

УДК 636.42.03.082.2

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.67.05>

ВПЛИВ ПОРОДИ ТА МЕТОДІВ РОЗВЕДЕННЯ СВИНЕЙ НА ЇХ ВІДТВОРЮВАЛЬНІ ЯКОСТІ ТА РІСТ ПОРОСЯТ СИСУНІВ

І. Б. ВОЩЕНКО, М. Г. ПОВОД*Сумський національний аграрний університет (Суми, Україна)**<https://orcid.org/0009-0007-2418-3090> – І. Б. Вощенко**<https://orcid.org/0000-0002-2470-4921> – М. Г. Повод**nic.pov@ukr.net*

Метою даної статті є вивчення залежності відтворювальної продуктивності свиноматок англійського походження та інтенсивності росту їх приплоду від напряму їх селекції за чистопородного (внутрішньо лінійного) розведення, схрещування та гібридизації і впливу породи й методів розведення на їх прояв, а також ступеню фенотипового домінування за прямого та зворотного схрещування материнських порід. Встановлено, що свиноматки батьківської синтетичної лінії поступались своїм аналогам материнських генотипів за багатоплідністю масою гнізда поросят при народженні, кількістю поросят при відлученні, мали більшу частку нежиттєздатних поросят при опоросі, але виявили вищу великоплідність, середньодобовий та абсолютний прирости, середню масу одного поросяти при відлученні та кращу збереженість поросят до відлучення.

Доведено, що за умов гібридизації помісні свиноматки перевершували тварин вихідної материнської форми лише за середньодобовими приростами, тоді як тварин батьківської форми вони переважали за багатоплідністю, кількістю поросят при відлученні, масою гнізда при народженні та при відлученні і поступались їм за великоплідністю, інтенсивністю росту, масою одного поросяти при відлученні та збереженістю.

Виявлено, що при схрещуванні двох материнських порід виявився ефект фенотипового домінування майже за всіма показниками відтворювальної продуктивності і його рівень залежав від поєднання вихідних порід.

Доведено, що фактор породи чинив вірогідний вплив на кількість поросят при відлученні та масу гнізда відлучених поросят. Метод розведення свиней вірогідно впливав на масу одного поросяти при відлученні, масу їх гнізда в цей період та кількість поросят при відлученні. Взаємодія цих двох факторів мала вплив на збереженість поголів'я, на кількість поросят та масу гнізда поросят при відлученні.

Ключові слова: свиноматка, поросся, материнські породи, батьківська лінія, схрещування, гібридизація, багатоплідність, збереженість, фенотипове домінування

INFLUENCE OF THE BREED AND BREEDING METHODS OF PIGS ON THEIR REPRODUCTIVE QUALITIES AND GROWTH OF SUCKLING PIGLETS

I. B. Voshchenko, M. G. Povod*Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)*

The purpose of this article is to study the dependence of the reproductive productivity of sows of English origin and the intensity of growth of their offspring on the direction of their selection for purebred (internally linear) breeding, crossing and hybridization and the influence of breed and breeding methods on their manifestation, as well as the degree of phenotypic dominance under direct and reverse crossing of parent breeds. It was established that the sows of the parental synthetic line were inferior to their counterparts of the maternal genotypes in terms of fertility, litter weight of piglets at birth, number of piglets at weaning, had a higher proportion of non-viable

piglets at farrowing, but showed higher fertility, average daily and absolute gains, average weight of one piglet at weaning and better preservation of piglets until weaning.

It was proved that under the conditions of hybridization, domestic sows surpassed animals of the original maternal form only in terms of average daily growth, while animals of the parental form they prevailed in terms of multifertility, number of piglets at weaning, weight of the nest at birth and at weaning and were inferior to them in terms of high fertility, growth intensity, mass one piglet at weaning and preservation.

It was found that when two mother breeds were crossed, the effect of phenotypic dominance appeared in almost all indicators of reproductive performance, and its level depended on the combination of parent breeds.

It was proved that the breed factor had a probable influence on the number of piglets at weaning and the weight of the nest of weaned piglets. The method of pig breeding likely influenced the weight of one piglet at weaning, the weight of their litter during this period, and the number of piglets at weaning. The interaction of these two factors had an impact on the survival of the herd, on the number of piglets and the weight of the nest of piglets at weaning.

Keywords: sow, piglet, maternal breeds, parental line. crossing, hybridization, multifertility, conservation, phenotypic dominance

Вступ. Останніми роками велика увага в дослідженнях у галузі свинарства була приділена розробці ефективних систем розведення, які можна було б використовувати для подальшого використання явища гібридної сили в промисловому виробництві свинини (Kanis et al., 2004; Mykhalko & Andrukova, 2023). Відтворювальні якості є одними з найбільш економічно важливих ознак у свинарстві, які мають значення для оцінки ефективності відтворення свиней, що формує економічну результативність функціонування свинокомплексів (Koketsu et al., 2017). Однак, розведення потребує пильної уваги та раціонального підходу виробників свинини через ряд факторів, від яких воно залежить. Проблеми розведення у свинарстві можуть виникати через різні причини, включаючи генетику, управління відтворенням, стан здоров'я свиней та умови навколишнього середовища. Вирішення цих питань має важливе значення для досягнення репродуктивного успіху та підтримки високопродуктивного поголів'я свиней (Mykhalko et al., 2021; Rogożarski et al., 2016).

Згідно з попередніми науковими дослідженнями, успішне розведення свиней залежить від чистопородного та внутрішньо лінійного розведення. Цей підхід передбачає добір високопродуктивних плідників у межах породи за допомогою систематичного процесу їх оцінки, а потім вибір їх потомства для створення високопродуктивної та генетично стабільної групи тварин із бажаними рисами для свинарства. Основною метою чистопородного розведення є ідентифікація та поширення найбільш сприятливих генів для використання в комерційному виробництві, зокрема в програмах схрещування. Воно також спрямоване на розведення та ідентифікацію найкращих самок для збереження цінного генетичного матеріалу. Крім того, чистопородне розведення ефективне лише тоді, коли використовуються найкращі чистопородні особини (Krasota et al., 1990).

Схрещування широко використовується у свинарстві через переваги ефекту гетерозису та поєднуваності порід. Як правило, лінії батька, наприклад, лінії дюррок або п'єтрен, розводять для покращення відгодівельних та забійних ознак, таких як ефективність споживання корму, підвищення інтенсивності росту і збільшення вмісту м'яса, тоді як материнські лінії, наприклад лінії ландрас і йоркшир, розводять для поліпшення відтворних якостей та подовження термінів використання свиноматок (Christensen et al., 2019). Відгодівельні та забійні якості мають цінність для свинокомплексу під час дорощування та відгодовілі свиней, тоді як відтворні характеристики та тривалість функціонування репродуктивного стада важливі у відділенні репродуктору. Щоб отримати дохід від ефекту гетерозису система схрещування, яка часто використовується, є кінцевою системою схрещування трьох ліній, де дві материнські лінії поєднуються для отримання кросбредних свиноматок, які потім поєднуються з ліні-

єю батька для отримання кросбредних свиней призначених для виробництва свинини (Ahlschwede & Johnson, 1988; Christensen et al., 2019; Sellier, 1976).

Зазвичай схрещування передбачає поєднання свиней двох порід, які мають відмінності, що підвищують економічну цінність потомства. Цей метод відтворення стада використовує ефекти гетерозису та поєднуваної здатності між породами, що призводить до підвищення продуктивності помісних тварин порівняно з чистопородними (Visscher et al., 2000). У термінальних системах схрещування кінцевою метою є відбір чистопородних тварин для максимізації продуктивності їх схрещування (Bijma & Bastiaansen, 2014). Завдяки наявності ефектів взаємодії генотипу з середовищем і неадитивних генетичних ефектів у поєднанні з різними частотами алелів у різних порід (Dekkers, 2007), генетична кореляція племінних цінностей між продуктивністю чистопородних і помісних, як правило, нижча за одиницю (Lutaaya et al., 2001), і, отже, чистопородна продуктивність в умовах ядра може не бути оптимальним прогностичним показником продуктивності схрещування у промислових тварин (Ibáñez-Escriche et al., 2014; Xiang et al., 2016).

