18,3	19,9	21,5	22,4	23,2
Фосфор, г	12,2	13,7	15,1	16,5	17,8	18,5	19,2

Дві групи свиней відповідно до схеми досліджень (див. рис. 2.3.) отримували раціон з підвищеним рівнем годівлі, основні показники поживності якого наведені у таблиці 2.4.

Відтворювальну здатність свиней після опоросу визначали за такими ознаками:

- 1) багатоплідність (голів);
- 2) маса гнізда поросят при народженні (кг);

- 3) великоплідність (середня маса поросяти при народженні, кг);
- 4) кількість відлучених поросят (голів);
- 5) маса гнізда поросят при відлученні у 28 днів (кг);
- 6) середня маса одного поросяти у гнізді при відлученні у 28 днів (кг);
- 7) середньодобові прирости поросят-сисунів від народження до відлучення у віці 28 днів (г);
- 8) збереженість поросят до відлучення, %;
- 9) вирівняність гнізда при народженні та при відлученні за модифікованою нами методикою Зельдіна & Козиря [225] за формулою:

$$I_k = \left(1 - \frac{\sigma}{\bar{X}}\right) \times 100\%, \quad (2.7)$$

де, I_k – індекс вирівняності живої маси поросят у гнізді, %;

\bar{X} – середня жива маса поросят у гнізді, кг;

σ – середнє квадратичне відхилення живої маси поросят у гнізді, кг.

Таблиця 2.4

Поживність добового раціону для дослідних груп свиней з високим рівнем годівлі

	100- 120	121- 140	141- 160	161- 180	181- 200	201- 240	241 та вище
Маса свинок, кг							
Обмінна енергія, МДж	21,7	24,2	26,8	29,3	31,6	32,8	34,1
Суша речовина, кг	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,8	2,9
Сирий протеїн, г	266,6	297,9	329,3	359,5	387,5	403,2	418,9
Лізин, г	12	13,4	14,8	16,1	17,5	18,1	18,8
Метіонін + цистин, г	7,1	7,9	8,7	9,5	10,3	10,7	11,1
Треонін, г	7,7	8,6	9,5	10,3	11,1	11,6	12
Триптофан, г	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,2	3,3
Сира клітковина, г	261,8	292,6	323,4	353,1	380,6	396	411,4
Кальцій, г	16,3	18,2	20,1	21,9	23,7	24,6	25,5
Фосфор, г	13,4	15,1	16,6	18,2	19,6	20,4	21,1

Крім того, досліджували можливий пролонгований вплив різних рівнів годівлі свинок перед опоросом на ріст поросят від моменту відлучення до 90-денного віку, для цього визначали такі ознаки:

- 1) маса поросят на 60-день від народження (кг);
- 2) середньодобові прирости від 28 до 60 днів (г);
- 3) абсолютні прирости від 28 до 60 днів (кг);
- 4) відносні прирости від 28 до 60 днів (%);
- 5) середня маса поросят у 90 днів (кг);
- 6) середньодобові прирости від 60 до 90 діб (г);
- 7) абсолютний приріст від 60 до 90 діб (кг);
- 8) відносний приріст від 60 до 90 діб (%).

Оцінювання відтворювальної здатності свиноматок за використання селекційних індексів проводили на основі абсолютних показників продуктивності за формулами:

- 1) Індекс Березовського М. Д. [241]:

$$I = B + 2W + 35G, \quad (2.8)$$

де: B – кількість живих народжених поросят, голів;

W – кількість поросят при відлученні, голів;

G – середньодобовий приріст від народження до відлучення, кг.

- 2) Селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок (*СІВЯС*), за формулою [257]:

$$СІВЯС = 6X_1 + 9,34(X_2/X_3), \quad (2.9)$$

де: *СІВЯС* – селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок;

X_1 – багатоплідність, голів;

X_2 – маса гнізда поросят при відлученні, кг;

X_3 – доба відлучення, діб.

- 3) Селекційний індекс для оцінки свиноматок за відтворною здатністю Шаталіної Ю. Д. [260]:

$$I = 1,27 X_1 + 2,74 X_2 + 0,304 X_3, \quad (2.10)$$

де: X_1 – багатоплідність, гол.;

X_2 – кількість поросят при відлученні, голів;

X_3 – маса гнізда при відлученні, кг.

4) Селекційний індекс Коваленка В. П. [229] у нашій модифікації розраховували за формулою:

$$IB\Phi = 0,4x + y + 0,25z, \quad (2.11)$$

де: x – багатоплідність, голів;

y – маса гнізда поросят при відлученні у віці 28 днів, кг;

z – маса гнізда поросят у віці 60 днів, кг.

Оскільки за період який пройшов від часу розробки даної формули змінилась технологія вирощування поросят і їх почали відлучати в більш ранньому віці (у нашому випадку не у 60 днів, а 28), тому у даній формулі показник молочності, який вимірюють на 21-й день після опоросу, було замінено показником маси гнізда при відлученні на 28 день, а жива маса гнізда поросят у 60 днів, була виміряна не при відлученні, а під час дорощування поросят.

Крім того для оцінки показників продуктивності і відтворювальної здатності свиноматок використовували пробіт-індекси (I_n), які розраховували за формулами Б. В. Александрова та ін., викладеними у роботі [214]:

$$I_n = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} + 5, \quad (2.12)$$

де: x_i – продуктивність i -ї свиноматки;

\bar{x} – середня продуктивність по виборці;

σ – середнє квадратичне відхилення по виборці.

За ознаками, що селекціонуються на зменшення (вік досягнення маси 100 кг, витрати корму на 1 кг приросту, товщина шпику тощо) – індекс молодняку або свиноматки розраховували за формулою Б. В. Александрова та ін., викладною у роботі [214]:

$$I_n = \frac{\bar{x} - x_i}{\sigma} + 5. \quad (2.13)$$

За результатами визначення пробіт-індексів тварини вважались поліпшувачами при значенні пробіту 5,67 та вище і погіршувачами – при значенні пробіту 4,33 та нижче. Тварин із значенням пробіту в діапазоні 4,34–5,66 відносили до нейтральних [228].

На наступному етапі досліджень визначали вплив генотипу свиноматок у поєднанні з різними типами станків для їх фіксації під час опоросу та лактації на показники їх відтворювальної здатності. Станки для опоросу відрізнялись напрямом розміщення у боксі для опоросу – використовувували станки з повздовжнім та з діагональним розміщенням свиноматки (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Повздовжнє (ліворуч) та діагональне (праворуч) розміщення фіксаційного станку в боксі для опоросу у ТОВ «Максі 2010»

Експеримент організували відповідно до схеми представленої на рисунку 2.6.

Оцінку відтворювальної здатності проводили аналогічно тому як це робили на попередньому етапі дослідження. Також визначали пробіти та

селекційні індекси для отримання підсумкової оцінки відтворювальної здатності свиноматок різних піддослідних груп.

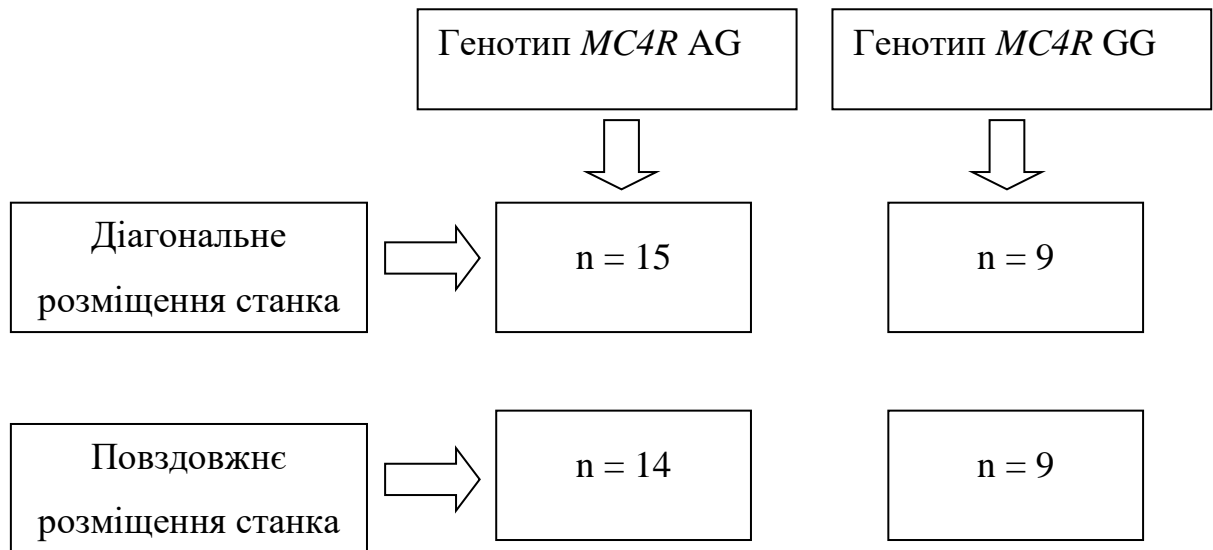


Рис. 2.6. Схема організації дослідження з визначення впливу генотипу тварин та типу станка на відтворну здатність свиноматок (кількість тварин у групах)

Обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення Statistica 10 (StatSoft, ЄС). У таблицях наведено середні арифметичні значення та їх стандартні похибки ($\bar{X} \pm SE$).

Припущення про нормальність даних перевіряли за допомогою тесту Шапіро–Вілка. Було визначено, що дані були нормально розподілені ($P > 0,05$).

Достовірність відмінностей між генотипами оцінювали за допомогою двофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA). Для оцінки співвідношення міжгрупової та внутрішньогрупової мінливості використовували F-критерій Фішера.

Тест Тьюкі використовувався для перевірки суттєвих відмінностей у множинних порівняннях.

Відмінності вважалися достовірними при $P \leq 0,05$.

Економічну ефективність наукових досліджень щодо впливу генотипу і рівня годівлі при вирощуванні свинок на відтворювальну здатність свиноматок, розраховують на основі різниці у зоотехнічних показниках у різних піддослідних групах, а саме у різній багатоплідності та кількості відлучених поросят, різній живій масі гнізда при відлученні та після дорощування. Також при розрахунку економічної ефективності враховували збільшення середньодобових приростів поросят отриманих від свиноматок, що отримували оптимальний рівень годівлі для їх генотипу під час поросності.

Відповідно до викладеного вище, економічний ефект одержаний від годівлі свинок під час вирощування оптимальним для їх генотипом раціоном, розраховували як вартість додатково отриманої продукції від них після опопросу, за рахунок підвищення відтворювальної здатності свиноматок. Економічний ефект обраховували за методикою [233] згідно формули:

$$E = Ц \times \frac{C \times П}{100} \times Л \times К, \quad (2.14)$$

де: E – вартість додаткової основної продукції, грн.;

Ц – закупівельна ціна одиниці продукції, грн.;

C – середня продуктивність тварин контрольної (менш продуктивної дослідної) групи;

П – середня прибавка основної продукції, що одержана в дослідній групі порівняно з продуктивністю тварин контрольної (менш продуктивної дослідної) групи, %;

Л – постійний коефіцієнт зменшення результату, що пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію та дорівнює 0,75;

К – чисельність дослідної групи.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив генотипу і годівлі на живу масу, прирости та товщину шпику гібридних свинок

У результаті генетично-популяційного аналізу свинок репродуктивного стада ТОВ «Максі 2010» було отримано розподіл частот алелів і генотипів за маркером SNP *MC4R* с.1426 G>A для піддослідних двопородних тварин поєднання ♀ велика біла × ♂ ландрас (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Розподіл частот алелей і генотипів за геном рецептора меланокортину 4 у піддослідних свинок (n = 50)

Локус / поліморфізм	Частота алелів	Частота генотипів			χ^2	Індекс фіксації (F _i)
		AA	AG	GG		
<i>MC4R</i> / SNP с.1426 G>A	A = 0,35 G = 0,65	0,06 (0,12)	0,58 (0,46)	0,36 (0,42)	3,774	-0,275

Примітки:

1) У дужках наведені очікувані частоти генотипів, визначені відповідно до рівноваги Харді-Вайнберга;

2) Для з'ясування значущості відмінності фактичного розподілу частот генотипу від очікуваного розраховано значення χ^2 .

Для *MC4R* / SNP с.1426 G>A у досліджуваному стаді були виявлені обидві алелі гена *MC4R*-A і *MC4R*-G. Частота алеля *MC4R*-G достовірно (P < 0,001) вища в 1,86 рази порівняно з частотою алеля *MC4R*-A.

При розрахунку популяційно-генетичних характеристик значущого відхилення частот генотипу за рівноважним законом Харді-Вайнберга для гена *MC4R* не виявлено. У досліджуваній мікропопуляції для *MC4R* / SNP с.1426 G>A частота генотипу *MC4R-AG* переважала над обома гомозиготними генотипами *MC4R-GG* і *MC4R-AA*. Також значення індексу фіксації свідчить про переважання гетерозиготних генотипів у досліджуваній популяції. Найменшу частку мав гомозиготний генотип *MC4R-AA*.

За рівнем варіабельності локусу значущого відхилення рівня фактичної гетерозиготності ($H_e = 0,580$) від теоретично очікуваного ($H_o = 0,455$) не виявлено. Водночас, рівень поліморфізму (інформаційний вміст поліморфізму) локусу *MC4R* / SNP с.1426 G>A, необхідний для асоціативних досліджень, знаходиться на оптимальному рівні $PI_C = 0,35$. Згідно з Botstein et al. [19], оптимальним показником PI_C для асоціативних досліджень, що забезпечує необхідну різноманітність генотипів для встановлення їх зв'язків з показниками продуктивності, є величина від 0,25 до 0,75 одиниць.

Проаналізовано вплив генотипу та рівня годівлі на живу масу (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вплив рівня годівлі та генотипу на живу масу свинок на вирощуванні

Продуктивна ознака, що підлягає впливу	Ефект рівня годівлі		Ефект генотипу		Взаємодія рівня годівлі та генотипу	
	F	P	F	P	F	P
	Жива маса при народженні	1,18	0,283	1,21	0,277	0,14
Жива маса у 28 днів	3,13	0,084	0,01	0,918	1,44	0,237
Жива маса у 4 місяці	6,60	0,014	0,15	0,701	0,06	0,806
Жива маса у 6 місяців	13,66	0,001	1,36	0,251	6,74	0,013
Жива маса у 8 місяців	0,69	0,409	68,80	$3,82 \cdot 10^{-6}$	28,32	$2,78 \cdot 10^{-5}$

Оскільки було лише три тварини з генотипом *MC4R-AA*, їх неможливо було розділити на групи з різними рівнями годівлі, тому ці три свині не використовувалися в подальших дослідженнях. Сумарна сила впливу всіх організованих факторів та їх взаємодії на живу масу піддослідних свинок у віці 6 місяців склала 33,6 %, що у 2 рази менше порівняно із силою впливу випадкових факторів (рис. 3.1), тоді як у віці 8 місяців вплив організованих факторів був у 2,27 рази більшим порівняно із випадковими (рис. 3.2).

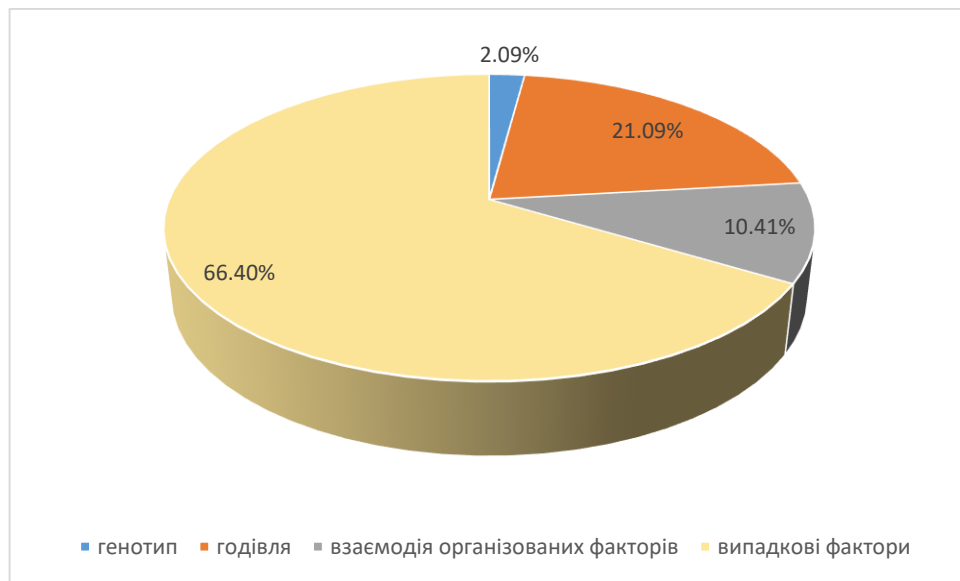


Рис. 3.1. Частка мінливості живої маси свинок у віці 6 місяців обумовлена впливом організованих і випадкових факторів

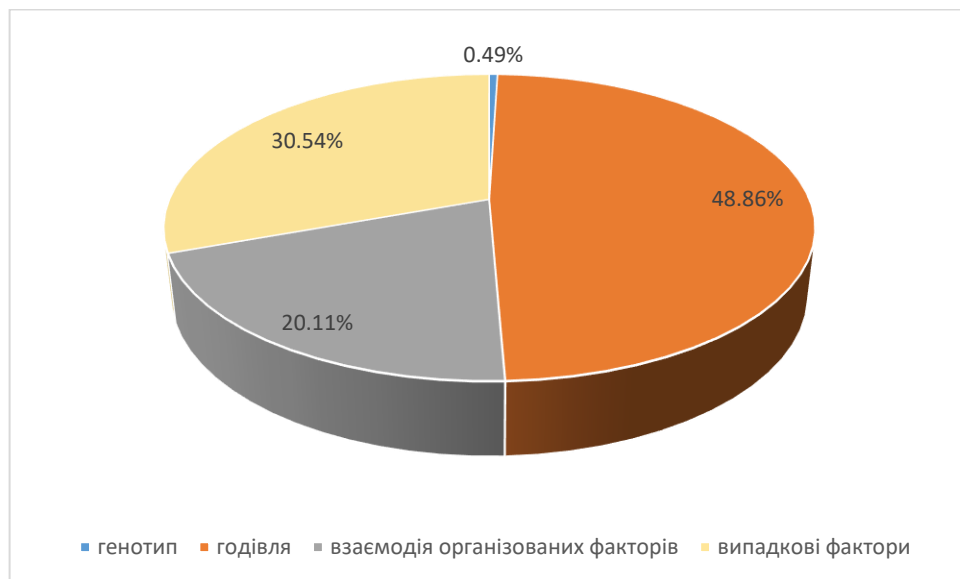


Рис. 3.2. Частка мінливості живої маси свинок у віці 8 місяців обумовлена впливом організованих і випадкових факторів

Результати зважування при народженні та на 28 добу показали, що на початку дослідження, коли були сформовані групи, значущої різниці між дослідними групами не було (див. табл. 3.2). Тип годівлі суттєво впливав на живу масу у 4-місячному віці та середньодобові прирости піддослідних свиней за 28–120 діб (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вплив рівня годівлі та генотипу на середньодобові прирости свинок на вирощуванні

Продуктивна ознака, що підлягає впливу	Ефект рівня годівлі		Ефект генотипу		Взаємодія рівня годівлі та генотипу	
	F	P	F	P	F	P
Середньодобий приріст з 28 днів до 4 місяців	5,86	0,020	0,19	0,662	0,27	0,609
Середньодобий приріст за період 4–6 місяців	5,52	0,023	1,26	0,269	9,30	0,004
Середньодобий приріст за період 6–8 місяців	0,55	0,464	9,52	0,004	2,83	0,100
Середньодобий приріст від народження до 8 місяців	0,80	0,378	68,43	$3,81 \cdot 10^{-6}$	28,34	$2,78 \cdot 10^{-5}$

Зі збільшенням віку, у 6 місяців, окрім значного впливу типу годівлі на масу та ріст, зафіксовано суттєвий вплив взаємодії організованих факторів (годівля + генотип). Вплив взаємодії факторів проявлявся у затримці росту та зниженні живої маси свиней генотипу *MC4R-AG* на нормованому раціоні

годівлі. У віці 6 місяців встановлено значний вплив як генотипу, так і рівня годівлі на товщину шпику (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Вплив рівня годівлі та генотипу на товщину шпику свиней

Продуктивна ознака, що підлягає впливу	Ефект рівня годівлі		Ефект генотипу		Взаємодія рівня годівлі та генотипу	
	F	P	F	P	F	P
	Товщина шпику в 4 місяці (у перерахунку на 50 кг живої маси)	1,16	0,287	1,24	0,271	0,62
Товщина шпику в 6 місяців (у перерахунку на 85 кг живої маси)	5,14	0,029	12,52	0,001	0,80	0,376
Товщина шпику в 8 місяців (у перерахунку на 120 кг живої маси)	11,21	0,002	17,79	$1,22 \cdot 10^{-4}$	0,01	0,908

Свинки з генотипом *MC4R-AG* на нормованому раціоні, порівняно з групою свинок, що мали такий же генотип *MC4R-AG*, але отримували високий рівень годівлі, у віці 6 місяців мали нижчу живу масу на 4,6 кг, або на 5,58 %. Порівняно з групою свинок, які мали генотип *MC4R-GG* на високому рівні годівлі, різниця становила 3,5 кг, або 4,25 %, а порівняно з групою свинок з генотипом *MC4R-GG*, що споживали раціон з нормованим рівнем годівлі жива маса свинок у групі з генотипом *MC4R-AG* і нормованим раціоном годівлі була меншою на 3,2 кг, або 3,88 % (табл. 3.5).

У віці 8 місяців різниця у живій масі свинок з генотипом *MC4R-AG*, що отримували різну кількість кормів збільшилась і досягла 7,28 кг, що складає 6,15 %. Також зафіксовано суттєву різницю між свинками з різними генотипами: на високому рівні годівлі свинки з генотипом *MC4R-AG*

переважали аналогів з генотипом *MC4R-GG* на 2,56 кг, або на 2,08 %, а за нормованої годівлі, навпаки більшою живою масою на 3,82 кг, або 3,22 % відрізнялись свинки з генотипом *MC4R-GG*.

Таблиця 3.5

Жива маса свинок залежно від рівня годівлі та генотипу ($\bar{X} \pm SE$)

Ознака Генотип	Високий рівень годівлі		Нормований рівень годівлі	
	AG (n = 15)	GG (n = 9)	AG (n = 14)	GG (n = 9)
Маса при народженні, кг	1,313 ± 0,024	1,269 ± 0,044	1,272 ± 0,025	1,251 ± 0,028
Маса у 28 днів, кг	8,033 ± 0,077	8,157 ± 0,163	7,943 ± 0,096	7,799 ± 0,124
Маса у 4 місяці, кг	49,68 ± 0,52	49,79 ± 0,89	48,10 ± 0,48	48,50 ± 0,35
Маса у 6 місяців, кг	87,01 ± 1,07 ^a	85,91 ± 0,84 ^a	82,41 ± 0,41 ^b	85,59 ± 0,21 ^a
Маса у 8 місяців, кг	125,73 ± 0,77 ^a	123,17 ± 0,30 ^b	118,45 ± 0,41 ^c	122,27 ± 0,39 ^b

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в кожному рядку вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

Незважаючи на те, що різниця в середньодобових приростах за період від відлучення до 4 місяців між групами з генотипом *MC4R-AG* та різним рівнем годівлі становила 16,2 г (3,7 %), вона виявилася недостовірною. Встановлено вірогідну різницю між середньодобовими приростами груп за період від 4 до 6 місяців (табл. 3.6).

Від 6 до 8 місяців значущу різницю в середньодобових приростах встановлено лише у свиней з генотипом *MC4R-AG* між групами з різним рівнем годівлі. Середньодобовий приріст у тварин *MC4R-AG*, яких годували високоенергетичною дієтою, був на 44,6 г (7,3 %) вищим, ніж у свиней, яких годували нормованою дієтою.

Загалом протягом усього періоду вирощування (від народження до 8-місячного віку) найвищі середньодобові прирости реєструвалися у групі свиней з генотипом *MC4R-AG*, у тварин, які отримували високий рівень

годівлі. Ця група була кращою за аналогів, які отримували такий же раціон, але мали генотип *MC4R*-GG на 2,1 % (+10,5 г).

Таблиця 3.6

Середньодобий приріст свинок залежно від рівня годівлі та генотипу ($\bar{X} \pm SE$)

Ознака	Високий рівень годівлі		Нормований рівень годівлі	
	AG (n = 15)	GG (n = 9)	AG (n = 14)	GG (n = 9)
Середньодобовий приріст з 28 днів до 4 місяців, г	452,7 ± 5,6	452,5 ± 8,0	436,5 ± 4,7	442,4 ± 4,4
Середньодобовий приріст за період 4–6 місяців, г	622,2 ± 13,2 ^a	602,0 ± 15,3 ^{ab}	571,8 ± 3,5 ^b	618,1 ± 4,3 ^a
Середньодобовий приріст за період 6–8 місяців, г	645,3 ± 13,5 ^a	620,9 ± 10,5 ^{ab}	600,7 ± 4,7 ^b	611,3 ± 4,3 ^{ab}
Середньодобовий приріст від народження до 8 місяців, г	518,4 ± 3,2 ^a	507,9 ± 1,2 ^b	488,2 ± 1,6 ^c	504,2 ± 1,7 ^b

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в кожному рядку вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

Порівняно з групою *MC4R*-GG (нормований раціон), група *MC4R*-AG (високий рівень годівлі) мала на 2,8 % (+14,2 г) вищі середньодобові прирости. Проте найбільша різниця в середньодобових приростах спостерігалась між групами *MC4R*-AG (високий рівень годівлі) та *MC4R*-AG (нормований рівень годівлі) – 6,0 %, або 30,2 г.

За нормованої годівлі група свиней генотипу *MC4R*-AG мала гірші середньодобові прирости порівняно з тваринами генотипу *MC4R*-GG на 46,4

г або на 7,5 %. Ще більша різниця (50,4 г або 8,2 %) була виявлена між групами *MC4R-AG* (нормована годівля) і *MC4R-AG* (високий рівень годівлі).

Слід зазначити, що достовірний вплив годівлі на різницю у середньодобових приростах виявлено у більш ранньому віці від 28 днів до 6 місяців. Тоді як, починаючи з шестимісячного віку, встановлено вплив генотипу на середньодобовий приріст.

Тварини з генотипом *MC4R-GG*, які отримували нормований кормовий раціон, мали достовірно меншу на 1,4 мм товщину шпику порівняно зі свинями з генотипом *MC4R-AG*, які споживали раціон з підвищеним рівнем годівлі, і на 1,0 мм менше порівняно із групою свинок з генотипом *MC4R-AG*, але на нормованій годівлі, що складало відповідно 11,3 % і 8,1 % (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Показники товщини шпику свинок залежно від рівня годівлі та генотипу

($\bar{X} \pm SE$)

Ознака	Високий рівень годівлі		Нормований рівень годівлі		
	Генотип	AG (n = 15)	GG (n = 9)	AG (n = 14)	GG (n = 9)
Товщина шпику в 4 місяці (у перерахнку на 50 кг живої маси), мм		10,31±0,15	10,26±0,12	10,24±0,13	9,93±0,20
Товщина шпику в 6 місяців (у перерахнку на 85 кг живої маси), мм		13,77±0,22 ^a	13,17±0,21 ^{ab}	13,42±0,17 ^a	12,40±0,31 ^b
Товщина шпику в 8 місяців (у перерахнку на 120 кг живої маси), мм		17,49±0,25 ^a	16,33±0,27 ^{bc}	16,59±0,18 ^b	15,49±0,39 ^c

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в кожному рядку вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

У віці 8 місяців різниця в товщині шпику між групою з генотипом *MC4R-GG* (нормований раціон годівлі) та генотипом *MC4R-AG* (високий рівень годівлі) стала ще більшою і досягла значення 12,9 % (2,0 мм). Різниця в товщині шпику між групою з генотипом *MC4R-GG*, яка отримувала нормований раціон, і групою з таким самим генотипом, але з високим рівнем годівлі, становила 1,1 мм або 7,1 % (див. табл. 3.7).

Таким чином, визначення динаміки живої маси, середньодобових приростів та товщини шпику свинок з різними генотипами та рівнем годівлі на вирощуванні показало, що вплив різного рівня годівлі на живу масу свинок проявився починаючи з віку 4 місяці, вплив взаємодії рівня годівлі та генотипу – починаючи з 6-місячного віку, а вплив генотипу було виявлено у віці 8 місяців. За середньодобовими приростами спостерігалась подібна ситуація, з тією різницею, що відповідні впливи організованих факторів проявлялись із випередженням на один період (вплив рівня годівлі на середньодобові прирости був зафіксований починаючи з 2 місяців, вплив взаємодії факторів – починаючи з 4 місяців і вплив генотипу – з 6 місяців), що закономірно і пояснюється тим, що більша жива маса у певному віці, була обумовлена більшими середньодобовими приростами в попередній період. Вплив організованих факторів на товщину шпику піддослідних свинок був виявлений починаючи з віку 6 місяців, проте на відміну від приростів та живої маси на товщину шпику виявлено лише вплив кожного фактора взятого окремо, впливу взаємодії організованих факторів зафіксовано не було. Що свідчить про можливість впливу на величину прояву даної ознаки шляхом коригування фактору годівлі не беручи до уваги генотип тварин і навпаки, відбираючи для вирощування свинок з генотипом *MC4R-GG*, можна отримувати тварин з меншою товщиною шпику навіть при підвищенні рівня годівлі на 10 % за обмінною енергією.

Матеріали даного підрозділу опубліковані у статті [178].

