

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10350

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.4.082.4:575.114.5:631.563

Genetic aspects of heterosis, performance indicators, and economic efficiency of pig rearing under different breeding schemes

M. I. Kremetz¹✉, B. V. Gutyj², T. V. Verbelchuk³, V. H. Slynko⁴, Yu. V. Bondarenko⁵, O. S. Yaremchuk⁵,
H. I. Kalinichenko⁶, L. M. Onyshchenko⁶, Ye. I. Marchenko³

¹LLC “Research and Production Enterprise ‘Globinsky Pig Complex’”, Hlobyne, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

³Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

⁴Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

⁵Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

⁶Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

Article info

Received 30.09.2025

Received in revised form

30.10.2025

Accepted 31.10.2025

Kremetz, M. I., Gutyj, B. V., Verbelchuk, T. V., Slynko, V. H., Bondarenko, Yu. V., Yaremchuk, O. S., Kalinichenko, H. I., Onyshchenko, L. M., & Marchenko, Ye. I. (2025). Genetic aspects of heterosis, performance indicators, and economic efficiency of pig rearing under different breeding schemes. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 27(103), 402–414. doi: 10.32718/nvlvet-a10350

LLC “Research and Production Enterprise ‘Globinsky Pig Complex’”, Hlobyne, Ukraine.
E-mail: nikolajkremetz@gmail.com

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

Polissia National University, Stary Boulevard, 7, Zhytomyr, 10008, Ukraine.

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

Sumy National Agrarian University, Gerasim Kondratiev Str., 160, Sumy, 40000, Ukraine.

Mykolayiv National Agrarian University, George Gongadze Str., 9 Mykolayiv, 54008, Ukraine.

The article presents the results of a comprehensive study on the influence of genotype, selection methods, and breeding systems on performance, growth characteristics, feed conversion, survivability, and the economic efficiency of pig rearing. A comparative assessment of purebred animals of maternal lines, F1 crossbreds, hybrids, and pigs of a paternal synthetic line revealed significant differences in the expression of productive traits. Considerable attention was given to analyzing forms of heterosis and patterns of phenotypic dominance under various combinations of Large White and Landrace breeds, as well as their use in commercial hybridization schemes involving terminal sire lines. The calculations demonstrated that average daily gain, body weight at the end of the rearing period, and feed efficiency were largely determined by genotype combinations exhibiting positive dominance or overdominance. The highest performance level was observed in animals of the paternal synthetic line, which had been selected for growth intensity and feed conversion efficiency, resulting in the lowest feed and operational costs. Hybrid pigs displayed intermediate inheritance for most traits but showed improved survivability, which aligns with classical concepts of heterosis advantages during the early postnatal period. Crossbred and purebred growers were inferior to hybrid and linebred animals in terms of growth rates, feed consumption, and overall economic outcomes. Economic analysis revealed that pigs of the paternal line ensured the highest market value, maximum revenue per grower, and the best profitability of rearing. Hybrids ranked intermediate, showing clear advantages over maternal-line crossbreds and purebreds, though slightly inferior to terminal lines in economic indicators. Maternal-line crossbreds outperformed their purebred counterparts but could not match the productivity and profitability of hybrids or paternal-line animals. The obtained results confirm the high efficiency of multi-level hybridization schemes and the advisability of using paternal synthetic lines to intensify pork production. The identified inheritance patterns and heterosis expressions provide a foundation for optimizing breeding programs and designing herd structures aimed at maximizing profitability across technological stages of pig production.

Keywords: pig production, breeding methods, hybridization, genotype, phenotypic dominance, heterosis, average daily gain, feed conversion, economic efficiency, profit, profitability.

Генетичні аспекти гетерозису, продуктивність та економічна результативність дорощування свиней за різних схем розведення

М. І. Кремезь^{1✉}, Б. В. Гутий², Т. В. Вербельчук³, В. Г. Слинько⁴, Ю. В. Бондаренко⁵, О. С. Яремчук⁵, Г. І. Калініченко⁶, Л. М. Онищенко⁶, Є. І. Марченко³

¹ТОВ “НВП “Глобинський свинокомплекс”, м. Глобине, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

³Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

⁴Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

⁵Сумський національний аграрний університет, м. Суми Україна

⁶Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

У статті представлено результати комплексного дослідження впливу генотипу, методів селекції та розведення на продуктивність, особливості росту, конверсію корму, збереженість та економічну ефективність дорощування порослят. На основі порівняння чистопородних тварин материнських ліній, помісних форм F₁, гібридів та свиней батьківської синтетичної лінії встановлено суттєві відмінності у рівні прояву продуктивних ознак. Значну увагу приділено аналізу форм гетерозису та характеру фенотипового домінування за різних варіантів поєднання порід велика біла та ландрас, а також їх використання у схемах комерційної гібридизації з кнурами термінальної батьківської лінії. Розрахунки показали, що середньодобові прирости, маса порослят у кінці періоду дорощування та ефективність оплати корму найбільшою мірою визначалися поєднаннями генотипів, у яких проявлялись позитивне домінування або наддомінування. Найвищий рівень продуктивності притаманний тваринам батьківської синтетичної лінії, селекціонованим на інтенсивність росту та конверсію корму, що забезпечило їм найнижчі кормові та операційні витрати. Гібридні тварини характеризувалися проміжним успадкуванням більшості ознак, проте демонстрували підвищену збереженість, що узгоджується з класичними уявленнями про переваги гетерозису в ранньому постнатальному періоді. Помісні та чистопородні підсвинки поступалися лінійним і гібридним тваринам за показниками росту, витратами корму та кінцевим економічним ефектом. Економічний аналіз показав, що саме тварини батьківської лінії забезпечують найвищу реалізаційну вартість, максимальний дохід від реалізації одного підсвинка та найкращу рентабельність дорощування. Гібриди зайняли проміжну позицію, демонструючи переваги порівняно з помісними та чистопородними формами, але децю поступаючись термінальним лініям за економічною результативністю. Помісні свині материнських ліній перевершували свої чистопородні аналоги, проте не могли конкурувати з гібридами та тваринами батьківської лінії. Отримані результати підтверджують високу ефективність багаторівневих схем гібридизації та доцільність використання батьківських синтетичних ліній для інтенсифікації виробництва свинини. Визначені закономірності успадкування та прояву гетерозису дають можливість оптимізувати селекційні програми й моделювати структуру стада таким чином, щоб максимізувати рентабельність різних технологічних етапів вирощування.

Ключові слова: свинарство, методи розведення, гібридизація, генотип, фенотипове домінування, гетерозис, середньодобовий приріст, конверсія корму, економічна ефективність, прибуток, рентабельність.

Вступ

Упродовж останніх десятиліть дослідження у галузі свинарства дедалі більше орієнтуються на розроблення інноваційних систем розведення, спрямованих на підвищення ефективності використання гетерозису в комерційному виробництві свинини. Використання гібридної сили забезпечує можливість зростання продуктивності тварин завдяки раціональному поєднанню генетичних ресурсів батьківських форм (Mykhalko & Andrukhnova, 2023). З огляду на це відтворювальні якості свиноматок залишаються одним із ключових економічних критеріїв, що визначає рівень репродуктивної продуктивності стада та загальну економічну результативність галузі (Koketsu et al., 2017; Lykhach et al., 2023).

Гетерозис, як прояв гібридної сили та міжпородної комплементарності, посідає важливе місце в сучасних селекційно-плеємних програмах. Батьківські лінії (дюрок, п'єтрен) використовують для підвищення темпів росту, м'ясної продуктивності та кормової ефективності, тоді як материнські (ландрас, йоркшир) спрямовані на формування високого репродуктивного потенціалу та тривалого продуктивного використання свиноматок. Однією з найбільш ефективних схем застосування гетерозису є термінальна трилінійна

система гібридизації, у межах якої материнські лінії схрещують для отримання кросбредних свиноматок, а їх поєднують із батьківською лінією для виробництва високопродуктивних товарних гібридів (Sellier, 1976).

Складна взаємодія генотипу з умовами утримання та прояв неадитивних генетичних ефектів, зумовлених різною частотою алелів у породах, призводить до того, що кореляція між характеристиками чистопородних тварин нуклеусного стада та помісним потомством рідко сягає одиниці (Lutaaya et al., 2001; Dekkers 2007). Це означає, що фенотип чистопородних тварин не завжди точно відображає їх потенціал у комерційних умовах промислового схрещування (Ibáñez-Escriche et al., 2009; Xiang et al., 2016).