Ключовий аспект у схрещуванні – це гетерозис, або гібридна енергія, яка проявляється, коли продуктивність потомства перевищує середню продуктивність батьківських порід (Wu & Zhao, 2021; Vashchenko, 2016). Це звичайне явище, коли помісні тварини мають більшу кількість поросят при народженні, вищу швидкість росту та кращу збереженість, особливо коли породи більш генетично різноманітні. Таке збільшення, як правило, не фіксується в наступних поколіннях схрещених порід, тому чистопородні лінії зберігають для схрещування та постійного вдосконалення батьківських порід (Sørensen et al., 2008).

Гетерозис спричинений неадитивною дією генів (Hill, 1982) є однією з причин різниці між продуктивністю чистопородних і помісних тварин. Крім того, можуть існувати систематичні відмінності в середовищі, наприклад, нуклеусних та товарних стад. З цих причин відбір тварин для високої чистопородної продуктивності може не призвести до відбору тих, які призведуть до високопродуктивних кросбредних нащадків у певній схемі схрещування (Iversen et al., 2019; Noguera et al., 2019). Зокрема, вважається, що гетерозис пов'язаний із колективною дією багатьох генів, які мають незначний вплив окремо, але великий вплив сукупно. Завдяки прояву гетерозичного ефекту більшість виробленої товарної свинини отримана від помісних тварин (Esfandyari, 2016).

Материнський гетерозис приносить ефект окремій свині через гібридний стан її матері, коли окрема тварина залежить від матері від зачаття до відлучення. Через економічне значення кількості свиней, відлучених від свиноматки, материнський гетерозис є найважливішим (Johnson & Omtvedt, 1975). Гетерозис потомства підвищує продуктивність особини завдяки її власному гібридному стану. Це впливає на ріст і її виживання протягом усього життя, але переважно після відлучення, коли вона не залежить від матері (Bondoc et al., 2019). Батьківський гетерозис є результатом генетичного складу батьківської лінії. Це проявляється у покращенні відтворювальних якостей, зокрема через підвищення лібідо та частоти відбору сперми. Докази цього типу гетерозису обмежені, але як вважає (Cassady et al., 2002), що інбредні кнури знижену відтворювальну здатність.

Однією з основних генетичних основ гетерозису є домінування. Дані останніх досліджень показали, що генетична варіація може бути пов'язана з наддомінуванням, або перевагою гетерозигот. Однак, геномне дослідження показало, що лише невелика кількість генів, які мають поліморфізм, підтримується наддомінуванням, що узгоджується з багатьма опублікованими роботами (Bui et al., 2023; White et al., 2013). Наддомінування визначається як гетерозиготні особини, які мають вищу пристосованість за обох гомозигот у локусі з двома алелями. Наддомінування, яке часто використовується паралельно з терміном перевага гетерозигот, використовувалося для правдоподібного пояснення генетичного поліморфізму в певній популяції під час природного або штучного відбору (Reijns et al., 2012).

Гетерозис і інбридинг є важливими у свинарстві. Гетерозис походить від схрещування, тоді як інбридинг відбувається часто при чистопородному розведенні. Вони мають протиле-

жні ефекти, перший покращує продуктивність, а другий знижує продуктивність, особливо репродуктивних якостей (Clutter et al., 2004). Використання чистопородного розведення призводить до прояву інбридингу у свиней (Sjödin, 2018). Інбридинг часто описують як «звуження генетичної спадковості», оскільки спарювання споріднених тварин призводить до отримання потомків, які мають більше спільних генів. Інбридинг використовується для концентрації бажаних ознак (Voitenko, 2018; Tang et al., 2013). Однак, існує точка зору (Lopes et al., 2019), що підвищення рівня інбридингу в закритих стадах незалежно від використовуваної стратегії розведення супроводжується зниженням плодючості, уповільненням темпів росту, більшою сприйнятливістю до хвороб і вищим рівнем смертності. Тому виробники за промислового виробництва свинини намагаються уникати спарювання споріднених тварин та частіше використовують промислове схрещування (Farkas et al., 2007). Однак, це не завжди можливо, коли тривалий відбір за тими самими ознаками практикується в невеликій популяції, оскільки батьки майбутніх поколінь є найкращими кандидатами з останнього покоління, і деякий інбридинг має тенденцію до накопичення. Швидкість інбридингу можна зменшити, але, якщо депресія інбридингу стає очевидною, знадобиться якийсь метод введення більш різноманітних генів (Gowrimanokari et al., 2019; Kim et al., 2019). Одним із багатьох способів контролю рівнів інбридингу при чистопородному розведенні свиней є визначення критичного рівня спорідненості, дозволеного при підборі тварин, відборі і максимальної кількості потомків самця чи самки, які мають бути відібрані (Kristensen & Sørensen, 2005).

Як схрещування так і чистопородне розведення широко використовуються у свинарстві із деякими варіаціями в залежності від стратегії відтворення поголів'я та використовуваних порід і ліній різних свинарських підприємств. Однак, досягти позитивного ефекту вдається не всім виробникам через наявність у кожній породі великого діапазону спадкової мінливості (Voloshynov & Povod, 2023). Найбільш поширеними стратегіями схрещування свиней в умовах промислових технологій виробництва свинини є термінальна (Bates, 2020), ротаційна (Liu et al., 2012) та ротаційно-термінальна системи (Christians & Johnson, 2000). Як системи схрещування і їх варіації, так і чистопородне розведення мають ряд переваг та недоліків, які відчутно впливають на виробництво свинини та його ефективність і потребують вмілої реалізації з урахуванням багатьох факторів кожної окремої виробничої системи індустріального свиногокомплексу, включаючи особливості та комбінаційну здатність використовуваних порід, особливо зарубіжного походження.

Таким чином, подальше вивчення впливу породи та методів розведення свиней в умовах інтенсивного свинарства на відтворювальні якості свиноматок та інтенсивність росту їх поросят залишається **актуальним** та потребує подальшого поглиблення.

Метою нашої роботи є вивчення залежності відтворювальної продуктивності свиноматок англійського походження та інтенсивності росту їх приплоду від напряму їх селекції за чистопородного (внутрішньо лінійного) розведення, схрещування та гібридизації і впливу породи й методів розведення на їх прояв, а також ступеню фенотипового домінування за прямого та зворотного схрещування материнських порід.

Матеріал і методи досліджень. Для проведення досліджень відповідно до схеми наведеної в таблиці 1, на племінному репродукторі ТОВ «НВП «Глобинський свиногокомплекс» за методом груп аналогів було відібрано по 200 свиноматок материнських порід за різних методів їх розведення та 100 свиноматок батьківської лінії. Першу (контрольну) групу склали свиноматки великої білої породи (ВБ), за чистопородного їх розведення. Другу (дослідну) групу сформовано з свиноматок породи ландрас (Л), також за чистопородного їх розведення. До третьої (дослідної) групи були віднесені свиноматки батьківської лінії РІС-337 за внутрішньо лінійного їх розведення. Четверту дослідну групи склали свиноматки великої білої породи, поєднані з кнурами породи ландрас, а п'яту групи свиноматки породи ландрас при їх поєднанні з кнурами великої білої породи. До шостої групи віднесли помісних свиноматок поєднання ($\text{♀ВБ} \times \text{♂Л}$) яких осіменяли спермою кнурів батьківської лінії РІС-337. Сьому

дослідну групу склали помісні свиноматки поєднання ($\text{♀Л} \times \text{♂ВБ}$), яких також осіменяли спермою кнурів тієї ж батьківської лінії.