3.2. Власна продуктивність, оцінка за селекційними індексами та показники інтенсивності формування, рівномірності й напруги росту гібридних свинок залежно від їх генотипу і рівня годівлі

Було встановлено, що фактор годівлі достовірно впливає на вік досягнення піддослідними свинями живої маси 100 кг ($F = 7,04$; $P = 0,011$). За даним показником найкращі результати було зафіксовано у групі свиней з генотипом *MC4R-GA*, які отримували раціон з підвищеним на 10 % вмістом обмінної енергії (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Оцінка свиней з різним генотипом *MC4R* с.1426 G>A SNP за власною продуктивністю та селекційними індексами ($\bar{X} \pm SE$)

Ознака	Високий рівень годівлі		Нормований рівень годівлі	
	<i>MC4R-GA</i>	<i>MC4R-GG</i>	<i>MC4R-GA</i>	<i>MC4R-GG</i>
Група	I	II	III	IV
n	15	9	14	9
Вік досягнення маси 100 кг, днів	199,9 $\pm 1,84^a$	202,4 $\pm 2,06^{ab}$	206,3 $\pm 1,47^b$	204,4 $\pm 1,52^{ab}$
Середньодобовий приріст з 2 до 6 місяців, кг	0,566 $\pm 0,0088^a$	0,557 $\pm 0,0049^a$	0,531 $\pm 0,0024^b$	0,558 $\pm 0,0023^a$
Відносний приріст з 2 до 6 місяців, %	1,086 $\pm 0,0122$	1,079 $\pm 0,0077$	1,064 $\pm 0,0045$	1,091 $\pm 0,0076$
Товщина шпику на рівні 6-7 грудного хребця при масі 100 кг, мм	13,77 $\pm 0,22^a$	13,17 $\pm 0,21^{ab}$	13,42 $\pm 0,17^a$	12,40 $\pm 0,31^b$
Індекс Березовського (формула 2.2)	94,7 $\pm 0,12^a$	94,8 $\pm 0,11^a$	94,1 $\pm 0,08^b$	94,9 $\pm 0,15^a$
Індекс Тайлера (формула 2.3)	152,3 $\pm 1,54^{ac}$	158,9 $\pm 0,98^b$	149,8 $\pm 1,50^a$	157,3 $\pm 1,07^{bc}$

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в межах рядка вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

Тварини I групи достовірно переважали аналогів з III групи за віком досягнення живої маси 100 кг на 6,4 дні, або 3,18 % ($P = 0,035$).

Одним із завдань наших досліджень було визначення показників інтенсивності формування, рівномірності та напруги росту. Згідно класичної методики визначення цих показників, описаної Коваленко В. П. [228], даний показник визначають за 2 суміжні періоди вирощування 2–4 та 4–6 місяці. На середньодобові прирости піддослідних тварин в період вирощування з 2 до 6 місяців було встановлено значущий вплив як фактору годівлі ($F = 11,97$; $P = 0,001$) так і взаємодії двох організованих факторів: генотипу та годівлі ($F = 7,96$; $P = 0,007$). Проте на відносні прирости не було виявлено значущого впливу організованих факторів, що може вказувати на стабільність характеру інтенсивності формування незалежно від внутрішніх і зовнішніх факторів. За селекційним індексом Березовського (формула 2.2) зафіксовано значущий вплив як кожного досліджуваного фактора окремо (годівля – $F = 5,80$, $P = 0,02$; генотип – $F = 12,85$, $P = 0,001$) так і їх взаємодії ($F = 8,56$, $P = 0,005$).

На селекційний індекс Тайлера (формула 2.3) було встановлено значущий вплив генотипу піддослідних свиней ($F = 22,31$, $P < 0,001$). При чому найкращі результати були зафіксовані у II групі, тварини якої переважали I групу на 6,6 одиниць, або 4,34 % ($P = 0,015$) та III групу на 9,2 одиниці, або 6,12 % ($P = 0,001$).

За результатами оцінки свинок за живою масою, середньодобовими приростами та товщиною шпику було проведено ранжування груп за пробіт-індексами (табл. 3.9).

Оцінка за пробіт-індексами виявила, що за середнім підсумковим пробіт-індексом найкращою за показниками живої маси та товщини шпику була IV група, свинки якої мали генотип *MC4R-GG* та знаходиться на нормованому раціоні.

Найгіршою групою за середнім підсумковим пробіт-індексом живої маси та товщини шпику була також група яка отримувала нормований раціон, але при цьому мала генотип *MC4R-GA*.

Групи свинок що отримували підвищений раціон годівлі, незалежно від генотипу зайняли проміжне положення за середнім пробіт-індексом і достовірно переважали III групу відповідно на 10,73 та 13,59 % і також достовірно поступались IV групі на 6,61 та 3,93 %.

Таблиця 3.9

Оцінка свиней з різним генотипом *MC4R* с.1426 G>A SNP за пробіт-індексами
($\bar{X} \pm SE$)

Показник	Високий рівень годівлі		Нормований рівень годівлі	
	GA	GG	GA	GG
Група	I	II	III	IV
n	15	9	14	9
Жива маса у віці 4 місяців, індекс	5,33 ± 0,26	5,39 ± 0,44	4,56 ± 0,24	4,75 ± 0,17
Жива маса у віці 6 місяців, індекс	5,57 ± 0,33 ^a	5,23 ± 0,26 ^a	4,16 ± 0,12 ^b	5,13 ± 0,06 ^a
Жива маса у віці 8 місяців, індекс	5,95 ± 0,22 ^a	5,22 ± 0,08 ^b	3,87 ± 0,12 ^c	4,96 ± 0,11 ^b
Товщина у віці 4 місяця, шпику на рівні індекс	4,81 ± 0,29	4,90 ± 0,22	4,94 ± 0,25	5,51 ± 0,38
6-7 грудного у віці 6 місяців, хребця індекс	4,46 ± 0,25 ^a	5,14 ± 0,23 ^{ab}	4,85 ± 0,19 ^a	6,00 ± 0,34 ^b
у віці 8 місяців, індекс	4,23 ± 0,22 ^a	5,25 ± 0,24 ^{bc}	5,03 ± 0,16 ^b	6,00 ± 0,34 ^c
Середній пробіт-індекс за масою та товщиною шпику	5,06 ± 0,17 ^a	5,19 ± 0,05 ^a	4,57 ± 0,12 ^b	5,39 ± 0,08 ^c

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в кожному рядку вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

За пробіт-індексами окремих ознак, у більшості випадків тварини відносились до нейтральних, проте в деяких випадках було зафіксовано перевищення значень пробіту порогу встановленого для рівня «поліпшувачі», або «погіршувачі». Наприклад за живою масою у віці 6 та 8 місяців, тварини третьої групи були віднесені до категорії «погіршувачів». Тоді як свинки першої групи, які мали такий самий генотип, але отримували підвищений раціон годівлі, відносились за живою масою у віці 8 місяців до «покрощувачів». Водночас за ознакою товщини шпику I група була віднесена до категорії «погіршувачі», а четверта група у віці 6 та 8 місяців мала найвищий пробіт-індекс за товщиною шпику і була віднесена до категорії «покрощувачів».

Було встановлено, що з віком відносні прирости знижуються, проте не було встановлено значущого впливу організованих факторів на інтенсивність формування (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Показники інтенсивності формування, напруги та рівномірності росту у свиней з різними генотипами при різному рівні годівлі ($\bar{X} \pm SE$)

Показник	Високий рівень годівлі		Нормований рівень годівлі	
	MC4R-GA	MC4R-GG	MC4R-GA	MC4R-GG
Група	I	II	III	IV
n	15	9	14	9
Інтенсивність формування	0,902 ± 0,0133	0,904 ± 0,0112	0,890 ± 0,0068	0,901 ± 0,0105
Напруга росту	0,470 ± 0,0078 ^a	0,467 ± 0,0055 ^{ab}	0,444 ± 0,0040 ^b	0,461 ± 0,0043 ^{ab}
Рівномірність росту	0,298 ± 0,0040 ^a	0,293 ± 0,0036 ^a	0,281 ± 0,0012 ^b	0,294 ± 0,0009 ^a

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в межах рядка вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

Було встановлено, що IV група, яка відрізнялась найнижчою товщиною

шпику порівняно із I та III групами за інтенсивністю формування не мала переваги над цими групами.

На напруженість росту встановлено значущий вплив рівня годівлі ($F = 8,479$, $P < 0,006$), тоді як, значущого впливу генотипу на даний індекс виявлено не було.

У наших дослідженнях, найнижчим індексом напруженості росту відрізнялась III група, яка поступалась за цим показником тваринам з аналогічним генотипом, але з підвищеним рівнем годівлі – різниця склала 0,026 одиниці, або 5,46 %. Практично такого ж самого розміру різниця у напрузі росту спостерігалась і між III та II групами (0,023 одиниці, або 5,18 %), проте в даному випадку можемо відзначити лише тенденцію до більшої напруги росту у II групі ($P = 0,081$).

Індекс рівномірності росту суттєво залежав від фактору годівлі ($F = 11,22$, $P < 0,002$) та взаємодії генотипу з рівнем годівлі ($F = 7,95$, $P < 0,007$). Тварини з генотипом *MC4R-GA*, які споживали нормований раціон (III група) поступались за цим індексом I, II та IV групам відповідно на 0,017, 0,012 та 0,0127 одиниць, або на 5,66 %, 4,27 % та 4,52 %.

Таким чином, в результаті визначення власної продуктивності свинок та селекційних і оціночних індексів різних конструкцій, було встановлено, що фактор годівлі достовірно впливає на вік досягнення свинками живої маси 100 кг і найшвидше досягали цієї контрольної точки свинки, що отримували підвищений раціон годівлі та мали генотип *MC4R-GA*. Водночас, ця група відрізнялась найбільшою товщиною шпику в перерахунку на живу масу 100 кг, напротивагу, група з генотипом *MC4R-GG* при нормованому рівні годівлі мала найнижчі показники товщини шпику. Саме ця група виявилась найкращою порівняно з усіма іншими групами за середнім пробітом розрахованим за показниками живої маси та товщини шпику (різниця з I групою достовірна при $P = 0,0397$, з II – при $P = 0,0082$ та з III – при $P = 0,021$). Проте, при оцінці за селекційними індексами, при врахуванні вагових коефіцієнтів, що відображають економічну значимість ознак, що

входять до складу індексу, кращою четверта група виявилась тільки у порівнянні із групою III при оцінці за індексом Тайлера. Напротивагу, за індексом Березовського вищу оцінку отримали групи які знаходились на підвищеному рівні годівлі, хоча значуща різниця була встановлена тільки по відношенню до третьої групи. Тобто, оцінка за пробітами дозволяє виявити тварин, що мають перевагу за відхиленнями від середнього рівня стада у бажану для селекціонера сторону, тоді як, селекційні індекси враховують також економічну вагу продуктивної ознаки. Проте, слід мати на увазі, що дані індекси враховують тільки показники росту і власної продуктивності і не враховують їх вплив на подальшу відтворювальну здатність свиноматок.

Матеріали даного підрозділу опубліковані у статті [248].

3.3. Вплив рівня годівлі під час вирощування свинок та їх генотипу на подальшу відтворювальну здатність

Після осіменіння свинок спермою двох кнурів (повних сибсів) лінії РІС 408 від них були отримані опороси. За результатами опоросу визначали вплив генотипу та рівня годівлі при вирощуванні свинок на відтворну здатність свиноматок (табл. 3.11).

Для ознак вимірюваних при народженні поросят, значущого впливу окремо фактору годівлі, або окремо фактору генотипу виявлено не було, проте було зафіксовано вплив взаємодії цих двох організованих факторів, як на багатоплідність, так і на масу поросят (середню одного поросяти та загальну масу гнізда).

Було встановлено, що рівень годівлі достовірно впливає майже на всі ознаки, що визначаються за результатами відлучення, такі як кількість, середньодобовий приріст та середня маса відлучених поросят у гнізді, маса гнізда відлучених поросят, збереженість поросят до відлучення. Виключенням стала вирівняність гнізда при відлученні, на яку було зафіксовано значущий вплив генотипу та взаємодії організованих факторів.

Таблиця 3.11

**Вплив організованих факторів (годівлі та генотипу) на відтворну здатність
свиноматок та ріст їхнього потомства до відлучення**

Продуктивна ознака	Ефект годівлі		Ефект генотипу		Ефект взаємодії	
	F	P	F	P	F	P
Багатоплідність	0,444	0,509	1,038	0,314	13,017	0,001
Жива маса гнізда поросят при народженні	0,948	0,336	3,303	0,076	32,653	$1,18 \cdot 10^{-5}$
Середня жива маса одного поросяти при народженні	0,457	0,502	3,309	0,076	21,230	$9,87 \cdot 10^{-5}$
Вирівняність поросят у гнізді при народженні	0,976	0,329	2,086	0,156	11,368	0,002
Кількість відлучених поросят у гнізді	5,764	0,021	0,135	0,715	4,412	0,042
Жива маса гнізда поросят при відлученні у віці 28 днів	9,959	0,003	0,778	0,383	21,592	$9,02 \cdot 10^{-5}$
Середня маса одного поросяти в 28 днів	5,231	0,027	4,576	0,038	62,488	$4,95 \cdot 10^{-7}$
Середньодобовий приріст поросят від народження до 28 днів	5,899	0,019	3,622	0,064	59,133	$2,43 \cdot 10^{-6}$
Збереженість поросят до відлучення	24,034	$1,02 \cdot 10^{-6}$	0,915	0,344	4,368	0,043
Вирівняність поросят у гнізді при відлученні	1,146	0,290	5,796	0,020	18,715	$5,58 \cdot 10^{-5}$

Вплив взаємодії організованих факторів (годівлі та генотипу) був суттєвим для всіх досліджуваних продуктивних ознак, за виключенням

вирівняності поросят у гнізді при відлученні. Сумарна сила впливу всіх організованих факторів та їх взаємодії на кількість відлучених поросят склала 19,3 % (рис. 3.3), а на масу гнізда при відлученні – 42,9 % (рис. 3.4).

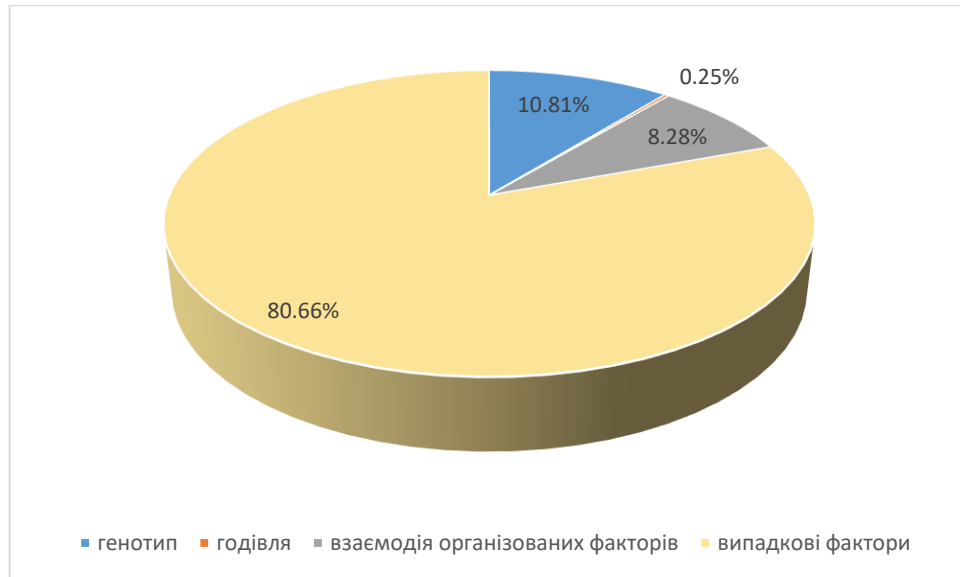


Рис. 3.3. Частка мінливості кількості відлучених у 28 днів поросят обумовлена впливом організованих і випадкових факторів

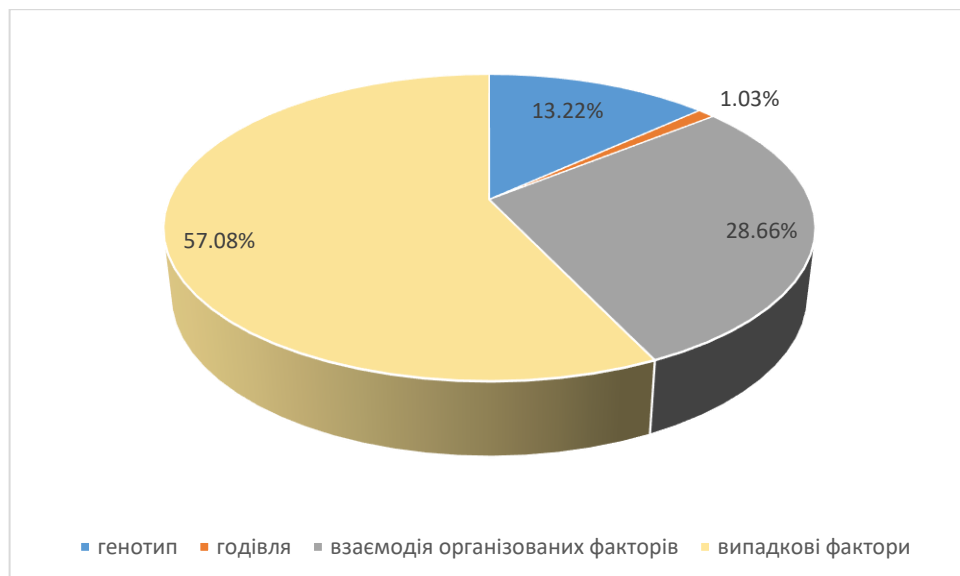


Рис. 3.4. Частка мінливості живої маси гнізда поросят при відлученні у 28 днів обумовлена впливом організованих і випадкових факторів

На середню масу одного поросяти при відлученні сила впливу організованих факторів становила 62,71 % (рис. 3.5).

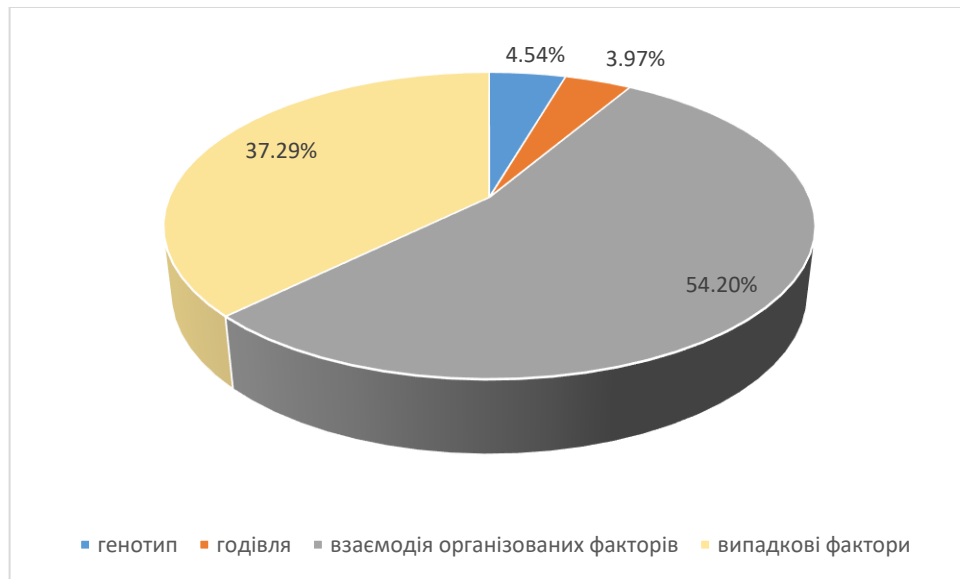


Рис. 3.5. Частка мінливості середньої живої маси одного поросяти при відлученні у 28 днів обумовлена впливом організованих і випадкових факторів

Вплив організованих факторів та їх взаємодії на вирівняність гнізда при відлученні дорівнював 37,4 % (рис. 3.6).

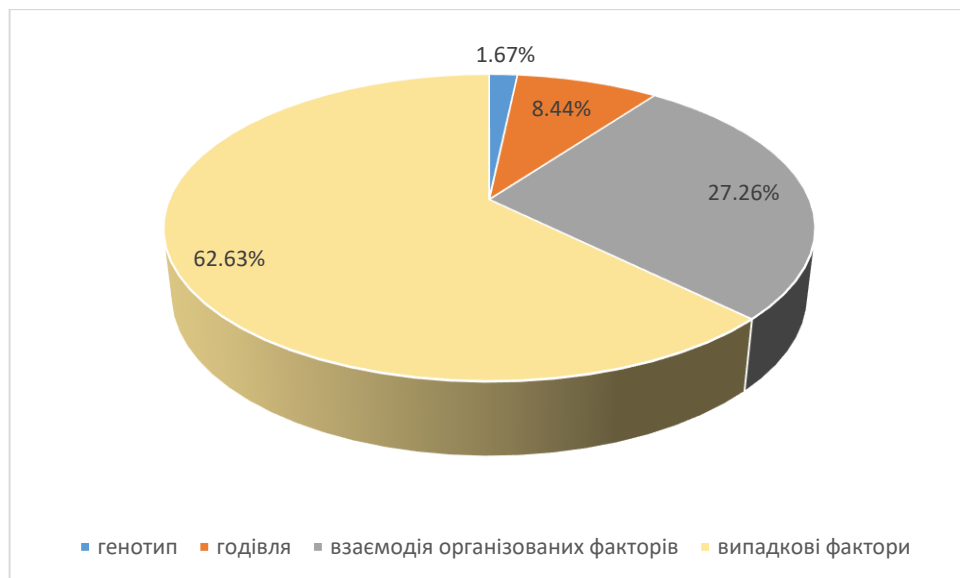


Рис. 3.6. Частка мінливості вирівняності гнізда поросят при відлученні у 28 днів обумовлена впливом організованих і випадкових факторів

За високого рівня годівлі кращими були свиноматки з генотипом *MC4R-GG*, а за нормованої – з генотипом *MC4R-GA* (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Характеристика відтворної здатності свиноматок залежно від їх генотипу та рівня годівлі під час вирощування ($\bar{X} \pm SE$)

Продуктивна ознака	Високий рівень годівлі		Нормована годівля	
	AG (n = 15)	GG (n = 9)	AG (n = 14)	GG (n = 9)
Багатоплідність, голів	11,27 $\pm 0,40^a$	12,89 $\pm 0,35^b$	12,71 $\pm 0,35^b$	11,56 $\pm 0,29^{ab}$
Жива маса гнізда поросят при народженні, кг	14,22 $\pm 0,55^a$	18,32 $\pm 0,87^b$	18,05 $\pm 0,53^b$	15,03 $\pm 0,48^a$
Середня жива маса одного поросяти при народженні, кг	1,263 $\pm 0,024^a$	1,419 $\pm 0,044^{bc}$	1,422 $\pm 0,025^b$	1,301 $\pm 0,028^{ac}$
Вирівняність поросят у гнізді при народженні, %	88,69 $\pm 0,396^a$	90,86 $\pm 0,522^b$	90,70 $\pm 0,524^b$	89,47 $\pm 0,514^{ab}$
Кількість відлучених поросят у гнізді, голів	10,33 $\pm 0,43^a$	12,33 $\pm 0,44^b$	11,21 $\pm 0,41^{ab}$	11,33 $\pm 0,41^{ab}$
Жива маса гнізда поросят при відлученні у віці 28 днів, кг	77,92 $\pm 3,45^a$	106,73 $\pm 4,31^b$	94,40 $\pm 3,03^{bc}$	88,55 $\pm 3,95^{ac}$
Середня маса одного поросяти в 28 днів, кг	7,533 $\pm 0,077^a$	8,657 $\pm 0,163^b$	8,443 $\pm 0,096^b$	7,759 $\pm 0,114^a$
Середньодобовий приріст поросят від народження до 28 днів, г	223,9 $\pm 2,6^a$	258,5 $\pm 4,6^b$	250,7 $\pm 2,9^b$	232,1 $\pm 4,1^a$
Збереженість поросят до відлучення, %	91,55 $\pm 1,34^{ab}$	95,56 $\pm 1,41^{ac}$	87,98 $\pm 1,24^b$	97,88 $\pm 1,41^c$
Вирівняність поросят у гнізді при відлученні, %	90,52 $\pm 0,471^a$	93,20 $\pm 0,417^b$	93,38 $\pm 0,506^b$	91,69 $\pm 0,475^{ab}$

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в кожному рядку вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

В умовах нормованої годівлі свиноматки з генотипом *MC4R-AG* перевищували своїх аналогів з генотипом *MC4R-GG* за багатоплідністю на 1,2 голови, або на 10,0 %, за масою гнізда поросят при народженні – на 3,0 кг,

або на 20,1 %, за середньою масою поросят при народженні – на 0,1 кг, або на 9,3 %. За показниками продуктивних ознак, визначених при відлученні, перевага генотипу *MC4R-AG* за середньою живою масою поросят на 28 добу складала – 0,6 кг, або 8,3 % та за середньодобовими приростами від народження до 28 діб – 18,7 г, або 8,0 %.

Навпаки, за умови високого рівня годівлі під час вирощування тварини з генотипом *MC4R-GG* мали вищу продуктивність порівняно із аналогами з генотипом *MC4R-AG* за такими ознаками, як багатоплідність за один опорос – на 1,62 голови, або на 12,6 %; маса приплоду поросят при народженні була більшою на 4,1 кг, або 22,4 %; перевага за середньою масою поросяти при народженні складала 0,16 кг, або 11,0 %; за індексом вирівняності гнізда при народженні на 2,16 в. п.; за кількістю відлучених поросят – 2,0 гол., або 16,2 %; за масою гнізда поросят при відлученні у 28 днів – 28,8 кг, або 27,0 %; за середньою масою поросят у 28 днів – 1,12 кг, або 13,0 % та за середньодобовими приростами від народження до 28 днів – 34,6 г, або 13,4 %, за вирівняністю маси гнізда поросят при відлученні – на 2,68 в. п.

Водночас, група з високим рівнем годівлі під час вирощування і генотипом *MC4R-AG* поступалась своїм аналогам з III групи (*MC4R-GG* + нормована годівля) за такими показниками, як багатоплідність – на 1,44 голови, або 12,78 %, за масою гнізда поросят при народженні – на 3,83 кг, або 2,69 %, за середньою масою одного поросяти у гнізді – на 0,16 кг, або на 12,59 %, за індексом вирівняності гнізда при народженні на 2,01 в. п. та при відлученні у 28 днів – на 2,86 в. п.

Між групами, які мали різний генотип і отримували різний рівень годівлі (групи «*MC4R-AG* + нормований рівень годівлі» та «*MC4R-GG* + високий рівень годівлі», а також групи «*MC4R-GG* + нормований рівень годівлі» та «*MC4R-AG* + високий рівень годівлі») не було істотної різниці.

За результатами відлучення, кращі показники були також встановлені у групі свиноматок з генотипом *MC4R-GG* та високим рівнем годівлі при їх вирощуванні, порівняно із свиноматки-аналогами за генотипом, проте з

нормованим раціоном під час вирощування: різниця за живою масою гнізда поросят при відлученні у 28 днів склала 18,18 кг, або 20,53 % на користь II групи, за середньою масою одного поросяти в 28 днів – 0,89 кг, або 11,57 %, за середньодобовим приростом поросят від народження до відлучення II група переважала IV – на 26,4 г, або 11,37 %, значущої різниці між цими двома групами за збереженістю та індексом вирівняності поросят у гнізді виявлено не було.

Найкращою збереженістю поросят до відлучення характеризувались тварини четвертої групи вони переважали першу групу на 6,33 в. п. ($P = 0,013$), другу групу – на 2,32 в. п. і третю групу відповідно на 9,89 в. п. ($P = 0,00086$).

Відтворювальну здатність свиноматок, крім абсолютних показників продуктивних ознак, оцінювали також і за селекційними індексами (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Оцінка свиноматок з різним генотипом та рівнем годівлі за оціночними і селекційними індексами ($\bar{X} \pm SE$)

Індекс	Високий рівень годівлі		Нормована годівля	
	AG (n = 15)	GG (n = 9)	AG (n = 14)	GG (n = 9)
Група	I	II	III	IV
Березовського М. Д.	32,16	37,81	35,39	34,45
(I)	$\pm 1,24^a$	$\pm 1,21^b$	$\pm 1,16^{ab}$	$\pm 1,10^{ab}$
СІВЯС	93,59	112,93	107,77	98,87
	$\pm 3,47^a$	$\pm 3,39^b$	$\pm 3,11^b$	$\pm 3,05^{ab}$
Шаталіної Ю. Д.	66,31	82,61	75,57	72,65
(III)	$\pm 2,70^a$	$\pm 2,85^b$	$\pm 2,45^b$	$\pm 2,65^{ab}$
Коваленка В. П.	131,12	178,59	158,48	148,52
(IVФ)	$\pm 5,76^a$	$\pm 7,13^b$	$\pm 5,07^{bc}$	$\pm 6,53^{ac}$

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в кожному рядку вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

Встановлено, що за індексом Березовського М. Д. свиноматки другої групи (*MC4R-GG*) переважали групу з аналогічним рівнем годівлі, проте з генотипом *MC4R-AG* на 5,66 одиниць, або на 17,59 % ($P = 0,014$). Дисперсійний аналіз показав, що на даний індекс зафіксовано лише вплив взаємодії двох організованих факторів (генотип + рівень годівлі, $P = 0,012$). Вплив кожного з цих факторів взятих окремо виявився не достовірним.

На значення індексу СІВЯС також встановлено значущий вплив лише для взаємодії організованих факторів ($P = 0,00049$), проте на відміну від попереднього індексу достовірну перевагу над першою групою яка мала найгірший показник встановлено для двох груп. Друга група переважала першу за індексом СІВЯС на 19,34 одиниці, або 20,67 % ($P = 0,002$), а перевага третьої групи над першою склала 14,18 одиниць, або 15,16 % ($P = 0,01$).

Рангова оцінка за індексом Шаталіної Ю. Д. повністю співпадає із оцінкою за СІВЯС, проте на даний індекс встановлено значущий вплив не тільки взаємодії організованих факторів ($P = 0,001$), але також було зафіксовано і суттєвий вплив генотипу ($P = 0,018$) на даний показник. Було встановлено, що за даним індексом II група переважала аналогів з першої групи на 16,30 одиниць, або 24,58 %. Третя група виявилась кращою порівняно із першою на 9,26 одиниці, або 13,97 %.

При оцінці відтворювальної здатності свиноматок за індексом Коваленка В. П. було встановлено, що на його значення впливають як фактор генотипу ($P = 0,003$), так і взаємодія організованих факторів ($P = 0,00038$). За даним індексом друга група переважала своїх аналогів з першої групи на 47,47 одиниці, що складає 36,20 %, а також аналогів з четвертої групи на 27,36 одиниці, або 20,87 %. Також за даним індексом встановлено перевагу третьої групи з генотипом *MC4R-AG* над тваринами з таким же генотипом, але на високому рівні годівлі, різниця між цими групами склала 30,07 одиниць, або 20,25 %.