Гетерозисний ефект проявляється через підвищення продуктивності помісних тварин порівняно із середнім показником батьківських форм (Vashchenko, 2016; Iversen et al., 2019; Voshchenko & Povod, 2024). Найвищого ефекту досягають при схрещуванні генетично контрастних порід, тоді як у наступних поколіннях гібридів його дія послаблюється, що зумовлює необхідність підтримання чистопородних ліній (Sørensen et al., 2008).

Материнський гетерозис формує вплив гібридної свиноматки на розвиток потомства від запліднення до відлучення та визначає кількість відлучених порослят

(Johnson & Omtvedt, 1975; Lisnyi & Nazarenko, 2002). Батьківський гетерозис, своєю чергою, проявляється через покращення репродуктивних функцій кнурів, зокрема підвищення лібідо та регулярності отримання сперми (Cassady et al., 2002).

У практиці промислового розведення застосовують як різні схеми схрещування, так і чистопородне розведення, а вибір технології залежить від особливостей генотипів та селекційних завдань господарства. Проте значна порідна мінливість часто ускладнює прогнозування результативності (Nakavisut et al., 2005; Voloshynov et al., 2024; Voshchenko & Povod, 2024).

Підвищення відтворювальних якостей, як зазначають (Moisei et al., 2024), не завжди супроводжується економічною вигодою, оскільки потребує додаткових ресурсів на вирощування чисельних гнізд. Водночас низка досліджень (Nebylytsia, 2015; Tusell et al., 2016; Vashchenko, 2021; Bashchenko et al., 2021), доводить, що використання м'ясних порід у схрещуванні не знижує рівень відтворювальних якостей двопородних свиноматок. Застосування кнурів спеціалізованих батьківських ліній сприяє підвищенню рентабельності виробництва на 5,6–29,7% (Vashchenko, 2017; Bashchenko et al., 2021; Chernenko et al., 2022; Voloshynov et al., 2024).

Як свідчать дані (Khrankova, 2020; Mykhalko, 2021; Yurchenko et al., 2024), в Україні спостерігається поступове витіснення вітчизняних генотипів високопродуктивними лініями міжнародних генетичних компаній, продуктивність яких у нових виробничих умовах вимагає подальшого вивчення. Особливо в складний після-відлучний період їх життя на початку дорощування.

Період дорощування поросят є одним із ключових етапів постнатального розвитку, оскільки саме у цей час формуються механізми адаптації організму до умов утримання після відлучення, стабілізується імунна відповідь та закладається потенціал подальшого росту. Дослідження свідчать, що якість дорощування визначає рівень збереженості молодняку, темпи росту та стійкість до стресових факторів (Rydhmer et al., 2008).

У системах гібридного розведення гетерозисний ефект у цей період проявляється особливо яскраво: помісні поросята характеризуються підвищеною життєстійкістю, кращою конверсією корму, нижчою частотою захворювань та стабільнішими середньодобовими приростами. Це зумовлено поєднанням адаптивних механізмів двох або трьох генетично віддалених ліній, що посилює резистентність та фізіологічну пластичність молодняку (Baxter et al., 2013).

Таким чином, період дорощування слід розглядати як важливий елемент ефективності гібридизації, оскільки життєздатність і продуктивність помісних поросят на цьому етапі визначають кінцеву результативність вирощування та економічні показники виробництва свинини в цілому.

Мета досліджень

Вивчити генетичні аспекти гетерозису, продуктивність та економічну результативність дорощування свиней за різних схем розведення.

Матеріал і методи досліджень

Для проведення досліджень на племінному редукторі ТОВ НВП “Глобинський свинокомплекс” було відібрано за методом груп аналогів сім груп свиноматок по 10 голів в кожній відповідно до схеми наведеної в табл. 1. Перша група в досліді була представлена в рівній кількості чистопородними свиноматками великої білої та ландрас порід яких осіменяли спермою тих же кнурів. До другої групи були віднесені свиноматки термінальної лінії PIC-337 яких осіменяли спермою кнурів тієї ж лінії. Третя група також складалась з чистопородних свиноматок великої білої (♀ВБ) та ландрас (♀Л) порід але в ній було проведено перехресне осіменіння спермою тих же кнурів. До четвертої групи були включені по 10 помісних свиноматок поєднання ♀ВБ×♂Л та від зворотного поєднання ♀Л×♂ВБ, яких осіменяли спермою кнурів термінальної лінії ♂PIC-337.

Таблиця 1

Схема досліді

Показник	Середні показники за різних методів розведення			
	чистопородне материнські породи	внутрішньо-лінійне батьківська лінія	схрещування материнські породи	гібридизація
Група поросят	I	II	III	IV
Поєднання батьківських форм	♀ВБ×♂ ВБ та ♀Л×♂Л	♀PIC337×♂ PIC337	♀ВБ×♂Л та ♀Л×♂ВБ	♀ (♀ВБ×♂Л) ×♂ PIC337 та ♀(♀Л×♂ВБ) ×♂ PIC337
Кількість свиноматок, гол.	20	10	20	20
Кількість кнурів, гол.	4	3	4	4
Генотип поросят	ВБ та Л	PIC-337	½ВБ½ Л та ½ Л ½ВБ	¼ ВБ¼ Л ½ PIC337 та ¼ Л ¼ ВБ ½ PIC337
Кількість поросят на початок досліді, гол.	150	50	150	150
Вік поросят на початок досліді, діб	28	28	28	28
Тривалість дорощування, діб	49	49	49	49

Під час холостого та умовно-поросного періоду всіх піддослідних свиноматок утримували в окремих клітках-боксах в однакових умовах і годували стандартизованими повнораціонними кормами відповідного складу. На 33–35 день вагітності після ультразвукового сканування їх перевели в станок для свиноматок із підтвердженою вагітністю та утримували з стабільною групою зі стандартизованим годуванням за допомогою годівельної станції Velos від голландської компанії Nedap. На 110–112 добу поросності тварин усіх піддослідних груп переводили на опоросний майданчик цього ж репродуктору, розміщуючи їх в окремих станках. Свиноматки необмежено харчувалися за допомогою дозатора корму безперервної дії, який забезпечує їм цілодобову подачу повнораціонного збалансованого корму для підсисних свиноматок. Починаючи з 14 доби після народження порослят їм розпочали згодовувати престаартерний комбікормом.

Коли порослят у кожній експериментальній групі відлучали, за методом груп-аналогів (Ladyka et al., 2023) сформували чотири експериментальні груп із 150 порослят у кожній групі та спеціалізованим транспортом перевезли їх на відгодівельний комплекс № 4 в відділення для дорощування. Для цього всіх відлучених порослят у кожній піддослідній групі зважували групами і розраховували середню масу тіла по кожній з груп. Наступним етапом наших досліджень було індивідуальне зважування всіх піддослідних порослят, під час якого хімічними маркерами на спині позначали їх масу та порядковий номер у гнізді. При зважуванні порослят враховуючи їх стать розподіляли її до кожної групи за масою, найближчою до середньої маси групи. Після завершення формування піддослідних груп середня вага сформованих груп була приведена у відповідність до середньої ваги порослят, отриманої в результаті групового зважування кожної гру-

пи шляхом заміни порослят різної ваги відповідної статі. Потім усім піддослідним порослятам на праве вуха прикріплювали номерні бирки різного кольору та форми. Протягом періоду дорощування порослята утримувалися однаково в станках на повністю щільних підлогах по 75 голів в у кожному, з щільністю 0,32 м² на одне поросля (рис. 1). В цей час їм згодовували рідку суміш у співвідношенні 1 частина сухого повнораціонного комбікорму до 3 частин води. До 41-денного віку всі піддослідні порослята отримували той самий престаартерний раціон, що й у підсисний період. З 42-денного віку їх перевели на другий престаартерний раціон і годували до досягнення середньої маси тіла 12 кг, після чого перевели на стартовий раціон і годували до переведення на відгодівлю. Споживання корму реєструвалося процесором кормової станції для кожної роздачі корму. Умови годівлі та усі зоотехнічні та ветеринарні процедури для тварин піддослідних груп були ідентичними впродовж періодів дорощування тварин та відповідали європейським та вітчизняним вимогам щодо догляду за свинями під час експерименту.

Впродовж періоду дорощування порослят реєстрували в щоденнику досліджень кількість загинувших порослят та їхню масу. По завершенню дорощування всіх піддослідних порослят було індивідуально зважено та переведено на відгодівлю. Під час експерименту досліджували інтенсивність росту, збереженість та оплата корму природи у чистопородних помісних та гібридних порослят.