1. Схема вивчення впливу породи та методу розведення на відтворні якості свиноматок

Показник	Група свиней та її призначення						
	I контрольна	II дослідна	III дослідна	IV дослідна	V дослідна	VI дослідна	VII дослідна
Кількість тварин, гол.	200	200	100	200	200	200	200
Метод розведення	чистопородне (внутрішньолінійне)			схрещування		гібридизація	
Порода та породність матері	ВБ	Л	РІС-337	ВБ	Л	$\text{♀ВБ} \times \text{♂Л}$	$\text{♀Л} \times \text{♂ВБ}$
Генотип кнурів	ВБ	Л	РІС-337	Л	ВБ	РІС-337	РІС-337
Генотип потомства	ВБ	Л	РІС-337	$1/2\text{ВБ} \ 1/2\text{Л}$	$1/2\text{Л}$ $1/2\text{ВБ}$	$1/4\text{ВБ} \ 1/4\text{Л}$ $1/2 \text{РІС-337}$	$1/4\text{Л} \ 1/4\text{ВБ}$ $1/2 \text{РІС-337}$
Тривалість підсисного періоду, діб	28						
Спосіб підгодівлі поросят сисунів	Сухими престартерами з 14 доби						

Під час всього періоду дослідження оцінка відтворювальних якостей свиноматок та інтенсивності росту підсисних поросят здійснювалась за загальноприйнятими методиками (Ibatulin & Zhukorskyi, 2017; Ladyka et al., 2023). Для більш об'єктивного порівняння продуктивності свиноматок за різних методів їх розведення були розраховані комплексні індекси відтворних якостей.

Індекс відтворних якостей свиноматок ІВЯ відповідно до методики (Berezovsky et al., 1986) за формулою:

$$\text{ІВЯ} = A + 2B + 35\sigma$$

де, A – кількість поросят при народженні, гол.; B – кількість поросят при відлученні, гол.; σ – середньодобовий приріст від народження до відлучення, кг.

Комплексний продуктивний індекс відтворювальної здатності свиноматки та інтенсивності росту приплоду за формулою (Radnóczy et al., 2017):

$$\text{SZFTV} = 100 + 5(n_0 + n_f + (W_f/10) - i)$$

де, n_0 – багатоплідність, гол. n_f – кількість поросят при відлученні, гол.; W_f – маса поросят при відлученні, кг; i – цільвий стандаарт.

Селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок (СІВЯС) (Tsereniuk et al., 2010):

$$\text{СІВЯС} = 6X_1 + 9,34(X_2/X_3),$$

де: СІВЯС – селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматок; X_1 – багатоплідність, гол.; X_2 – маса гнізда поросят при відлученні, кг; X_3 – тривалість підсисного періоду, діб; 6 та 9,34 – коефіцієнти.

З метою визначення природи успадкування відтворювальних якостей свиноматок різних генотипів за їх чистопородного розведення, схрещування і гібридизації нами були розраховані показники ступеня домінантності (h_p) за загальноприйнятими методиками (Tsereniuk et al., 2017), 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;

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:

1. $h_p < -1$ – від'ємне наддомінування (від'ємний гетерозис, або депресія).
2. $-1 \leq h_p < -0,5$ – від'ємне домінування.
3. $-0,5 \leq h_p \leq +0,5$ – проміжне успадкування.
4. $+0,5 < h_p \leq +1$ – позитивне домінування.

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

Для перевірки зв'язку між породами свиней, методами їх розведення та відтворювальними якостями свиноматок, а також для встановлення ступеня впливу факторів та їх взаємодії ми застосовували двофакторний дисперсійний аналіз даних за використання надбудови Аналіз даних в MS Excel 2016 (Kramarenko et al., 2019).

Умови годівлі, напування, утримання, догляду і профілактики тварин в експерименті відбувалися відповідно до європейського законодавства про захист тварин та їх комфорт (Council Directive 2010/63/EU, 2010).

Експериментальні дані оброблені методом варіаційної статистики за методиками (Ladyka et al., 2023) із використанням комп'ютерної техніки та пакетів прикладного програмного забезпечення MS Excel 2016.

Результати дослідження, які зображені на рисунку 1 вказують на суттєві розбіжності між свиноматка материнських порід та батьківської лінії загальною кількістю поросят при народженні на 17,3–21,2%, багатоплідністю на 22,9–25,4% та кількості поросят при відлученні на 16,2–19,6%. Не дивлячись на нижчу кількість поросят при народженні частка мертвонароджених поросят у свиноматок синтетичної батьківської лінії була значно вищою порівняно з аналогами материнських генотипів і перевищувала їх показник на 50,9–79,4%. Це на наш погляд пояснюється більш ніжною конституцією поросят м'ясних генотипів порівняно з материнським.

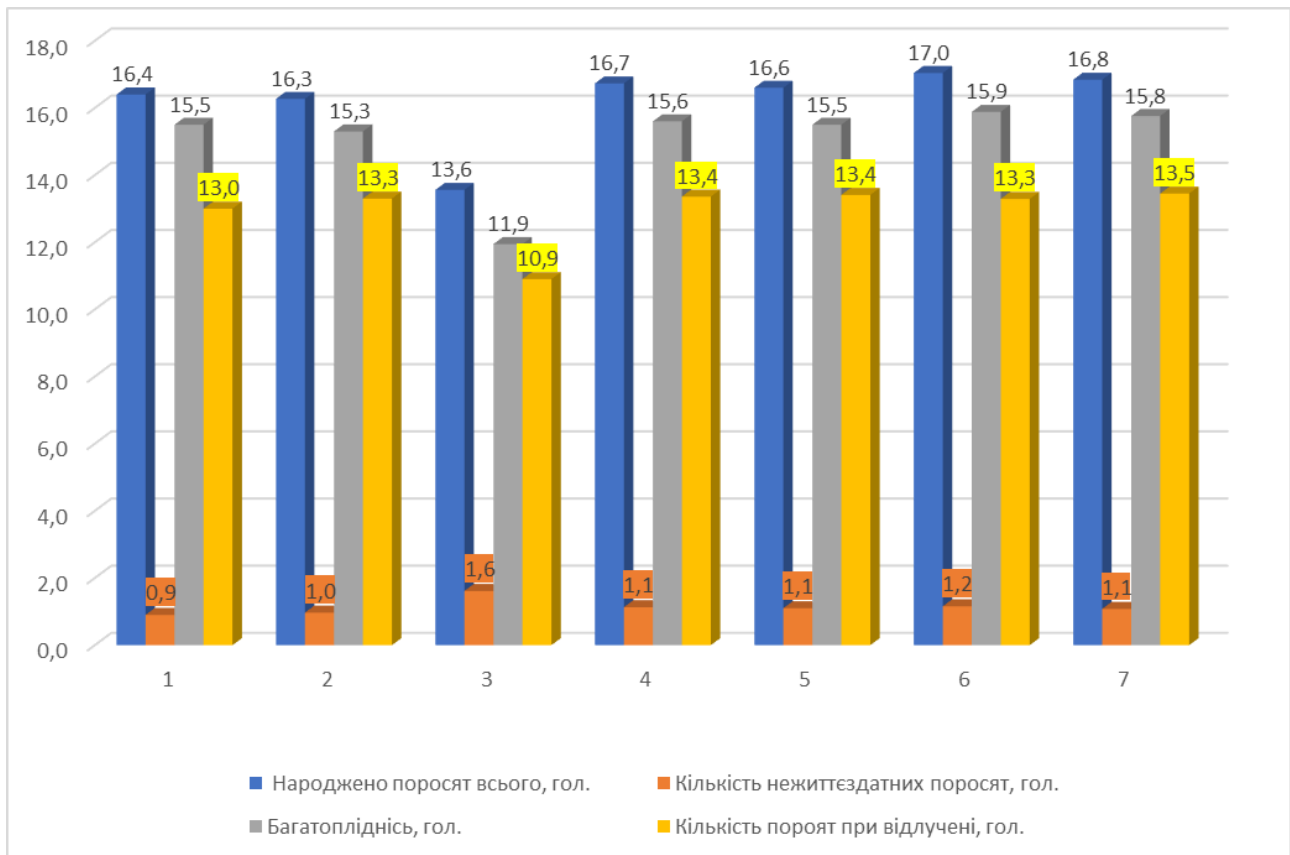


Рис. 1. Кількість поросят при народженні та відлученні

Водночас різниця за цими показниками між тваринами материнських порід, за їх чистопородного розведення та схрещування і гібридизації виявилась суттєво нижчою. Так, за загальною кількістю поросят при народженні вона склала 0,8–3,9%, багатоплідністю – 0,6–2,5%, кількістю поросят при відлученні на 2,5–3,2% та кількістю мертвонароджених поросят – 7,8–28,6%. При цьому простежується незначна тенденція збільшення загальної кількості

народжених поросят, багатоплідності і кількості поросят при відлученні у помісних та гібридних гніздах порівняно з чистопородним розведенням материнських порід та внутрішньо лінійним розведенням свиней батьківської форми.