Для визначення підсумкової оцінки за відтворювальною здатністю також використовували розрахунок середнього пробіт-індексу за оцінюваними ознаками (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Оцінка відтворювальної здатності свиноматок з різним генотипом та рівнем годівлі за пробіт-індексами ($\bar{X} \pm SE$)

Ознака	Високий рівень годівлі		Нормований рівень годівлі	
	GA (n = 15)	GG (n = 9)	GA (n = 14)	GG (n = 9)
Група	I	II	III	IV
Багатоплідність, індекс	4,44 $\pm 0,28^a$	5,45 $\pm 0,31^b$	5,57 $\pm 0,20^b$	4,65 $\pm 0,20^{ab}$
Маса гнізда при народженні, індекс	4,24 $\pm 0,20^a$	5,64 $\pm 0,24^b$	5,74 $\pm 0,26^b$	4,54 $\pm 0,17^a$
Середня маса одного поросяти у гнізді, індекс	4,30 $\pm 0,20^a$	5,61 $\pm 0,26^{bc}$	5,59 $\pm 0,29^b$	4,62 $\pm 0,23^{ac}$
Кількість відлучених поросят, індекс	4,48 $\pm 0,27^a$	5,03 $\pm 0,32^b$	5,72 $\pm 0,22^{ab}$	5,10 $\pm 0,25^{ab}$
Маса гнізда поросят при відлученні у 28 днів, індекс	4,22 $\pm 0,22^a$	5,25 $\pm 0,24^b$	6,03 $\pm 0,22^{bc}$	4,89 $\pm 0,25^{ac}$
Середня маса одного поросяти при відлученні у 28 днів, індекс	4,09 $\pm 0,13^a$	5,63 $\pm 0,20^b$	5,99 $\pm 0,22^b$	4,54 $\pm 0,21^a$
Середньодобовий приріст поросят до відлучення, індекс	4,10 $\pm 0,15^a$	5,59 $\pm 0,20^b$	6,02 $\pm 0,20^b$	4,55 $\pm 0,23^a$
Збереженість поросят до відлучення, індекс	4,84 $\pm 0,23^{ab}$	4,24 $\pm 0,26^{ac}$	5,53 $\pm 0,19^b$	5,92 $\pm 0,24^c$
Середній пробіт-індекс за відтворювальною здатністю	4,34 $\pm 0,15^a$	5,31 $\pm 0,13^b$	5,77 $\pm 0,17^{bc}$	4,85 $\pm 0,17^{ac}$

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в кожному рядку вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

За підсумковим середнім пробіт-індексом ознак відтворювальної здатності свиноматок найвище значення зафіксовано у третій групі, проте достовірна різниця була встановлена тільки порівняно із першою групою, перевага становила 1,44 одиниці, або 24,85 %.

Таким чином, тварини з генотипом *MC4R-GA* демонструють кращу відтворювальну здатність за умови нормованої годівлі свинок під час вирощування. Водночас, свиноматки з генотипом *MC4R-GG* при високому рівні годівлі виявились кращими за свиноматок з таким же генотипом, але вирощених за умови нормованого раціону, перевага другої групи над четвертою за середнім пробітом склала 0,46 одиниці, або 9,39 %. Також друга група переважала і своїх аналогів за рівнем годівлі, але з генотипом *MC4R-AG* – різниця між групами становила 0,97 одиниці, або 18,21 %.

Досліджено і встановлено суттєвий вплив генотипу свиноматок та рівня їх годівлі в період вирощування на динаміку живої маси поросят та їх середньодобові прирости в післявідлучний період, з 28 до 90 днів, коли поросята знаходились на дорощуванні (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Значущість впливу організованих факторів (годовлі та генотипу свиней) на масу та ріст їх потомства після відлучення

Продуктивна ознака	Ефект годівлі		Ефект генотипу		Ефект взаємодії	
	F	P	F	P	F	P
Середня жива маса поросят у віці 60 днів	5,871	0,020	0,331	0,568	18,469	4,28*10 ⁻⁵
Середньодобовий приріст від 28 до 60 днів	0,454	0,504	0,000	0,990	0,415	0,523
Абсолютний приріст від 28 до 60 днів	3,439	0,071	0,074	0,787	2,477	0,123

Продовження таблиці 3.15

Продуктивна ознака	Ефект годівлі		Ефект генотипу		Ефект взаємодії	
	F	P	F	P	F	P
Відносний приріст від 28 до 60 днів	0,069	0,795	2,670	0,110	13,853	0,001
Середня жива маса поросят у віці 90 днів	2,413	0,128	0,154	0,696	8,121	0,007
Середньодобовий приріст від 60 до 90 днів	0,009	0,927	0,000	0,992	0,002	0,964
Абсолютний приріст від 60 до 90 днів	0,009	0,927	0,000	0,992	0,002	0,964
Відносний приріст від 60 до 90 днів	1,747	0,193	0,112	0,740	4,869	0,033

Було встановлено, що рівень годівлі свинок під час вирощування впливає на живу масу їхнього потомства у віці 60 днів і цей вплив проявляється навіть після відлучення поросят.

Взаємодія генотипу матерів з їх годівлею в період вирощування мала пролонгований ефект і впливала на відносний приріст їх потомства після відлучення від 28 днів до 60 днів, а також і на їх відносний приріст від 60 до 90 днів.

Через місяць після переведення на дорощування більшою живою масою характеризувалася група молодняку, отриманого від свиноматок з генотипом *MC4R-GG*, які отримували підвищений рівень годівлі у період їх вирощування (табл. 3.16).

Поросята від свиноматок, що мали генотип *MC4R-GG* і отримували збільшений раціон у період вирощування, мали більшу масу на 60 добу від народження на 1,4 кг або на 6,8 % ($P = 0,021$) порівняно з потомством свиноматок з генотипом *MC4R-GG* (нормований рівень годівлі) та на 2,0 кг

або на 9,9 % ($P = 2,85 \cdot 10^{-5}$) більшу живу масу порівняно з приплодом свиноматок генотипу *MC4R*-AG (високий рівень годівлі).

Таблиця 3.16

Жива маса та прирости поросят, отриманих від свиноматок з різними генотипами та рівнями годівлі в період їх вирощування ($\bar{X} \pm SE$)

Продуктивна ознака	Високий рівень годівлі		Нормована годівля	
	AG (n = 15)	GG (n = 9)	AG (n = 14)	GG (n = 9)
Середня жива маса поросят у віці 60 днів, кг	20,05 ± 0,33 ^a	22,03 ± 0,35 ^b	21,20 ± 0,19 ^{bc}	20,62 ± 0,22 ^{ac}
Середньодобовий приріст від 28 до 60 днів, г	303,8 ± 14,8	303,1 ± 17,5	312,1 ± 16,6	290,3 ± 12,0
Абсолютний приріст від 28 до 60 днів, кг	12,52 ± 0,30	13,38 ± 0,28	12,76 ± 0,10	12,82 ± 0,22
Відносний приріст від 28 до 60 днів, %	90,63 ± 1,12 ^a	87,18 ± 1,21 ^{ab}	86,10 ± 0,30 ^b	90,24 ± 1,26 ^a
Середня жива маса поросят у віці 90 днів, кг	33,43 ± 0,37 ^a	35,37 ± 0,74 ^b	34,57 ± 0,33 ^{ab}	34,98 ± 0,29 ^{ab}
Середньодобовий приріст від 60 до 90 днів, г	418,1 ± 9,5	416,7 ± 18,7	417,9 ± 4,6	417,4 ± 9,2
Абсолютний приріст від 60 до 90 днів, кг	13,38 ± 0,30	13,33 ± 0,60	13,37 ± 0,15	13,36 ± 0,29
Відносний приріст від 60 до 90 днів, %	50,10 ± 1,17	46,36 ± 1,55	47,94 ± 0,14	48,93 ± 1,05

Примітка. Різні літери в кожному рядку вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

У результаті визначення відносного приросту від 28 до 60 діб встановлено, що дві групи (приплід свиноматок, що отримували високий

рівень годівлі і мали генотип *MC4R-AG* та приплід свиноматок, що отримували нормований раціон і мали генотип *MC4R-GG*) переважали за цією ознакою потомство свиноматок, які отримували нормований раціон і мали генотип *MC4R-AG*, перевага склала +4,5 кг (або +5,3 %, при $P = 0,005$) та +4,1 кг (або +4,8 %, при $P = 0,032$) відповідно,.

На 90 добу від народження молодняк, отриманий від свиноматок з генотипом *MC4R-GG* на підвищеному раціоні під час вирощування, мав більшу живу масу на 2,0 кг або 5,8 % порівняно з молодняком, отриманим від свиноматок з генотипом *MC4R-AG*, які отримували аналогічний раціон ($P = 0,017$).

Таким чином, встановлено, що на живу масу у віці 60 ($P = 4,248 \cdot 10^{-5}$) та 90 ($P = 0,007$) днів, а також на відносний приріст молодняку свиней у період дорощування ($P < 0,05$) суттєво впливає взаємодія двох організованих факторів (генотипу матерів за геном *MC4R AG/GG* та рівень годівлі матерів у період вирощування). Значущий вплив цих факторів, взятих окремо, виявлено лише для фактору рівень годівлі, який достовірно впливав на живу масу потомства у віці 60 днів ($P = 0,02$). Тобто при оцінці тварин за генотипом необхідно враховувати не тільки генетичний фактор, а й взаємодію генотипу з навколишнім середовищем.

Матеріали даного підрозділу опубліковані у статті [198].

3.4. Вплив генотипу та типу станків для опоросу на відтворювальну здатність свиноматок

У ТОВ «Максі 2010» в секції для опоросу використовують два варіанта розміщення станків для фіксації свиноматок. Перший варіант – діагональне, другий варіант – повздовжнє розміщення (див. рис. 2.5).

Використання діагонального розміщення свиноматок, обґрунтовується меншою на 10 см довжиною загону і економією площі приміщення. Проте, в

така економія є доцільною тільки в тому випадку, якщо діагональне розміщення не погіршує відтворювальну здатність свиноматок.

Було визначено вплив розміщення у станках свиноматок, з урахуванням їх генотипу за геном меланокортину 4 (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Вплив організованих факторів (типу станка та генотипу) на відтворну здатність свиноматок та ріст їхнього потомства до відлучення

Продуктивна ознака	Ефект генотипу		Ефект типу станка		Ефект взаємодії	
	F	P	F	P	F	P
Багатоплідність	0,386	0,538	0,157	0,694	1,027	0,317
Жива маса гнізда поросят при народженні	0,872	0,356	0,856	0,36	2,997	0,091
Середня жива маса одного поросяти при народженні	0,387	0,537	1,121	0,296	2,08	0,157
Вирівняність гнізда при народженні	0,111	0,741	1,736	0,195	0,043	0,837
Кількість відлучених поросят у гнізді	3,742	0,06	12,968	0,001	0,768	0,386
Жива маса гнізда поросят при відлученні у віці 28 днів	0,827	0,368	23,662	$7,58 \cdot 10^{-4}$	1,145	0,291
Середня маса одного поросяти в 28 днів	4,807	0,034	18,363	$3,58 \cdot 10^{-4}$	0,374	0,544
Збереженість поросят до відлучення	6,907	0,012	64,054	$4,55 \cdot 10^{-8}$	12,504	0,001
Вирівняність гнізда при відлученні	2,255	0,141	19,186	$5,49 \cdot 10^{-4}$	1,888	0,177

Продовження таблиці 3.17

Продуктивна ознака	Ефект генотипу	Ефект типу станка		Ефект взаємодії		
		F	P	F	P	
Абсолютний приріст поросят від народження до 28 днів	7,411	0,009	27,8	$1,08 \cdot 10^{-5}$	1,33	0,255
Середньодобовий приріст поросят від народження до 28 днів	7,411	0,009	27,8	$1,08 \cdot 10^{-5}$	1,33	0,255
Відносний приріст поросят від народження до 28 днів	7,411	0,009	27,8	$1,08 \cdot 10^{-5}$	1,33	0,255

Дослідженнями було встановлено, що не зважаючи на різні варіанти розміщення станків для росту поросят були створені однакові вихідні умови. Багатоплідність свиноматок у контрольній і дослідній групах знаходилась на одному рівні і різниця між групами була в межах статистичної похибки. Аналогічно і для великоплідності, індексу вирівняності та ознаки маси гнізда при народженні різниця між групами була несуттєвою. Крім збереженості поросят до відлучення, зафіксовано значущий вплив генотипу на такі показники, як кількість відлучених поросят, середня маса одного поросяти та їх прирости. Вплив взаємодії організованих факторів встановлено лише для ознаки збереженості поросят до відлучення у віці 28 днів.

Після визначення показників продуктивності досягнутих на момент відлучення, було встановлено значущий вплив типу розміщення фіксаційного станка в боксі для опоросу на всі досліджувані показники. Повздовжнє розміщення свиноматок у станках позитивно вплинуло на збереженість поросят при відлученні: свиноматки III групи переважали за цим показником

свиноматок I групи на 15,58 в. п., а свиноматок II групи на 6,16 в. п. (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Показники продуктивності свиней в залежності від варіанту розміщення станка та генотипу

Ознака	Діагональне розміщення станків		Повздожнє розміщення станків	
	AG (n = 15)	GG (n = 9)	AG (n = 14)	GG (n = 9)
Генотип				
Група	I	II	III	IV
Багатоплідність, голів	13,71	13,56	13,27	13,89
	± 0,35	± 0,29	± 0,40	± 0,35
Жива маса гнізда поросят при народженні, кг	19,76	19,19	18,25	20,03
	± 0,55	± 0,55	± 0,62	± 0,94
Жива маса одного поросяти при народженні, кг	1,44	1,42	1,38	1,44
	± 0,03	± 0,03	± 0,03	± 0,05
Вирівняність гнізда при народженні, одиниць	91,1±0,48	91,2±0,29	91,7±0,43	91,9±0,53
Кількість відлучених поросят у гнізді, голів	11,14	12,33	12,87	13,33
	± 0,31 ^a	± 0,41 ^{ab}	± 0,42 ^b	± 0,44 ^b
Жива маса гнізда поросят при відлученні у віці 28 днів, кг	93,06	101,17	114,74	114,49
	± 2,44 ^a	± 4,23 ^{ab}	± 4,08 ^b	± 4,42 ^b
Середня маса одного поросяти в 28 днів, кг	8,37	8,19	8,91	8,59
	± 0,10 ^a	± 0,13 ^a	± 0,08 ^b	± 0,17 ^{ab}
Збереженість поросят до відлучення, %	81,40	90,81	96,97	95,89
	± 1,62 ^a	± 1,30 ^b	± 1,25 ^c	± 1,31 ^{bc}
Вирівняність гнізда при відлученні, %	90,7	91,9	92,8	92,9
	± 0,30 ^a	± 0,38 ^{ab}	± 0,42 ^b	± 0,43 ^b

Продовження таблиці 3.18

Ознака	Діагональне розміщення станків		Повздовжнє розміщення станків	
	AG (n = 15)	GG (n = 9)	AG (n = 14)	GG (n = 9)
Генотип				
Група	I	II	III	IV
Абсолютний приріст поросят від народження до 28 днів, кг	6,92 ± 0,09 ^a	6,77 ± 0,12 ^a	7,53 ± 0,08 ^b	7,15 ± 0,13 ^a
Середньодобовий приріст поросят від народження до 28 днів, г	247,21 ± 3,07 ^a	241,88 ± 4,28 ^a	269,05 ± 2,76 ^b	255,35 ± 4,82 ^a
Відносний приріст поросят від народження до 28 днів, %	141,16 ± 0,69 ^a	141,00 ± 1,01 ^a	146,50 ± 0,83 ^b	142,65 ± 0,89 ^a

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в кожному рядку вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

Четверта група за збереженістю переважала першу та другу групи відповідно на 14,50 та 5,08 в. п. Вища збереженість поросят у свиноматок з повздовжнім розміщенням у станках обумовила більшу кількість відлучених поросят у третій та четвертій групах: свиноматки із генотипом *MC4R-AG* (III група) переважали за цим показником першу групу на 1,72 поросяти, або 15,47 %, а свиноматки з генотипом *MC4R-GG* – на 2,19 голів, або 19,66 %.

За середньою масою одного поросяти при відлученні найкращими виявились свиноматки з генотипом *MC4R-AG* і повздовжнім розміщенням у станку. Вони достовірно переважали свиноматок, яких фіксували у станках діагонально – першу групу на 0,54 кг, або 6,51 % та другу групу на 0,72 кг, або 8,80 %. Свиноматки з генотипом *MC4R-GG* і повздовжнім розміщенням мали кращу масу одного поросяти тільки порівняно із першою групою, перевага склала 0,53 кг, або 4,32 %.

За інтегральним показником відтворювальної здатності свиноматок – живою масою гнізда поросят при відлученні, значуща перевага повздовжнього

розміщення у станку зафіксована тільки над свиноматками з генотипом *MC4R-AG* (І група), вони поступались ІІІ групі на 21,68 кг, або 23,29 % та четвертій групі на 21,42 кг, або 23,02 %. Визначення абсолютних, відносних та середньодобових приростів показало, що потомки свиноматок третьої групи достовірно переважали всі інші групи. Порівняно із першою групою перевага за середньодобовим приростом склала 21,85 г, або 8,84 %, за абсолютним приростом – +0,61 кг, або 8,84 % та за середньодобовим приростом – +5,34 в. п. Порівняно із другою групою перевага свиноматок з генотипом *MC4R-AG* і повздовжнім розміщенням у станку становила 27,17 г, або 11,23 % за середньодобовим приростом, 0,76 кг, або 11,23 % – за абсолютним приростом і 5,50 в. п. за відносним приростом.

Порівняно із свиноматками з генотипом *MC4R-GG*, розміщених у станках повздовжньо перевага свиноматок з третьої групи становила 13,71 г, або 5,37 % за середньодобовим приростом, 0,38 кг, або 5,37 % – за абсолютним приростом і 3,85 в. п. за відносним приростом.

Аналогічно як і для першого етапу дослідження, відтворювальну здатність свиноматок оцінювали не тільки за абсолютними показниками продуктивних ознак, але також і за оціночними й селекційними індексами (табл. 3.19).

Встановлено, що за індексом Березовського М. Д. свиноматки з генотипом *MC4R-GG*, які поросились у повздовжньорозміщених станках переважали свиноматок першої групи на 4,56 одиниць, або 12,59 %. Таким чином, достовірна різниця за даним індексом була встановлена лише за впливу взаємодії двох факторів – генотипу і типу станка. За індексом *СІВЯС* була зафіксована значна мінливість в середині груп, тому достовірної різниці між групами виявлено не було. Напротивагу, за індексом Шаталіної Ю. Д., третя та четверта групи суттєво переважали тварин з першої групи: свиноматки з генотипом *MC4R-AG* з повздовжнім розміщенням у станках мали значення даного індексу на 10,74 одиниці, або 14,09 % більше

порівняно з першою групою, тоді як свиноматки четвертої групи переважали першу на 12,74 одиниць, або 16,71 %.

Таблиця 3.19

Оцінка свиноматок з різним генотипом та в залежності від варіанту розміщення у станку за оціночними і селекційними індексами ($\bar{X} \pm SE$)

Індекс	Діагональне розміщення станків		Повздовжнє розміщення станків	
	AG (n = 15)	GG (n = 9)	AG (n = 14)	GG (n = 9)
Група	I	II	III	IV
Березовського М. Д.	36,25	38,46	39,27	40,81
(I)	$\pm 0,91^a$	$\pm 1,10^{ab}$	$\pm 1,22^{ab}$	$\pm 1,21^b$
<i>СІВЯС</i>	113,33	115,08	117,87	121,52
	$\pm 2,70$	$\pm 3,14$	$\pm 3,66$	$\pm 3,40$
Шаталіної Ю. Д.	76,24	81,76	86,98	88,98
(III)	$\pm 1,90^a$	$\pm 2,73^{ab}$	$\pm 2,85^b$	$\pm 2,86^b$
Коваленка В. П.	156,71	169,82	191,76	191,60
(ІВФ)	$\pm 4,05^a$	$\pm 6,99^{ab}$	$\pm 6,78^b$	$\pm 7,29^b$

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в кожному рядку вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

Аналогічну ситуацію спостерігаємо і за індексом Коваленка В. П., перша група суттєво поступалась обом групам свиноматки яких утримувалась у станках із повздовжнім розміщенням. Значення індексу у III групі було на 35,05 одиниць, або 22,36 % більше, порівняно із першою, а четверта група переважала першу за цим індексом на 34,88 одиниць, або 22,26 %.

Слід відзначити, що рангові оцінки за першими трьома індексами співпадають, тоді як за індексом Коваленка В. П. третя група мала дещо більше значення індексу порівняно із четвертою, хоча різниця була несуттєвою і її можна не брати до уваги.

Для визначення підсумкової оцінки за відтворювальною здатністю

також використовували розрахунок середнього пробіт-індексу за оцінюваними ознаками (табл. 3.20).

Таблиця 3.20

Оцінка відтворювальної здатності свиноматок з різним генотипом та рівнем годівлі за пробіт-індексами ($\bar{X} \pm SE$)

Пробіт-індекси	Діагональне розміщення станків		Повздовжнє розміщення станків	
	GA	GG	GA	GG
Група	I	II	III	IV
n	15	9	14	9
Багатоплідність, індекс	5,11 ± 0,28	4,99 ± 0,23	4,76 ± 0,31	5,25 ± 0,28
Маса гнізда при народженні, індекс	5,23 ± 0,24	4,99 ± 0,24	4,58 ± 0,27	5,35 ± 0,41
Середня маса одного поросяти у гнізді, індекс	5,26 ± 0,25	5,00 ± 0,27	4,62 ± 0,24	5,23 ± 0,43
Кількість відлучених поросят, індекс	4,24 ± 0,20 ^a	5,00 ± 0,26 ^{ab}	5,33 ± 0,27 ^b	5,63 ± 0,28 ^b
Маса гнізда поросят при відлученні у 28 днів, індекс	4,21 ± 0,15 ^a	4,72 ± 0,27 ^{ab}	5,57 ± 0,26 ^b	5,56 ± 0,28 ^b
Середня маса одного поросяти при відлученні у 28 днів, індекс	4,61 ± 0,21 ^a	4,24 ± 0,28 ^a	5,77 ± 0,17 ^b	5,09 ± 0,36 ^{ab}
Середньодобовий приріст поросят до відлучення, індекс	4,53 ± 0,19 ^a	4,19 ± 0,27 ^a	5,90 ± 0,17 ^b	5,04 ± 0,30 ^a
Збереженість поросят до відлучення, індекс	3,84 ± 0,20 ^a	4,98 ± 0,16 ^b	5,73 ± 0,15 ^c	5,60 ± 0,16 ^{bc}
Середній пробіт-індекс за відтворювальною здатністю	4,63 ^a ± 0,12	4,76 ^{ab} ± 0,19	5,28 ^b ± 0,17	5,34 ^b ± 0,24

Примітка. ^{a,b,c}Різні літери в кожному рядку вказують на значні відмінності між групами відповідно до результатів тесту Tukey.

За підсумковим середнім пробіт-індексом ознак відтворювальної здатності свиноматок найвище значення зафіксовано у свиноматок четвертої групи з генотипом *MC4R*-GG та повздовжнім розміщенням у станку для опоросу. Різниця між четвертою та першою групою склала 0,71 одиниці, або 15,43 %.

За пробіт-індексами окремих ознак свиноматки першої групи отримали умовну оцінку «погіршувачі» за ознаками середня кількість відлучених поросят, маса гнізда при відлученні у 28 днів та за збереженість поросят до відлучення, оскільки показані ними результати за цими ознаками поступались середньому рівню всієї вибірки більше ніж на 0,67 σ . Також і в другій групі були визначені дві ознаки за якими свиноматки даної групи були оцінені як «погіршувачі» – це ознаки середня жива маса одного поросяти при відлученні у 28 днів та середньодобовий приріст поросят від народження до відлучення.

Навпаки, III група суттєво переважала інші групи за пробіт-індексами трьох ознак – свиноматки даної групи були віднесені до «поліпшувачів» за ознаками середня жива маса одного поросяти при відлученні у віці 28 днів, середньодобовий приріст поросят від народження до відлучення у віці 28 днів та за ознакою збереженості поросят до відлучення.

Таким чином, в результаті проведених досліджень було встановлено, що генотип за геном *MC4R* вплинув на такі ознаки як кількість відлучених поросят у гнізді ($P = 0,06$), середню масу одного поросяти при відлученні у 28 днів ($P = 0,034$), збереженість поросят до відлучення ($P = 0,012$), середньодобові, абсолютні та відносні прирости поросят від народження до відлученні у віці 28 днів ($P = 0,009$). Водночас, тип розміщення станка у боксі для опоросу (пряме чи діагональне) впливав на всі показники визначені при відлученні поросят. Ефект взаємодії організованих факторів було виявлено тільки для збереженості поросят до відлучення. При прямому розміщенні фіксаційного станка у боксі для опоросу від свиноматок з генотипом *MC4R*-

GG було отримано на 19,7 % більшу кількість відлучених поросят у гнізді та більшу масу гнізда при відлученні на 23,0 %, кращу збереженість поросят до відлучення на 14,5 в. п. порівняно із свиноматками з генотипом *MC4R-AG* при діагональному розміщенні фіксаційного станка. Тобто можна зробити висновок, що пряме розміщення станка сприяє підвищенню відтворювальної здатності свиноматок, але в повній мірі його переваги проявляються тільки при одержанні опоросів від свиноматок з генотипом *MC4R-GG*.

Матеріали даного підрозділу опубліковані у статтях [198, 249, 248]

3.5. Удосконалення промислової технології виробництва продукції свинарства в ТОВ «Максі 2010» з урахуванням результатів досліджень

У ТОВ «Максі 2010» після виходу на повну виробничу потужність, дотримуючись 7-денного кроку ритму, кожен тиждень виявляють в охоті, відбирають та осіменяють по 36 свиноматок. Через причини прохолосту впродовж 28 днів із кожної крокової групи вибраковують по 2–3 свиноматки і у групу з визначеною поросністю переходить по 33–34 свиноматки, а до переведення у станки для опоросу їх залишається у середньому по 32 голови. Після опоросу через малоплідність та низьку молочність дві свиноматки вибраковують, а у групу холостих переводять по 30 голів. Таким чином із кожної крокової групи за 1 цикл «осіменіння-опорос» технологічний відхід становить 6 гол., який заміщається ремонтним поголів'ям.

Після виходу на ритмічну роботу у групі холостих свиноматок постійно перебуває 40 гол., умовно поросних свиноматок після осіменіння, яких утримують у індивідуальних станках – 140 гол., у групі зі встановленою поросністю – 420 гол., у станках для опоросу на різних етапах підсисного періоду – 128 свиноматок, а в секторі дорошування постійно знаходилося 2896 голів.

Для забезпечення плідного осіменіння при правильній організації процесу взяття сперми, оцінки її якості, розрідження та проведення штучного

осіменіння у господарстві утримують 5 кнурів. Кількість вибракуваних свиноматок прямо залежить від їх фізіологічного стану, умов утримання, мікроклімату, доступу до корму та чистої питної води, рівня кваліфікації техніків зі штучного осіменіння і кваліфікації операторів. Під час проведення досліджень по впливу зоотехнічних показників на обсяги виробленої продукції було проаналізовано дані відтворювальної здатності свиноматок та продуктивних властивостей отриманого приплоду і поросят на дорощуванні впродовж двох років роботи маточника. Встановлено, що утримання та годівля тварин є повністю задовільними для повної реалізації генетичного потенціалу відтворювальної здатності свиноматок та продуктивних властивостей поросят-сисунів і поросят на дорощуванні. Свиноматки мали середню багатоплідність по стаду на рівні 12,1 поросят на опорос. Аналіз даних отриманого приплоду показав, що 64 % свиноматок мали багатоплідність 12–15 поросят, тоді як решта свиноматок за один опорос давали по 10–11 поросят.

Після коригування раціонів годівлі гібридних ремонтних свинок на вирощуванні відповідно до їх генотипу маса гнізда поросят при народженні, яка до того у свиноматок-першопоросок, яких ввели в стадо за 2022 рік становила 16,4 кг, у свиноматок введених в стадо в 2023-му році зросла на 1,7 кг ($P < 0,05$) і знаходилась на момент завершення досліджень на рівні 18,1 кг, а середня багатоплідність зросла на 0,29 поросяти на опорос ($P < 0,05$) і склала 13,19 голови. При дотриманні заданого крокового ритму від 32 свиноматок, введених в стадо, із зазначеною багатоплідністю кожні 7 днів господарство отримувало по 435 новонароджених поросят, а зважаючи на технологічний відхід за підсисний період, на дорощування передавали по 387 гол. За рік проходило 52 поросні тури та 582 опороси, при яких свиноматки приводили 7909 поросят. З огляду на збереженість поросят під маткою до відлучення залишалось 7039 гол., яких переводили на дорощування.

Підвищення багатоплідності свиноматок дало змогу не лише збільшити кількість отриманого приплоду, а й зменшити його собівартість, тобто підвищити рентабельність виробництва продукції свинарства, тому виконання зазначених вище заходів, забезпечило збільшення отриманого приплоду. Після коригування раціонів свинок з різним генотипом при тій же кількості опоросів за рік було отримано 8502 поросят, що додатково становить до вихідного варіанту +593 голів додаткового приплоду.

До відлучення ж упродовж року залишається 7566 гол., що більше вихідної кількості на 527 голови. Проведені зміни у годівлі свинок в залежності від їх генотипу та заміна розміщення фіксаційних станків для опоросу з діагонального на пряме дозволили підвищити збереженість приплоду у підсисний період і під час дорощування, збільшити вихід приплоду на одну основну свиноматку та загалом по стаду. За один крок виробничого ритму господарство отримує по 467 поросят (+32 голови) і до відлучення має 415 поросят (+28 голів) відносно попередніх значень роботи комплексу. Збільшення отриманого приплоду зменшує собівартість виробленої продукції та підвищує економічну ефективність ведення свинарства.

Щоб можна було не лише забезпечити стабільний кроковий рух поголів'я, а й контролювати переміщення окремих технологічних груп було виконано новий підхід до формування циклограми. У літературі в якій висвітлюються питання розрахунку циклограми руху поголів'я залежно від кроку ритму, тривалості утримання свиноматок у індивідуальних станках та підсисного періоду пропонується горизонтальне зміщення груп та їх перехід із однієї технологічної групи до іншої [219]. Під час проведених досліджень встановлено, що вертикальне зміщення технологічних груп дає змогу більш наочно зазначати переміщення груп за тижнями року і повній відповідності до кроку обраного виробничого ритму. Нижче наводимо зразок формування циклограми при вході у ритмічну роботу комплексу (табл. 3.21).