Дані досліджень оброблялися за методом варіаційної статистики (Ladyka et al., 2023) з використанням пакету прикладних програм MS Excel 2016 та представлені у вигляді $M \pm m$, а вірогідність різниці показників росту порослят визначали за t -критерієм Стьюдента (* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$ та *** $P < 0,001$).



Рис. 1. Умови утримання піддослідних порослят під час дорощування

Для визначення природи у встановлених рівнях продуктивності поросят за різних їх методів розведення були розраховані появи різних форм гетерозису за формулами наведеними в роботі (Tsereniuk, 2018).

$$G_2 = \left(\frac{2 \times O_2}{O_6 + O_m} \times 100 \right) - 100$$

де: G_2 – гіпотетичний гетерозис; O_6 – ознака гібриду; O_6 – ознака батьківської форми; O_m – ознака материнської форми;

$$G_c = \left(\frac{O_2}{O_k} \times 100 \right) - 100$$

де: G_c – справжній гетерозис; O_6 – ознака гібриду; O_k – ознака кращої батьківської форми;

$$G_3 = \left(\frac{O_2}{O_m} \times 100 \right) - 100$$

де: G_3 – загальний гетерозис; O_6 – ознака гібриду; O_m – ознака материнської форми;

$$G_{cf} = \left(\frac{O_2}{O_6} \times 100 \right) - 100$$

де: G_{cf} – специфічний гетерозис; O_6 – ознака гібриду; O_6 – ознака батьківської форми;

Для визначення природи успадкування інтенсивності росту, збереженості та оплати корму приростами за загальноприйнятими методиками (Tsereniuk et al., 2017) був розрахований ступінь фенотипового домінування – (h_p), за формулою:

$$h_p = (X_F - X_{mp}) / (X_p - X_{mp})$$

де: h_p – ступінь фенотипового домінування;

X_F – середнє значення показника у гібрида чи помісі;

X_{mp} – середнє значення показника обох батьківських форм;

X_p – середнє значення батьківської форми з сильнішим розвитком ознаки.

Показник фенотипового домінування (h_p) приймали з такою градацією:

$h_p < -1$ – від’ємне наддомінування (від’ємний гетерозис, або депресія).

$-1 \leq h_p < -0,5$ – від’ємне домінування.

$-0,5 \leq h_p \leq +0,5$ – проміжне успадкування.

$+0,5 < h_p \leq +1$ – позитивне домінування.

$h_p > +1$ – позитивне наддомінування (позитивний гетерозис).

По завершенню досліду була розрахована кормова, операційна собівартість 1 кг приросту та собівартість 1 кг живої маси підсвинків на кінець дорощування і дохідність та рентабельність дорощування чистопородних, помісних і гібридних поросят за методикою Ю. Смыслова викладеній в підручнику (Ladyka et al., 2023).

Результати досліджень

У процесі дорощування піддослідних тварин нами зафіксовано істотні відмінності у швидкості росту, ефективності використання корму, рівні збереженості та кінцевій живій масі як між поросятами материнських і батьківських генотипів, так і між чистопородними, помісними та гібридними групами. Порівняння продуктивності тварин батьківської та материнських ліній показало достовірне переважання поросят синтетичної батьківської лінії практично за всіма досліджуваними ознаками відносно тварин внутрішньолінійного розведення (табл. 2). Завдяки інтенсивнішому росту в підсисний період їх жива маса на початку дорощування була більшою на 1,89 кг ($P < 0,001$). До моменту завершення дорощування ця різниця збільшилася до 7,32 кг ($P < 0,001$), що зумовлено перевагою в абсолютних приростах на 5,43 кг ($P < 0,001$) та більшими середньодобовими приростами – на 113 г ($P < 0,001$). Вищі темпи росту та початкова маса забезпечили тваринам другої групи перевагу у живій масі наприкінці періоду на ті ж 7,32 кг ($P < 0,001$). Крім того, вони характеризувалися кращою на 0,23 кг конверсією корму, але водночас поступалися материнським формам за збереженістю на 2,33 %.

Таблиця 2

Ріст та оплата корму чистопородними, помісними і гібридними поросятами під час дорощування

Показник	Середні показники за різних методів розведення			
	чистопородне (материнські породи)	внутрішньо-лінійне (батьківська лінія)	схрещування (материнські породи)	гібридизація
Група поросят	I	II	III	IV
Кількість поросят, гол.	150	50	150	150
Середня маса одного поросяти на початку дорощування, кг	6,88 ± 0,124	8,77 ± 0,203 <i>aaa ddd ee</i>	7,08 ± 0,146	8,07 ± 0,167 <i>ccc fff</i>
Маса підсвинків на кінець дорощування, кг	27,34 ± 0,363	34,66 ± 0,606 <i>aaa ddd ee</i>	28,96 ± 0,379 <i>bb</i>	32,53 ± 0,536 <i>ccc fff</i>
Абсолютний приріст поросят за період досліду, кг	20,46 ± 0,361	25,89 ± 0,609 <i>aaa ddd</i>	21,88 ± 0,377 <i>bb</i>	24,46 ± 0,532 <i>ccc fff</i>
Середньодобовий приріст поросят за період досліду, г	424 ± 13,1	536 ± 18,9 <i>aaa ddd</i>	453 ± 12,2	507 ± 12,6 <i>ccc ff</i>
Збереженість поросят під час дорощування, %	98,3	96,0	98,3	98,3
Конверсія корму, кг	1,85	1,62	1,78	1,75

Примітка: вірогідність різниці між групами: *a* – 1 та 2; *b* – 1 та 3; *c* – 1 та 4; ; *d* – 2 та 3; *e* – 2 та 4; *f* – 3 та 4

Порівнюючи чистопородних поросят материнських ліній із помісними тваринами за схемами прямого та зворотного схрещування, встановлено певні переваги на користь помісей. Зокрема, їхня кінцева маса була більшою на 1,62 кг ($P < 0,01$) завдяки вищим на 1,42 кг ($P < 0,01$) абсолютним приростам. Це, у свою чергу, пов'язано з тенденцією до збільшення середньодобових приростів на 30 г та дещо більшою на 0,20 кг масою при постановці на дорощування. Помісні тварини також краще на 0,12 кг використовували корм, тоді як показники збереженості в обох групах залишалися однаковими.

При зіставленні продуктивності чистопородних поросят материнських ліній із гібридами від поєднання свиноматок F_1 з кнурами синтетичної лінії РІС 337 встановлено, що завдяки швидшому росту в підсисний період середня маса гібридів на початку досліду була вищою на 1,19 кг ($P < 0,001$). Ці особливості раннього онтогенезу, ймовірно, вплинули на підвищення середньодобових приростів під час дорощування, які у гібридних тварин перевищували показники чистопородних на 83 г ($P < 0,001$). Це забезпечило перевагу за абсолютними приростами на 4,01 кг ($P < 0,001$) та кінцевою масою – на 5,20 кг ($P < 0,001$). Крім того, гібридні поросята продемонстрували кращу оплату корму на 0,10 кг, при цьому рівень збереженості в обох групах був ідентичним.

Під час порівняння результативності гібридних тварин із поросятами синтетичної лінії РІС-337 за їх внутрішньолінійного розведення встановлено перевагу останніх за всіма продуктивними показниками, за винятком збереженості. Зокрема, на початку дорощування їх середня жива маса була більшою на 0,70 кг ($P < 0,01$), інтенсивність росту – на 30 г, абсолютні прирости – на 1,42 кг, а завершальна маса – на 2,10 кг ($P < 0,01$). Конверсія корму виявилась кращою на 0,13 кг, хоча збереженість у цієї групи була нижчою на 2,3 %.

При зіставленні гібридних поросят четвертої групи з їх помісними аналогами третьої групи встановлено, що гібриди мали більшу на 0,99 кг ($P < 0,001$) масу при постановці на дослід, а після завершення дорощування – на 3,57 кг ($P < 0,001$). Це пояснюється вищими середньодобовими приростами на 54 г ($P < 0,01$) та абсолютними приростами на 2,58 кг ($P < 0,01$). Рівень збереженості в обох групах був однаковим, тоді як оплата корму у гібридів була дещо кращою.