Таким чином, схрещування та гібридизація сприяли підвищенню загальної кількості народжених поросят, багатоплідності та кількості поросят при відлученні.

Деякі інші показники у свиноматок різного напрямку селекції за їх чистопородного розведення, схрещування та гібридизації встановленні за показниками маси поросят при народженні та відлученні. З графіку зображеному на рисунку 2 видно, що свиноматки материнських генотипів при їх чистопородному розведенні мали великоплідність на 4,0–7,9% нижчу ніж при схрещуванні та на 4,8–10,3% ніж при гібридизації. До відлучення маса одного поросяти відрізнялась в чистопородних та помісних гніздах на 3,4–4,8%, а між чистопородними та гібридними поросятами в цей період склала 5,5–7,7% відповідно. Відомо, що на масу гнізда поросят впливає як індивідуальна маса кожної тварини, так і їх кількість на цей час в гнізді. З рисунку 2 видно, що маса помісних гнізд була більшою за чистопородних на 6,0–7,9%, а гібридні гнізда були важчими за них на 8,7–12,2%. За рахунок різної кількості виділеного молока у свиноматок різних груп маса гнізда до відлучення в чотиритижневому віці за різних методів розведення коливалась в більш значних межах. Так, різниця за цим показником між чистопородними та помісними гніздами склала 4,0–8,1%, а між чистопородними та гібридними аналогами становила 5,6–11,5%.

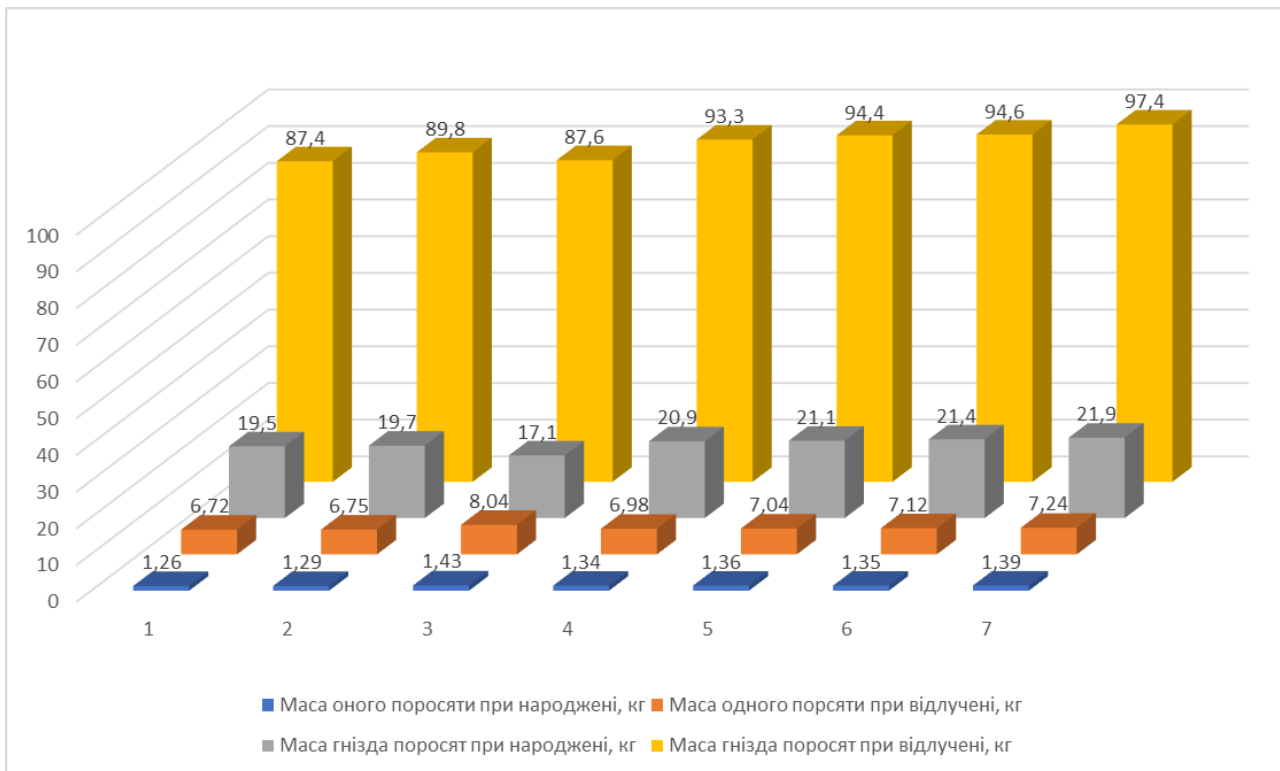


Рис. 2. Маса поросят при народженні та відлученні

Водночас свиноматки батьківської синтетичної лінії, за внутрішньо лінійного розведення, за рахунок меншої кількості поросят в гнізді переважали ровесників материнських генотипів за масою однієї голови, як при народженні, так і при відлученні, і за тої ж причини, поступались їм за масою гнізда поросят, як при народженні, так і при відлученні. Так, за середньою масою одного поросяти вони переважали чистопородних аналогів материнських порід на 11,1–13,5%, їх помісних ровесників на 5,6–7,1%, а гібридних нащадків на 3,2–6,3%. Тоді як до відлучення ця перевага збільшилась між тваринами батьківської та материнських ліній до 19,2–19,6%, між помісними поросятами материнських ліній та тваринами батьківської

лінії до 14,9–15,8% й в порівнянні з гібридними аналогами на 11,9–13,7%. Водночас маса гнізда поросля при народженні виявилась у маток батьківської лінії меншою на 12,5–13,6% порівняно з чистопородними аналогами материнських ліній, на 19,6–20,5% в порівнянні з помісними гніздами материнських порід та 22,3–24,5% в порівнянні з гібридними гніздами. Тоді як до відлучення, на відміну від індивідуальної маси одного поросля, маса гнізда мала менші відмінності від гнізд материнських ліній за їх чистопородного розведення, схрещування і гібридизації. Так, вона виявилась на рівні свиноматок контрольної групи та на 2,4% нижчою від чистопородних ровесників породи ландрас, на 6,4–7,8% поступалась показникам помісних гнізд четвертої та п'ятої дослідних груп і була меншою на 8,0–11,2% в порівнянні з аналогічною масою гібридних гнізд шостої та сьомої дослідних груп.

Таким чином, великоплідність, маса гнізда порослят при народженні і відлученні та маса одного поросля при відлученні мали вищі значення при схрещуванні материнських порід та їх гібридизації з кнурами батьківської лінії порівняно з чистопородними аналогами материнських ліній. Водночас при порівнянні цих показників з тваринами батьківської лінії за їх розведення «в собі», виявлено переваги останніх за масою одного поросля як при народженні, так і при відлученні та зниження значень маси гнізда порослят в ці періоди.

Більш об'єктивно, з врахуванням більшої кількості різнопланових ознак відтворювальної продуктивності, дозволяють оцінити їх рівень індекси відтворної здатності. Як і за окремими репродуктивними показниками, так і за розрахованими нами індексами, материнські лінії перевершують батьківську за різних методів їх розведення (рис. 3). Так, за індексом відтворювальних якостей ІВЯ перевага свиноматок материнських генотипів над батьківським склала 12,4–13,1% за чистопородного розведення, 15,4% за прямого та реципрокного схрещування материнських порід та на 15,3–16,0% за умов гібридизації. За селекційним індексом відтворних якостей СІВЯС така перевага відповідно склала – 17,4–17,9%; 19,3–19,7% та 22,0–22,3%. Водночас, за комплексним індексом відтворювальної здатності свиноматки та інтенсивності росту приплоду SZFTV вона становила 6,9–9,0%, 5,6–6,2% та 9,1–10,2% відповідно. За різних методів розведення материнських порід тварини при схрещуванні мали індекс ІВЯ на 1,5–2,3% вищим порівняно з чистопородним розведеннями та на 1,4% нижчим порівняно з гібридизацією. Індекс СІВЯС був вищим у помісних гнізд на 1,9–2,8%, а у гібридних на 3,0–4,9% порівняно з чистопородними. За величиною індексу SZFTV між свиноматками за чистопородного розведення та схрещування суттєвої різниці не виявили, тоді як за гібридизації його значення виявились на 0,1–4,9% вищими порівняно з попередніми методами розведення.