Таблиця 3.21

Циклограма потокового виробництва продукції свинарства при 7-денному кроку ритму. Переміщення груп свиноматок відповідно до фаз репродуктивного циклу

Тиждень року	Осіменіння № групи	Свиноматки зі встановленою поросністю	Постановка на опорос	Відлучення / переведення порослят на дорощування, а свиноматок у групу холостих	Переведення порослят на інше відділення
1-й	1-а				
4-й	4-а				
5-й	5-а	1-а			
6-й	6-а	2-а			
16-й	16-а	12-а	1-а		
20-й	20-а	16-а	5-а	1-а	
27-й	27-а	23-а	12-а	8-а	1-а
28-й	28-а	24-а	13-а	9-а	2-а

Перші чотири тижні виявляють ремонтних свинок в охоті та осіменяють і розміщують їх у індивідуальних станках. П'ятий тиждень (п'ятий крок виробничого ритму при 7-денному кроку ритму) на осіменіння надходить п'ята група, а перша група переводиться у групу свиноматок з встановленою поросністю. На 16-й тиждень у групу умовно порослих свиноматок уже переходять свиноматки сформованої 16-ї групи, у групу зі встановленою поросністю надходить 12 група, а у групу свиноматок, яких переводять у станки для опоросу, переходить перша група. На 20-й тиждень відповідно у групу умовно порослих надходить уже 20-а група, у групу свиноматок з визначеною поросністю надходить 16-а, у групу свиноматок, які поросяться і

лактують, переходить 5-а група, а від першої групи проводять відлучення. Відлучених свиноматок передають у групу холостих, а поросят передають у цех дорощування. На дорощуванні поросята знаходяться 7 крокових періодів і за цей час досягають маси 33–36 кг.

На 27-й тиждень від початку входження в ритм у групу умовно поросних надходить 27-а група, 23-я група передається у групу свиноматок з визначеною поросністю, 12-а група надходить у сектор опоросу, від 8-ї групи проводять відлучення поросят та передають до групи холостих, а поросят передають на дорощування.

Поросят, отриманих від першої групи знімають з дорощування та передають на інше відділення. Для визначення, яка група, у якому тижні має підлягати переміщенню у наступну технологічну секцію, потрібно враховувати тривалість перебування тварин у групі умовно поросних, з визначеною поросністю, тривалість підсисного періоду. Для поросят на дорощуванні та відгодівлі основними критеріями є маса переведення та рівень середньодобових приростів, які визначають час перебування у відповідному секторі. Таким чином заповнення такої циклограми значно спрощується і наочно відображає, які групи необхідно переводити у наступні технологічні секції.

Налагодження стабільного циклового руху поголів'я з 7-денним кроковим ритмом було проведено завдяки урахуванню вищезазначених зоотехнічних та виробничих показників, повній реалізації біологічного потенціалу тварин, створенню за нормами технологічного проектування умов утримання та годівлі тварин усіх технологічних груп та використанню рекомендацій [216, 219].

Знаючи кількість постійного поголів'я у кожній технологічній групі, розраховують щоденні (1) та місячні (2) витрати корму, потребу у воді, витрати на ветсанобробку поголів'я і т.ін. Для цього в господарстві використовують такі формули:

$$\text{КД} = \text{гол} \times \text{кг}; \quad (3.1)$$

$$KM = \text{гол} \times \text{кг} \times 30(31) \quad (3.2)$$

де – КД – потреба корму на 1 день;

КМ – потреба корму на 1 місяць;

гол – голів у групі;

кг – добова потреба корму;

30(31) – кількість днів у місяці.

Щоб поросята за період дорощування досягали запланованої маси, регулярно контролюють якість комбікорму, постійну його наявність у годівницях, вільний цілодобовий доступ до годівниць і чистої питної води, що забезпечує високий рівень середньодобових приростів. За такого підходу тварин більше не перетримують у станках для дорощування, а планово передають на іншу ферму для проведення відгодівлі до товарної маси.

Таким чином, кількість виробленої впродовж року продукції свинарства залежить від інтенсивності використання свиноматок (кількості опоросів за 1 рік), їх багатоплідності, збереженості приплоду на всіх етапах вирощування та м'ясності туш відгодівельного поголів'я. Водночас рівень середньодобових приростів має значний вплив лише на оборот станків, тривалість дорощування та відгодівлі, кількість спожитого корму, а на річну кількість реалізованої продукції впливу практично не має. Запровадження в господарстві технології годівлі свиней відповідно до їх генотипу та заміна фіксаційних станків для опоросу на станки з прямим розміщенням сприяло збільшенню багатоплідності свиноматок ($P < 0,05$), виходу приплоду на одну основну свиноматку ($P < 0,05$) та підвищенню живої маси гнізда при відлученні ($P < 0,05$), що в свою чергу збільшило економічну ефективність виробництва, що більш детально розглядається у наступному розділі.

Матеріали даного підрозділу опубліковані у статті [249].

3.6. Економічна ефективність проведених досліджень

Ефективність наукових досліджень з удосконалення технологій розведення, годівлі та утримання свиней, направлених на покращення відтворювальної здатності свиноматок знаходить своє відображення у зоотехнічних та економічних показниках. Економічну ефективність вирощування та отримання опоросів від свиней з різними генотипами за геном меланокортину 4, при різних рівнях їх годівлі під час вирощування, а також за умови проведення опоросів в різних типах станках визначали виходячи з збільшення кількості одержаних поросят на один опорос та маси гнізда при відлученні поросят за різних варіантів поєднання генотипу та елементів технології годівлі та утримання. Розрахунок економічної ефективності зроблений на підставі даних щодо різної маси гнізда поросят при відлученні в залежності від генотипу та рівня годівлі наведено у таблиці 3.22.

Завдяки найбільшій масі гнізда при відлученні у 28 днів група свиноматок з генотипом *MC4R-GG*, що отримувала збільшений на 10 % раціон на вирощуванні мала найкращу собівартість відлучення гнізда поросят від отримання одного опоросу.

Собівартість отримання відлучених поросят у другій групі порівняно із першою групою була кращою на 56,69 грн в розрахунку на один опорос, що складає 26,99 %, порівняно із третьою групою перевага склала 20,03 грн на опорос, або 11,55 % та порівняно із четвертою групою собівартість отримання відлучених поросят на один опорос у другій групі була кращою на 31,48 грн, або на 17,03 %.

При одержанні опоросів від свиноматок з генотипом *MC4R-AG*, кращі результати було отримано в групі яка на вирощуванні отримувала нормований раціон – собівартість одного гнізда відлучених поросят в третій групі була на 36,66 грн, або 17,46 % меншою порівняно із першою групою.

Таблиця 3.22

Економічна ефективність одержання опоросів, від свиноматок з різними генотипами при різних рівнях годівлі у ТОВ «Максі 2010»

Показник	Група			
	Високий рівень годівлі		Нормована годівля	
Генотип	<i>MC4R-AG</i>	<i>MC4R-GG</i>	<i>MC4R-AG</i>	<i>MC4R-GG</i>
Група	I	II	III	IV
Кількість одержаних опоросів у групі	15	9	14	9
Середня кількість відлучених поросят від однієї свиноматки, голів	10,33	12,33	11,21	11,33
Жива маса гнізда при відлученні у 28 днів, кг	77,92	106,73	94,40	88,55
Собівартість приросту живої маси поросят, грн/кг	210,00	153,31	173,34	184,79
Затрати на виробництво продукції на один опорос, грн	16363,2	16363,2	16363,2	16363,2
Закупівельна ціна за живу масу поросят, грн/кг	250,00	250,00	250,00	250,00
Вартість валової продукції за один опорос, грн.	19480,00	26682,50	23600,00	22137,50
Чистий прибуток на один опорос, грн	3116,80	10319,30	7236,80	5774,30
Вартість додатково одержаної продукції на один опорос, грн.	-	7202,50	4120,00	2657,50
Рівень рентабельності, %	19,05	63,06	44,23	35,29

За рахунок меншої собівартості одиниці продукції у другій групі було

отримано на 7202,50 грн, або у 3,31 рази більше чистого прибутку на один опорос порівняно із першою групою, у третій групі в розрахунку на один опорос було отримано на 4120,00 грн, або на 32,19 % більше чистого прибутку і у четвертій – на 2657,50 грн, або у 1,85 рази, більше чистого прибутку в розрахунку на опорос порівняно із першою групою. Найбільш вигідними виявились опороси від свиноматок з генотипом *MC4R-GG*, які вирощувались на високому рівні годівлі, ця групи за розміром отриманого чистого прибутку перевершувала крім першої, також і третю і четверту дослідні групи відповідно на 3082,50 та 4545,00 грн за опорос, або на 42,6 та 78,7 %.

В залежності від затрат на виробництво продукції та отриманої виручки від реалізації, була встановлена різна рентабельність виробництва відлучених поросят, при отриманні опоросів від свиноматок з різним генотипом та за різного рівня вирощування. Найвищою рентабельністю характеризувались свиноматки II групи, вони перевершували за цим показником свиноматок першої групи на 44,02 в. п., свиноматок третьої групи – на 18,84 в. п. і свиноматок четвертої групи на 27,78 в. п.

Таким чином, економічно доцільною стратегією вирощування ремонтних гібридних свинок з генотипом *MC4R-AG* є використання нормованого рівня годівлі, тоді як для свинок з генотипом *MC4R-GG* більш економічно вигідним є вирощування на підвищеному рівні годівлі.

Крім того, враховували економічну ефективність проведених досліджень визначену на підставі різниці у живій масі обумовленої різними середньодобовими приростами за період від народження до закінчення вирощування молодняку, отриманого від свиноматок з різними генотипами та при різних рівнях годівлі (табл. 3.23).

Оскільки весь молодняк утримувався в однакових умовах і отримувал однаковий раціон, витрати на виробництво були однаковими. Різниця в продуктивності зумовила відмінності в собівартості, що в свою чергу

зумовило різницю в собівартості валової продукції за закупівельними цінами, чистого прибутку та рівня рентабельності.

Таблиця 3.23

Економічна ефективність вирощування поросят, отриманих від свиноматок з різними генотипами при різних рівнях годівлі у ТОВ «Максі 2010»

Показник	Група			
	Високий рівень годівлі		Нормована годівля	
	<i>MC4R-AG</i>	<i>MC4R-GG</i>	<i>MC4R-AG</i>	<i>MC4R-GG</i>
Номер групи	I	II	III	IV
Кількість поросят у групі, голів	80	80	80	80
Тривалість періоду від народження до зняття з дорощування, днів	90	90	90	90
Кількість піддослідних поросят знятих з дорощування у 90 днів, голів	80	80	80	80
Середньодобовий приріст за весь дослідний період від народження до зняття з дорощування, г	357,5	368,3	377,2	363,1
Валова продукція за дослідний період, кг	2574,00	2651,76	2715,84	2614,32
Собівартість одиниці продукції, грн	58,40	56,69	55,35	57,50
Загальні затрати на виробництво продукції, грн	150321,60	150321,60	150321,60	150321,60

Продовження таблиці 3.23

Показник	Група			
	Високий рівень годівлі		Нормована годівля	
	<i>MC4R-AG</i>	<i>MC4R-GG</i>	<i>MC4R-AG</i>	<i>MC4R-GG</i>
Номер групи	I	II	III	IV
Закупівельна ціна одиниці продукції, грн / кг	68	68	68	68
Вартість валової продукції, грн	175032,00	180319,68	184677,12	177773,76
Чистий прибуток, грн	24710,00	29997,68	34355,12	27451,76
Чистий прибуток на одну голову, грн	309	375	429	343
Вартість додатково одержаної продукції, грн.	-	5287,68	9645,12	2741,76
Рівень рентабельності, %	16,44	19,96	22,85	18,26

Найкращою собівартістю отримання живої маси поросят при знятті з дорощування характеризувалась III група (*MC4R-AG* + нормований рівень годівлі) порівняно із першою групою різниця склала 3,05 грн, або 5,51 %, порівняно із другою групою відповідно 1,34 кг, або 2,42 % та порівняно із IV групою – 2,15 кг, або 3,88 %.

Потомство свиноматок з генотипом *MC4R-AG* за умов нормованого раціону давало найвищий чистий прибуток на голову. Різниця між третьою та першою групами становила 9,65 тис. грн, або 28,1 %, між третьою та другою групами – 4,36 тис. грн, або 12,68 % та між першою та четвертою групами різниця становила 6,90 тис. грн, або 20,10 %.

Завдяки вищому чистому прибутку і II-IV групах було отримано кращу рентабельність вирощування поросят від народження до 90-денного віку

порівняно із першою групою. Різниця між I та II групами становила 3,52 в. п., між I та III 6,42 в. п. та між четвертою та першою 4,59 в. п.

Також було розраховано економічну ефективність проведених досліджень визначену на підставі різної маси гнізда поросят при відлученні в залежності від генотипу та типу розміщення фіксаційного станку у боксі для опоросу (табл. 3.24).

Таблиця 3.24

Економічна ефективність одержання опоросів, від свиноматок з різними генотипами при різних рівнях годівлі у ТОВ «Максі 2010»

Показник	Розміщення фіксаційного станка			
	діагональне		пряме	
Генотип	<i>MC4R-AG</i>	<i>MC4R-GG</i>	<i>MC4R-AG</i>	<i>MC4R-GG</i>
Група	I	II	III	IV
Кількість одержаних опоросів у групі	15	9	14	9
Середня кількість відлучених поросят від однієї свиноматки, голів	11,14	12,33	12,87	13,33
Жива маса гнізда при відлученні у 28 днів, кг	93,06	101,17	114,74	114,49
Собівартість приросту живої маси поросят, грн/кг	210,00	193,17	170,32	170,69
Затрати на виробництво продукції на один опорос, грн	19542,60	19542,60	19542,60	19542,60
Закупівельна ціна за живу масу поросят, грн/кг	250,00	250,00	250,00	250,00
Вартість валової продукції за один опорос, грн.	23265,00	25292,50	28685,00	28622,50

Продовження таблиці 3.24

Показник	Розміщення фіксаційного станка			
	діагональне		пряме	
Генотип	<i>MC4R-AG</i>	<i>MC4R-GG</i>	<i>MC4R-AG</i>	<i>MC4R-GG</i>
Група	I	II	III	IV
Чистий прибуток на один опорос, грн	3722,40	5749,90	9142,40	9079,90
Вартість додатково одержаної продукції на один опорос, грн.	-	2027,50	5420,00	5357,50
Рівень рентабельності, %	19,05	29,42	46,78	46,46

Собівартість отримання одного кг живої маси відлучених поросят була майже однаковою у групах з прямим розміщенням фіксаційних станків для свиноматок у боксах для опоросу і, водночас, на 39,68 – 39,31 грн, або на 23,30 – 23,03 % кращою порівняно із першою групою та на 22,85 – 22,47 грн, або на 13,41 – 13,17 % кращою порівняно із другою групою. Серед свиноматок розміщених у діагональних фіксаційних станках, кращою собівартістю приросту живої маси приплоду відрізнялись ті, що мали генотип *MC4R-GG* – у другій групі собівартість 1 кг живої маси поросят була нижчою на 16,83 грн, або 8,71 % порівняно із першою групою.

Завдяки меншій собівартості продукції у II, III та IV групах порівняно із першою, у цих групах було отримано більше чистого прибутку відповідно на 35,26, 59,28 та 59,00 %. Рентабельність виробництва 1 кг живої маси відлучених поросят у другій групі була на 10,37 в. п. кращою порівняно з першою групою, III і IV групи перевершували першу відповідно на 27,73 та 27,41 в. п. Також групи з прямим розміщенням фіксаційних станків для опоросу мали кращу рентабельність і порівняно з другою групою, різниця склала 17,36 в. п. між II та III групами й 17,94 в. п. між II та IV групами.

За результатами проведених досліджень, від свиноматок, що мали генотип *MC4R-GG*, на вирощуванні отримували підвищений раціон годівлі та утримувались під час опоросу та лактації у фіксаційних станках з прямим розміщенням, на одну свиноматку задіяну у дослідженнях, було додатково отримано продукції на суму $7202,50 + 5287,68 + 5357,50 = 17847,68$ грн, порівняно із свиноматками з генотипом *MC4R-AG*, що на вирощуванні отримували підвищений раціон та утримувались під час опоросу та лактації у боксах з діагональним розміщенням фіксаційних станків. З урахуванням коефіцієнту зменшення результату, що пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію (згідно формули 2.14) – загальний економічний ефект на одну свиноматку задіяну в дослідженнях склав 13385,76 грн.

Від свиноматок з генотипом *MC4R-AG*, що вирощувались на нормованому рівні годівлі та утримувались під час опоросу та лактації в станках з прямим розміщенням, на одну свиноматку задіяну у дослідженнях було додатково отримано продукції на суму $4120,00 + 9645,12 + 5420,00 = 19185,12$ грн, порівняно із свиноматками з таким же генотипом, але які отримували підвищений рівень годівлі під час вирощування та утримувались під час опоросу та лактації в діагонально розміщених станках в боксі для опросу.

З урахуванням коефіцієнту зменшення результату, що пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію (згідно формули 2.14) – загальний економічний ефект на одну свиноматку задіяну в дослідженнях склав 14388,84 грн.

Матеріали даного підрозділу опубліковані у статтях [178, 198, 249, 248].

РОЗДІЛ 4.

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналіз літературних джерел та результати власних досліджень засвідчили, що для забезпечення конкурентоздатності галузі свинарства в Україні необхідною умовою є використання інноваційних методів розведення свиней з урахуванням їх генотипів та впливу факторів оточуючого середовища на продуктивність. Оскільки ефективність свинарства значною мірою залежить від відтворювальної здатності свиноматок, вивчення факторів, корекція яких може покращити відтворювальну здатність маток та якість потомства є перспективним напрямом досліджень у тваринництві. Дослідження впливу взаємодії генотипу за геном рецептором меланокортину 4 та рівня годівлі свиней призначених для репродукції на їх подальшу відтворювальну здатність, ріст і розвиток потомства дозволило провести коригування стратегій годівлі молодняку на вирощуванні та покращити ефективність ведення галузі.

Ген рецептора меланокортину 4 добре відомий як маркер, який має істотну кореляцію з м'ясністю свиней, ростом і споживанням корму [92, 93].

В дослідженнях встановлено, що у тварин поєднання велика біла × ландрас частота алелі *MC4R-A* в 1,86 раза ($P < 0,001$) нижча порівняно з алелем *MC4R-G*. Це узгоджується з даними інших дослідників, які виявили, що алель *MC4R-G* частіше зустрічається у сучасних промислових порід свиней та їх гібридів, які були вдосконалені для досягнення кращого росту та відкладення нежирного м'яса [24, 67, 167]. Наприклад, популяція батьківського стада породи п'єтрен німецького походження мала понад 90 % гомозигот *MC4R-GG* і надзвичайно низьку товщину шпику [24]. У гібридів, отриманих в результаті різних варіантів поєднання порід велика біла, ландрас, дюррок, п'єтрен і гемпшир, частота алеля *MC4R-G* становила 0,62, частота алеля *MC4R-A* – 0,38 [27]. Натомість у аборигенних порід із великою товщиною шпику переважає алель *MC4R-A* [177, 187].

У піддослідних гібридних свиней поєднання порід велика біла × ландрас господарства ТОВ «Максі 2010» генотип *MC4R-AG* був найпоширенішим. Гетерозиготних тварин було в 1,61 разів більше порівняно з гомозиготами *MC4R-GG* і в 9,67 разів більше порівняно з гомозиготами *MC4R-AA*. Подібні результати були отримані в дослідженнях [27], де генотип *MC4R-AG* виявлено у 50,0 % піддослідних свиней (251 голова), а найменше – у свиней генотипу *MC4R-AA* (111 голів, або 22,1 %). У дослідженнях [164] встановлено, що найбільш поширеним генотипом у піддослідних тварин польської великої білої породи був *MC4R-AA* (0,60), тоді як у польського ландраса – *MC4R-GG* (0,51). Дещо інші результати щодо розподілу генотипів були встановлені в іншому дослідженні, проведеному на тих самих породах [145]. Частота генотипів AA : AG : GG у польської великої білої породи становила 32,7 % : 44,8 % : 22,5 % відповідно, а у польського ландраса – 6,5 % : 34,3 % : 59,2 %. Однак, хоча частота генотипів польської великої білої породи дещо відрізняється в цьому дослідженні, спільною рисою є найвища частота генотипу *MC4R-GG* у свиней польського ландраса. Подібні результати були отримані при аналізі частоти алелів гена *MC4R* у порід італійська велика біла та італійський ландрас [48]. Встановлено, що у італійської великої білої породи найчастіше зустрічається алель *MC4R-A* (0,694), навпаки, у італійського ландраса найвищу частоту має алель *G* (0,812). Такий розподіл може бути поясненням того факту, що у гібридів при схрещуванні порід велика біла та ландрас у переважній більшості тварин (58,0 %) було виявлено гетерозиготний генотип *MC4R-AG*.

Отримане в наших дослідженнях значення індексу фіксації ($F = -0,275$) підтвердило, що найбільша частота гетерозигот є результатом відбору пар для штучного осіменіння. Для порівняння значення індексу фіксації можна посилатися на результати визначення цього показника у 19 європейських порід [20]. У згаданому дослідженні середнє значення F_i залежно від породи коливалося від 0,086 до 0,199. Отримане нами значення свідчить про

надзвичайно високий рівень гетерозиготності піддослідних свиней, що пояснюється їх походженням.

На початку досліджень, коли поросята були відлучені у віці 28 днів, значущої різниці між групами з генотипами *MC4R-AA* та *MC4R-GG* не виявлено. Проведення такого аналізу було важливим, оскільки в дослідженнях [32] встановлено, що генетичні фактори можуть впливати на живу масу поросят у віці 21–30 днів. Відсутність значущої різниці між групами з різними генотипами визначила можливість подальших досліджень.

Значущий вплив типу годівлі на живу масу та середньодобові прирости свиней ($P < 0,05$) виявлено у віці 4 місяців, на два місяці раніше, ніж виявлено вплив генотипу на ці ознаки. Значущий вплив генотипу на товщину шпику також виявлено лише після досягнення піддослідними свинями шестимісячного віку. Такі результати узгоджуються з даними, отриманими іншими дослідниками [27, 157], якими було встановлено, що значний вплив поліморфізму гена *MC4R* спостерігається лише у свиней, забитих при досягненні ними високої живої маси (більше 100 кг). Це можна пояснити тим, що в ранньому постнатальному періоді м'язова тканина зростає інтенсивніше порівняно з жировою [152].

Встановлено, що у 8-місячному віці, за високого рівня годівлі, свині з генотипом *MC4R-AG* досягають більшої живої маси порівняно з іншими групами. І навпаки, свині з таким же генотипом, але в умовах нормованої годівлі мали найгірші показники живої маси в тому ж віці. Подібні результати були отримані і іншими дослідниками [27], свині з генотипом *MC4R-AA* при годівлі *ad libitum* мали найкращі середньодобові прирости, а ті, що отримували нормований ріціон мали найгіршу оплату корму приростом та нижчу живу масу.

Значний вплив взаємодії факторів годівлі та генотипу на середньодобові прирости свиней визначається тим, що свині з генотипом *MC4R-AG* мають більші прирости за рахунок більшого споживання корму, який відкладається у вигляді жирової тканини. За відсутності надлишкової кількості корму

тварини із зазначеним генотипом мають менші темпи росту порівняно з тими, що мають генотип *MC4R-GG*. Це пояснюється гіршою конверсією корму, яка, в свою чергу, спричинена утворенням більшої кількості жирової тканини у тварин з генотипом *MC4R-GA*, отже, підвищена кількість жиру в туші потребує більше корму під час росту свині [25]. Такі висновки узгоджуються з дослідженнями [27], які вважають, що високу енергію росту можна отримати від свиней з генотипом *MC4R-AA*, лише якщо вони отримують дієту з високим рівнем поживності. Названі вчені [27] також дійшли висновку, що свині з генотипом *MC4R-AA* менш ефективно використовують доступний корм. Однак, на відміну від результатів, отриманих у наших дослідженнях, в експериментах [27] свині з генотипом *MC4R-AG* мали кращі прирости порівняно з тими, які мали генотип *MC4R-GG*. Можливою причиною відмінностей у результатах може бути деяка різниця в годівлі піддослідних тварин, а також можливі відмінності в генотипі інших генів, пов'язаних із ростом. Інші результати, ніж у наших дослідженнях, були отримані в дослідженнях свиней литовської білої породи з різними генотипами за геном *MC4R* [86]. В результаті досліджень, вказані науковці, прийшли до висновку, що свині з алелем А можуть змінити свій характер росту за умов нормованої годівлі та виробляти більше м'язів і менше жиру. На нашу думку, такі відмінності в результатах досліджень різних авторів пояснюються різним генетичним походженням піддослідних свиней.

При вивченні закономірностей росту піддослідних свиней, було встановлено, що з віком відносні прирости знижуються, що узгоджується з результатами отриманими іншими дослідниками [38, 39]. Проте, в деяких дослідженнях [40] було встановлено відмінності у відносних приростах у свиней різних генотипів. Зазначається, що трипородні поросята незалежно від умов утримання та сезонів року більш швидко адаптувалися до умов утримання та годівлі і мали перевагу за швидкістю росту та відносними приростами порівняно із двопородними та чистопродними.

Стверджується, що відмінності в інтенсивності формування впливають на різну енергію росту, а також на відтворну, відгодівельну та м'ясну продуктивність свиней [41]. У наших дослідженнях не було встановлено значущого впливу організованих факторів на інтенсивність формування. Напротивагу, у дослідженнях [42] помісні свині $\frac{1}{2}$ (ВБ х Л) відрізнялися найвищим значенням індексу інтенсивності формування майже у всі вікові періоди, а найнижчим цей показник був у тварин великої білої породи. Це може бути пов'язане, із тим, що швидкий тип формування, який визначається вищим значенням Іф, пов'язаний з меншим відкладанням жиру в туші порівняно з повільним типом. Проте в наших дослідженнях IV група, яка відрізнялась найнижчою товщиною шпику порівняно із I та III групами за інтенсивністю формування не мала переваги, для пояснення чого потрібні додаткові дослідження на більшій кількості поголів'я.

На напруженість росту було встановлено значущий вплив рівня годівлі ($F = 8,479$, $P < 0,006$), тоді як, значущого впливу генотипу на даний індекс виявлено не було. Це узгоджується із результатами робіт інших авторів [41], в яких було встановлено, що м'ясні свині порід велика біла датської селекції, ландрас і помісні тварини (велика біла х п'єтрен) відрізняються невеликою напругою росту в період 0-2 місяці (0,120 – 0,122 одиниці) і ще меншою у трьохмісячному віці (0,013 – 0,011 одиниці) і у яких також не було виявлено значущого впливу генетичних факторів на даний показник. Також і у дослідженнях інших авторів [42] не було встановлено значущого впливу генотипу на напруженість росту свиней, що узгоджується з нашими результатами. Напротивагу, у дослідженнях [43] на тваринах великої білої породи та гібридах ♀ВБ×♂Л, ♀П×♂Д було встановлено, що поєднання ♀Д×♂П перевершували аналогів та інші дослідні групи за величиною інтенсивності формування та індексу напруги росту.

Свині з генотипом *MC4R*-GG мали меншу товщину шпику, починаючи з шестимісячного віку. Різниця між свинками з генотипом *MC4R*-GG, які споживали обмежний раціон під час вирощування, та двома групами тварин з

генотипом *MC4R*-AG становила 1,0–1,4 мм (8,1–11,3 %), у восьмимісячному віці різниця в товщині шпику між групою свинок з генотипом *MC4R*-GG, що отримувала нормований раціон годівлі та групами з генотипом *MC4R*-AG дещо зростає і знаходилась в межах 7,1 % (1,1 мм) – 12,9 % (2,0 мм). Подібні результати були отримані і деякими іншими дослідниками [67, 190, 191]. Той факт, що різниця між групами в товщині шпику проявляється у віці 6 місяців і старше, узгоджується з твердженням про те, що інтенсивний ріст жирової тканини починається на більш пізніх етапах онтогенезу порівняно з м'язовою тканиною [31, 180].

Варто зазначити, що в наших дослідженнях, на товщину шпику впливали генотип та рівень годівлі як окремі фактори, впливу взаємодії цих двох факторів не виявлено. Таким чином, можна регулювати товщину спинного жиру у свиней шляхом корекції їх годівлі незалежно від їх генотипу за локусом *MC4R* / SNP с.1426 G>A.

Наші дослідження узгоджуються із роботою [151], де близько 1800 тварин з численних комерційних ліній свиней всесвітньої свинарської корпорації PIC були досліджені на асоціацію генотипів *MC4R* з продуктивними ознаками, а саме щодо впливу їх на мінливість швидкості росту, товщини шпику та споживання корму, щоб дослідити наслідки рецесивної мутації гена *MC4R*. Для всіх продуктивних ознак було виявлено значний зв'язок з генотипами *MC4R*. У порівнянні з тваринами з гомозиготним генотипом *MC4R*-AA, тварини, гомозиготні за алелем G, мали в середньому значно меншу товщину шпику ($P < 0,001$), нижчий середньодобовий приріст ($P < 0,001$) і менше споживання корму ($P < 0,01$). Свині з генотипом *MC4R*-AA росли значно швидше (+37 г/день), ніж свині з генотипом *MC4R*-GG, хоча в цілому свині з генотипом *MC4R*-GG мали приблизно на 9,0 % меншу товщину шпику, ніж свині з генотипом *MC4R*-AA. Тварини генотипу *MC4R*-AA споживали значно більше корму, отже, ці результати, можуть бути наслідком змін у кормовій поведінці.

Напротивагу нашим результатам, у дослідженнях [27], оцінка впливу генотипу згідно із загальною лінійною моделлю показала, що *MC4R* не мав статистично значущого загального ефекту, а реалізація генетичного потенціалу залежить від рівня годівлі тварин. Хоча загальний вплив поліморфізму на досліджувані ознаки був мінімальним, між двома групами, що отримували різний рівень годівлі було кілька помітних відмінностей. Алель *MC4R-G* сприяв більшій м'ясності та більшому виходу нежирного м'яса, а алель *MC4R-A* був пов'язаний із більшим приростом живої маси у свиней, що отримували високий рівень годівлі. І навпаки, результати у групі свиней, що отримували нормований раціон показали, що рівень годівлі може змінити вплив обох алелів. Ці результати свідчать про те, що поліморфізм *MC4R* можна використовувати для цілей селекції з урахуванням зазначених результатів. Проте, ці результати потребували уточнення за допомогою додаткових досліджень, таких як експресія генів за різних раціонів годівлі.