У підсумку, найвищі показники продуктивності в умовах нашого досліду продемонстрували поросята синтетичної батьківської лінії РІС 337 за внутрішньолінійного їх розведення. У порівнянні з гібридами вони мали перевагу за середньодобовими та абсолютними приростами на 5,8 %, перевищували їх за кінцевою масою на 6,5 %, краще на 7,4 % використовували корм, хоча й характеризувалися гіршою на 2,3 % збереженістю. Відносно середніх показників материнських форм ці тварини вирізнялися вищою на 26,6 % інтенсивністю росту та абсолютними приростами, більшою на 26,8 % живою масою наприкінці дорощування та кращою конверсією корму – на 12,4 %. Водночас рівень їх збереженості був нижчим на 2,3 %.

Гібридні поросята, порівняно з чистопородними аналогами материнської лінії, мали перевагу у середньодобових і абсолютних приростах на 19,6 %, мали більшу завершальну масу на 19,0 % та демонстрували кращу на 5,4 % ефективність корму при однаковій збереженості.

Порівняння гібридів із помісними аналогами показало, що перші переважали других за середньодобовими та абсолютними приростами на 11,8 %, за масою наприкінці дорощування – на 12,3 %, а також за конверсією корму – на 1,7 %. При цьому рівень збереженості в обох групах був однаковим.

Помісні тварини від схрещування материнських генотипів також перевищували середні показники вихідних форм: їх маса в кінці дорощування була більшою на 5,9 %, середньодобові та абсолютні прирости – на 7,0 %, конверсія корму – на 3,8 %, при незмінному рівні збереженості.

Для узагальненого порівняння ефективності різних методів розведення базовою точкою відліку було прийнято продуктивність чистопородних поросят материнських ліній. На [рис. 1](#) наведено відсоткове співвідношення основних показників продуктивності поросят різних селекційних напрямів та схем розведення відносно цього базового рівня.

Аналіз отриманих даних свідчить, що саме селекційний напрям відігравав ключову роль у формуванні продуктивних ознак. Найвищі показники під час дорощування продемонстрували поросята батьківської синтетичної лінії, селекція якої була спрямована на інтенсифікацію росту та покращення конверсії корму. Завдяки вищій енергії росту у підсисний період вони мали на початку дорощування перевагу в живій масі 27,5 %, яка до кінця періоду становила 26,8 %. Це корелює з підвищенням середньодобових та абсолютних приростів на 26,6 %, а також покращенням конверсії корму на 12,4 % порівняно з аналогами материнських генотипів. Єдиним показником, за яким спостерігалось погіршення, була збереженість – вона була нижчою на 2,4 %.

Гібриди, що мали 50 % спадковості батьківської синтетичної лінії, також демонстрували переваги над чистопородними тваринами материнських ліній. На початку дорощування їх маса була більшою на 17,3 %, а до завершення періоду ця різниця зросла до 19,0 %. Абсолютні та середньодобові прирости у гібридів перевищували показники тварин материнської форми на 19,6 %, а за конверсією корму – на 5,4 %, тоді як збереженість залишалась на однаковому рівні.

Помісні тварини, отримані від схрещування тварин великої білої та ландрас порід, очікувано поступалися за рівнем продуктивності спеціалізованим батьківським формам, оскільки селекція в цих лініях була спрямована переважно на відтворні ознаки. Проте вплив методу розведення виявився суттєвим: маса поросят при постановці на дорощування у помісей була вищою на 2,9 %, а до кінця періоду – на 5,9 %. Це пояснюється збільшенням середньодобових та абсолютних приростів на 7,0 %, а також покращеною на 3,8 % конверсією корму. Рівень збереженості залишався аналогічним чистопородним тваринам.

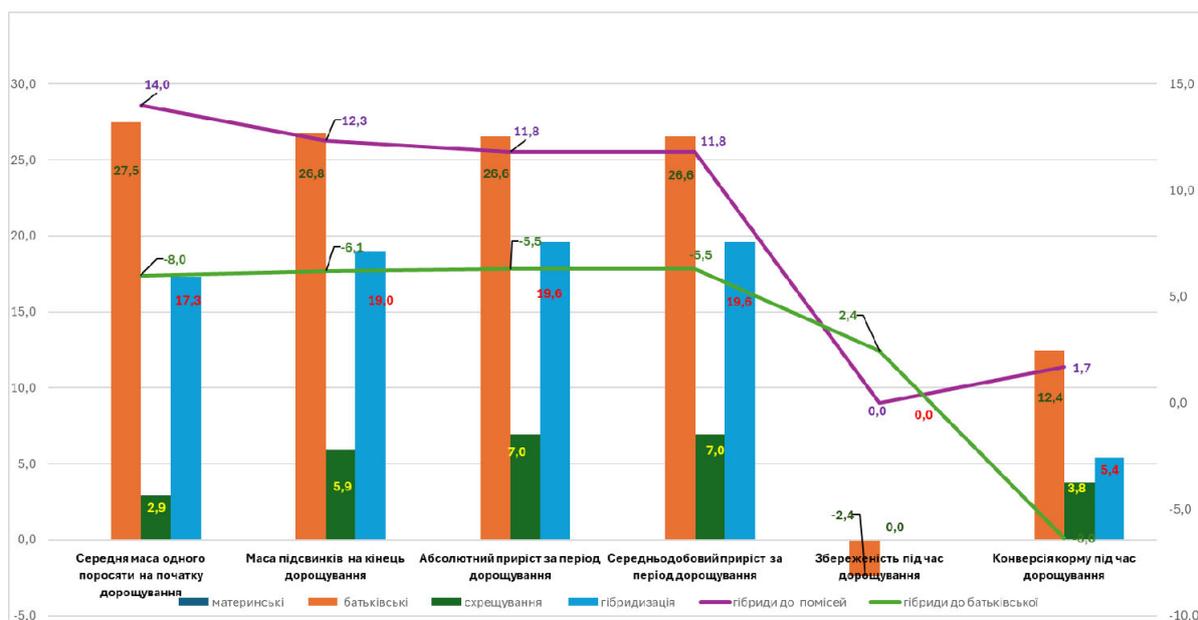


Рис. 1. Співвідношення продуктивності чистопородних, помісних та гібридних поросят на дорощуванні

Порівняння гібридних поросят із тваринами вихідних форм показало, що гібриди займали проміжне положення між батьківською та материнською лініями майже за всіма продуктивними характеристиками. На початку дорощування їх маса була на 14,0 % вищою порівняно з помісями, але на 8,0 % нижчою за показники батьківської форми. На кінець дорощування перевага гібридів над помісями становила 12,3 %, тоді як порівняно з батьківською лінією їх показники були нижчими на 6,1 %. Середньодобові та абсолютні прирости гібридів перевищували відповідні значення у помісей на 11,8 %, проте поступалися батьківській формі на 5,5 %. За збереженістю гібриди відповідали рівню материнської форми і перевершували батьківську лінію на 2,4 %. За оплатою корму вони демонстрували перевагу над помісями на 1,7 %, але поступалися синтетичній батьківській лінії на 8,0 %.

Для з'ясування природи відмінностей у продуктивності поросят у період дорощування нами було проведено розрахунок різних форм гетерозису під час прямого та реципрокного схрещування свиней порід ландрас та велика біла, а також при кінцевому етапі розведення – гібридизації свиноматок F₁ цих поєднань із кнурами синтетичної батьківської лінії. Згідно з даними табл. 3, за середньодобовими приростами, масою тварин після завершення дорощування та конверсією корму, як за прямого, так і за зворотного варіантів схрещування, найвищі значення мав загальний гетерозис, який коливався у межах 4,3–5,3 % для інтенсивності росту та 7,5–10,8 % для конверсії корму. Водночас встановлено, що його прояв був виразнішим за поєднання свиноматок великої білої породи з кнурами породи ландрас порівняно з реципрокним варіантом.

Таблиця 3

Ступінь прояву різних форм гетерозису показників продуктивності на дорощуванні при схрещуванні та гібридизації

Показник продуктивності	Ступінь прояву гетерозису, %			
	гіпотетичний	загальний	справжній	специфічний
♀ВБ×♂Л				
Середньодобовий приріст	8,6	10,8	6,5	6,5
Маса поросят по завершенню дорощування	7,1	9,2	5,0	5,0
Конверсія корму	4,3	5,3	3,3	3,3
Збереженість, %	-	-	-	-
♀Л×♂ВБ				
Середньодобовий приріст	5,3	7,5	3,2	3,2
Маса поросят по завершенню дорощування	4,8	6,9	2,8	2,8
Конверсія корму	3,2	4,3	2,2	2,2
Збереженість, %	0,3	-	-	0,7
♀F ₁ ×♂PIC337				
Середньодобовий приріст	2,4	11,8	-	-
Маса поросят по завершенню дорощування	2,3	12,3	-	-
Конверсія корму	-	1,7	-	-
Збереженість, %	1,2	-	-	2,4

У гібридних поросят загальний гетерозис був вищим щодо інтенсивності росту, проте нижчим за показниками оплати корму. За збереженістю молодняку загальний гетерозис не встановлено ані при схрещуванні, ані при гібридизації.