Таким чином, індекси відтворювальних якостей у батьківської синтетичної лінії виявились суттєво нижчими порівняно з материнськими. Водночас серед останніх ці індекси були вищими за схрещування і ще вищими за гібридизації порівняно з чистопородним розведенням.

Для порівняння відтворювальної продуктивності батьківської та материнських ліній нами було проведено співставлення середніх значень обох материнських порід та продуктивності свиноматок батьківської синтетичної лінії. Як видно з таблиці 2 свиноматки батьківської лінії мали при опоросі на 2,8 меншу загальну кількість порослят ($p < 0,001$), на 3,5 нижчу багатоплідність ($p < 0,001$), але одночасно в їх гніздах виявилось на 0,7 голови більше нежиттєздатних порослят ($p < 0,01$), частка яких в приплоді виявилась на 6,2% вищою порівняно з материнськими лініями. Водночас маса одного поросля при народженні виявилась на 0,16 кг ($p < 0,01$) вищою у тварин батьківського генотипу, тоді як маса всього гнізда при народженні, через суттєво меншу їх кількість в гнізді, була вірогідно на 2,6 кг ($p < 0,001$) у них нижчою порівняно з аналогами материнських генотипів. За рахунок суттєво нижчої багатоплідності, збереженість порослят виявилась на 5,9% кращою у гніздах порослят батьківської лінії, однак через цю ж причину у них було на 2,3 голови ($p < 0,001$), менше голів на момент відлучення. Порослята батьківської лінії, за рахунок селекції на швидкість росту та меншої їх кількості в гнізді, виявили вищі на 42 г ($p < 0,001$), середньодобові прирости в підсисний пе-

ріод, що призвело до збільшення у них за цей час на 1,15 кг ($p < 0,001$), абсолютних приростів та поряд з більшою масою при народженні посприяло підвищенню на 1,31 кг ($p < 0,001$), маси одного поросяти до відлучення. Водночас, не дивлячись на суттєво вищу індивідуальну масу поросят при відлученні, за рахунок меншої їх кількості в гнізді суттєвої різниці за масою гнізда при відлученні між свиноматками батьківської та материнських ліній не встановлено.

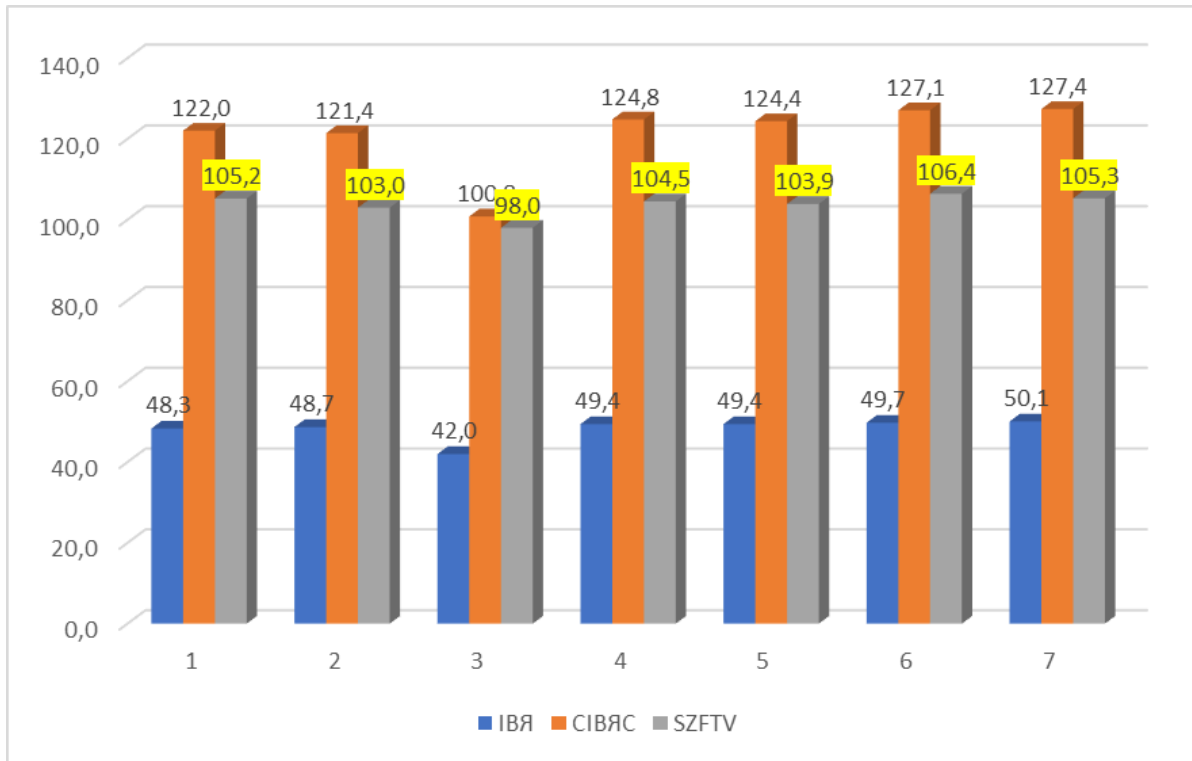


Рис. 3. Рівень індексів відтворних якостей свиноматок, балів

2. Продуктивність свиноматок материнських та батьківської лінії

Показник	Середнє значення по чистопородних материнських лініях	Середнє значення для батьківської лінії	Співвідношення \pm батьківської лінії до середнього значення материнських
Народжено поросят всього, гол.	16,34 \pm 0,23***	13,56 \pm 0,13	-17,0
Багатоплідність, гол.	15,40 \pm 0,19***	11,95 \pm 0,09	-22,4
Частка мертвонароджених поросят, %	5,72	11,9	108,0
Великоплідність, кг	1,28 \pm 0,04	1,43 \pm 0,06**	12,2
Маса гнізда поросят при народженні, кг	19,63 \pm 0,43***	17,1 \pm 0,42	-13,0
Кількість поросят при відлученні, гол.	13,15 \pm 0,13***	10,90 \pm 0,07	-17,1
Вік поросят при відлученні, діб	28,2	28,1	-0,4
Абсолютний приріст одного поросяти, кг	5,46 \pm 0,09	6,61 \pm 0,15***	21,1
Середня маса одного поросяти при відлученні, кг	6,74 \pm 0,09	8,04 \pm 0,17***	19,4
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	88,57 \pm 1,94	87,6 \pm 2,04	-1,1
Збереженість, %	85,4	91,3	6,9
Середньодобовий приріст, г	193,62 \pm 3,4	235 \pm 3,9***	21,5
ІВЯС	48,5	42,0	-13,4
СІВЯС	121,73	100,8	-17,2
СЗФТВ	102,1	96,0	-6,0

Примітка:*** – ($p < 0,001$); ** – ($p < 0,01$); * – ($p < 0,05$).

За індексами відтворних якостей свиноматки батьківської лінії значно поступались аналогам материнських генотипів. Так ІВЯ у них виявився на 6,5 балів, СІВЯС на 20,9 балів та SZFTV на 6,1 балів нижчими порівняно з тваринами материнських ліній.

Таким чином, свиноматки батьківської синтетичної лінії поступались своїм аналогам материнських генотипів за загальною кількістю поросят при народженні на 17,0%, багатоплідністю на 22,4%, масою гнізда поросят при народженні на 13,0%, кількістю поросят при відлученні на 17,1%, мали на 6,2% більшу частку нежиттєздатних поросят при опоросі, але виявили вищу на 12,2% великоплідність, на 21,5% середньодобовий та на 21,1% абсолютний прирости, на 19,4% середню масу одного поросяти при відлученні та на 5,9% кращу збереженість поросят до відлучення. Водночас вони мали на 6,0–17,2% гірші індекси відтворювальних якостей.