За однакових умов навколишнього середовища продуктивність росту та відгодівлі свиней значною мірою визначається генотипом тварин [118, 136, 166]. Проте рівень реалізації генетичного потенціалу залежить від того, якими саме є ці умови середовища [47, 143, 162]. Водночас умови, створені на фермах, часто спрямовані більше на економію ресурсів і скорочення витрат, ніж на максимізацію реалізації у фенотипі генетичного потенціалу тварин [22, 200].

Відомі випадки, коли тварини з бажаним генотипом за певних умов мали несподівано гіршу продуктивність порівняно з носіями генотипів, пов'язаних із меншою продуктивністю. Наприклад, у субтропіках, відмінності, які існують між високопродуктивними та низькопродуктивними породами в помірному кліматі, маскуються впливом екологічних стресорів [26]. Іншим прикладом є генотип за ДНК-маркером рецептора естрогена *ESR1-BB*, який зазвичай асоціюється з більшою кількістю відлучених поросят ($P < 0,05$) порівняно з генотипом *ESR1-AB* [122]. Ця особливість гена *ESR1-ESR1* була підтверджена в науковій роботі [49], де згадуються отримані

[3] результати мета-аналізу, який виявив у 15 дослідженнях на понад 9000 свиноматок, що алель *ESR1-B* перевершує кількість народжених поросят (усього та живих). Проте в дослідженнях [8] на свиноматках миргородської породи виявлено протилежну тенденцію – у свиноматок з генотипом *ESR1-AA* за перший опорос народилося $10,63 \pm 0,66$ поросят, а у свиноматок з генотипом *ESR1-BB* – $8,83 \pm 0,71$ поросят. Названі автори прийшли до висновку, що в умовах їхнього експерименту носії алеля *ESR1-B* не змогли реалізувати свій генетичний потенціал. Подібні результати були отримані і в іншій науковій роботі [158], де алель *ESR1-A* маркера *ESR1/PvuII* позитивно вплинула на збільшення розміру посліду у свиноматок бразильської великої білої породи. Раніше в дослідженні [176], проведеному на свиноматках поєднання велика біла \times мейшан, було встановлено перевагу тварин з генотипами *ESR1-AB* і *ESR1-AA* над особинами з генотипом *ESR1-BB* за показником кількість поросят. Зроблено висновок, що вплив локусу *ESR1* на відтворювальні характеристики свиней необхідно враховувати залежно від породи та умов середовища. Подібні результати під час вирощування свинок були отримані і у наших дослідженнях – за живою масою у 8 місяців свині з генотипом *MC4R-AG* за високого рівня годівлі перевищували своїх аналогів з генотипом *MC4R-GG* на 2,56 кг, або 2,08 % ($P = 0,02$), проте за нормованого рівня годівлі краще росли свинки з генотипом *MC4R-GG* – вони перевищували своїх аналогів з генотипом *MC4R-AG* на 3,82 кг, або 3,22 %.

Відомо, що ожиріння свинок призводить до метаболічних захворювань пізніше у супоросних свиноматок і пов'язане зі зменшенням маси гнізда, ускладненнями під час опоросу та шкідливим впливом на здоров'я кишечника поросят, що розвиваються [39, 141]. Однак, на думку інших вчених [147], позитивний енергетичний баланс, разом із відмінною кондицією тіла та високим балом за екстер'єр, сприяють прояву належної циклічності та фертильності в ряді видів, включаючи свиней. З точки зору циклічності свиноматок, суттєва втрата кондиції під час лактації може бути більшою проблемою, ніж надмірна маса тіла [147]. Але тим не менше свині,

яких переогодовують або недоогодовують протягом усього або частини репродуктивного циклу, частіше відчувають проблеми з обміном речовин і мають погане репродуктивне здоров'я, що зменшує тривалість життя свиноматок і підвищує перинатальну смертність. Це призводить до поганого добробуту тварин на додаток до економічної проблеми для свинарського бізнесу [130]. Оскільки на першому етапі наших досліджень [178] було встановлено, що генотип *MC4R-AG* за умови високого рівня годівлі призводить до збільшення товщини шпику у свиней на 8,1–11,3 %, тому в подальшій роботі нами було визначено вплив цього маркера та наслідків більшої товщини шпику на відтворювальну здатність.

Дійсно, свиноматки групи «*MC4R-AG* + високий рівень годівлі» мали гіршу відтворювальну здатність порівняно з групою «*MC4R-GG* + високий рівень годівлі»: кількість живих народжених поросят була менше на 1,6 голови (–14,1 %; $P = 0,023$), маса гнізда поросят при народженні була меншою на 4,1 кг (–28,9 %; $P = 2,21 \cdot 10^{-5}$), а середня маса одного поросяти при народженні була меншою на 0,16 кг (12,7 %; $P = 0,003$). Однак, коли годівля тварин з генотипом *MC4R-AG* була нормованою, не було значної різниці між ними та тваринами «*MC4R-GG* + високий рівень годівлі». Таким чином, для досягнення найкращих результатів щодо відтворювальної здатності свиноматок необхідно враховувати схильність тварин з алелем *MC4R-A* до ожиріння та зниженої відтворювальної здатності та годувати їх нормованим раціоном. Що стосується тварин з генотипом *MC4R-GG*, то нормовання їхнього добового раціону спричинило погіршення відтворювальної здатності, тобто для отримання оптимальних результатів їм необхідно забезпечити підвищений рівень годівлі. В цілому ці результати узгоджуються з загальновідомими фактами про те, що тварини порід з кращою м'ясністю (п'єстрен, дюрюк) мають гіршу відтворювальну здатність порівняно з породами «материнського» типу продуктивності, такими як велика біла і ландрас [68, 196].

Свині, які отримували високий рівень раціону в ранньому віці та мали генотип *MC4R-GG* при отриманні опоросів, відзначалися кращими показниками кількості живонароджених поросят за один опорос (+12,6 %), кращими значеннями маси гнізда поросят при народженні (+22,4 %), кращою середньою масою одного поросяти при народженні (+11,0 %), кількістю відлучених поросят (+16,2 %), кращими показниками маси гнізда поросят у 28 днів (+27,0 %), середньої маси одного поросяти у 28 днів (+13,0 %) та кращими середньодобовими приростами від народження до 28 днів (+13,4 %). Ці результати узгоджуються із результатами значної кількості інших дослідників [53, 56, 134], які також відзначили, що інтенсивність росту поросят у період після відлучення впливає на їх подальший ріст, розвиток і відтворювальна здатність.

Також результати наших досліджень узгоджуються із результатами отриманими в експерименті [160], в якому половина піддослідних свиней отримувала нормовану кількість корму протягом усієї фази розвитку, тоді як іншу половину годували *ad libitum*. Продуктивність під час двох періодів вирощування залежала від рівня годівлі. Порівняно зі свинями, яких годували вволю, свині з нормованою годівлею споживали менше корму протягом першого, другого періодів вирощування та загального періоду ($P < 0,001$, $P = 0,002$ та $P < 0,001$ відповідно), загальний приріст за весь період у них був на 5 % менше ($P = 0,014$) і на 7 % менше під час завершального періоду ($P = 0,033$), але вони були більш продуктивними протягом першого періоду ($P = 0,050$). Вони також втратили менше ваги після 14 годин голодування перед забоєм ($P = 0,014$) і були на 3 % легшими в кінці дослідження ($P = 0,018$).

Крім того, результати наших досліджень узгоджуються із даними отриманими в дослідженнях [43], при порівнянні двох типів годівлі свиней на вирощуванні. Сорок вісім підсвинків (з масою тіла $55,9 \pm 5,2$ кг), були розподілені на дві групи яких годували відповідно до однієї з двох схем годівлі: 1) вільний доступ до годівниці протягом всієї доби або 2) доступ до

годівниці двічі на день, де підсвинкам дозволялося їсти *ad libitum* між 08:00–09:00 та знову з 17:00–18:00. Продуктивність свиней реєстрували щотижня протягом 55 днів і розраховували середній добовий приріст (ADG), середньодобове споживання корму (ADFI) і оплату корму приростом (приріст:корм / G:F). Поведінка підсвинків оцінювалася за допомогою відеоаналізу протягом 7 тижня та включала час, витрачений на їжу, швидкість споживання корму, взаємодію між тваринами, зміни постави, перебування у положенні стоячи, сидячи та лежачи. Підсвинки, яких годували двічі на день, мали нижчі середньодобові прирости і середньодобове споживання корму порівняно з підсвинками які отримували вільний доступ до корму ($P \leq 0,01$); однак різниці в оплаті корма приростом не спостерігалось ($P = 0,83$). На 55-й день підсвинки, яких годували двічі на день, мали нижчу товщину шпику порівняно з підсвинками які мали вільний доступ до кормів цілодобово ($P = 0,05$). Швидкість приросту як жирової тканини, так і м'язів була нижчою у свинок, яких годували 2 рази на добу, порівняно з тими, які мали вільний доступ до кормів цілодобово ($P = 0,01$). Підсвинки, яких годували 2 рази на добу мали меншу рухову активність порівняно з підсвинками, які мали вільний доступ до кормів ($P = 0,08$). Не спостерігалось відмінностей у тривалості часу, проведеного в положенні стоячи, сидячи або лежачи ($P \geq 0,39$). Хоча режим годівлі не змінював конверсію корму, ці дані вказують на те, що годівля двічі на день зменшувала ожиріння свинок і ріст, не змінюючи поведінковий прояв почуття голоду у свині. Таким чином, нормована годівля двічі на день може бути методом збільшення відсотка нежирної тканини без негативного впливу на добробут свинок та їх подальшу відтворювальну здатність [43].

У наших дослідженнях було встановлено, що за індексом Березовського М. Д. свиноматки з генотипом *MC4R-GG* та високим рівнем годівлі під час їх вирощування, переважали групу з подібним рівнем годівлі, але з генотипом *MC4R-AG* на 5,66 одиниць, або 17,59 % ($P = 0,014$). Як показав дисперсійний аналіз, на даний індекс було зафіксовано вплив

взаємодії генотипу та рівня годівлі ($P = 0,012$). Вплив кожного з цих факторів, розглянутих окремо, виявився незначущим.

Для значення селекційного індексу відтворювальних якостей свиноматок також було виявлено значущий вплив лише для взаємодії організованих факторів ($P = 0,00049$). Однак, для даного індексу достовірно більше значення порівняно із першою групою встановлено тільки у двох випадках: друга група переважала першу на 19,34 одиниці, або 20,67 % ($P = 0,002$), а перевага третьої групи над першою склала 14,18 одиниці, або 15,16 %.

Рангова оцінка груп свиней за індексом Шаталіної Ю. Д. повністю відповідає оцінці за індексом СІВЯС. Однак було виявлено значущий вплив на даний індекс як взаємодії організованих факторів ($P = 0,001$), так і значний вплив генотипу ($P = 0,018$). За даними індексом друга група перевершила першу на 16,30 одиниць, або 24,58 %. Порівняно з першою групою третя група мала перевагу на 9,26 одиниці, або 13,97 %.

Таким чином індекс Шаталіної Ю. Д. виявився більш інформативним для оцінки даної вибірки тварин порівняно з індексами Березовського та СІВЯС, оскільки за його допомогою було враховано не тільки вплив взаємодії двох факторів, але і окремо вплив генотипу.

У результаті оцінки відтворювальної здатності свиноматок за індексом Коваленка В. П. було виявлено, що як фактор генотипу ($P = 0,003$), так і взаємодія організованих факторів ($P = 0,00038$) вплинули на його значення. За величиною даного індексу друга група перевершувала своїх аналогів з першої групи (генотип *MC4R-AG*) на 47,47 одиниці, або 36,20 %. Також, порівняно із IV групою тварини з генотипом *MC4R-GG* та високим рівнем годівлі мали краще значення індексу Коваленка В. П. на 27,36 одиниці, або 20,87 %. Крім того, за цим індексом було встановлено перевагу тварин третьої групи над тваринами першої групи – різниця склала 30,07 одиниць, або 20,25 %.

Слід відзначити, що рангові оцінки за всіма чотирма індексами співпадають, що свідчить про можливість використання для оцінки будь якого з них, проте за кількістю встановлених достовірних різниць між групами найбільш інформативним виявився індекс Коваленка В. П., що вказує на доцільність використання в практичній роботі з даним стадом саме цього індексу.

Аналізуючи дані інших господарств з промисловою технологією виробництва продукції свинарства [234] і порівнюючи їх з результатами опоросів свиноматок господарства ТОВ «Максі 2010», для підвищення багатоплідності свиноматок та великоплідності отриманого приплоду було вирішено рекомендувати провести ранжування свиноматок за відтворювальною здатністю і провести вибракування свиноматок, які мають багатоплідність після 3-го опоросу менше 12 поросят. Використання гібридних свиноматок F1 поряд з чистопородним поголів'ям, а також термінальних кнурів забезпечує максимальний прояв гетерозису, високу відтворювальну здатність свиноматок та високі продуктивні якості поголів'я усіх технологічних груп. Таке поголів'я більше пристосоване до умов промислової технології, має вищі відгодівельні та м'ясні якості, вищу конверсію корму, а свиноматки кращі материнські властивості [204]. Відбір свиноматок за продуктивними якостями та ефективне поєднання батьківських пар має велике значення для підвищення економічної ефективності виробництва продукції свинарства, бо забезпечує тваринами з визначеною продуктивністю.

Встановлено вплив рівня годівлі свинок під час вирощування на ознаки, виміряні після закінчення підсисного періоду. Пояснюється це тим, що кількість молока, яке виробляють лактуючі свиноматки, безпосередньо залежить від забезпеченості поживними речовинами організму матки під час поросності. Отримані нами результати щодо впливу годівлі свиноматок у період поросності на ріст поросят-сосунів узгоджуються з роботами інших дослідників [168].

Слід зазначити, що після відлучення значний окремий вплив генотипу встановлено лише для живої маси поросят у віці 28 днів, що пояснюється різним характером впливу генотипу за різних умов годівлі. Наші результати узгоджуються з результатами інших дослідників [27], які в ході досліджень виявили, що гібридні тварини *MC4R-AG* ефективніше використовують раціон в умовах нормованої годівлі. Це пояснюється тим, що тварини з алелем *MC4R-A* мають тенденцію споживати більше корму, що важливо для забезпечення достатньої кількості поживних речовин для нормального процесу формування потомства та вигодовування поросят. Одночасно з цим алель *MC4R-G* гібридних свиней асоціюється з менш інтенсивним ростом жирової тканини та більшою інтенсивністю росту м'язової тканини, яка потребує вдвічі менше корму для формування аналогічної кількості живої маси, ніж жирової тканини [177]. Так, в умовах нормованої годівлі тварини з алелем *MC4R-G* ефективніше використовують корм, а наявність алеля *MC4R-A* сприяє більшому споживанню корму.

Після відлучення поросят значущий вплив рівня годівлі свиноматок під час поросності встановлено лише на живу масу їх потомства у віці 60 діб. Тобто в наших дослідженнях не спостерігалось пролонгованого впливу більш оптимального рівня годівлі свиноматок під час поросності на ріст їх потомства в більш пізні періоди. Це може вказувати на необхідність проведення повторних досліджень з використанням більшої кількості тварин. Вплив генотипу матерів на цьому етапі взагалі не виявлено. Найбільше випадків значущого впливу виявлено для взаємодії організованих факторів ($P < 0,05$). Особливо «чутливою» ознакою піддослідного молодняка до впливу взаємодії генотипу та годівлі свиноматок-матерів був відносний приріст – достовірну різницю реєстрували в обидва місяці вирощування ($P < 0,05$).

Виявлений вплив взаємодії генотипу за геном *MC4R* та рівня годівлі зумовив суттєві відмінності економічних результатів від отримання опоросів дослідних свиноматок. Рівень рентабельності в групах з оптимальним

поєднанням факторів генотипу та годівлі («*MC4R-GG* + високий рівень годівлі» та «*MC4R-AG* + рівень нормованої годівлі») був кращим на 1,7–6,5 в. п. порівняно з двома іншими групами. Ці результати підтверджують важливість відтворювальної здатності свиноматок для економічної ефективності виробництва свинини [38, 197, 174].

У наших дослідженнях, крім впливу генетипу та годівлі на відтворювальну здатність свиноматок, також було вивчено вплив різних типів станків на дані ознаки. Обладнання місця для опоросу є важливим елементом технології у свинарстві. Планувальні рішення та обладнання повинні бути спрямовані на забезпечення благополуччя свиноматок, задоволення біологічних потреб з метою одержання хороших результатів опоросу. Висока продуктивність свиноматок і низька смертність поросят, на думку вчених [243, 244] напряду пов'язані із забезпеченням місця опоросу обладнанням, яке дозволяє створити умови для безпечного опоросу свиноматкам і комфорт поросят у перші дні життя.

Як зазначають дослідники [217, 218, 235, 244], бокси для проведення опоросу є найважливішою і найдорожчою частиною цеху для свиноматок. Він повинен бути комфортним для свиноматки та новонароджених поросят, а також зручним для персоналу під час утримання та догляду. Бокс опоросу призначений для отримання якомога більшої кількості поросят з високою масою під час відлучення. Звичайно, це не лише питання технології; догляд і температура, а також генотип тварин, є не менш важливими компонентами.

За даними науковців [235], відповідність біологічним потребам свиноматок і поросят є важливою при проектуванні боксів для опоросу. Створення оптимальних умов в боксі для опоросу є найпоширенішим способом вирішення проблеми відповідності умов утримання біологічним потребам свиноматок і поросят. Якість, міцність, вартість і ефективність є основними характеристиками станків для опоросу. Вже тривалий час і навіть зараз існує дискусія щодо того, який саме обрати фіксуєчий станок для свиноматки в боксі опоросу: з діагональним розміщенням чи прямим.

Дослідження показали [235, 236, 244], що як діагональне, так і пряме розташування станку для опросу мають переваги та недоліки. Наразі оптимальними вважаються бокси довжиною від 2,4 до 2,5 м і шириною від 1,7 до 1,9 м. Довжина загону для свиноматки може бути зменшена на 10-20 см, коли вона розташована діагонально [236, 258]. В ТОВ «Максі 2010» використовували обидва типи фіксаційних станків для опросу і саме тому, одним із завдань наших досліджень і було визначено дослідити вплив типу станка на відтворювальні якості свиноматок різних генотипів за ДНК-маркером *MC4R*.

В наших дослідженнях було встановлено, що значущий вплив розміщення фіксуючого станка у боксі проявляється тільки для ознак які вимірюють при відлученні поросят. Напротивагу отриманим нами результатам в дослідженнях [243] за кількістю поросят при народженні, свиноматки розміщені у станках діагонально, мали на 0,8 поросяти, або 6,61 % гірші показники. Проте, наші дослідження узгоджуються із результатами отриманими в дослідіах на великій білій породі [244], де також не було встановлено значущої різниці за показниками багатоплідності, великоплідності та молочності між групами, що утримувались в станках з повздовжнім та діагональним розміщенням.

Свиноматки, які під час опоросу та лактації знаходились у повздовжньо розміщених станках мали більшу кількість відлучених поросят у гнізді та вищу масу гнізда порівняно із свиноматками, які знаходились у діагонально розміщених станках і мали генотип *MC4R-AG*, водночас, порівняно із свиноматками з генотипом *MC4R-GG* була встановлена лише тенденція до кращих показників за цими ознаками. Це можна пояснити суттєвим впливом на показники відлучення генотипу свиноматок ($P = 0,001$ для кількості відлучених поросят та $P = 7,58 \cdot 10^{-4}$ для маси гнізда поросят).

Отримані нами результати узгоджуються із результатами досліджень [243], проведених в умовах господарства Львівської області, в яких було виявлено, що жива маса гнізда при відлученні свиноматок у станках з

діагональним розміщенням (виробник фірма Вестрон) під час опоросу та лактаційного періоду поступають на 13,4 % за цим показником результатам свиноматок розміщених у станках повздовжньо (виробник фірма АСО FUNKI). Аналогічно і за кількістю поросят при відлученні [243] свиноматки у станках з діагональним розміщенням мали гірші результати на 1,2 поросяти, або 11,3 % і за збереженістю поросят до відлучення гірші показники на 3,9 %, порівняно із свиноматками які знаходились у станках з прямим розміщенням.

Також і у дослідженнях [244] кількість поросят при відлученні у свиноматок великої білої породи, які утримувалися в діагональних фіксуєчих станках становила 10,8 голів, що на 6,5 % менше за аналогів, які утримувалися в прямих фіксуєчих станках, а для свиноматок породи ландрас різниця за цим показником становила 9,8 % на користь групи розміщеної у повздовжніх станках ($P < 0,05$), що узгоджується з результатами отриманими у наших дослідженнях.

Середня жива маса одного поросяти при відлученні залежала від типу станка ($P = 0,034$), різниця між групами з різним розміщенням складала від 6,51 до 8,80 % на користь прямого розміщення.

Подібні результати були отримані і у дослідженнях [244] на чистопорідних тваринах порід велика біла та ландрас де свиноматки з прямим розташуванням переважали своїх аналогів на 0,6 голови ($P < 0,05$) за кількістю відлучених поросят.

На збереженість поросят при відлученні зафіксовано значущий вплив генотипу ($P = 4,55 \cdot 10^{-8}$), розміщення ($P = 0,012$) та взаємодії організованих факторів ($P = 0,001$). Свиноматки третьої групи (пряме розміщення + генотип *MC4R-AG*) перевищували за даним показником групи з діагональним розміщенням на 6,16 – 15,58 в. п.

Це узгоджується із результатами, отриманими на чистопорідному поголів'ї [244], де пряме розташування фіксуєчого станку для опоросу зумовило отримання вищого значення показнику збереженості у свиноматок

великої білої породи – 94,2 %, у свиноматок породи ландрас – 94,6 %, що відповідно на 4,2 % та на 6,0 % більше за аналогів, які утримувалися в станках з діагональним розташуванням ($P < 0,05$; $P < 0,001$) відповідно.

На нашу думку така різниця у показниках відтворювальних якостей свиноматок, обумовлених впливом розміщення станків, пояснюється більшою відповідністю станків з таким розміщенням вимогам, щодо благополуччя свиноматок, а саме кращою доступністю сосків для поросят при прямому розташуванні і відсутністю перешкод для поросят у вигляді елементів конструкції станку. До аналогічних висновків, щодо причин кращих відтворювальних якостей свиноматок у станках із прямим розміщенням, прийшли і інші дослідники [244].

Одним із можливих пояснень кращої збереженість поросят у станках із прямим розміщенням фіксуючого станка може бути те, що у випадку продавлювання поросят свиноматкою, у прямих станках оператори мали безперешкодний доступ до будь якої сторони станка, тоді як у діагонально розміщених станках доступ до дальньої сторони був ускладнений і потребував більше часу. До аналогічних висновків прийшли і деякі інші науковці [244].

Як зазначають Резніченко В. І. та Лихач В. Я. [244] отримання вирівняних гнізд при відлученні є важливим для подальшого процесу їх вирощування. Це пов'язано із тим, що поросята які суттєво відрізняються за розвитком від середнього рівня гнізда будуть на наступних етапах їх вирощування гірше рости та споживатимуть більше корму на одиницю приросту.

У наших дослідженнях було встановлено значущий вплив взаємодії генотипу за маркером *MC4R* з рівнем годівлі свинок під час вирощування на вирівняність гнізда поросят при народженні ($P = 0,002$) – у свиноматок з генотипом *MC4R-AG*, які отримували підвищений раціон на вирощуванні гнізда були гірше вирівняні порівняно із II та III групами ($P = 0,019$ та $P = 0,013$ відповідно), що пояснюється, ймовірно, їх гіршою племінною

кондицією на що опосередковано вказує найбільша товщина шпику в цій групі на завершальних етапах вирощування. При відлученні поросят, значущий вплив на вирівняність гнізда було вже зафіксовано не тільки для взаємодії цих двох факторів ($P = 5,58 \cdot 10^{-5}$), але і окремо для фактору генотипу ($P = 0,020$), що може свідчити про вищу молочність свиноматок, які мають генотип *MC4R-GG*.

При дослідженні впливу типу розміщення фіксаційного станку у боксі для опоросу на відтворювальну здатність свиноматок не було встановлено суттєвого впливу даного фактору на вирівняність гнізда при народженні, що узгоджується із результатами дослідження на чистопорідних свинях велика біла та ландрас [244], де значущий вплив розміщення станка у боксі для опоросу також було виявлено тільки для показників визначених при відлученні поросят.

Було виявлено, що порівняно із першою групою свиноматки, яких утримували у станках з прямим розміщенням мали кращу вирівняність гнізда поросят при відлученні (на 2,13 в. п., при $P = 0,001$ для групи свиноматок з генотипом *MC4R-AG* та на 2,21 в. п., при $P = 0,002$ для групи свиноматок з генотипом *MC4R-GG*). Подібні результати були отримані і у дослідженні [244] на чистопорідних свинях, де також більш вирівняними при відлученні були гнізда поросят отриманих від свиноматок які знаходились у фіксуєчих станках з прямим розташуванням. В зазначеному експерименті свиноматки, що знаходились у фіксаційних станках з прямим розміщенням переважали своїх аналогів на 18,9 % ($P < 0,01$) та на 31,0 % ($P < 0,001$).

Таким чином, у дослідженнях було доведено, що тип розташування фіксуєчого станку в боксі опоросу впливає на показники відтворювальної здатності свиноматок визначені при відлученні: на кількість відлучених поросят у гнізді ($P = 0,001$), живу масу гнізда поросят при відлученні у віці 28 днів ($P = 7,58 \cdot 10^{-4}$), середню масу одного поросяти при відлученні в 28 днів ($P = 3,58 \cdot 10^{-4}$), збереженість поросят до відлучення ($P = 4,55 \cdot 10^{-8}$), вирівняність гнізда при відлученні ($P = 5,49 \cdot 10^{-4}$), середньодобові, абсолютні

та відносні прирости ($P = 1,08 \cdot 10^{-5}$). Отримані результати узгоджуються із даними отриманими на чистопорідних свинях у дослідженнях [244], свиноматки, яких утримували в пряморозміщених фіксаційних станках також мали кращі показники порівняно із свиноматками у станках розміщених діагонально, а саме, за кількістю поросят при відлученні – на 0,6 кг ($P < 0,05$); за збереженістю поросят до відлучення – на 5,1 % ($P < 0,01$); за вирівняністю гнізда при відлученні – на 25,0 % ($P < 0,01$).

Визначення пробіт-індексів за основними ознаками відтворювальної здатності свиноматок підтвердило перевагу свиноматок з генотипом *MC4R-GG* та прямим розміщенням у станку для опоросу – за середнім пробіт-індексом ознак відтворювальної здатності найвище значення зафіксовано у свиноматок четвертої групи.

Після коригування раціонів годівлі ремонтних свинок на вирощуванні відповідно до їх генотипу маса гнізда поросят при народженні, яка до того у свиноматок-першопоросок становила 16,4 кг, у свиноматок введених в стадо в 2023-му році зросла на 1,7 кг ($P < 0,05$) і на момент завершення досліджень досягла рівня 18,1 кг, а середня багатоплідність зросла на 1,49 поросяти на опорос ($P < 0,05$) і склала 13,59 голови.

За різного рівня годівлі свинок на вирощуванні, найбільш вигідним виявилось отримання опоросів від свиноматок, що мали генотип *MC4R-GG* і отримували підвищений раціон годівлі під час вирощування та поросності. Зазначена група за розміром отриманого чистого прибутку перевершувала всі інші групи першу на 7202,50 грн, або у 3,31 рази більше, третю групу – на 3082,50 грн, або на 42,6 % та четверту дослідну групу на 4545,00 грн, або 78,7 % в розрахунку на один опорос. І навпаки, для свиноматок з генотипом *MC4R-AG* для отримання більшого чистого прибутку оптимальним виявилась нормована годівля свинок на вирощуванні, при цьому було досягнуто кращих результатів за чистим прибутком порівняно із першою групою на 4120,00 грн, або на 32,19 %.

Отже, гібридних свинок призначених для подальшого відтворення товарного стада, що мають генотип *MC4R-AG* економічно доцільно вирощувати за використання нормованого рівня годівлі, а від свинок із генотипом *MC4R-GG* можна отримати максимальний економічний ефект за результатами опоросів при вирощуванні їх на підвищеному рівні годівлі.

Використання фіксаційних станків для опоросу із прямим розміщенням є більш економічно вигідним порівняно із діагональним розміщенням. У III та IV групах порівняно із першою, було отримано більше чистого прибутку відповідно на 59,28 та 59,00 %, а порівняно із другою групою відповідно на 37,11 та 36,67 %.

Розрахунок загального економічного ефекту від різних систем вирощування та утримання свиней різних генотипів показав, що від свиноматок, які мали генотип *MC4R-GG*, на вирощуванні отримували підвищений раціон годівлі та утримувались під час опоросу та лактації у фіксаційних станках з прямим розміщенням, з урахуванням коефіцієнту зменшення результату, що пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію (згідно формули 2.14), було отримано економічний ефект у розмірі 13385,76 грн. на одну свиноматку задіяну у дослідженнях.

Від свиноматок з генотипом *MC4R-AG*, що вирощувались на нормованому рівні годівлі та утримувались під час опоросу та лактації в станках з прямим розміщенням, з урахуванням коефіцієнту зменшення результату, що пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію (згідно формули 2.14), на одну свиноматку задіяну у дослідженнях було додатково отримано продукції на суму 14388,84 грн.

Таким чином, ефективність проведених досліджень щодо впливу генотипу за геном меланокортину 4, типу станка для опоросу та рівня годівлі свинок при їх вирощуванні була підтверджена економічними показниками отриманими в результаті опоросів свиноматок з різними генотипами за різних умов годівлі та утримання.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання досліджень визначено вплив рівня годівлі та генотипу свинок за геном рецептора меланокортину 4 на їх подальшу відтворювальну здатність і доведено ефективність використання різних раціонів для свинок з різним генотипом (високий рівень годівлі для тварин з генотипом *MC4R-GG* та нормований раціон для свинок з генотипом *MC4R-AG*). Експериментально обґрунтовано більшу ефективність використання для опоросу фіксаційних станків з прямим розміщенням у боксі, для свиней з різними генотипами.