Прояв гіпотетичного гетерозису був дещо нижчим. Так, для середньодобового приросту у тварин поєднання ♀ВБ×♂Л він становив 8,6 %, тоді як при зворотному варіанті ♀Л×♂ВБ був нижчий на 3,3 %. За масою поросят після дорощування різниця між варіантами збільшувалася до 6,3 %, а за оплатою корму – лише до 1,1 %. У гібридних тварин гіпотетичний гетерозис за конверсією корму був відсутній, а за середньодобовим приростом і живою масою після дорощування – значно нижчим, що зумовлено високими показниками батьківської лінії. За збереженістю молодняку ця форма гетерозису не проявлялась при схрещуванні та була мінімальною при гібридизації.

Справжній гетерозис при гібридизації не встановлено за жодною із досліджуваних ознак. Натомість

Таблиця 4
Ступінь фенотипового домінування

Показник	Поєднання генотипів			
	♀ВБ×♂Л	♀Л×♂ВБ	Р×РІС337	F ₁ ×РІС337
Середньодобовий приріст	1,40	0,78	-0,91	-0,41
Маса поросят по завершенню дорощування	1,50	0,75	-0,72	-0,34
Конверсія корму	1,40	1,40	0,12	0,38
Збереженість, %	-0,05	0,00	1,00	1,00

Отримані результати свідчать, що за варіанту схрещування ♀ВБ×♂Л середньодобові прирости характеризувалися позитивним наддомінуванням, що вказує на перевищення фенотипових показників помісних поросят над обома вихідними породами. У реципрокному варіанті (♀Л×♂ВБ) спостерігалось позитивне домінування, тобто переважання впливу одного з батьківських генотипів без виходу за межі їх фенотипового діапазону.

За схрещування чистопородних материнських форм із кнурами батьківської синтетичної лінії встановлено від'ємне домінування, що свідчить про прояв нижчих значень ознаки порівняно з батьківськими компонентами. На відміну від цього, поєднання синтетичної батьківської лінії з помісними матками забезпечувало проміжну форму успадкування, тобто формування фенотипу, розташованого між показниками батьківських форм.

Подібні закономірності виявлено і для живої маси поросят на завершення періоду дорощування: характер успадкування повторював тенденції, встановлені для середньодобових приростів.

Щодо конверсії корму, обидва варіанти міжпородного схрещування (♀ВБ×♂Л та ♀Л×♂ВБ) характеризувались позитивним наддомінуванням, що вказує на істотно кращу ефективність використання корму порівняно з чистопородними аналогами. У гібридних тварин цей показник успадковувався за проміжним

при схрещуванні цей показник проявлявся, особливо у варіанті ♀ВБ×♂Л, і був вищим за темпами росту, ніж за оплатою корму, тоді як за збереженістю був відсутній.

Специфічна форма гетерозису у гібридів проявилася лише за показником збереженості. При схрещуванні вона реєструвалася за інтенсивністю росту (6,5 %), масою поросят після дорощування (5,0 %) та конверсією корму (3,3 %) у варіанті ♀ВБ×♂Л, а також на рівні 3,2%, 2,8 % та 2,2 % відповідно у реципрокному варіанті ♀Л×♂ВБ.

Для глибокого розуміння характеру успадкування продуктивних ознак за різних варіантів схрещування та гібридизації нами було проведено аналіз фенотипового домінування (табл. 4). Цей показник дозволив оцінити, яку форму успадкування – домінування, наддомінування, проміжне чи від'ємне домінування – проявляють нащадки залежно від типу поєднання батьківських форм.

типом, що свідчить про збалансований внесок обох батьківських форм.

Ознака збереженості поросят демонструвала проміжну форму успадкування за обох варіантів схрещування, тоді як у процесі гібридизації виявлено позитивне домінування. Це свідчить про більш виражений вплив генотипу батьківської лінії на виживаність молодняку в кінцевій комбінації.

Напрямок селекції та застосований метод розведення свиней виявили суттєвий вплив на економічну ефективність їх дорощування. Згідно з даними, поданими на рис. 2, кормова та операційна собівартість 1 кг приросту, а також собівартість 1 кг живої маси поросят на завершення періоду дорощування помітно варіювали залежно від генотипової групи.

Найнижчі економічні витрати були характерні для поросят синтетичної батьківської лінії, цілеспрямовано селекціонованої на підвищення швидкості росту та ефективність використання корму. Так, кормова собівартість у цієї групи була на 2,25 грн нижчою порівняно з гібридами, на 3,30 грн – порівняно з помісними тваринами та на 4,53 грн – відносно чистопородних аналогів материнських ліній. За операційною собівартістю різниця становила відповідно 1,45; 2,78 та 5,14 грн. Собівартість 1 кг живої маси наприкінці дорощування була меншою на 1,38 грн порівняно з гібридами, на 1,73 грн – з помісними та на 4,24 грн – з чистопородними материнськими лініями.

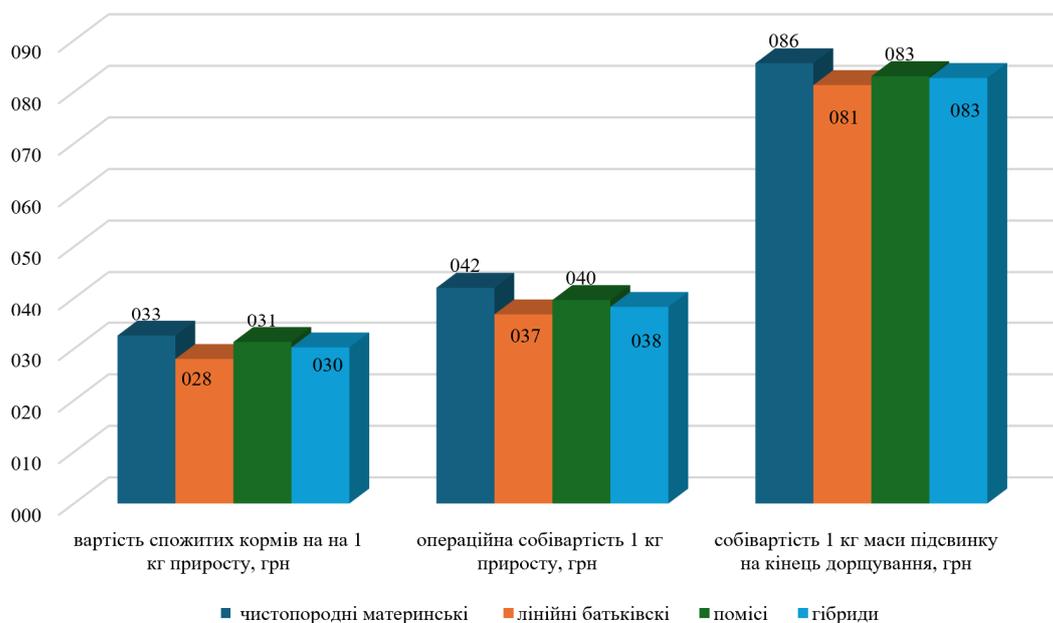


Рис. 2. Кормова, операційна собівартість 1 кг приросту та собівартість 1 кг живої маси підсвинків на кінець дорощування

Гібридні поросята, які успадкували 50 % генотипу батьківської форми, мали економічні показники дещо гірші за тварин синтетичної лінії, проте істотно перевершували помісних і чистопородних аналогів. Їх кормова собівартість була нижчою на 1,05 та 2,29 грн відповідно; операційна – на 1,33 та 3,70 грн; а собівартість 1 кг живої маси при переведенні на відгодівлю – на 0,35 та 2,86 грн.

Помісні підсвинки, у свою чергу, мали економічні переваги над чистопородними тваринами. Їх кормова собівартість була меншою на 1,23 грн, операційна – на 2,36 грн, а собівартість 1 кг живої маси наприкінці дорощування – на 2,51 грн.