На передових промислових комплексах з виробництва свинини на сьогодні в якості материнських ліній здебільшого використовують не чистопородних тварин материнських порід, а їх помісей здебільшого першого покоління. Тому нами було проведено порівняння продуктивності свиноматок великої білої та ландрас порід, за прямого та зворотного варіанту їх схрещування, з продуктивністю помісних свиноматок цих поєднань за гібридизації їх з заключною синтетичною батьківською лінією й продуктивністю маток батьківської лінії за внутрішньо лінійного їх розведення. Як видно з таблиці 3 за більшістю показників кількості поросят при народженні та відлунні гібридні гнізда суттєво переважали гнізда свиноматок батьківської лінії. Водночас за збереженістю тварин до відлучення, показниками маси одного поросяти при народженні та відлученні, швидкості росту поросят в підсисний період, простежувалась зворотна тенденція, де свиноматки батьківської лінії мали кращі показники порівняно гібридними гніздами поросят.

3. Відтворні якості свиноматок вихідних генотипів та заключних форм

Поєднання свиней	F ₁ материнська лінія (схрещування)	Заключна форма (гібридизація)
Народжено поросят всього, гол.	16,67 ± 0,16 ^{aaa}	16,94 ± 0,18 ^{bbb}
Багатоплідність, гол.	15,55 ± 0,13 ^{aaa}	15,82 ± 0,17 ^{bbb}
Частка мертвонароджених поросят, %	6,69	6,60
Великоплідність, кг	1,35 ± 0,033 ^{aa}	1,37 ± 0,041 ^{bb}
Маса гнізда поросят при народженні, кг	20,99 ± 0,41 ^{aaa}	21,67 ± 0,50 ^{bbb}
Кількість поросят при відлученні, гол.	13,39 ± 0,13 ^{aaa}	13,37 ± 0,14 ^{bbb}
Вік поросят при відлученні, діб	28,0	27,8
Середня маса одного поросяти при відлученні, кг	7,01 ± 0,08 ^{aaa}	7,18 ± 0,12 ^{bbb}
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	93,83 ± 2,16 ^{aa}	96,00 ± 2,09 ^{bbb}
Збереженість, %	86,08	84,51
Середньодобовий приріст, г	202 ± 2,7	209 ± 2,3 ^{c bbb aaa}
ІВЯС	49,40	49,89
СІВЯС	124,60	127,2
SZFTV	102,21	103,9

Примітка: ^{aaa} – ($p < 0,001$); ^{aa} – ($p < 0,01$); ^a – ($p < 0,05$); ^a – між гніздами батьківської лінії (табл2) та гніздами материнської лінії; ^b – між гніздами батьківською лінії (табл2) та гібридними гніздами; ^c – між гніздами материнської лінії F₁ та гібридними гніздами.

Так, у гібридних гніздах поросят порівняно з тваринами батьківської лінії встановлено на 3,38 голів більшу загальну кількість народжених поросят ($p < 0,001$), вищу на 3,87 голови багатоплідність ($p < 0,001$), більшу на 2,47 голови кількість поросят при відлученні ($p < 0,001$), вищу 4,57 кг ($p < 0,001$) масу їх гнізда при народженні та на 8,4 кг ($p < 0,001$) при відлученні і меншу на 5,3% частку нежиттєздатних поросят при народженні. Водночас у свиноматок батьківської лінії була на 0,06 кг вища великоплідність ($p < 0,01$), поросята цього по-

єднання мали вищі на 26 г середньодобові прирости ($p < 0,001$), більшу на 0,86 кг ($p < 0,001$) масу однієї голови при відлученні та кращу на 6,79% збереженість. Також у них встановлено нижчі на 7,9–26,4 бали індекси відтворювальних якостей.

Суттєво меншою була різниця між продуктивністю свиноматок при їх схрещуванні та гібридизації. Так, вірогідна різниця між тваринами цих груп встановлена лише за середньодобовими приростами поросят в підсисний період (7 г) ($p < 0,05$) на користь гібридних поросят. За рештою відтворювальних ознак, які вивчалися, суттєвої різниці не встановлено, хоч і спостерігалась тенденція до підвищення показники цієї продуктивності у свиноматок за умови її гібридизації.

Таким чином, за умов гібридизації помісні свиноматки перевершували тварин вихідної материнської форми лише за середньодобовими приростами –3,5%. Тоді як тварин іншої вихідної (батьківської) форми вони переважали за загальною кількістю поросят при народженні на 24,9%, багатоплідністю на 32,4%, кількістю поросят при відлученні на 22,7%, масою гнізда при народженні на 26,7% та при відлученні на 9,6% і мали меншу на 5,3% частку нежиттєздатних поросят при народженні, та поступались їм за великоплідністю 4,2%, інтенсивністю росту 11,1%, масою одного поросяти при відлученні на –10,7% та на 6,79% за збереженістю.

З метою встановлення причин, які викликали різницю в продуктивності свиноматок за прямого та реципрокного їх схрещування нами було проведено аналіз ступеня фенотипового домінування за основними показниками відтворної продуктивності свиней (табл. 4). За більшістю показників продуктивності, що вивчалися спостерігались позитивне наддомінування, як за прямого, так і реципрокного схрещування. В особливості процес простого домінування встановлено за збереженістю та багатоплідністю при зворотному варіанті схрещування вихідних материнських форм. Проміжне успадкування встановлено лише за збереженістю поросят при схрещуванні маток великої білої породи з кнурами породи ландрас. За рештою показників відтворювальної здатності спостерігалось позитивне наддомінування.

4. Ступінь фенотипового домінування відтворних ознак свиноматок великої білої та ландрас порід за прямого та зворотного схрещування

Поєднання свиней	♀ВБ × ♂Л	♀Л × ♂ВБ
Народжено поросят всього, гол.	6,08	4,08
Багатоплідність, гол.	2,00	1,00
Великоплідність, кг	4,33	5,67
Маса гнізда поросят при народженні, кг	12,28	13,98
Кількість поросят при відлученні, гол.	1,40	1,73
Середня маса одного поросяти при відлученні, кг	16,33	20,33
Маса гнізда поросят при відлученні, кг	3,88	4,84
Збереженість, %	0,16	0,73
Середньодобовий приріст, г	12,43	12,40

Слід зазначити, що ступінь фенотипового домінування був вищим за прямого схрещування великої білої і ландрас порід за показниками загальної кількості поросят та багатоплідності, тоді як за зворотного варіанту схрещування вишим він виявився за показниками великоплідності, кількості поросят, середньої маси одного поросяти та маси їх гнізда при відлученні. Тобто при схрещуванні двох материнських порід виявився ефект гетерозису майже за всіма показниками відтворювальної продуктивності і його рівень залежав від поєднання вихідних порід.

Для визначення впливу породи свиноматок та методу їх розведення було проведено двофакторний дисперсійний аналіз, який виявив наявність різностороннього впливу факторів породи та методу розведення на відтворні їх якості (рис. 4). Як видно з графіку зображеному на цьому рисунку обидва ці фактори не мали суттєвого впливу на показник багатоплідності

свиноматок, тоді як на збереженість поросят до відлученні суттєво з силою 2,1% достовірно впливала взаємодія факторів породи та методу розведення ($F_{\text{розр}} 8,32 > F_{\text{критичне}} 3,87$). Водночас, фактор породи та методу розведення не мали вірогідного впливу на цю ознаку. На показник кількості поросят при відлученні чинили вірогідний вплив як порода, так і метод розведення та їх взаємодія. Метод розведення мав суттєвий вплив з силою на 3,92% ($F_{\text{розрахункове}} 18,05 > F_{\text{критичне}} 3,87$), породна належність впливала на цю ознаку з силою 4,38% ($F_{\text{розрахункове}} 20,20 > F_{\text{критичне}} 3,87$), а їх взаємодія мала вплив з силою 5,80% ($F_{\text{розрахункове}} 20,67 > F_{\text{критичне}} 3,87$) тоді як невраховані фактори чинили вплив на цю ознаку з силою 85,90%.