1. У свиней поєднання велика біла × ландрас генотип *MC4R-AG* має найвищу частоту в локусі *MC4R* / SNP с.1426 G>A, а генотип *MC4R-AA* має найнижчу частоту. Алель G зустрічається в 1,86 рази частіше порівняно з алелем А ($P < 0,001$). Істотну різницю між частотами алелів, ймовірно, можна пояснити відбором більш м'ясних тварин з генотипом *MC4R-GG* для відтворення в батьківському стаді.

2. Рівень поліморфізму в експериментальній популяції свиней поєднання велика біла × ландрас був достатньо високим для проведення асоціативного аналізу (Інформаційний вміст поліморфізму дорівнював 0,35 при оптимальному рівні 0,25–0,75).

3. Вплив генотипу та рівня годівлі на показники росту та товщину шпигу у свиней поєднання великої білої × ландрас проявляється у віці 4–6 місяців ($P < 0,05$). За високого рівня годівлі найбільшою живою масою та найкращими приростами характеризувалися тварини з генотипом *MC4R-AG* ($P < 0,01$), але цей приріст був отриманий за рахунок росту жирової тканини, про що свідчить величина товщини шпигу, яка мала найбільше значення в цій групі ($P < 0,05$).

4. На середньодобові прирости свинок на вирощуванні у віці від народження до 8 місяців встановлено вплив взаємодії генетичного фактора з рівнем годівлі ($F = 28,34$; $P = 2,78 \cdot 10^{-5}$), що вказує на доцільність

коригування раціонів в залежності від генотипу за ДНК-маркером *MC4R* с.1426 G>A SNP.

5. Індeksi напруги та рівномірності росту були суттєво нижчими у групі свиней з генотипом *MC4R-AG* за умови нормованої годівлі під час вирощування. Дана група також відрізнялась найнижчими середньодобовими приростами та гіршими значеннями селекційних індексів, що може вказувати на доцільність використання показників напруги та рівномірності росту для попереднього відбору кращих тварин на етапі раннього онтогенезу.

6. Встановлено, що на ознаки відтворювальної здатності гібридних свиней велика біла × ландрас (багатоплідність, маса приплоду поросят при народженні, середня маса поросяти при народженні, кількість відлучених поросят, маса гнізда поросят у 28 днів, середня маса поросяти у 28 днів, середньодобовий приріст поросят від народження до 28 днів) вплинула взаємодія факторів генотипу та годівлі ($P < 0,05$). При обмеженні під час вирощування поживності добового раціону свинок, свиноматки з генотипом *MC4R-AG* перевищували показники тварин з генотипом *MC4R-GG* на 3,0 кг, або 20,1 % ($P = 0,008$) за масою гнізда при народженні та на 0,12 кг, або 9,3 % за середньою масою поросяти при народженні ($P = 0,035$). Після відлучення поросят свиноматки з генотипом *MC4R-AG* (нормована годівля під час вирощування) переважали групу з генотипом *MC4R-GG* за середньою масою поросяти при відлученні на 0,68 кг, або 8,3 % ($P = 0,001$), та за середньодобовим приростом від народження до 28 діб – на 18,6 г, або 8,0 % ($P = 0,003$). Таким чином, за умови забезпечення нормованої годівлі, необхідної для вирощування молодняку свиней для подальшого відтворення, тварини з генотипом *MC4R-AG* після опоросу мали вищі показники ознак відтворювальної здатності.

7. В умовах високого рівня годівлі тварини з генотипом *MC4R-GG* мали вищу продуктивність за такими ознаками, як багатоплідність за один опорос – на 1,62 голови, або на 12,6 % ($P = 0,023$); маса гнізда поросят при народженні – на 4,1 кг, або 22,4 % ($P = 1,41 \cdot 10^{-5}$); за середньою масою

поросяти при народженні – на 0,16 кг, або 11,0 % ($P = 5,71 \cdot 10^{-4}$); за кількістю відлучених поросят – на 2,0 гол., або 16,2 % ($P = 0,014$); за масою гнізда поросят у 28 днів – на 28,8 кг, або 27,0 % ($P = 5,82 \cdot 10^{-4}$); за середньою масою одного поросяти у гнізді у 28 днів – на 1,12 кг, або 13,0 % ($P < 8,24^{-5}$) та за середньодобовими приростами від народження до 28 днів – 34,6 г, або 13,4 % ($P = 2,55 \cdot 10^{-4}$). Отже при відборі ремонтних свинок з генотипом *MC4R-GG*, для реалізації їх генетичного потенціалу необхідно забезпечити їм підвищений на 10 % рівень годівлі відносно до норм.

8. Після відлучення поросят, ефект взаємодії організованих факторів продовжував впливати на їх на живу масу у віці 60 та 90 днів ($P = 4,28 \cdot 10^{-5}$ та $P = 0,007$ відповідно). На 90 добу від народження молодняк, отриманий від свиноматок з генотипом *MC4R-GG* (група, що отримували підвищений раціон від час вирощування), мав більшу живу масу на 1,94 кг або 5,8 % порівняно з молодняком, отриманим від свиноматок з генотипом *MC4R-AG*, які також отримували підвищений раціон. Значущий вплив організованих факторів, взятих окремо, виявлено лише для рівня годівлі, який достовірно впливав на живу масу потомства у віці 60 днів ($P = 0,02$). Тобто при оцінці тварин за генотипом необхідно враховувати не тільки генетичний фактор, а й взаємодію генотипу з навколишнім середовищем.

9. Тип розміщення станка у боксі для опоросу (пряме чи діагональне) впливав на всі показники, які визначали при відлученні поросят. При прямому розміщенні фіксаційного станка у боксі для опоросу від свиноматок з генотипом *MC4R-GG* було отримано на 19,7 % більшу кількість відлучених поросят у гнізді ($P = 0,003$) та більшу масу гнізда при відлученні на 23,0 % ($P = 0,002$), кращу збереженість поросят до відлучення на 14,5 в. п. ($P = 3,75 \cdot 10^{-7}$) порівняно із свиноматками з генотипом *MC4R-AG* при діагональному розміщенні фіксаційного станка. Тобто, пряме розміщення станка сприяє підвищенню відтворювальної здатності свиноматок, але в повній мірі його переваги проявляються тільки при одержанні опоросів від свиноматок з генотипом *MC4R-GG*.

10. Запровадження в господарстві технології годівлі свиней відповідно до їх генотипу сприяло збільшенню багатоплідності свиноматок уведених у стадо ($P < 0,05$), а у комплексі із заміною діагональних фіксаційних станків для опоросу на станки з прямим розміщенням цей фактор також сприяв збільшенню кількості відлучених поросят у свиноматок першоопоросок ($P < 0,05$) та підвищенню у них живої маси гнізда при відлученні ($P < 0,05$).

11. Розрахунок загального економічного ефекту від різних систем вирощування та утримання свиней різних генотипів довів, що від свиноматок, які мали генотип *MC4R-GG*, на вирощуванні отримували підвищений раціон годівлі, утримувались під час опоросу та лактації у фіксаційних станках з прямим розміщенням, з урахуванням коефіцієнту зменшення результату, що пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію, було отримано економічний ефект у розмірі 13385,76 грн. на одну свиноматку задіяну у дослідженнях. Від свиноматок з генотипом *MC4R-AG*, що вирощувались на нормованому рівні годівлі, утримувались під час опоросу та лактації в станках з прямим розміщенням, з урахуванням коефіцієнту зменшення результату, що пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію, на одну свиноматку задіяну у дослідженнях було додатково отримано продукції на суму 14388,84 грн.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для підвищення відтворювальної здатності свиноматок рекомендовано застосовувати різні раціони годівлі при вирощуванні ремонтних свинок залежно від їх генотипу за ДНК-маркером *MC4R* / SNP с.1426 G>A: свинкам з генотипом *MC4R-GG* забезпечити раціон годівлі з підвищеним вмістом енергії та сирого протеїну на 10 % по відношенню до норм годівлі і, навпаки, свинок з генотипом *MC4R-AG* годувати раціоном згідно з нормами годівлі.

2. У цеху опоросів замінити фіксаційні станки з діагональним розміщенням у боксі фіксаційними станками з прямим розміщенням, що в комплексі з впливом генотипу свиноматок сприятиме підвищенню економічної ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aikins-Wilson, S., Bohlouli, M., Engel, P., & König, S. (2022). Effects of an herbal diet, diet x boar line and diet x genotype interactions on skin lesions and on growth performance in post-weaning pigs using a cross-classified experiment. *Livestock Science*, 263, 105010. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105010>
2. Alam, M., Chang, H. K., Lee, S. S., & Choi, T. J. (2021). Genetic analysis of major production and reproduction traits of Korean Duroc, Landrace and Yorkshire pigs. *Animals*, 11(5), 1321. DOI:<https://doi.org/10.3390/ani11051321>
3. Alfonso, L. (2005). Use of meta-analysis to combine candidate gene association to study the relationship between the ESR PvuII polymorphism and sow litter size. *Genetics Selection Evolution*, 37, 417–435. DOI:<http://dx.doi.org/10.1186/1297-9686-37-5-417>
4. Amarger, V. (2002). Comparative sequence analysis of the *Insulin-IGF2-H19* gene cluster in pigs. *Mammalian Genome*, 13, 388–398.
5. Andersen, I. L., & Ocepek, M. (2022). Farrowing pens for individually loose-housed sows: results on the development of the sowcomfort farrowing pen. *Agriculture*, 12(6), 868. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12060868>
6. Aslan, O., Hamill, R. M., Davey, G., McBryan, J., Mullen, A. M., Gispert, M., & Sweeney, T. (2012). Variation in the IGF2 gene promoter region is associated with intramuscular fat content in porcine skeletal muscle. *Molecular Biology Reports*, 39(4), 4101–4110. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11033-011-1192-5>
7. Augspurger, N. R., Ellis, M., Hamilton, D. N., Wolter, B. F., Beverly, J. L., & Wilson, E. R. (2002). The effect of sire line on the feeding patterns of grow-finish pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 75(2), 103–114. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00188-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00188-5)

8. Balatsky, V. N., Grishina, L. P., Saenko, A. M., Vovk, V. A., & Vaschenko, P. A. (2016). Association of the *ESR1* gene with reproductive traits of sows of Large White and Mirgorod breeds. *Animal Breeding and Genetics*, 52, 150–158. DOI:<https://doi.org/10.31073/abg.52.19>
9. Balatsky, V. N., Saienko, A. M., Pena, R. N., Buslyk, T. V., and Gibolenko, O. S. (2015). Genetic Diversity of Pig Breeds on Ten Production Quantitative Traits Loci. *Cytology and Genetics*, 49(5), 299–307. DOI:<https://doi.org/10.3103/S0095452715050023>
10. Balatsky, V., Bankovska, I., Pena, R.N., Saienko, A., Buslyk, T., Korinnyi, S., & Doran, O. (2016). Polymorphisms of the porcine cathepsins, growth hormone-releasing hormone and leptin receptor genes and their association with meat quality traits in Ukrainian Large White breed. *Molecular Biology Reports*, 43, 517–526. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11033-016-3977-z>
11. Balatsky, V., Oliinychenko, Y., Sarantseva, N., Getya, A., Saienko, A., Vovk, V., & Doran, O. (2018). Association of single nucleotide polymorphisms in leptin (LEP) and leptin receptor (LEPR) genes with backfat thickness and daily weight gain in Ukrainian Large White pigs. *Livestock Science*, 217, 157–161. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.09.015>
12. Balatsky, V. N., Pochernyaev, K. F., Buslyk, T. V., Dykan, O. S., Korinnyi, S. N., Pena, R. N., & Doran, O. (2015). Sequence variation in the cathepsin B (CTSB), L (CTSL), S (CTSS) and K (CTSK) genes in Ukrainian pig breeds. *Global Journal of Animal Breeding and Genetics*, 3 (3), 117–124.
13. Bankovska, I., Oliinychenko, Y., Balatsky, V., Buslyk, T., Hryshchenko, S., & Susol, R. (2020). Association of LEP- and CTSF-genotypes with levels of meat quality PSE, NOR and DFD in pigs of large white breed of Ukrainian selection. *Agricultural Science and Practice*, 7(1), 14–23. DOI:<https://doi.org/10.15407/agrisp7.01.014>
14. Bell, W., Urioste, J. I., Barlocco, N., Vadell, A., & Clariget, R. P. (2015). Genetic and environmental factors affecting reproductive traits in sows in

an outdoor production system. *Livestock Science*, 182, 101–107. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.10.025>

15. Bennet, D. L. (1996). Expression and function of Ryanodine Receptors in Nonexcitable Cells. *The American Society for Biochemistry and Molecular Biology*, 271(11), 6356–6362.

16. Blok, M. C., Brandsma, G., Bosch, G., Gerrits, W. J., Jansman, A. J., & Everts, H. (2015). A new Dutch net energy formula for feed and feedstuffs for growing and fattening pigs (No. 56). Wageningen UR Livestock Research.

17. Bo, H. X., Van Hung, N., Manh, N. X., & Vinh, N. T. (2022). Additive and dominance effects of MC4R and PIT1 polymorphisms on production and carcass traits in duroc pigs. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 5(4), 1638–1644. DOI:<https://doi.org/10.31817/vjas.2022.5.4.03>

18. Borowska, A., Szwaczkowski, T., Koćwin-Podsiadła, M., Kamiński, S., Ruść, A., & Krzęcio-Nieczyporuk, E. (2014). Associations of fifty single nucleotide polymorphisms within candidate genes with meatness in pigs. *Czech Journal of Animal Science*, 59(5), 227–237.

19. Botstein, D., White, R. L., Skolnick, M., & Davis, R. W. (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American Journal of Human Genetics*, 32(3), 314–331.

20. Bovo, S., Ribani, A., Muñoz, M., Alves, E., Araujo, J. P., Bozzi, R., Čandek-Potokar, M., Charneca, R., Di Palma, F., Etherington, G., Fernandez, A. I., García, F., García-Casco, J., Karolyi, D., Gallo, M., Margeta, V., Martins, J.M., Mercat, M. J., Moscatelli, G., Núñez, Y., Quintanilla, R., Radović, Č., Razmaite, V., Riquet, J., Savić, R., Schiavo, G., Usai, G., Utzeri, V. J., Zimmer, C., Ovilo, C., & Fontanesi, L. (2020). Whole-genome sequencing of European autochthonous and commercial pig breeds allows the detection of signatures of selection for adaptation of genetic resources to different breeding and production systems. *Genetics Selection Evolution*, 52, 33. DOI:<https://doi.org/10.1186/s12711-020-00553-7>

21. Bradshaw, R. H., & Broom, D. M. (1999). A comparison of the behaviour and performance of sows and piglets in crates and oval pens. *Animal Science*, 69(2), 327-333. DOI: <https://doi.org/10.1017/S135772980005089X>
22. Brockova, K., Rossokha, V., Chaban, V., Zos-Kior, M., Hnatenko, I., & Rubezhanska, V. (2021). Economic mechanism of optimizing the innovation investment program of the development of agro-industrial production. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 43(1), 129–135. DOI: <https://doi.org/10.15544/mts.2021.11>
23. Brooks, P. H., Beal, J. D., & Niven, S. (2001). Liquid feeding of pigs: potential for reducing environmental impact and for improving productivity and food safety. *Recent advances in animal nutrition in Australia*, 13, 49–63.
24. Burgos, C., Carrodegua, J. A., Moreno, C., Altarriba, J., Tarrafeta, L., Barcelona, J. A., & López-Buesa, P. (2006). Allelic incidence in several pig breeds of a missense variant of pig melanocortin-4 receptor (MC4R) gene associated with carcass and productive traits; its relation to IGF2 genotype. *Meat Science*, 73(1), 144–150. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.11.007>
25. Burgos, C., Galve, A., Moreno, C., Altarriba, J., Reina, R., García, C., & López-Buesa, P. (2012). The effects of two alleles of IGF2 on fat content in pig carcasses and pork. *Meat Science*, 90(2), 309–313. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.07.016>
26. Burrow, H. M. (2012). Importance of adaptation and genotype × environment interactions in tropical beef breeding systems. *Animals*, 6(5), 729–740. DOI: <https://doi.org/10.1017/S175173111200002X>
27. Calta, J., Zadinová, K., Čítek, J., Kluzáková, E., Okrouhlá, M., Stupka, R., Tichý, L., Machová, K., Stratil, A., & Vostrý, L. (2022). Possible effects of the MC4R Asp298Asn polymorphism on pig production traits under ad libitum versus restricted feeding. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 140(2), 207–215. DOI: <https://doi.org/10.1111/jbg.12751>
28. Cameron, N. D., Enser, M., Nute, G. R., Whittington, F. M., Penman, J. C., Fisker, A. C., Perry, A. M., & Wood, J. D. (2000). Genotype with nutrition

interaction on fatty acid composition of intramuscular fat and the relationship with flavour of pig meat. *Meat Science*, 55(2), 187–195.

DOI:[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00142-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00142-4)

29. Camp Montoro, J., Manzanilla, E. G., Solà-Oriol, D., Muns, R., Gasa, J., Clear, O., & Calderón Díaz, J. A. (2020). Predicting productive performance in grow-finisher pigs using birth and weaning body weight. *Animals*, 10(6), 1017.

DOI:<https://doi.org/10.3390/ani10061017>

30. Campbell, R. G., Taverner, M. R., & Curic, D. M. (1985). The influence of feeding level on the protein requirement of pigs between 20 and 45 kg live weight. *Animal Science*, 40(3), 489–496.

DOI:<https://doi.org/10.1017/S0003356100040186>

31. Campbell, R., & Dunkin, A. (1982). The effects of birth weight and level of feeding in early life on growth and development of muscle and adipose tissue in the young pig. *Animal Production*, 35(2), 185–192.

DOI:<https://doi.org/10.1017/S0003356100027343>

32. Canario, L., Lundgren, H., Haandlykken, M., & Rydhmer, L. (2010). Genetics of growth in piglets and the association with homogeneity of body weight within litters. *Journal of Animal Science*, 88(4), 1240–1247.

DOI:<https://doi.org/10.2527/jas.2009-2056>

33. Carcò, G., Gallo, L., Dalla Bona, M., Latorre, M. A., Fondevila, M., & Schiavon, S. (2018). The influence of feeding behaviour on growth performance, carcass and meat characteristics of growing pigs. *PLoS One*, 13(10), e0205572.

DOI:<https://doi.org/10.4141/A04-00>

34. Carrión-López, M. J., Madrid, J., Martínez, S., Hernández, F., & Orengo, J. (2022). Effects of the feeding level in early gestation on body reserves and the productive and reproductive performance of primiparous and multiparous sows. *Research in Veterinary Science*, 148, 42–51.

DOI:<https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.05.002>

35. Chakurkar, E. B., Sahu, A. R., Naik, S., Chethan Kumar, H. B., & Gokuldas, C. K. (2021). Genetic evaluation of growth and reproductive

performances of crossbred pigs reared under intensive system in tropical humid coastal climate. *Tropical Animal Health and Production*, 53, 1–10.

DOI:<https://doi.org/10.1007/s11250-021-02677-4>

36. Chen, K. F, Huang, L. S, & Li, N. (2000).The genetic effect of estrogen receptor(ESR) on litter size traits in pig. *Yi Chuan xue bao = Acta Genetica Sinica*, 27 (10), 853–857.

37. Chen, M. (2004). Different allele frequencies of *MC4R* gene variants in Chinese pig Breeds. *Arch. Tierz.*, 47(5), 436–468.

38. Chen, Z., Ye, S., Teng, J., Diao, S., Yuan, X., Chen, Z., Zhang, H., Li, J., & Zhang, Z. (2019). Genome-wide association studies for the number of animals born alive and dead in duroc pigs. *Theriogenology*, 139, 36–42.

DOI:<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.07.013>

39. Cheng, C., Wu, X., Zhang, X., Zhang, X., & Peng, J. (2020). Obesity of Sows at late pregnancy aggravates metabolic disorder of perinatal sows and affects performance and intestinal health of piglets. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 10, 49.

DOI:<https://doi.org/10.3390/ani10010049>

40. Cheng-yi, S., Bo, G., Rong-bin, J., Yong, T., & Jiu-de, M. (2003). Study on pig growth hormone gene polymorphisms in western meat-type breeds and Chinese local breeds. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A.*, 4(6), 734–739. DOI: <https://doi.org/10.1631/BF02851616>

41. Chidgey, K. L., Morel, P. C., Stafford, K. J., & Barugh, I. W. (2015). Sow and piglet productivity and sow reproductive performance in farrowing pens with temporary crating or farrowing crates on a commercial New Zealand pig farm. *Livestock Science*, 173, 87–94. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.01.003>

42. Chiurazzi, M., Cozzolino, M., Orsini, R. C., Di Maro, M., Di Minno, M. N. D., & Colantuoni, A. (2020). Impact of genetic variations and epigenetic mechanisms on the risk of obesity. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(23), 9035. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21239035>

43. Colpoys, J. D., Johnson, A. K., & Gabler, N. K. (2016). Daily feeding regimen impacts pig growth and behavior. *Physiology & behavior*, *159*, 27–32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.03.003>
44. Cornelison, A. S., Karriker, L. A., Williams, N. H., Haberl, B. J., Stalder, K. J., Schulz, L. L., & Patience, J. F. (2018). Impact of health challenges on pig growth performance, carcass characteristics, and net returns under commercial conditions. *Translational Animal Science*, *2*(1), 50-61. DOI: <https://doi.org/10.1093/tas/txx005>
45. Cromwell, G. L., Lindemann, M. D., Monegue, H. J., Hall, D. D., & Orr Jr, D. E. (1998). Tribasic copper chloride and copper sulfate as copper sources for weanling pigs. *Journal of Animal Science*, *76*(1), 118–123. DOI: <https://doi.org/10.2527/1998.761118x>
46. Crovesy, L., & Rosado, E. L. (2019). Interaction between genes involved in energy intake regulation and diet in obesity. *Nutrition*, *67*, 110547. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.06.027>
47. Davoli, R., & Braglia, S. (2007). Molecular approaches in pig breeding to improve meat quality. *Briefings in Functional Genomics*, *6*(4), 313–321. DOI: <https://doi.org/10.1093/bfgp/elm036>
48. Davoli, R., Braglia, S., Valastro, V., Annarratone, C., Comella, M., Zambonelli, P., Nisi, I., Gallo, M., Buttazzoni, L. & Russo, V. (2012). Analysis of MC4R polymorphism in Italian Large White and Italian Duroc pigs: association with carcass traits. *Meat Science*, *90*(4), 887–892. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.025>
49. Distl, O. (2007). Mechanisms of regulation of litter size in pigs on the genome level. *Reproduction in Domestic Animals*, *42*, 10–16. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00887.x>
50. Douglas, S. L., Edwards, S. A., Sutcliffe, E., Knap, P. W., & Kyriazakis, I. (2013). Identification of risk factors associated with poor lifetime growth performance in pigs. *Journal of Animal Science*, *91*(9), 4123–4132. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5915>

51. Dvorakova V., Stupka R., Sprysl M., Citek J., Okrouhla M., & Kluzakova E. (2011). The effect of missense mutation G.143C>T in the CTSL gene on production traits without the effect on quality of pork meat. *Res. Pig Breed.*, 5, 18–21.

52. Dvořáková, V., Stupka, R., Šprysl, M., Čítek, J., Okrouhlá, M., Kluzáková, E., & Kratochvílová, H. (2011). Effect of the missense mutation Asp298Asn in MC4R on growth and fatness traits in commercial pig crosses in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*, 56(4), 176–180.

53. Elbert, K., Matthews, N., Wassmuth, R., & Tetens, J. (2020). Effects of sire line, birth weight and sex on growth performance and carcass traits of crossbred pigs under standardized environmental conditions. *Archives Animal Breeding*, 63(2), 367–376. DOI: <https://doi.org/10.5194/aab-63-367-2020>

54. Ernst, C. W., & Steibel, J. P. (2013). Molecular advances in QTL discovery and application in pig breeding. *Trends in Genetics*, 29(4), 215–224.

55. Espinosa, C. D., & Stein, H. H. (2021). Digestibility and metabolism of copper in diets for pigs and influence of dietary copper on growth performance, intestinal health, and overall immune status: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12, 1–12.

56. Faccin, J. E., Laskoski, F., Cemin, H. S., Mellagi, A. P., Bernardi, M. L., Ulguim, R. R., Bortolozzo, F. P., & Tokach, M. D. (2020). Evaluating the impact of weaning weight and growth rate during the first week post weaning on overall nursery performance. *Journal of Swine Health and Production*, 28(2), 70–78.

57. Fahrenkrug, S. C., Freking, B. A., Smith, T. P. L., Rohrer, G. A., & Keele, J. W. (2002). Single nucleotide polymorphism (SNP) discovery in porcine expressed genes. *Animal Genetics*, 33, 186–195. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2052.2002.00846.x>.

58. Fan, B., Onteru, S. K., Plastow, G. S., & Rothschild, M. F. (2009). Detailed characterization of the porcine MC4R gene in relation to fatness and

growth. *Animal Genetics*, 40(4), 401–409. DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2009.01853.x>

59. Faria, D. A. D., Guimarães, S. E. F., Lopes, P. S., Pires, A. V., Paiva, S. R., Sollero, B. P., & Wenceslau, A. A. (2006). Association between G316A growth hormone polymorphism and economic traits in pigs. *Genetics and Molecular Biology*, 29 (4), 634–640. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-47572006000400010>

60. Fontanesi L., Speroni C., Buttazzoni L., Scotti E., Dall’Olio S., Davoli R. (2012). Association between polymorphisms in cathepsin and cystatin genes with meat production and carcass traits in Italian Duroc pigs: confirmation of the effects of a cathepsin L (CTSL) gene marker. *Molecular Biology Reports*, 39(1), 109–115. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11033-011-0715-4>

61. Fontanesi, L., Buttazzoni, L., Galimberti, G., Calò, D. G., Scotti, E., & Russo, V. (2013). Association between melanocortin 4 receptor (MC4R) gene haplotypes and carcass and production traits in Italian Large White pigs evaluated with a selective genotyping approach. *Livestock Science*, 157 (1), 48–56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.07.006>

62. Fontanesi, L., Scotty, E., Buttazzoni, L., Dall’Olio, S., Davoli, R., & Russo, V. (2010). A single nucleotide polymorphism in the porcine Cathepsin K (CTSK) gene is associated with back fat thickness and production traits in Italian Duroc pigs. *Molecular Biology Reports*, 37, 491–495. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11033-009-9678-0>

63. Fontanesi, L., Speroni, C., Buttazzoni, L., Scotti, E., Nanni Costa, L., & Davoli, R. (2010). Association between cathepsin L (CTSL) and cathepsin S (CTSS) polymorphisms and meat production and carcass traits in Italian Large White pigs. *Meat Science*, 85, 331–338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.01.023>

64. Franco, D., Carballo, J., Bermúdez, R., & Lorenzo, J. M. (2016). Effect of genotype and slaughter age on carcass traits and meat quality of the Celta

pig breed in extensive system. *Annals of Animal Science*, 16 (1), 259–273. DOI: <https://doi.org/10.1515/aoas-2015-0056>

65. Franco, M. M., Antunes, R. C., Silva, H. D., & Goulart, L. R. (2005). Association of a PIT1, GH and GHRH polymorphism with performance and carcass traits in Landrace pigs. *J Appl. Genet.*, 46 (2), 195–200.

66. Gaillard, C., Quiniou, N., Gauthier, R., Cloutier, L., & Dourmad, J. Y. (2020). Evaluation of a decision support system for precision feeding of gestating sows. *Journal of Animal Science*, 98(9), skaa255. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skaa255>

67. Galve, A., Burgos, C., Silió, L., Varona, L., Rodríguez, C., Ovilo, C., & López-Buesa, P. (2012). The effects of leptin receptor (LEPR) and melanocortin-4 receptor (MC4R) polymorphisms on fat content, fat distribution and fat composition in a Duroc×Landrace/Large White cross. *Livestock Science*, 145(1–3), 145–152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.01.010>

68. Ganteil, A., Rodriguez-Ramilo, S. T., Ligonésche, B., & Larzul, C. (2021). Characterization of autozygosity in pigs in three-way crossbreeding. *Frontiers in Genetics*, 11, 584556. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.584556>

69. Garrick, D. J. (2017). The role of genomics in pig improvement. *Animal Production Science*, 57(12), 2360-2365. DOI: <https://doi.org/10.1071/AN17277>

70. Glencorse, D., Plush, K., Hazel, S., D'Souza, D., & Hebart, M. (2019). Impact of non-confinement accommodation on farrowing performance: A systematic review and meta-analysis of farrowing crates versus pens. *Animals*, 9(11), 957. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9110957>

71. Gondim, V. S., Soares, J. S., Lugo, N. A. H., Stafuzza, N. B., Vieira, G. S., Aspilcueta-Borquis, R. R., Pascoal, L.A.F., Silveira, A.C.P., Tonhati, H., & Antunes, R. C. (2019). Association of MC4R, FABP3 and DGAT1 gene polymorphisms with reproductive traits in two domestic pig lines. *Genetics and Molecular Research*, 18(3), gmr18139. DOI: <http://dx.doi.org/10.4238/gmr18139>

72. Gourdine, J. L., Riquet, J., Rosé, R., Pouillet, N., Giorgi, M., Billon, Y., David Renaudeau, & Gilbert, H. (2019). Genotype by environment interactions for performance and thermoregulation responses in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 97(9), 3699–3713. DOI:<https://doi.org/10.1093/jas/skz245>
73. Gozalo-Marcilla, M., Buntjer, J., Johnsson, M., Batista, L., Diez, F., Werner, C. R., & Ros-Freixedes, R. (2021). Genetic architecture and major genes for backfat thickness in pig lines of diverse genetic backgrounds. *Genetics Selection Evolution*, 53, 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12711-021-00671-w>
74. Hardge, T., & Scholz, A. (1994). The influence of RYR1 genotype and breed on fattening performance carcass value and meet quality. *45-th annual meeting of EAAP*. Edinburg.
75. Hermesch, S., & Luxford, B. G. (2010). Towards healthy, productive genotypes. In *AGBU Pig Genetics Workshop*. URL: http://agbu.une.edu.au/pig_genetics/pdf/2010/P13-Susanne-Healthy-productive-pigs.pdf
76. Herrera-Cáceres, W., & Sánchez, J. P. (2020). Selection for feed efficiency using the social effects animal model in growing Duroc pigs: evaluation by simulation. *Genetics Selection Evolution*, 52, 53. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12711-020-00572-4>
77. Heyer, A., & Lebret, B. (2007). Compensatory growth response in pigs: effects on growth performance, composition of weight gain at carcass and muscle levels, and meat quality. *Journal of Animal Science*, 85 (3), 769–778. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2006-164>
78. Hidalgo, A. M., Bastiaansen, J. W. M., Lopes, M. S., Veroneze, R., Groenen, M. A., & De Koning, D. J. (2015). Accuracy of genomic prediction using deregressed breeding values estimated from purebred and crossbred offspring phenotypes in pigs. *Journal of animal science*, 93(7), 3313–3321. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2015-8899>
79. Homma, C., Hirose, K., Ito, T., Kamikawa, M., Toma, S., Nikaido, S., & Uemoto, Y. (2021). Estimation of genetic parameter for feed efficiency and

resilience traits in three pig breeds. *Animal*, 15(11), 100384. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100384>

80. Horák, P., Miková, G., Urban, T., Putnová, L., Knoll, A., Dvorák, J. (2001). Association of polymorphism in the IGF2 gene with litter size in Black Pied Preštice pigs. *Czech J. Anim. Sci.*, 46 (11), 505–508. DOI: <https://doi.org/10.1210/mend.8.10.7854347>

81. Houston, R. D., Cameron, N. D., & Rance, K. A. (2004). A melanocortin – 4 receptor (MC4R) polymorphism is associated with performance traits in divergently selected Large White pig populations. *Animal Genetics*, 35, 386–390.