Узагальнюючи отримані дані, можна стверджувати, що найнижчі показники кормової, операційної собівартості та собівартості 1 кг живої маси були характерні для тварин синтетичної батьківської лінії при внутрішньолінійному розведенні. Вони переважали гібридних поросят за цими показниками на 7,4 %, 3,8 % і 1,7 %, помісних – на 10,5 %, 7,0 % і 2,1 %, і чистопородних материнських форм – на 13,9 %, 12,2 % та 5,0 % відповідно.

Гібридні тварини, у свою чергу, мали нижчу кормову собівартість на 3,4 % і 7,0 %, операційну – на 3,4 % і 8,8 %, а собівартість 1 кг живої маси – на 0,4 % і 3,3 % порівняно з помісними та чистопородними поросятами відповідно. Помісні підсвинки також перевищували чистопородних за економічними показниками, зокрема за кормовою собівартістю на 3,8 %, операційною – на 5,6 %, а собівартістю живої маси – на 2,9 %.

Метою товарного виробництва свинини є формування стабільного прибутку та підвищення рівня рентабельності галузі. Результати проведених нами досліджень свідчать, що економічні показники дорощування поросят визначаються як їх генотипом, так і застосованим методом розведення. Згідно з даними,

наведеними на рис. 3, за однакової ринкової ціни 1 кг живої маси підсвинків, економічна ефективність значно варіювала між дослідними групами.

Найвищу реалізаційну вартість одного підсвинка встановлено у тварин другої групи – синтетичної батьківської лінії. Це обумовлено їх інтенсивнішим ростом у підсисний період і під час дорощування, завдяки чому вони досягали найбільшої живої маси серед усіх груп на момент реалізації. Попри те, що ця група характеризувалася найвищою собівартістю утримання однієї голови та її початковою вартістю на момент постановки на дорощування, значно вища реалізаційна ціна забезпечила найбільший дохід і найкращу рентабельність дорощування.

Гібридні підсвинки четвертої групи, які успадкували 50 % генотипу від кнурів батьківської лінії, мали нижчі показники продуктивності порівняно з чистолінійними тваринами другої групи. На початок дорощування їх вартість була меншою на 151,90 грн, а кінцева реалізаційна вартість – на 227,36 грн. Водночас собівартість дорощування однієї голови у гібридів була на 128,04 грн нижчою, однак це не компенсувало зниження реалізаційної ціни. У підсумку їх дохід виявився на 99,32 грн меншим, а рентабельність – на 2,19 % нижчою порівняно з тваринами другої групи.

Тварини третьої (помісної) та першої (чистопородної материнської) груп демонстрували гірші показники інтенсивності росту і, відповідно, економічної ефективності, що зумовлено відсутністю термінальної спадковості та іншим спрямуванням селекції материнських ліній.

Так, помісні поросята третьої групи мали на 43,40 грн вищу вартість на початок дорощування порівняно з чистопородними аналогами першої групи, проте їх вартість була нижчою на 214,83 грн порівняно з гібридами та на 366,73 грн порівняно з тваринами батьківської лінії.

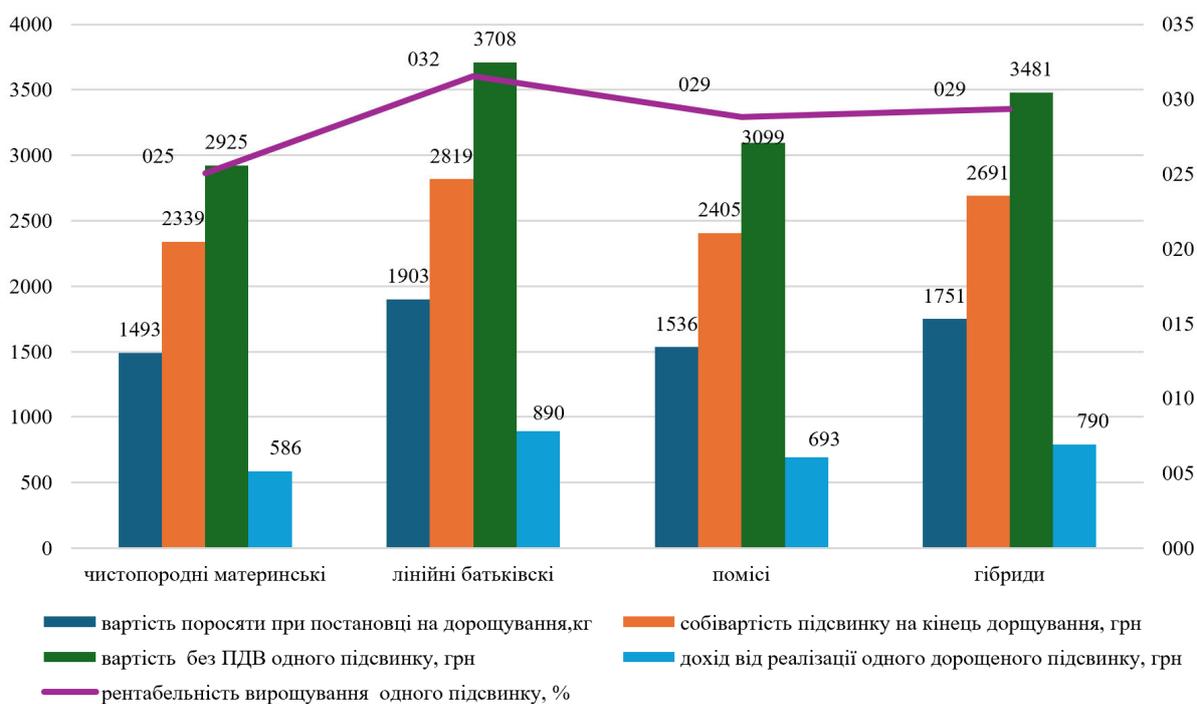


Рис. 3. Дохідність та рентабельність дорощування чистопородних, помісних і гібридних поросят

Щодо собівартості однієї голови на кінець дорощування, помісні поросята третьої групи мали цей показник на 66,40 грн вищим за чистопородних тварин першої групи, проте на 285,49 грн нижчим порівняно з гібридами четвертої групи та на 413,53 грн – ніж у тварин батьківської лінії. Через нижчу живу масу на кінець дорощування помісні тварини мали реалізаційну вартість нижчу на 382,42 та 609,78 грн порівняно з гібридами та тваринами другої групи відповідно, хоча вона була вищою на 173,86 грн відносно чистопородних підсвинків першої групи.

Попри нижчу собівартість однієї голови у тварин третьої групи, через знижені реалізаційні показники їх дохідність була на 96,94 грн меншою, ніж у гібридних тварин четвертої групи, і на 196,25 грн нижчою, ніж у тварин другої групи. Водночас вони перевищували чистопородних підсвинків першої групи на 107,46 грн.

Різниця у доході та собівартості відповідно спричинила відмінності у рівні рентабельності. Помісні тварини третьої групи поступалися гібридам та чистолінійним тваринам батьківської лінії на 0,54 % і 2,73 % відповідно, але перевищували чистопородні материнські форми на 3,78 %.

Узагальнюючи результати, встановлено, що найвищі економічні показники під час дорощування демонстрували тварини батьківської лінії при внутрішньолінійному розведенні. Вони перевищували гібридних поросят за реалізаційною вартістю, доходом і рентабельністю на 6,5 %, 12,6 % та 2,2 %, помісних – на 19,7 %, 28,3 % та 2,7 % і чистопородних материнських форм – на 26,8 %, 51,8 % та 6,5 % відповідно. Гібридні тварини, хоча й поступалися лінійним аналогам, перевершували помісних ровесників на 12,3 %, 14,0 % та 0,5 % та чистопородних – на 19,0 %, 34,9 % та 4,32 %. Помісні тварини, у свою чергу, демонстру-

вали економічні переваги над чистопородними материнськими формами – на 5,9 %, 18,3 % та 3,78 % відповідно.