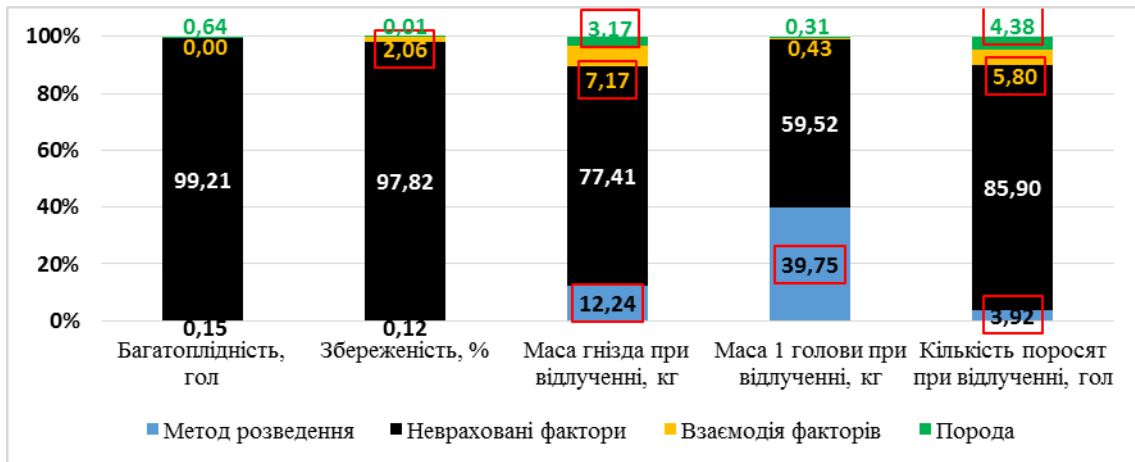


Рис. 4. Вплив факторів породи та методу розведення на відтворні якості свиноматок, %

На середню масу одного поросяти при відлученні чинив високвірогідний вплив лише метод розведення з силою 39,75% ($F_{\text{розрахункове}} 264,45 > F_{\text{критичне}} 3,87$), тоді як порода тварин та взаємодія двох факторів вірогідного впливу на цю ознаку не мали. Невраховані фактори впливали на індивідуальну масу поросят при відлученні з силою 59,52%.

Маса гнізда поросят при відлученні піддавалась вірогідному впливу обох факторів так і їх взаємодії. Фактор породи чинив вплив на цю ознаку з силою 3,17%, ($F_{\text{розрахункове}} 16,22 > F_{\text{критичне}} 3,87$), метод розведення впливав з силою 12,24% ($F_{\text{розрахункове}} 62,63 > F_{\text{критичне}} 3,87$), тоді як їх взаємодія складала 7,17% впливу ($F_{\text{розрахункове}} 264,436,70 > F_{\text{критичне}} 3,87$) за 77,41% дії неврахованих факторів.

Таким чином, фактор породи чинив вірогідний вплив на кількість поросят при відлученні з силою в 4,38% та масу гнізда відлучених поросят з силою 3,17%. Метод розведення свиней вірогідно впливав на масу одного поросяти при відлученні з силою 39,75%, масу їх гнізда в цей період – на 12,24% та кількість поросят при відлученні – 3,92%. Тоді як взаємодія цих двох досліджуваних факторів мала вплив на збереженість поголів'я – 2,06%, на кількість поросят при відлученні – 5,80% та масу гнізда поросят при відлученні 7,17%.

Обговорення. Подібно до результатів (Farkas et al., 2007), ми виявили, що за чистопородного розведення підвищується ризик інбридингу, прояв якого може знизити багатоплідність та кількість поросят при відлученні на свиноматку, а саме за кількістю поросят при народженні та за кількістю відлученого поголів'я, одержаного за використання методу схрещування. Також у тварин за чистопородного розведення вказані показники були порівняно нижчими. Також було встановлено нижчі значення маси одного поросяти при народженні у молодняку, отриманого від чистопородних маток породи ландрас та чистопородних тварин великої білої порід відносно однолітків синтетичної батьківської лінії, що співпало з висновками (Kremez et al., 2022; Povod et al., 2021). Виявлене нами перевищення значень селекційного індексу відтворних якостей (СІВЯС) у свиноматок материнських порід при схрещуванні над свиноматками вихідних порід за чистопородного розведення було подібним до висновків (Mykhalko & Andrukhova, 2023), але не співпало із даними (Mykhalko et al., 2021), де вказано

про відсутність різниці за показником СІВЯС у поголів'я за чистопородного розведення та схрещування в умовах індустріальної технології виробництва свинини. Знайдені нами вищі значення показників індексу відтворювальних якостей (ІВЯ) у свиноматок при схрещуванні порівняно із аналогами при чистопородному розведенні також суперечать висновкам (Mykhalko et al., 2021; Mykhalko & Andrukhoва, 2023), які повідомляють про переважання цього індексу у чистопородних свиноматок над однолітками, що отримані за використання схрещування.

Наші результати щодо вищого селекційного індексу відтворних якостей (СІВЯС) у свиноматок за чистопородного розведення порід ландрас та велика біла порівняно із аналогами синтетичної термінальної лінії PIC-337, які були запліднені спермою кнурів тієї ж лінії співпало із даними (Povod et al., 2021), який вже раніше встановив подібну тенденцію переважання вказаного індексу у поголів'я одержаного за розведення чистопородних тварин породи ландрас та чистопородного розведення свиней великої білої над гніздами поросят отриманими від свиноматок синтетичної термінальної лінії MaxGro.

Крім того наші дані щодо оцінки впливу фактору методу розведення на відтворювальні показники свиноматок не співпали із твердженнями (Mykhalko et al., 2021), в яких вказано, що метод розведення при використанні свиноматок вірогідно не впливав на більшість їх відтворювальних якостей, крім показника збереженості, вплив на який був встановлений на рівні 1,3%. Ми ж навпаки, аналогічно до результатів опублікованих у працях (Mykhalko & Povod, 2019), виявили вірогідний вплив методу розведення на масу гнізда при відлученні, масу однієї голови при відлученні та кількість поросят при відлученні, але достовірного впливу вказаного фактору на показник збереженості поросят не виявили, що також йшло в розріз із результатами (Mykhalko & Andrukhoва, 2023), які наголошували на впливі методу розведення на показник збереженості із силою 9,8%. Також необхідно відмітити, що знайдені нами відсутність впливу методу розведення на кількість поросят при народженні суперечить даним (Kremez et al., 2022), які описують вплив методу розведення на згаданий показник із силою 1,52% та висновкам (Mykhalko & Andrukhoва, 2023), в яких багатоплідність на 8,8% перебувала під впливом методу розведення. Також на відміну від результатів (Kremez et al., 2022), який акцентував увагу на відсутність впливу породи свиней на показник кількості поросят при відлученні та наявність її впливу на загальну кількість поросят при народженні, ми знайшли зворотній взаємозв'язок факторної ознаки та залежних показників і, навпаки, підтвердили достовірний вплив породи на кількість відлучених поросят на рівні 3,92% та спростували залежність показника кількості поросят при народженні від генотипу, описавши відсутність вірогідного впливу останнього за використання методу двох факторного дисперсійного аналізу даних.

Оцінюючи відтворні якості за показниками багатоплідності, великоплідності та збереженості ми встановили вищі їх значення у поголів'я свиноматок материнських порід при схрещуванні та гібридизації відносно аналогів при чистопородному розведенні, що співпало із повідомленнями (Thiengpimol et al., 2017; Conlon & Kennedy, 1978).

Нами підтверджено висновки (Tsereniuk et al., 2017) про те, що більшість ознак відтворних якостей свиноматок при прямому та зворотному схрещуванні мають форму домінування та наддомінування і залежать від комбінації вихідних порід.

Висновки. Встановлено, що свиноматки батьківської синтетичної лінії поступались своїм аналогам материнських генотипів за багатоплідністю масою гнізда поросят при народженні, кількістю поросят при відлученні, мали більшу частку нежиттєздатних поросят при опоросі, але виявили вищу великоплідність, середньодобовий та абсолютний прирости, середню масу одного поросяти при відлученні та кращу збереженість поросят до відлучення.