82. Humpolíček, P. E. T. R., Urban, T. O. M. Á. Š., & Horák, P. A. V. E. L. (2006). Influence of ESR1L and FSHB genes on litter size in Czech Large White sows. *Archives Animal Breeding*, 49(2), 152–157. DOI: <https://doi.org/10.5194/aab-49-152-2006>

83. Ichikawa, H., & Koketsu, Y. (2011). A comparison between artificial insemination and natural mating for reproductive performance in commercial swine herds. *Journal of Veterinary Epidemiology*, 15, 94–99.

84. Jeon, J.-T. (1999). A paternally expressed QTL affecting skeletal and cardiac muscle mass in pigs maps to the IGF2 locus. *Nature Genet.*, 21, 157–158.

85. Jiang, J., Chen, D., Yu, B., He, J., Yu, J., Mao, X., Huang, Z., Luo, Y., Luo, J., & Zheng, P. (2019). Improvement of growth performance and parameters of intestinal function in liquid fed early weanling pigs. *Journal of Animal Science*, 97(7), 2725–2738. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skz134>

86. Jokubka, R., Maak, S., Kerziene, S., & Swalve, H. H. (2006). Association of a melanocortin 4 receptor (MC4R) polymorphism with performance traits in Lithuanian White pigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 123(1), 17–22. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2006.00559.x>

87. Kamiński, S., Rusc, A., & Brym, P. (2003). Relation between Ava I polymorphism within the estrogen receptor gene (ESR) and meatiness in Polish Large White boars. *J. Appl. Genet*, 44(4), 521–524.

88. Kennes, Y.M., Murphy, B.D., Pothier, F., & Palin, M.F. (2001). Characterization of swine leptin (LEP) polymorphisms and their association with production traits. *Anim. Genet.*, 32 (4), 215–218.
89. Kerr, B. J., Southern, L. L., Bidner, T. D., Friesen, K. G., & Easter, R. A. (2003). Influence of dietary protein level, amino acid supplementation, and dietary energy levels on growing-finishing pig performance and carcass composition. *Journal of animal science*, 81(12), 3075–3087. DOI: <https://doi.org/10.2527/2003.81123075x>
90. Kerstens, H. H., Kollers, S., Kommadath, A., Del Rosario, M., Dibbits, B., Kinders, S. M., & Groenen, M. A. (2009). Mining for single nucleotide polymorphisms in pig genome sequence data. *BMC genomics*, 10, 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2164-10-4>
91. Khalak, V. I., & Gutyj, B. V. (2022). Feeding and meat qualities of young pigs of different genotypes according to melanocortin 4 receptor (Mc4r) gene and interbreed differentiation according to the coefficient of decrease in growth intensity in early ontogenesis. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(3), 3–8. DOI: <https://doi.org/10.32718/ujvas5-3.01>
92. Kim, K. S., Larsen, N., Short, T., Plastow, G., & Rothschild, M. F. (2000). A missense variant of the porcine melanocortin-4 receptor (MC4R) gene is associated with fatness, growth, and feed intake traits. *Mammalian Genome*, 11(2), 131–135. DOI: <https://doi.org/10.1007/s003350010025>
93. Kim, K. S., Lee, J. J., Shin, H. Y., Choi, B. H., Lee, C. K., Kim, J. J., Cho, B. W., & Kim, T.-H. (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: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2006.01482.x>
94. Kim, K. S., Reecy, J. M., Hsu, W. H., Anderson, L. L., & Rothschild, M. F. (2004). Functional and phylogenetic analyses of a melanocortin-4 receptor mutation in domestic pigs. *Domestic animal endocrinology*, 26 (1), 75–86.

95. Kim, K. S., Larsen, N. J., & Rothschild, M. F. (2000). Rapid communication: linkage and physical mapping of the porcine melanocortin – 4 receptor (MC4R) gene. *Journal of Animal Science*, 78, 791–792.
96. Kishi, T. (2003). Expression of melanocortin 4 receptor mRNA in the central nervous system of the rat. *Journal of Comparative Neurology*, 457, 213–235.
97. Kmiec, M., Dvorak, J., & Vrtkova, I. (2002). Study on a relation between estrogen receptor (ESR) gene polymorphism and some pig reproduction performance characters in Polish Landrace breed. *Czech Journal of Animal Science*, 47 (5), 189–193.
98. Knap, P. W., & Bishop, S. C. (2000). Relationships between genetic change and infectious disease in domestic livestock. *BSAP Occasional Publication*, 27, 65-80. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1463981500040553>
99. Knoll, A., Putnová, L., Dvorák, J., & ěepica, S. (2000). A NciI PCR-RFLP within intron 2 of the porcine insulin-like growth factor 2 (IGF2) gene. *Anim. Genet.*, 31, 150–151. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2052.2000.00583.x>
100. Knorr, C., Moser, G., Müller, E., & Geldermann, H. (1997). Associations of GH gene variants with performance traits in F2 generations of European wild boar, Pietrain and Meishan pigs. *Animal Genetics*, 28 (2), 124–128.
101. Knox, R. V. (2016). Artificial insemination in pigs today. *Theriogenology*, 85(1), 83–93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.07.009>
102. Koketsu, Y., & Dial, G. D. (1997). Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. *Theriogenology*, 47 (7), 1445–1461. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(97\)00135-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(97)00135-0)
103. Kolarikova, O., Putnova, L., Urban, T., Adamek, J., Knoll, A., & Dvorak, J. (2003). Association of the IGF2 gene with growth and meat efficiency in Large White pigs. *J. Appl. Genet.*, 4 (44), 509–513.

104. Koley, S., Singh, S., Ojha, B. K., Kurechiya, N., & Singh, A. (2022). Precision feeding in pig production: A review. *Indian Journal of Animal Health*, 2. DOI: <https://doi.org/10.36062/ijah.2022.04822>
105. Kongsted, A. G., Nørgaard, J. V., Jensen, S. K., Lauridsen, C., Juul-Madsen, H. R., Norup, L. R., & Hermansen, J. E. (2015). Influence of genotype and feeding strategy on pig performance, plasma concentrations of micro nutrients, immune responses and faecal microbiota composition of growing-finishing pigs in a forage-based system. *Livestock science*, 178, 263–271. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.06.010>
106. Korwin–Kossakowska, A. (2003). Candidate gene markers for reproductive traits in polish 990 pig line. *J. Anim. Breed. Genet.*, 120, 181–191.
107. Kramarenko, S. S., Lugovoy, S. I., Lykhach, A. V., Kramarenko, A. S., Lykhach, V. Ya., & Slobodanyuk, A. A. (2019). Вплив генетичних та негенетичних факторів на відтворювальні ознаки свиноматок української м'ясної породи. *НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*, 21 (90), 3–8. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9001>
108. Lebret, B. (2008). Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal*, 2(10), 1548–1558. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731108002796>
109. Liadskyi, Y.K., Getia, A.A., Pocherniaev, K.F. (2011). Asp298Asn association of MC4R gene polymorphism with dorsal fat thickness in large white breed pigs. *Cytology and Genetics*, 45(2), 52–56. DOI: <https://doi.org/10.3103/S0095452711020083>
110. Liu, F., Zhao, W., Le, H. H., Cottrell, J. J., Green, M. P., Leury, B. J., & Bell, A. W. (2022). What have we learned about the effects of heat stress on the pig industry? *Animal*, 16, 100349. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100349>
111. Llambí, S., Montenegro, M., Gagliardi, R., Burgos, C., Hidalgo, J., López-Buesa, P., & Arruga, M. V. (2020). Genetic structure and population dynamics of autochthonous and modern porcine breeds. Analysis of the IGF2 and

MC4R genes that determine carcass characteristics. *Austral Journal Of Veterinary Sciences*, 52(3), 87–94. DOI:<http://dx.doi.org/10.4067/S0719-81322020000300087>

112. Loos, R. J. F., & Yeo, G. S. H. (2022). The genetics of obesity: from discovery to biology. *Nature Reviews Genetic*, 23, 120–133. DOI:<https://doi.org/10.1038/s41576-021-00414-z>

113. Lopes, M. S., Bovenhuis, H., Hidalgo, A. M., Van Arendonk, J. A., Knol, E. F., & Bastiaansen, J. W. (2017). Genomic selection for crossbred performance accounting for breed-specific effects. *Genetics Selection Evolution*, 49, 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12711-017-0328-z>

114. Ma, J., Li, M., Wang, H., & Li, X. (2012). Genotyping of the porcine ryanodine receptor 1 (RYR1) and estrogen receptor 1 (ESR1) genes by high resolution melting (HRM) approach. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 17(5), 1076–1079.

115. Mahmoud, R., Kimonis, V., & Butler, M. G. (2022). Genetics of obesity in humans: a clinical review. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(19), 11005. DOI:<https://doi.org/10.3390/ijms231911005>

116. Malgwi, I. H., Halas, V., Grünvald, P., Schiavon, S., & Jócsák, I. (2022). Genes related to fat metabolism in pigs and intramuscular fat content of pork: A focus on nutrigenetics and nutrigenomics. *Animals*, 12(2), 150. <https://doi.org/10.3390/ani12020150>

117. Małopolska, M. M., Tuz, R., Lambert, B. D., Nowicki, J., & Schwarz, T. (2018). The replacement gilt: Current strategies for improvement of the breeding herd. *Journal of Swine Health and Production*, 26(4), 208–214.

118. Martins, J. M., Fialho, R., Albuquerque, A., Neves, J., Freitas, A., Tirapicos Nunes, J., & Charneca, R. (2020). Portuguese local pig breeds: Genotype effects on meat and fat quality traits. *Animals*, 10(5), 905. DOI:<https://doi.org/10.3390/ani10050905>

119. Mayorga, E. J., Renaudeau, D., Ramirez, B. C., Ross, J. W., & Baumgard, L. H. (2019). Heat stress adaptations in pigs. *Animal Frontiers*, 9(1), 54–61. DOI: <https://doi.org/10.1093/af/vfy035>

120. McGlone, J. J., & Morrow-Tesch, J. (1990). Productivity and behavior of sows in level vs. sloped farrowing pens and crates. *Journal of animal science*, 68(1), 82–87. DOI: <https://doi.org/10.1093/ansci/68.1.82>

121. Mellado, M., Gaytán, L., Macías-Cruz, U., Avendaño, L., Meza-Herrera, C., Lozano, E. A., & Mellado, J. (2018). Effect of climate and insemination technique on reproductive performance of gilts and sows in a subtropical zone of Mexico. *Austral journal of veterinary sciences*, 50(1), 27–34. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-81322018000100106>

122. Mencik, S., Vukovic, V., Spehar, M., Modric, M., Ostovic, M., & Ekert Kabalin, A. (2019). Association between *ESR1* and *RBP4* genes and litter size traits in a hyperprolific line of Landrace × Large White cross sows. *Veterinarni Medicina*, 64, 109–117. DOI: <https://doi.org/10.17221/87/2018-VETMED>

123. Menegat, M. B., Dritz, S. S., Tokach, M. D., Woodworth, J. C., DeRouchey, J. M., & Goodband, R. D. (2020). A review of compensatory growth following lysine restriction in grow-finish pigs. *Translational Animal Science*, 4(2), 531–547. <https://doi.org/10.1093/tas/txaa014>

124. Mohammadabadi, M., Bordbar, F., Jensen, J., Du, M., & Guo, W. (2021). Key genes regulating skeletal muscle development and growth in farm animals. *Animals*, 11(3), 835. <https://doi.org/10.3390/ani11030835>

125. Moravčíková, N., & Trakovická, A. (2015). Association of SNPs in porcine estrogen receptor gene with carcass traits. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 48(1), 90–94.

126. Morenikeji, O. B., Ogunshola, O. J., Adu, O. A., Aro, S. O., & Chineke, C. A. (2019). Genotype and sex effects on the performance characteristics of pigs. *International Journal of Livestock Production*, 10(4), 127–134. DOI: <https://doi.org/10.5897/IJLP2015.0254>

127. Mountjoy, K. G. (1994). Localization of the melanocortin – 4 receptor (MC4 – R) in neuroendocrine and autonomic control circuits in the brain.

Molecular Endocrinology, 8, 1298–1308. DOI: <https://doi.org/10.1210/mend.8.10.7854347>

128. Muñoz, G., Ovilo, C., Estellé, J., Silió, L., Fernández, A., & Rodríguez, C. (2007). Association with litter size of new polymorphisms on ESR1 and ESR2 genes in a Chinese-European pig line. *Genetics Selection Evolution*, 39(2), 1–12.

129. Muñoz, M., Fernández, A. I., Óvilo, C., Muñoz, G., Rodríguez, C., Fernández, A., & Silió, L. (2010). Non-additive effects of RBP4, ESR1 and IGF2 polymorphisms on litter size at different parities in a Chinese-European porcine line. *Genetics Selection Evolution*, 42(1), 23.

130. Muro, B. B., Carnevale, R. F., Leal, D. F., Almond, G. W., Monteiro, M. S., Poor, A. P., Schinckel, A. P., & Garbossa, C. A. (2022). The importance of optimal body condition to maximise reproductive health and perinatal outcomes in pigs. *Nutrition Research Reviews*, 1–21. <https://doi.org/10.1017/S0954422422000129>

131. Nagy, I., Kövér, G., Gerencsér, Z., & Szász, G. (2020). Challenges and adaptive strategies for heat stress and heat tolerance in pig production. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 24(1), 1–13. DOI: <https://doi.org/10.31914/aak.2416>

132. Nezer, C., Collette, C., Moreau, L., Brouwers, B., Kim, J. J., Giuffra, E., & Georges, M. (2003). Haplotype sharing refines the location of an imprinted quantitative trait locus with major effect on muscle mass to a 250-kb chromosome segment containing the porcine IGF2 gene. *Genetics*, 165 (1), 277–285.

133. Nezer, C., Moreau, L., Brouwers, B., Coppieters, W., Detilleux, J., Hanset, R., & Georges, M. (1999). An imprinted QTL with major effect on muscle mass and fat deposition maps to the IGF2 locus in pigs. *Nature genetics*, 21 (2), 155–156.

134. Nyachoti, C. M., Zijlstra, R. T., De Lange, C. F. M., & Patience, J. F. (2004). Voluntary feed intake in growing-finishing pigs: A review of the main determining factors and potential approaches for accurate predictions. *Canadian Journal of Animal Science*, 84(4), 549–566. DOI: <https://doi.org/10.4141/A04-001>

135. Ovilo, C., Fernández, A., Rodríguez, M. C., Nieto, M., & Silió, L. (2006). Association of MC4R gene variants with growth, fatness, carcass composition and meat and fat quality traits in heavy pigs. *Meat science*, 73(1), 42–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.10.016>
136. Óvilo, C., Trakooljul, N., Núñez, Y., Hadlich, F., Murani, E., Ayuso, M., García-Contreras, C., Vázquez-Gómez, M., Rey, A. I., Garcia, F., García-Casco, J. M., López-Bote, C., Isabel, B., González-Bulnes, A., Wimmers, K., & Muñoz, M. (2022). SNP discovery and association study for growth, fatness and meat quality traits in Iberian crossbred pigs. *Scientific Reports*, 12, 16361. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20817-0>
137. Park, H. B., Carlborg, O., Marklund, S. & Andersson L. (2002). Melanocortin – 4 receptor (MC4R) genotypes have no major effect on fatness in a Large White Wild Boar intercross. *Animal Genetics*, 33, 155–157. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2052.2002.00824.x>
138. Park, S., Kim, B., Kim, Y., Kim, S., Jang, K., Kim, Y., ... & Oh, S. (2016). Nutrition and feed approach according to pig physiology. *Korean Journal of Agricultural Science*, 43(5), 750–760. DOI: <https://doi.org/10.7744/kjoas.20160078>
139. Paternostre, L., De Boever, J., & Millet, S. (2021). Interaction between fat and fiber level on nutrient digestibility of pig feed. *Animal Feed Science and Technology*, 282, 115126. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115126>
140. Peakall, R., & Smouse, P. E. (2012). GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. *Bioinformatics*, 28, 2537–2539. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/bioinformatics/bts460>
141. Peltoniemi, O., Tanskanen, T., & Kareskoski, M. (2023). One Health challenges for pig reproduction. *Molecular Reproduction and Development*, 90 (7), 420–435. DOI: <https://doi.org/10.1002/mrd.23666>

142. Pelykh, V. H., Levchenko, M. V., Ushakova, S. V., Pelykh, N. L., & Vashchenko, P. A. (2023). Compensatory growth and piglets weight variability within the litter as breeding criteria for Ukrainian meat pig breed performance. *Agricultural Science and Practice*, 10 (1), 3–11. <https://doi.org/10.15407/agrisp10.01.003>
143. Pierzchała, M., Pareek, C. S., Urbański, P., Goluch, D., Kamyczek, M., Różycki, M., Smoczynski, R., Horbańczuk, J. O., & Kurył, J. (2012). Study of the differential transcription in liver of growth hormone receptor (GHR), insulin-like growth factors (IGF1, IGF2) and insulin-like growth factor receptor (IGF1R) genes at different postnatal developmental ages in pig breeds. *Molecular Biology Reports*, 39, 3055–3066. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11033-011-1068-8>
144. Piorkowska K, Ropka-Molik K, Eckert R, Tyra M, & Zukowski K. (2012). The association between polymorphisms of three cathepsins and economically important traits in pigs raised in Poland. *Livestock Science*, 150, 316–332.
145. Piorkowska, K., Tyra, M., Rogoz, M., Ropka-Molik, K., Oczkowicz, M., & Różycki, M. (2010). Association of the melanocortin-4 receptor (MC4R) with feed intake, growth, fatness and carcass composition in pigs raised in Poland. *Meat Science*, 85(2), 297–301. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.01.017>
146. Povod, M., Mykhalko, O., Verbelchuk, T., Gutyj, B., Borshchenko, V., & Koberniuk, V. (2023). Productivity of sows, growth of piglets and fattening qualities of pigs at different durations of the suckling period. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 23 (1), 649–659.
147. Prunier, A., Heinonen, M., & Quesnel, H. (2010). High physiological demands in intensively raised pigs: impact on health and welfare. *Animal*, 4(6), 886-898. DOI: <https://doi.org/10.1017/S175173111000008X>
148. Pydiura, N. A., Bayer, G. Y., Galinousky, D. V., Yemets, A. I., Pirko, Y. V., Podvitski, T. A., & Blume, Y. B. (2015). Bioinformatic search and

phylogenetic analysis of the cellulose synthase genes of flax (*Linum usitatissimum*). *Tsitol. Genet.*, 49, 3–12.

149. Remus, A., Del Castillo, J. R. E., & Pomar, C. (2020). Improving the estimation of amino acid requirements to maximize nitrogen retention in precision feeding for growing-finishing pigs. *Animal*, 14(10), 2032–2041. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731120000798>

150. Rothschild, M. F., Jacobson, C., Vaske, D. A., Tuggle, C. K., Short, T. H., Sasaki, S., & McLaren, D. G. (1994). A major gene for litter size in pigs. In *Proceedings of the 5th world congress on genetics applied to livestock production*. Guelph: University of Guelph, Canada, 21, 225–228.

151. Rothschild, M. F., Kim, K. S., & Larsen, N. J.: Melanocortin-4 receptor gene and use as a genetic marker for fat content, weight gain, and/or feed consumption of animals. United States Patent, 2004, US6803190B1. <https://patents.google.com/patent/US6803190B1/en#citedBy>

152. Rudar, M., Fiorotto, M. L., & Davis, T. A. (2019). Regulation of muscle growth in early postnatal life in a swine model. *Annual Review Of Animal Biosciences*, 7, 309–335. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-020518-115130>

153. Russo, V., Fontanesi, L., Davoli, R., & Galli, S. (2004). Linkage mapping of the porcine cathepsin F (*CTSF*) gene close to the QTL regions for meat and fat deposition traits on pig chromosome 2. *Anim. Genet.*, 35, 155–157.

154. Russo, V., Fontanesi, L., Scotti, E., Beretti, F., Davoli, R., & Nanni Costa, L. (2008). Single nucleotide polymorphisms in several porcine cathepsin genes are associated with growth, carcass, and production traits in Italian Large White pigs. *J. Anim. Sci.*, 86, 3300–3314.

155. Saintilan, R., Brossard, L., Vautier, B., Sellier, P., Bidanel, J., Van Milgen, J., & Gilbert, H. (2015). Phenotypic and genetic relationships between growth and feed intake curves and feed efficiency and amino acid requirements in the growing pig. *Animal*, 9 (1), 18–27. <https://doi.org/10.1017/S1751731114002171>

156. Salajpal, K. (2007). Effect of MC4R on physiological stress response in pigs Agriculture. *Scientific and Professional Review*, 13(1), 46–50.
157. Salajpal, K., Dikic, M., Karolyi, D., Janjecic, Z., & Juric, I. (2009). The effect of MC4R polymorphism on carcass composition and meat quality traits in pigs slaughter at different live weights. *Italian Journal of Animal Science*, 8(3), 98–100. DOI:<https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s3.98>
158. Santana, B. A. A., Biase, F. H., Antunes, R. C., Borges, M., Machaim Franco, M., & Goulart, L. R. (2006). Association of the estrogen receptor gene *PvuII* restriction polymorphism with expected progeny differences for reproductive and performance traits in swine herds in Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, 29, 273–277. DOI:<https://doi.org/10.1590/S1415-47572006000200013>
159. Sarantseva, N.K., Balatsky, V.M., Nor, V.Yu., & Olyinichenko, Ye.K. (2016). Генетико-популяційне обґрунтування доцільності використання LEPR (с.232Т>А) у вітчизняній маркерній селекції великої білої і миргородської порід свиней. *Розведення і генетика тварин*, 52, 176–180. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.52.23>
160. Schiavon, S., Dalla Bona, M., Carcò, G., Carraro, L., Bungler, L., & Gallo, L. (2018). Effects of feed allowance and indispensable amino acid reduction on feed intake, growth performance and carcass characteristics of growing pigs. *PloS one*, 13(4), e0195645. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195645>
161. Serviento, A. M., Lebret, B., & Renaudeau, D. (2020). Chronic prenatal heat stress alters growth, carcass composition, and physiological response of growing pigs subjected to postnatal heat stress. *Journal of Animal Science*, 98(5), skaa161. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa161>
162. Soleimani, T., Hermesch, S., & Gilbert, H. (2021). Economic and environmental assessments of combined genetics and nutrition optimization strategies to improve the efficiency of sustainable pork production. *Journal of Animal Science*, 99(3), skab051. DOI:<https://doi.org/10.1093/jas/skab051>
163. Sook-Ha, F., Yee-How, S. (2014). Leptin and leptin receptor gene polymorphisms and their association with plasma leptin levels and obesity in a

multi-ethnic Malaysian suburban population. *J Physiol Anthropol*, 33(1), 15. DOI: <https://doi.org/10.1186/1880-6805-33-15>

164. Stachowiak, M., Szydłowski, M., Obarzanek Fojt, M., & Switonski, M. (2006). An effect of a missense mutation in the porcine melanocortin-4 receptor (MC4R) gene on production traits in Polish pig breeds is doubtful. *Animal Genetics*, 37 (1), 55–57. DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2005.01373.x>

165. Sukhno, V. V., Vashchenko, P. A., Saenko, A. M., Zhukorskyi, O. M., Tserenyuk, O. M., & Kryhina, N. V. (2022). Association of Fut1 and Slc11a1 gene polymorphisms with productivity traits of Large White pigs. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(3), 225–230. DOI:<https://doi.org/10.15421/022229>

166. Suzuki, K., Shinkai, H., Yoshioka, G., Matsumoto, T., Tanaka, J., Hayashi, N., Kitazawa, H., & Uenishi, H. (2021). NOD2 genotypes affect the symptoms and mortality in the porcine circovirus 2-spreading pig population. *Genes*, 12(9), 1424. DOI:<https://doi.org/10.3390/genes12091424>

167. Szyndler-Nędza, M., Tyra, M., Ropka-Molik, K., Piórkowska, K., Mucha, A., Różycki, M., Koska, M., & Szulc, K. (2013). Association between LEPR and MC4R genes polymorphisms and composition of milk from sows of dam line. *Molecular biology reports*, 40, 4339–4347. DOI:<https://doi.org/10.1007/s11033-013-2524-4>

168. Tan, C., Zhai, Z., Ni, X., Wang, H., Ji, Y., Tang, T., Ren, W., Long, H., Deng, B., Deng, J., & Yin, Y. (2018). Metabolomic profiles reveal potential factors that correlate with lactation performance in sow milk. *Scientific reports*, 8(1), 10712. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28793-0>

169. Tempfli, K., Simon, Z., & Kovacs, B. (2015). PRLR, MC4R and LEP polymorphisms, and ADIPOQ, A-FABP and LEP expression in crossbred mangalica pigs. *The J. of Anim. & Plant Sci.*, 25 (6), 1746–1752.

170. Tremoen, N. H., Van Son, M., Andersen-Ranberg, I., Grindflek, E., Myromslien, F. D., Gaustad, A. H., & Våge, D. I. (2019). Association between single-nucleotide polymorphisms within candidate genes and fertility in Landrace and Duroc pigs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 61(1), 1-5.