Обговорення

Отримані нами результати узагальнюють вплив генотипу, методів розведення та особливостей гібридизації на ріст, конверсію корму, збереженість та економічну ефективність дорощування поросят, що узгоджується з провідними науковими даними. Період дорощування є одним із ключових етапів онтогенезу свиней, оскільки саме в цей час відбувається стабілізація фізіологічних функцій, формування адаптивних механізмів та реалізація потенціалу росту, закладеного генотипом (Erikson, 2015; Lykhach, 2015; Povod et al., 2022). Літературні джерела свідчать, що гібридизація в цей період сприяє підвищенню життєздатності молодняку (Schroyen & Tuggle, 2015), зменшенню стресочутливості та покращенню енергетичної ефективності росту завдяки прояву гетерозису (Iversen et al., 2019; 2020; Chernenko et al., 2022). Наші дані підтверджують ці положення: фенотипові прояви середньодобових приростів, маси тіла на кінець дорощування та конверсії корму демонстрували різний характер успадкування залежно від комбінацій схрещування. Позитивне наддомінування, встановлене у схрещуваннях за участі кнурів батьківської лінії, узгоджується з результатами досліджень, де зазначено, що селекція на швидкість росту та ефективність використання корму в спеціалізованих батьківських лініях забезпечує виражений гетерозис при поєднанні з материнськими формами (Nebylytsia, 2015; Vashchenko, 2017; Bashchenko et al., 2021).

Конверсія корму, яка за варіантів схрещування демонструвала позитивне наддомінування, а за гібриди-

зації – проміжне успадкування, повністю співвідноситься з літературними даними, що ефективність кормокористування є мультифакторною ознакою з високою адитивною складовою, але суттєвою часткою неадитивних ефектів у міжлінійних поєднаннях (Šprysl et al., 2005; Dube et al., 2013).

Економічний аналіз засвідчив суттєві переваги тварин батьківської синтетичної лінії, які характеризувалися найнижчими показниками кормової та операційної собівартості, а також найменшою вартістю 1 кг живої маси на кінець дорощування. Подібні результати широко описані в економічних моделях інтенсивного свинарства, де спеціалізовані термінальні батьківські лінії забезпечують максимальний економічний ефект у системах індустріального виробництва (Kuhlers et al., 1994; Berezovskyi et al., 2021). Переваги гібридних тварин над помісними та чистопородними особинами також узгоджуються з відомими даними щодо ефекту гетерозису, який, хоча й нижчий за чистолінійні батьківські форми, все ж забезпечує суттєве зниження собівартості продукції (Berezovskyi et al., 2021; Chernenko et al., 2022).

Тварини материнських генотипів та їх помісі закономірно продемонстрували нижчі показники ефективності, що відповідає спрямованості їх селекції – на відтворювальні ознаки, а не на інтенсивність росту чи конверсію корму (Berezovskyi et al., 2021; Voshchenko & Povod, 2024) Зниження рентабельності у цих груп додатково підтверджує економічну перевагу поєднання термінальних ліній у товарному виробництві свинини, що добре відображено у багатьох моделях оптимізації ланцюга “порося – відгодівля – реалізація” (Vashchenko, 2017; Bashchenko et al., 2021).

Таким чином, інтеграція наших даних з літературними джерелами підтверджує, що успішність дорощування поросят визначається не лише умовами годівлі та технологією утримання, але значною мірою – генетичною структурою стада та раціональним використанням гібридизації. Батьківські синтетичні лінії, розроблені для максимізації приросту та ефективності кормокористування, забезпечують найвищу економічну віддачу, тоді як гібриди займають проміжну позицію, а помісні та чистопородні тварини материнських генотипів демонструють нижчі виробничі та економічні показники. Отже, результати дослідження узгоджуються з сучасною науковою концепцією комплексного використання селекційно-генетичних ресурсів, спрямованою на підвищення продуктивності, життєздатності та рентабельності виробництва свинини.

Висновки

Генетична структура стада та методи розведення суттєво впливають на продуктивність і життєздатність поросят у період дорощування. Найвищі показники середньодобових приростів, маси тіла та ефективності конверсії корму встановлено у тварин батьківської синтетичної лінії за внутрішньолінійного розведення, що зумовлено цілеспрямованою селекцією на інтенсивність росту та оплату корму.

Характер успадкування основних ознак за різних варіантів поєднання генотипів варіював від позитивного наддомінування до проміжного та негативного домінування. Найбільш виражене позитивне наддомінування виявлено у схрещуваннях за участі кнурів батьківської лінії, тоді як поєднання материнських форм часто характеризувалося проміжним або від’ємним типом успадкування.

Гібридизація забезпечила підвищення збереженості поросят та покращення їх адаптивних властивостей, що узгоджується з ефектом гетерозису. Для гібридних тварин встановлено позитивне домінування за збереженістю та проміжні типи успадкування за іншими продуктивними ознаками.

Економічний аналіз підтвердив, що тварини батьківської лінії демонструють найнижчу кормову та операційну собівартість, а також найвищий рівень рентабельності виробництва. Вони переважали гібридних аналогів за рентабельністю на 2,2%, помісних – на 2,7% і чистопородних тварин материнських генотипів – на 6,5%.

Тварини гібридних генотипів займали проміжну позицію, демонструючи кращі економічні та продуктивні показники порівняно з помісними і чистопородними аналогами материнських ліній, що свідчить про доцільність їх використання у товарному виробництві.

Помісні тварини материнських ліній, попри покращені окремі економічні показники порівняно з чистопородними формами, все ж поступались гібридам та лінійним батьківським генотипам, що підтверджує різну зорієнтованість селекції цих ліній і їхню функціональну роль у сучасних програмах комерційної гібридизації.

Узагальнюючи, встановлено, що найбільш ефективним з погляду продуктивності та економічної результативності є використання тварин батьківської синтетичної лінії та їх гібридів, що дає можливість оптимізувати виробничі процеси та підвищити рентабельність товарного виробництва свинини.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bashchenko, M., Boyko, A., & Vaschenko, A. (2021). Analysis of the use of industrial crossbreeding to improve the profitability of the pig industry. *EUREKA: Life Sciences*, 4, 3–8. DOI: 10.21303/2504-5695.2021.001954.
- Baxter, E., Rutherford, K., D’Eath, R., Arnott, G., Turner, S., Sandøe, P., ... Lawrence, A. (2013). The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: management factors. *Animal Welfare*, 22(2), 219–238. DOI: 10.7120/09627286.22.2.219.
- Berezovskyi, M. D., Naryzhna, O. L., Vashchenko, P. A., Shostia, A. M., Usenko, S. O., Kuzmenko, L. M., & Slynko, V. H. (2021). Terminalni knury ta inshi batkivski formy v systemi hibrydyzatsii. *Visnyk*

- Poltavs-koi derzhavnoi ahrarnoi akademii, 3, 135–141. DOI: 10.31210/visnyk2021.03.16 (in Ukrainian).
- Cassady, J. P., Young, L. D., & Leymaster, K. A. (2002). Heterosis and recombination effects on pig reproductive traits. *Journal of animal science*, 80(9), 2303–2315. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12350007>.
- Chernenko, O. M., Chernenko, O. I., Mylostyvyi, R. V., Khmeleva, O. V., Garashchenko, V. Y., Bordunova, O. G., & Dutka, V. R. (2022). The results of fattening hybrid pigs of Danish selection. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(1), 3–7. DOI: 10.32718/ujvas5-1.01.
- Dekkers J. C. (2007). Marker-assisted selection for commercial crossbred performance. *Journal of animal science*, 85(9), 2104–2114. DOI: 10.2527/jas.2006-683.
- Dube, B., Mulugeta, S. D., & Dzama, K. (2013). Integrating economic parameters into genetic selection for Large White pigs. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 7(8), 1231–1238. DOI: 10.1017/S1751731113000530.
- Erikson, D. (2015). Amerykanska tekhnolohiia utrymannia svynei (vid vidluchennia do zaboiu). *Prybutko-ve svynarstvo*, 3(27), 64–67 (in Ukrainian).
- Ibáñez-Escriche, N., Fernando, R. L., Toosi, A., & Dekkers, J. C. (2009). Genomic selection of purebreds for crossbred performance. *Genetics, selection, evolution : GSE*, 41(1), 12. DOI: 10.1186/1297-9686-41-12.
- Iversen, M. W., Nordbø, Ø., Gjerlaug-Enger, E., Grindflek, E., & Meuwissen, T. H. E. (2020). Predicting survival and longevity of sows using purebred and crossbred data. *Translational animal science*, 4(2), txa073. DOI: 10.1093/tas/txaa073.
- Iversen, M. W., Nordbø, Ø., Gjerlaug-Enger, E., Grindflek, E., Lopes, M. S., & Meuwissen, T. H. E. (2019). Effects of heterozygosity on performance of purebred and crossbred pigs. *Genetics Selection Evolution*, 51, 8. DOI: 10.1186/s12711-019-0450-1.
- Johnson, R. K., & Omtvedt, I. T. (1975). Maternal heterosis in swine: Reproductive performance and dam productivity. *Journal of Animal Science*, 40(1), 29–37. DOI: 10.2527/jas1975.40129x.
- Khramkova, O. M. (2020). Hospodarsko-biolohichni osoblyvosti, adaptatsiini vlastyvoli svynei irla-ndskoho pokhodzhennia ta yikh vykorystannia za riznykh metodiv rozvedennia. *Dysertatsiia na zdobuttia kandydata silskohospodarskykh nauk*. Dnipro. URL: https://www.mnau.edu.ua/files/spec_vchen_rad/d_38_8_06_02/hramkova/dis_hramkova.pdf (in Ukrainian).
- Koketsu, Y., Tani, S., & Iida, R. (2017). Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine health management*, 3, 1. DOI: 10.1186/s40813-016-0049-7.
- Kuhlers, D. L., Jungst, S. B., & Little, J. A. (1994). An experimental comparison of equivalent terminal and rotational crossbreeding systems in swine: pig performance. *Journal of animal science*, 72(10), 2578–2584. DOI: 10.2527/1994.72102578x.
- Ladyka, V. I., Khmelnychy, L. M., & Povod, M. H. (2023). Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva: pidruchnyk dlia aspirantiv. Odesa: Oldi+ (in Ukrainian).
- Lisnyi, V. A., & Nazarenko, I. V. (2002). Pidvyshchennia efektyvosti heterozysnoi selektsii v svynarstvi shliakhom otsinky kombinatsiinoi zdatnosti porid ta typiv svynei. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*, 3, 58–66 (in Ukrainian).
- Lutaaya, E., Misztal, I., Mabry, J. W., Short, T., Timm, H. H., & Holzbauer, R. (2001). Genetic parameters for growth, backfat and loin muscle area in pigs. *Journal of Animal Science*, 79(12), 3002–3007. DOI: 10.2527/2001.79123002x.
- Lykhach, V. (2015). Tekhnolohichni osoblyvosti vyroshchuvannia porosiat. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 6, 11–13 (in Ukrainian).
- Lykhach, V. Ya., Povod, M. H., Shpetnyi, M. B., Nechmilov, V. M., Lykhach, A. V., Mykhalko, O. H., Barkar, E. V., Lenkov, L. H., & Kucher, O. O. (2023). Optymizatsiia tekhnolohichnykh rishen utrymannia ta hodivly svynei v umovakh promyslovoi tekhnolohii: monohrafiia. Mykolaiv: Ilion (in Ukrainian).
- Moisei, I. S., Povod, M. G., Mykhalko, O. G., Gutyj, B. V., Verbelchuk, T. V., Verbelchuk, S. P., Koberniuk, V. V., & Kovalchuk, T. I. (2024). Effectiveness of the liquid method of feeding suckling piglets. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 26(100), 16-26. DOI: 10.32718/nvlvet-a10003.
- Mykhalko, O. H. (2021). Current state and ways of pig production in the world and Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 3(46), 61–77. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.3.9.
- Mykhalko, O. H., & Andrukhova, Y. O. (2023). Productivity of danish breeding pigs under different breeding methods and insemination season. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 4, 18–29. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2023.4.3.
- Nakavisut, S., Crump, R., Saurez, M., & Graser, H. U. (2005). Genetic correlations between the performance of purebred and crossbred pigs. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.*, 16, 99–102. URL: <https://scispace.com/pdf/genetic-correlations-between-the-performance-of-purebred-and-4xne7zh60i.pdf>.
- Nebylytsia, M. S. (2015). Heterozysnyi efekt pry poiednanni svynei porid landras i velyka bila. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*, 50, 60–66 (in Ukrainian).
- Povod, M. H., Lykhach, V. Ya., Lykhach, A. V., & Oboronko, D. M. (2022). Praktychna realizatsiia isnuichykh ta udoskonalenykh tekhnolohii vyrobnytstva produktsii svynarstva. *Monohrafiia*. Mykolaiv: Ilion (in Ukrainian).
- Rydhmer, L., Lundeheim, N., & Canario, L. (2008). Genetic correlations between gestation length, piglet survival and early growth. *Livestock Science*, 115(2–3), 287–293.
- Schroyen, M., & Tuggle, C. K. (2015). Current transcriptomics in pig immunity research. *Mammalian genome : official journal of the International Mammalian Genome Society*, 26(1-2), 1–20. DOI: 10.1007/s00335-014-9549-4.

- Sellier, P. (1976). The basis of crossbreeding in pigs: a review. *Livestock Production Science*, 3(2), 203–226. DOI: 10.1016/0301-6226(76)90016-6.
- Sørensen, M. K., Norberg, E., Pedersen, J., & Christensen, L. G. (2008). Invited review: crossbreeding in dairy cattle: a Danish perspective. *Journal of dairy science*, 91(11), 4116–4128. DOI: 10.3168/jds.2008-1273.
- Šprysl M., Stupka R., & Čitek J. (2005). Genotype impact on the economy of production performance in pigs. *Agricultural Economics (AGRICECON)*, 51(3), 123–133. DOI: 10.17221/5085-agricecon.
- Tsereniuk, O. M. (2018). Metodolohiia vyznachennia efektu heterozysu v svynarstvi. *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn*, 119, 173–184. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntb_2018_119_25 (in Ukrainian).
- Tsereniuk, O. M., Akimov, O. V., Chereuta, Yu. V., Chalyi, O. I. (2017). Typ dominuvannia osnovnykh pokaz-nykiv vidtvornoï zdatnosti svynomatok pry poiednanni riznykh porid. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarno-ho universytetu. Seriia «Tvarynnytstvo»*, 5(1), 173–176. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_tvar_2017_5%281%29_35 (in Ukrainian).
- Tusell, L., Gilbert, H., Riquet, J., Mercat, M. J., Legarra, A., & Larzul, C. (2016). Pedigree and genomic evaluation of pigs using a terminal-cross model. *Genetics, selection, evolution : GSE*, 48, 32. DOI: 10.1186/s12711-016-0211-3.
- Vashchenko, O. V. (2016). Produktivnist svynei pry chystoporodnomu rozvedenni ta skhreshchuvanni. *Rozvedennia i henetyka tvaryn*, 51, 34–41. URL: https://digest.iabg.org.ua/selection/item/download/780_2a1ccc95b825474830af831139c5ce90 (in Ukrainian).
- Vashchenko, O. V. (2017). Ekonomichna efektyvnist vykorystannia heterozysu za promyslovoho skhreshchu-vanni svynei. *Zbirnyk naukovykh prats «Tekhnolohiia vyrobnytstva ta pererobky produktsii tvarynnytstva»*, Bila Tserkva, 1(134), 32–37 (in Ukrainian).
- Vashchenko, O. V. (2021). Efektyvnist vykorystannia svynei zarubizhnoi selektsii u skhreshchuvanni z vitchyznianymy porodamy i typamy: dysertatsiia na zdobuttia naukovooho stupenia kandydata silskohospodarskykh nauk. Chubynske, Kyivska obl. URL: <https://iabg.org.ua/images/aspirantura/dis.vashchenko2.pdf> (in Ukrainian).
- Voloshynov, V. V., Povod, M. H., Mykhalko, O. H., Usenko, S. O., Shaferivskiy, B. S., Shostia, H. M., & Shpyrna, I. H. (2024). Productive qualities and efficiency of fattening of hybrid pigs of danish and canadian origin under conditions of industrial technology. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 1, 25–32. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2024.1.4.
- Voshchenko, I. B., & Povod, M. G. (2024). Dynamics of the realization of the genetic potential of fattening qualities of Danish-bred pigs under industrial technology conditions. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 26(101), 170–181. DOI: 10.32718/nvlvet-a10129.
- Voshchenko, I. B., & Povod, M. G. (2024). The effectiveness of different methods of breeding pigs of maternal and paternal lines under the conditions of an industrial enterprise. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 1, 33–47. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2024.1.5.
- Xiang, T., Christensen, O. F., Vitezica, Z. G., & Legarra, A. (2016). Genomic evaluation by including dominance effects and inbreeding depression for purebred and crossbred performance with an application in pigs. *Genetics, selection, evolution : GSE*, 48(1), 92. DOI: 10.1186/s12711-016-0271-4.
- Yurchenko, O. S., Bondarska, O. M., Lykhach, V. Ya., Kalitaiev, K. K., Kovalenko, O. A. (2024). Stan vitchy-znianoho svynarstva. *Problemy ta perspektyvy. Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*, 42, 55–61. DOI: 10.37406/2706-9052-2024-1.8 (in Ukrainian).