171. Tsereniuk, O. M., Vashchenko, P. A., Khokhlov, A. M., Tsybenko, V. H., Shostia, G. M., Saenko, A. M., Peka, M. Y., & Zhukorskyi, O. M. (2023). Comparative characteristics of polymorphisms of melanocortin 4 and ryanodine 1 receptor genes of Myrhorod pigs before and after the African swine fever outbreak. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, *14*(4), 601–608. <https://doi.org/10.15421/022387>
172. Uenishi, H., Eguchi-Ogawa, T., Shinkai, H., Okumura, N., Suzuki, K., Toki, D., & Awata, T. (2007). PEDE (Pig EST Data Explorer) has been expanded into Pig Expression Data Explorer, including 10 147 porcine full-length cDNA sequences. *Nucleic acids research*, *35*, D650–D653. DOI: <https://doi.org/10.1093/nar/gkl954>
173. Urban, T., & Kuciel, J. (2001). The effect of point mutation in RYR1 gene on the semen quality traits in boars of Large White and Landrace breeds. *Czech J. Anim. Sci.*, *46*, 5.
174. Van Hung, N., Tuoi, P. T., Ton, V. D., & Frederic, F. (2022). Effect of ESR, FSHB and PRLR Genes on Sperm Traits of Landrace and Yorkshire Boars in the Tropical Environmental Conditions of Vietnam. *Indian Journal of Animal Research*, *56*(2), 129–134. DOI: <https://doi.org/10.18805/IJAR.B-1278>
175. Van Laere, A. S., Nguyen, M., Braunschweig, M., Nezer, C., Collette, C., Moreau, L., & Andersson, G. (2003). A regulatory mutation in IGF2 causes a major QTL effect on muscle growth in the pig. *Nature*, *425* (6960), 832–836.
176. van Rens, B. T., de Groot, P. N., & van der Lende, T. (2002). The effect of estrogen genotype on litter size and placental traits at term in F2 crossbred gilts. *Theriogenology*, *57*(6), 1635–1649. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(02\)00671-4](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(02)00671-4)
177. 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. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.047>

178. Vashchenko, P. A., Zhukorskyi, O. M., Saenko, A. M., Khokhlov, A. M., Usenko, S. O., Kryhina, N. V., Sukhno, T. V., & Tsereniuk, O. M. (2023). The influence of feeding level on the growth of pigs depending on their genotype. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, *14*(1), 112–117. <https://doi.org/10.15421/022317>
179. Vashchenko, P., Saienko, A., Sukhno, V., Tsereniuk, O., Babicz, M., Shkavro, N., Smołucha, G., & Łuszczewska-Sierakowska, I. (2022). Association of NRAMP1 gene polymorphism with the productive traits of the Ukrainian Large White pig. *Medycyna Weterynaryjna*, *78*(11), 563–566. DOI:<http://dx.doi.org/10.21521/mw.6698>
180. Virgili, R., Degni, M., Schivazappa, C., Faeti, V., Poletti, E., Marchetto, G., Pacchioli, M. T., & Mordenti, A. (2003). Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of Italian heavy pigs. *Journal of Animal Science*, *81*(10), 2448–2456. DOI: <https://doi.org/10.2527/2003.81102448x>
181. Virgili, R. (1995). Sensory and texture quality of dry-cured ham as affected by endogenous Cahtepsin B activity and muscle composition. *Food Science*, *60*, 1183–1186.
182. Vize, P. D., & Wells J. R. (1987). Isolation and characterization of the porcine growth hormone gene. *Gene*, *55*(2-3), 339–344.
183. Voloshchuk, A. V. (2018). Growth peculiarities of purebred and crossbred pigs with different intensity of formation. *Animal Breeding and Genetics*, *55*, 31–38. <https://doi.org/10.31073/abg.55.04>
184. Vykoukalova, Z., Knoll, A., Dvorak, J. & Cepica, S. (2006). New SNPs in the IGF2 gene and association between this gene and backfat thickness and lean meat content in Large White pigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics.*, *123*, 204–207.
185. Walsh P. S., Metzger D. A., & Higuchi R. (2013). Chelex 100 as a Medium for Extraction of DNA for PCR-Based Typing from Forensic Material. *Biotechniques*, *54*(3), 134–139. DOI: <http://dx.doi.org/10.2144/000114018>

186. Walsh P. S., Metzger D. A., Higuchi R. (1991). Chelex 100 as a medium for extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. *BioTechniques*, 10, 506–509. DOI:<http://dx.doi.org/10.2144/000114018>
187. Wang, B., Li, P., Zhou, W., Gao, C., Liu, H., Li, H., Niu, P., Zhang, Z., Li, Q., Zhou, J., & Huang, R. (2019). Association of twelve candidate gene polymorphisms with the intramuscular fat content and average backfat thickness of Chinese Suhuai pigs. *Animals*, 9(11), 858. DOI:<https://doi.org/10.3390/ani9110858>
188. Wang, X., & Kadarmideen, H. N. (2020). Metabolite genome-wide association study (mGWAS) and gene-metabolite interaction network analysis reveal potential biomarkers for feed efficiency in pigs. *Metabolites*, 10(5), 201. DOI:<https://doi.org/10.3390/metabo10050201>
189. Williams, J. L. (2005). The use of marker-assisted selection in animal breeding and biotechnology. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 24(1), 379.
190. Xiao-Hui, Y., Yuan, L., Hui, T., Ning-Bo, Z., Ying, W., Shu-Dong, W., & Yun-Liang, J. (2008). Polymorphism of MC4R Asp298Asn site and its relationship with backfat thickness in commercial pigs. *Chinese Journal of Agricultural Biotechnology*, 5(3), 251–255. DOI:<https://doi.org/10.1017/S1479236208002374>
191. Xu, J., Jiang, A., Zhang, C., Zheng, Y., Zhang, T., & Zhou, L. (2022). Potential of eight mutations for marker-assisted breeding in Chinese Lulai black pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 102(3), 431–439. DOI:<https://doi.org/10.1139/cjas-2021-0108>
192. Zappaterra, M., Catillo, G., Fiego, D. P. L., Belmonte, A. M., Padalino, B., & Davoli, R. (2022). Describing backfat and Semimembranosus muscle fatty acid variability in heavy pigs: analysis of non-genetic factors. *Meat Science*, 183, 108645. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108645>
193. Zeng, H., Zhong, Z., Xu, Z., Teng, J., Wei, C., Chen, Z., Zhang, W., Ding, X., Jiaqi, L., & Zhang, Z. (2022). Meta-analysis of genome-wide association

studies uncovers shared candidate genes across breeds for pig fatness trait. *BMC Genomics*, 23(1), 786. <https://doi.org/10.1186/s12864-022-09036-z>

194. Zhang, G., Gao, W., Tao, S., Yu, L., Zhang, G., & Luo, X. (2018). Online ultrasonic terminal for measuring pig backfat thickness. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(2), 190–195. DOI:<http://dx.doi.org/10.25165/j.ijabe.20181102.3278>

195. Zhang, J., Li, J., Wu, C., Hu, Z., An, L., Wan, Y., Fang, C., Zhang, X., Li, J., & Wang, Y. (2020). The Asp298Asn polymorphism of melanocortin-4 receptor (MC4R) in pigs: evidence for its potential effects on MC4R constitutive activity and cell surface expression. *Animal Genetics*, 51 (5), 694–706. DOI:<https://doi.org/10.1111/age.12986>

196. Zhang, S., Zhang, K., Peng, X., Zhan, H., Lu, J., Xie, S., Zhao, S., Li, X., & Ma, Y. (2020). Selective sweep analysis reveals extensive parallel selection traits between large white and Duroc pigs. *Evolutionary Applications*, 13(10), 2807–2820. <https://doi.org/10.1111/eva.13085>

197. Zhang, Z., Chen, Z., Ye, S., He, Y., Huang, S., Yuan, X., Chen, Z., Zhang, H., & Li, J. (2019). Genome-wide association study for reproductive traits in a Duroc pig population. *Animals*, 9(10), 732. <https://doi.org/10.3390/ani9100732>

198. Zhukorskyi, O. M., Tsereniuk, O. M., Sukhno, T. V., Saienko, A. M., Polishchuk, A. A., Chereuta, Y. V., Shaferivskyi, B. S., & Vashchenko, P. A. (2023). The influence of genotype and feeding level of gilts on their further reproductive performance. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (2), 312–318. DOI:<https://doi.org/10.15421/022346>

199. Zhukorskyi, O. M., Tsereniuk, O. M., Vashchenko, P. A., Khokhlov, A. M., Chereuta, Y. V., Akimov, O. V., & Kryhina, N. V. (2022). The effect of the ryanodine receptor gene on the reproductive traits of Welsh sows. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13 (4), 367–372. <https://doi.org/10.15421/022248>

200. Zos-Kior, M., Hnatenko, I., Isai, O., Shtuler, I., Samborskyi, O., & Rubezhanska, V. (2020). Management of efficiency of the energy and resource saving innovative projects at the processing enterprises. *Management Theory and*

Studies for Rural Business and Infrastructure Development, 42(4), 504–515.
DOI:<https://doi.org/10.15544/mts.2020.52>

201. Балацкий, В. Н. (2002). Разработка ДНК-технологий генотипирования свиней и их использование в свиноводстве. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 3 (17), 5–8.

202. Балацкий, В. Н., & Метлицкая, Е. Н. (2001). ДНК-диагностика стресс-синдрома свиней и ассоциация RYR1- генотипов с жизнеспособностью поросят раннего возраста. *Цитология и генетика*, 3, 43–49.

203. Березовский, Н. Д. (1984). Внутрипородная сочетаемость специализированных типов. *Свиноводство*, 11, 20–21.

204. Березовский, Н. Д. (2014). Влияние материнских форм на уровень продуктивности гибридного поголовья свиней. *Свинарство*, 65, 48–52.

205. Березовський, М. Д., & Ващенко, П. А. (2015). Варіанти поєднань різних генотипів свиней в системі гібридизації. *Свинарство*, 67, 38–43.

206. Березовський, М. Д., & Ващенко, П. А. (2015). Варіанти поєднань різних генотипів свиней в системі гібридизації. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*, 67, 38–43.

207. Березовський, М. Д., & Ващенко, П. А. (2022). Племінна робота з лініями та родинами великої білої породи свиней заводського типу «Багачанський». *Тваринництво степу України*, 1 (2), 103–113.
<https://doi.org/10.31867/2786-6750.1.2.2022.103-113>

208. Березовський, М.Д., Ващенко, П.А., & Вовк, В.О. (2022). Відгодівельні та м'ясні якості гібридів від термінальних кнурів зарубіжної селекції. *Свинарство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*, 77–78, 9–22. DOI:<https://doi.org/10.37143//0371-4365-2022-77-78-01>

209. Буслик, Т. В., Ільченко, М. О., Олійниченко, Є. К., Баньковська, І. Б., Балацький, В. М. (2018). Вплив поліморфізму гена катепсину F на якість м'яса свиней великої білої породи української селекції. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту*

ветеринарних препаратів та кормових добавок і інституту біології тварин, 19(2), 280–285.

210. Ващенко, П. А. (2005). Вивчити внутріпородні поєднання генотипів свиней великої білої породи вітчизняної та зарубіжної селекції на етапі закладки нових генеалогічних структур : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.02.01 „Розведення та селекція тварин”. Полтава.

211. Ващенко, П. А., Березовський, М. Д. (2021). Вплив кліматичних факторів на репродуктивну здатність свиноматок. Свинарство: міжвідомчий тематичний науковий збірник, 75–76, 31–40. DOI: <https://doi.org/10.37143/0371-4365-2021-75-76-03>

212. Ващенко, П.А. (2003). Репродуктивні якості свиней великої білої породи при поєднанні генотипів вітчизняної і зарубіжної селекції. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 1-2, 165–166.

213. Ващенко, П.А. (2004). Вивчення м'ясо-сальних якостей свиней великої білої породи при поєднанні генотипів вітчизняної та зарубіжної селекції. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 1, 86–88.

214. Ващенко, П. А. (2019). Прогнозування племінної цінності свиней на основі лінійних моделей, селекційних індексів та ДНК-маркерів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук : спец. 06.02.01 „Розведення та селекція тварин”. Миколаїв.

215. Волощук, В. М., Повод, М. Г., & Василів, А. Р. (2013). Продуктивні та адаптивні якості поросят на дорощуванні залежно від генотипу та умов утримання. *Свинарство*, 62, 3–8.

216. Волощук, В. М., Цибенко, В. Г., & Підтереба, О. І. (2016). Потокова система отримання опоросіїв. *Аграрний тиждень*, 4(307), 62–63.

217. Волощук, В. М., & Повод, М. Г. (2013). Вплив умов утримання на репродуктивні якості свиноматок. *Свинарство : міжвід. темат. наук. зб. Інституту свинарства і АПВ НААН України*, 62, 27–32.

218. Волощук, В. М., Рибалко, В. П., Березовський, М. Д. та ін. (2014). Свинарство: монографія. За наук. ред. В.М. Волощука. К.: Аграрна наука, 2014. 592 с.
219. Герасимов, В. І. (2003). Практику із свинарства і технології виробництва свинини: навчальний посібник. 2-е видання перероблене і доповнене. Харків: Еспада.
220. Гетья, А. А., Березовский, Н. Д., & Почерняев, К. Ф. (2008). Оценка Asp298Asn полиморфизма гена MC4R у свиней крупной белой породы. *Таврійський науковий вісник. Збірник наукових праць ХДАУ*, 58 (2), 45–49.
221. Гиря, В., Метлицька, О., Усачова, В., & Бондаренко, О. (2018). Зв'язок поліморфізмів генів PLIN і MC4R з відгодівельними якостями свиней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 1, 101–107. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.18>
222. Глазко, В. И., Шульга, Е. В., Дымань, Т. Н., & Глазко, Г. В. (2001). ДНК-технологии и биоинформатика в решении проблем биотехнологий млекопитающих. *Белая Церковь*, 487.
223. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин; за ред. Ібатулліна І.І., Жукорського О.М. Київ : Вища школа, 2016. 300 с.
224. Домашова, Л. О. (2013). Асоціація відтворювальних якостей свиноматок великої білої породи з їх генотипом по гену естрогенового рецептора (ESR). *Збірник наукових праць Вінницького НАУ. Серія: Сільськогосподарські науки*, 2 (72), 84–89.
225. Зельдін, В., & Козир, В. (2012). Попередня оцінка якості туш поросят. *Тваринництво України*, (3), 10–14.
226. Зінов'єв, С. Г., & Пушкіна, М. Л. (2023). Технологічний менеджмент зменшення екологічно-шкідливих викидів тваринництва в навколишнє середовище (оглядова). *Свинарство і агропромислове виробництво*, 1(79), 68–102. DOI: [https://doi.org/10.37143/2786-7730-2023-1\(79\)05](https://doi.org/10.37143/2786-7730-2023-1(79)05)

227. Зубенко, В. В. (2012). Продуктивність свиней залежно від інтенсивності росту кнурів і свиноматок у період вирощування. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 177–178. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2012.03.39>

228. Коваленко, В. П., Болелая, С. Ю., & Бородай, В. В. (1998). Прогнозирование племенной цінности птици по интенсивности процессов раннего онтогенеза. *Цитология и генетика*, 20 (5), 360–365.

229. Коваленко, Т. С. (2009). Розробка селекційного індексу для оцінки відтворювальних якостей свиноматок. *Таврійський науковий вісник*, 64 (3), 128–131.

230. Коновал, О. М., Костенко, С. О., Спиридонов, В. Г., Мельничук, С. Д., & Григорюк, І. П. (2008). Ген MC4R як генетичний маркер приросту живої маси у свиней. *Науковий вісник Ужгородського університету*, 22, 110–113.

231. Коробань, М. П., & Лихач, В. Я. (2023). Відгодівельні якості молодняку свиней сучасних генотипів за різних вагових кондицій в умовах промислової технології. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, (41), 26–32. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-4.4>

232. Крамаренко, С. С., Ващенко, П. А., Цибенко, В. Г., Крамаренко, О. С. (2021). Аналіз впливу генетичних та не генетичних факторів на живу масу поросят при народженні та відлученні: Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в ХХІ столітті : колективна монографія: 2 ч., Львів-Торунь, Ліга-Прес. 433 с. ISBN: 978-966-397-240-4 DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-15>

233. Ладика, В. І., Хмельничий, Л. М., & Повод, В. Г. (2023). Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва : підручник для аспірантів; за заг.ред. В. І. Ладика, Л. М. Хмельничого. Одеса, Олді+, 244 с.

234. Лимарь, В. О., Волощук, В. М., Хатько, І. В., & Підтереба, О. І. (2012). Прогресивні технології у свинарстві та їх переваги. *Свинарство*, 60, 8–11.
235. Лихач, В. Я. (2015). Відтворювальні якості свиноматок залежно від конструктивних особливостей станкового обладнання. *Тваринництво України*, 8, 34–37.
236. Лихач, В. Я. (2016). Обґрунтування, розробка та впровадження інтенсивно-технологічних рішень у свинарстві : монографія. Миколаїв, МНАУ, 2016. 227 с.
237. Метлицька, О. І., Копилов, К. В., & Березовський, О. В. (2016). Сучасні молекулярно-генетичні підходи для підвищення ефективності селекційного процесу в тваринництві України. *Розведення і генетика тварин*, 51, 193–200. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.51.26>
238. Олійниченко, Є., Баньковська, І., Балацький, В., Почерняєв, К., Буслик, Т., & Ільченко, М. (2019). Генетичний та асоціативний аналіз однонуклеотидних поліморфізмів в генах лептину і катепсину F свиней. *Тваринництво та технології харчових продуктів*, 289, 38–50.
239. Пелих, В. Г., & Ушакова, С. В. (2016). Динаміка росту молодняку свиней різних генотипів. Науково-технічний бюллетень інституту тваринництва НААН, 115, 169–175.
240. Повод, М. Г. (2013). Вплив способу утримання чистопородних та помісних свиней в різні пори року на їх відгодівельну продуктивність. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*, (1), 53–60.
241. Почерняєв, Ф. К., Рыбалко, В. П., Березовский, Н. Д. (1986). Методы изучения процессов селекции, разведения и воспроизводства свиней : методические указания. М., ВАСХНИЛ, 1986. 80 с.
242. Проваторов, Г. В., Ладика, В. І., & Бондарчук, Л. В. (2007). Норми годівлі, раціони і поживність кормів для різних видів

сільськогосподарських тварин. Суми : ТОВ ВДТ „Університетська книга”. 488 с.

243. Пундик, В. П., Каплінський, В. В., & Тесак, Г. В. (2015). Характеристика станкового обладнання для підсисних свиноматок та удосконалення окремих елементів. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок*, 16(1), 158–162.

244. Рєзніченко, В. І., & Лихач, В. Я. (2022). Вплив типу фіксуючого станку опоросу на відтворювальні якості свиноматок. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: збірник матеріалів 76-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції. Київ, НУБіП України, 2022. С. 155–157.

245. Рик, Т. М. (2018). Генетичні особливості свиней різних порід за маркерами PERV-C та RYR1. *Біологія тварин*, 20 (4), 131–131.

246. Саєнко, А. М., & Балацький, В. М. (2015). Зв'язок генотипів за локусами *ESRI*, *PRLR*, *GH* та *IGF2* з репродуктивними ознаками та окремими показниками власної продуктивності свиноматок великої білої породи типу УВБ-3. *Свинарство : міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*, 66, 136–143.

247. Сусол, Р. Л. (2013). Продуктивность свиней крупной белой породы с улучшенными мясными качествами с учетом ДНК-маркеров. *Науковий вісник "Асканія-Нова"*, (6), 272–279.

248. Сухно, Т. В. (2024). Оцінка молодняку свиней різних генотипів за селекційними індексами та показниками росту. *Scientific Progress & Innovations*, 27(1), 95-100. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.16>

249. Сухно, Т. В., Шостя, А. М., & Ващенко, П. А. (2021). Розробка технологічних підходів щодо ведення свинарства при отриманні та дорощуванні приплоду. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 162–168. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.20>

250. Топіха, В. С., Крамаренко, С. С., & Луговий, С. І. (2011). Вплив антропогенного навантаження на динаміку генофонду свиней за геном естрогенового рецептора (ESR). *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*, 13 (4), 341–348.

251. Усенко, С. А., Сябро, А. С., Поліщук, А. А., Мороз, О. Г., Бірта, Г. О., & Ільченко, М. О. (2020). Новітні біотехнології відтворення свиней в умовах промислового свинарства. *Scientific Progress & Innovations*, (1), 121–129.

252. Фесенко, О. Г. (2014). Шляхи реалізації генетичного потенціалу свиней червоної білопоясої породи. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*, (202), 108–112.

253. Халак, В., Церенюк, О., Гутий, Б., & Бордун, О. (2024). Ознаки відгодівельних і м'ясних якостей молодняку свиней різної інтенсивності формування у ранньому онтогенезі та рівень їх фенотипної консолідації. *Вісник аграрної науки*, 102 (1), 39–47.
<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-06>

254. Цвігун, А. Т., Іонов, І. А., & Цвігун, О. А. (2021). Годівля основна складова технології виробництва продукції тваринництва. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, (34), 63–70.

255. Церенюк, А. Н., Балацкий, В. Н., Почерняев, К. Ф., & Саенко, А. М. (2011). Полиморфизм основных генотипов QTL у новых заводских единиц в породах ландрас и уэльс. *Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины*, 105, 189–196.

256. Церенюк, А., Акимов, А., & Церенюк, М. (2018). Генезис украинской популяции свиней Уэльской породы. In *Zootehnie și Biotehnologii agricole*, 52, 314–318.

257. Церенюк, О. М., Хватов, А. І., & Стрижак, Т. А. (2010). Об'єктивна оцінка материнської продуктивності свиней. *Таврійський науковий вісник*, 69, 112–126.
258. Черненко, А. В. (2006). Відтворювальні якості свиноматок при різних способах утримання. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 3(35), 85–88.
259. Чудак, Р. А., Побережець, Ю. М., Ушаков, В. М., & Бабков, Я. І. (2021). Вплив кормових добавок та комбікормів на продуктивність та якість м'яса у свиней. : монографія. Вінниця. 2021. 202 с.
260. Шаталина, Ю. Д. (2005). Индексная оценка свиноматок крупной белой породы на племферме ООО „Славутич” Покровского района. Перспективи розвитку біотехнології в Україні. *Збірка наукових праць БТФ ДДАУ*, 2, 96–104.
261. Шибанін, П. О. (2015). Перспективні гени-маркери, які впливають на м'ясну продуктивність свиней. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2 (2), 228–233.

ДОДАТКИ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:
Статті у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science:

1. Vashchenko P. A., Zhukorskyi O. M., Saenko A. M., Khokhlov A. M., Usenko S. O., Kryhina N. V., **Sukhno T. V.**, Tsereniuk O. M. The influence of feeding level on the growth of pigs depending on their genotype. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Вип. 14, № 1. С. 112–117. DOI: <https://doi.org/10.15421/022317> (Здобувач провів патентний пошук і опрацював літературу за темою статті, виконав експериментальні дослідження, приймав участь у статистичній обробці та аналізі результатів).

2. Zhukorskyi O. M., Tsereniuk O. M., **Sukhno T. V.**, Saienko A. M., Polishchuk A. A., Chereuta Y. V., Shaferivskyi B. S., Vashchenko P. A. The influence of genotype and feeding level of gilts on their further reproductive performance. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Вип. 14, № 2. С. 312–318. DOI: <https://doi.org/10.15421/022346> (Здобувач провів патентний пошук і опрацював літературу за темою статті, виконав експериментальні дослідження, приймав участь у статистичній обробці та аналізі результатів і підготовці статті до друку).

Статті в наукових фахових виданнях України

3. Сухно Т. В., Шостя А. М., Ващенко П. А. Розробка технологічних підходів щодо ведення свинарства при отриманні та дорощуванні приплоду. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 3. С. 162–168. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.20> (Здобувач провів патентний пошук і опрацював літературу за темою статті, безпосередньо приймав участь у проведенні досліджень та у підготовці статті до друку).

4. Сухно Т. В. Оцінка молодняка свиней різних генотипів за селекційними індексами та показниками росту. Scientific Progress & Innovations. 2024. № 27 (1). С. 95–100. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.16> .

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Сухно Т. В. Показники росту свинок з різним генотипом за геном рецептору меланокортину 4 за різного рівня годівлі. «Інтеграція наукового потенціалу України в галузі тваринництва в європейський простір», матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та спеціалістів (3 листопада 2023 р., м. Полтава, Україна) [Електронне видання] / Національна академія аграрних наук України, Інститут свинарства і АПВ НААН, Полтава, 2023. С. 148–150.

6. Ващенко П. А., Сухно Т. В. Вплив рівня годівлі та генотипу за геном меланокортину 4 на відтворювальні якості свиноматок. «Сучасні аспекти технології виробництва і переробки продукції тваринництва та їх перспективи», матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (21-22 березня 2024 року, м. Миколаїв, Україна) / МНАУ, Миколаїв, 2024. С. 18–20.

Додаток Б

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор СТОВ „Максі 2010”



Карева Є. М.

„01” грудня 2023 року

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор Інституту свинарства і
АПВ НААН

Черенюк О. М.

„01” грудня 2023 року

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

від „01” грудня 2023 року

Результатів науково-дослідної роботи за завданням „Внес
ека рецептора меланокортину 4 та похитливих
факторів на ріст і відтворювальну здатність
свики.”

Ми, що нижче підписалися: аспірант відділу селекції та генетики Інституту свинарства і АПВ НААН Сухно Тарас Вікторович, старший науковий співробітник лабораторії селекції Ващенко Павло Анатолійович, технолог штучного осіменіння Вусатка Наталія Сергіївна, даним актом посвідчуємо, що наукові результати отримані при виконанні дисертаційної роботи Сухна Тараса Вікторовича впроваджено у СТОВ „Максі 2010”

1. Вид впровадження результатів. Проведено ДНК-типування гібридних свинок поєднання ♀ велика біла × ♂ ландрас призначених для відтворення гібридного товарного молодняку для подальшої відгодівлі. Оцінено відтворювальну здатність свиноматок різних генотипів за геном рецептора меланокортину 4 при різних рівнях годівлі в період поростності, а також показники росту та розвитку отриманого від них потомства у ранній постнатальний період. Отримані результати використовуються у господарстві при відборі тварин задіяних у системі гібридизації.

2. Характеристика масштабу впровадження. Свиноматки введені в основне стадо протягом 2023 року в ТОВ «Максі 2010» (315 голів).

3. Форма впровадження: селекційно-генетичні та технологічні методи підвищення продуктивності свиней.

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт. Вперше визначено особливості впливу взаємодії рівня годівлі свинок під час вирощування та генотипу за геном рецептора меланокортину 4, а також впливу взаємодії факторів утримання свиноматок під час опоросу та лактації (тип розміщення станків) та їх генотипу за *MC4R* на показники їх відтворювальної здатності, вперше науково обґрунтовано ефективність годівлі гібридних свинок на вирощуванні різними раціонами в залежності від їх генотипу за геном *MC4R*.

5. Економічна ефективність. Розрахунок загального економічного ефекту від різних систем вирощування та утримання свиней різних генотипів довів, що від свиноматок, які мали генотип *MC4R-GG*, на вирощуванні отримували підвищений раціон годівлі, утримувались під час опоросу та лактації у фіксаційних станках з прямим розміщенням, з урахуванням коефіцієнту зменшення результату, що пов'язаний з додатковими витратами на прибуткову продукцію, було отримано економічний ефект у розмірі 13385,76 грн. на одну свиноматку задіяну у дослідженнях. Від свиноматок з генотипом *MC4R-AG*, що вирощувались на нормованому рівні годівлі, утримувались під час опоросу та лактації в станках з прямим розміщенням, на одну свиноматку задіяну у дослідженнях було додатково отримано продукції на суму 14388,84 грн.

Фінансових претензій до СТОВ „Максі 2010” не маємо.

Підписи:



 Сурко Т. В.



 Кавценко Т. А.



 Вусама Н. С.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 (МНАУ)



вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54008,
 тел. (0512) 40-91-31, (0512) 70-93-31
 E-mail: rector@mnau.edu.ua, офіційний сайт: www.mnau.edu.ua
 код ЄДРПОУ 00497213



Від 15.05.2024 № 30-18/618
 На № _____ від _____

КАРТКА ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Даною довідкою підтверджуємо, що матеріали наукових досліджень Сухна Тараса Вікторовича, що опубліковані у виданнях, які індексуються у міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science:

1) Zhukorskyi, O. M., Tsereniuk, O. M., **Sukhno, T. V.**, Saienko, A. M., Polishchuk, A. A., Chereuta, Y. V., Shaferivskyi, B. S., & Vashchenko, P. A. (2023). The influence of genotype and feeding level of gilts on their further reproductive performance. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(2), 312–318. <https://doi.org/10.15421/022346> (*Scopus, Web of Science*);

2) Vashchenko, P. A., Zhukorskyi, O. M., Saenko, A. M., Khokhlov, A. M., Usenko, S. O., Kryhina, N. V., **Sukhno, T. V.**, & Tsereniuk, O. M. (2023). The influence of feeding level on the growth of pigs depending on their genotype. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(1), 112–117. <https://doi.org/10.15421/022317> (*Scopus, Web of Science*);

– дійсно використовуються в освітньому процесі Миколаївського національного аграрного університету при підготовці здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва».

Перший проректор



Дмитро БАБЕНКО



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, тел./факс: (0532) 50-02-73,
E-mail: pdau@pdau.edu.ua <https://www.pdau.edu.ua> Код ЄДРПОУ 00493014

07.05.2024 № 01-11/36 На № _____ від _____

КАРТКА ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Даною довідкою підтверджуємо, що матеріали наукових досліджень Сухна Тараса Вікторовича, що були опубліковані у виданнях, цитованих у міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science:

1) Zhukorskyi, O. M., Tsereniuk, O. M., **Sukhno, T. V.**, Saienko, A. M., Polishchuk, A. A., Chereuta, Y. V., Shaferivskyi, B. S., & Vashchenko, P. A. (2023). The influence of genotype and feeding level of gilts on their further reproductive performance. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(2), 312–318. <https://doi.org/10.15421/022346> (*Scopus, Web of Science*);

2) Vashchenko, P. A., Zhukorskyi, O. M., Saenko, A. M., Khokhlov, A. M., Usenko, S. O., Kryhina, N. V., **Sukhno, T. V.**, & Tsereniuk, O. M. (2023). The influence of feeding level on the growth of pigs depending on their genotype. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(1), 112–117. <https://doi.org/10.15421/022317> (*Scopus, Web of Science*);

– дійсно використовуються в навчальному процесі Полтавського державного аграрного університету при підготовці здобувачів вищої освіти І (бакалаврського) та ІІ (магістерського) рівнів освіти за спеціальністю 204 «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва».

Проректор з науково-педагогічної,
наукової роботи Полтавського
державного аграрного
університету, канд. с.-г. н., доцент

Олег ГОРБ

Завідувач кафедри технології
виробництва продукції
тваринництва, докт. с.-г. н.,
професор

Анатолій ПОЛІЩУК



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, тел. 057 7003888

<http://btu.kharkov.ua>, info@btu.kharkov.ua

КАРТКА ЗВОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Даною довідкою підтверджуємо, що матеріали наукових досліджень Сухна Тараса Вікторовича, опубліковані у виданнях, цитованих у міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science:

1) Zhukorskyi, O. M., Tsereniuk, O. M., **Sukhno, T. V.**, Saienko, A. M., Polishchuk, A. A., Chereuta, Y. V., Shaferivskyi, B. S., & Vashchenko, P. A. (2023). The influence of genotype and feeding level of gilts on their further reproductive performance. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(2), 312–318. <https://doi.org/10.15421/022346> (*Scopus, Web of Science*);

2) Vashchenko, P. A., Zhukorskyi, O. M., Saenko, A. M., Khokhlov, A. M., Usenko, S. O., Kryhina, N. V., **Sukhno, T. V.**, & Tsereniuk, O. M. (2023). The influence of feeding level on the growth of pigs depending on their genotype. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(1), 112–117. <https://doi.org/10.15421/022317> (*Scopus, Web of Science*);

– дійсно використовуються в навчальному процесі Державного біотехнологічного університету при підготовці здобувачів вищої освіти I (бакалаврського) та II (магістерського) рівнів освіти за спеціальністю 204 «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва».

Проректор з наукової роботи
 Державного біотехнологічного
 університету, доктор техн. наук,
 професор



Професор кафедри генетики,
 розведення та селекційних технологій
 у тваринництві, доктор с.-г. наук,
 професор

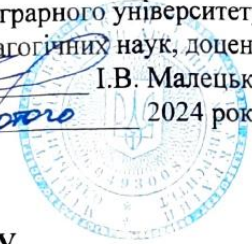
Валерій МИХАЙЛОВ

Анатолій ХОХЛОВ

29.04.2024 р.

Додаток Е

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Проректор з науково-педагогічної
 та методичної роботи Одеського державного
 аграрного університету
 Кандидат педагогічних наук, доцент
 І.В. Малецька
 « 28 » лютого 2024 року



КАРТКА ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Даною довідкою підтверджуємо, що матеріали наукових досліджень Сухна Тараса Вікторовича, опубліковані у виданнях, цитованих у міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science:

1) Zhukorskyi, O. M., Tsereniuk, O. M., **Sukhno, T. V.**, Saienko, A. M., Polishchuk, A. A., Chereuta, Y. V., Shaferivskyi, B. S., & Vashchenko, P. A. (2023). The influence of genotype and feeding level of gilts on their further reproductive performance. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(2), 312–318. <https://doi.org/10.15421/022346> (*Scopus, Web of Science*);

2) Vashchenko, P. A., Zhukorskyi, O. M., Saenko, A. M., Khokhlov, A. M., Usenko, S. O., Kryhina, N. V., **Sukhno, T. V.**, & Tsereniuk, O. M. (2023). The influence of feeding level on the growth of pigs depending on their genotype. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14(1), 112–117. <https://doi.org/10.15421/022317> (*Scopus, Web of Science*);

– дійсно використовуються в освітньому процесі Одеського державного аграрного університету при підготовці здобувачів вищої освіти I (бакалаврського) та II (магістерського) рівнів освіти за спеціальністю 204 «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва».

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва, протокол №6 від 26 лютого 2024 року

Доцент, завідувач кафедри технології
 виробництва і переробки продукції
 тваринництва, кандидат с.-г. наук

Наталія КІРОВИЧ