Доведено, що за умов гібридизації помісні свиноматки перевершували тварин вихідної материнської форми лише за середньодобовими приростами, тоді як тварин батьківської форми вони переважали за багатоплідністю, кількістю поросят при відлученні, масою гнізда

при народженні та при відлученні і поступались їм за великоплідністю, інтенсивністю росту, масою одного поросяти при відлученні та збереженістю.

Виявлено, що при схрещуванні двох материнських порід виявився ефект фенотипового домінування майже за всіма показниками відтворювальної продуктивності і його рівень залежав від поєднання вихідних порід.

Доведено, що фактор породи чинив вірогідний вплив на кількість поросят при відлученні та масу гнізда відлучених поросят. Метод розведення свиней вірогідно впливав на масу одного поросяти при відлученні, масу їх гнізда в цей період та кількість поросят при відлученні. Взаємодія цих двох факторів мала вплив на збереженість поголів'я, на кількість поросят та масу гнізда поросят при відлученні.

REFERENCES

- Ahlschwede, W. T. & Johnson, R. K. (1988). EC88–217 Crossbreeding Systems for Commercial Pork Production. *Historical Materials from University of Nebraska–Lincoln Extension*, 4615. <http://digitalcommons.unl.edu/extensionhist/4615>
- Bates, R. O. (2020). Terminal and Rotaterminal Crossbreeding Systems for Pork Producers. *Agricultural: Swine Breeding*, G 2311, 1–4. <https://core.ac.uk/download/pdf/62787896.pdf>
- Berezovsky, N. D., Pochernyaev, F. K., & Korotkov, V. A. (1986). *Metodyka modelyrovanyia indeksiv dlia ispolzovanyia yikh v selektsyyi svynei* [Methodology of the model of index alignment for their use in pig breeding]. In *Metodi uluchshenyia protsessov selektsii, razvedenyia y vosproyvodstva svynei : metod. ukaz* [Methods of improving the processes of selection, breeding and reproduction of pigs: method. decree] (3–14).
- Bijma, P. & Bastiaansen, J. W. M. (2014). Standard error of the genetic correlation: how much data do we need to estimate a purebred–crossbred genetic correlation? *Genet. Sel. Evol.*, 4, 79. <https://doi.org/10.1186/s12711-014-0079-z>
- Bondoc, O. L., Isubol, J. F. & Chu, M. A. P. (2019). Heterosis in reproductive traits of landrace x large white crossbred sows from a local swine breeding farm in the Philippines. *Philipp. J. Vet. Anim. Sci.*, 45 (1), 1–10. <https://ovcre.uplb.edu.ph/journals-uplb/index.php/PJVAS/article/download/272/249>
- Bui, A. P. N., Tam, T. L. H., Phuong, P. T. & Linh, N. T. (2023). Overdominance in livestock breeding: examples and current status. *Adv. Life Sci.*, 10 (4), 525–529. <https://www.als-journal.com/articles/vol10issue4/1043.23/1338.pdf>
- Cassady, J. P., Young, L. D., & Leymaster, K. A. (2002). Heterosis and recombination effects on pig growth and carcass traits. *Journal of Animal Science*, 80 (9), 2286–2302. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12350006/>
- Christensen, O. F., Nielsen, B., Su, G., Xiang, T., Madsen, P., Ostensen, T., Velandar, I. & Strathe, A. B. (2019). A bivariate genomic model with additive, dominance and inbreeding depression effects for sire line and three-way crossbred pigs. *Genet. Sel. Evol.*, 51 (45), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0486-2>
- Clutter, A. C., Buchanan, D. S. & Luce, W. G. (2004). Evaluating Breeds of Swine for Crossbreeding Programs. *Division of Agricultural Sciences and Natural Resources*. Oklahoma State University, 3604, 1–4. https://shareok.org/bitstream/handle/11244/331360/oksa_ANSI-3604_2004-07.pdf?sequence=1
- Christians, C. J. & Johnson, R. K. (2000). Crossbreeding Programs for Commercial Pork Production. *Breeding & genetics*, 361, 1–6. https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/205239/361_31951D01927398Q.pdf?sequence=1
- Conlon, P. D. & Kennedy, B. W. (1978). A comparison of crossbred and purebred boars for semen and reproductive characteristics. *Canadian Journal of Animal Science*, 58 (1), 63–70. <https://doi.org/10.4141/cjas78-009>
- Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (Text with EEA relevance). *Official Journal of*

- the European Union*, L 276, 33–79. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:en:PDF>
- Dekkers, J. C. M. (2007). Marker-assisted selection for commercial crossbred performance. *J. Anim. Sci.*, 85, 2104–2114. <https://academic.oup.com/jas/article/85/9/2104/4778310>
- Esfandyari, H. (2016). *Genomic selection for crossbred performance* (PhD thesis). Aarhus University, Denmark and Wageningen University, the Netherlands. <https://edepot.wur.nl/369078>
- Farkas, J., Curik, I., Csató, L., Csörnyei, Z., Baumung, R. & Nagy, I. (2007). Bayesian inference of inbreeding effects on litter size and gestation length in Hungarian landrace and Hungarian large white pigs. *Livest. Sci.*, 112 (1–2), 109–114. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141307001795>
- Gowrimanokari, K. V., Thiagarajan, R., Venkataramanan, R. & Gopi, H. (2019). Effect of inbreeding on pre-weaning and sow performance traits in large white Yorkshire pigs. *Indian. J. Ani. Res.*, 53 (8), 997–1001. https://www.researchgate.net/publication/327746512_Effect_of_inbreeding_on_pre-weaning_and_sow_performance_traits_in_Large_White_Yorkshire_pigs
- Hill, W. G. (1982). Dominance and epistasis as components of heterosis. *Z. Tierzüchtg Züchtgsbiol.*, 99, 161–168. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1439-0388.1982.tb00375.x>
- Ibáñez-Escriche, N., Varona, L., Magallón, E. & Noguera, J. L. (2014). Crossbreeding effects on pig growth and carcass traits from two Iberian strains. *Animal.*, 8 (10), 1569–1576. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001712>
- Ibatulin, I. I. & Zhukorskyi, O. M. (2017). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnystvi* [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry]. Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Iversen, M. W., Nordbø, Ø. & Gjerlaug-Enger, E. (2019). Effects of heterozygosity on performance of purebred and crossbred pigs. *Genet. Sel. Evol.*, 51, 8. <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0450-1>
- Johnson, R. K. & Omtvedt, I. T. (1975). Maternal heterosis in swine: reproductive performance and dam productivity. *Faculty Papers and Publications in Animal Science*, 10. <https://digitalcommons.unl.edu/animalscifacpub/10>
- Kanis, E., Van Den Belt, H., Groen, A. F., Schakel, J. & De Greef, K. H. (2004). Breeding for improved welfare in pigs: a conceptual framework and its use in practice. *Animal Science*, 78, 315–329. <https://edepot.wur.nl/164819>
- Kim, Y. S., Cho, K.-H., Lee, M. J., Kim, J. A., Cho, E. S. & Hong, J. K. (2019). Effects of inbreeding depression on litter size of Korean native pig. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 20 (6), 514–520. <https://koreascience.kr/article/JAKO201922850163921.page>
- Koketsu, Y., Tani, S. & Iida, R. (2017). Factors for improving reproductive productivity of sows and herd productivity in industrial breeding herds. *Head of pig health care*, 3, 1. <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0049-7>
- Kramarenko, S. S., Luhovyi, S. I., Lykhach, A. V., & Kramarenko, O. S. (2019). *Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn : navchalnyi posibnyk* [Analysis of biometric data in animal breeding and selection: a study guide]. MNAU [In Ukrainian]. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/6208/1/Analiz%20biometrychnykh%20danykh%20u%20rozvelenni%20ta%20selektsii%20tvaryn.pdf>
- Krasota, T. V., Lobanov, V. T., & Dzhaparidze, T. G. (1990). *Razvedenie selskokhoziaistvennykh zhyvotnykh* [Breeding of farm animals]. Agropromizdat. <https://studfile.net/preview/5283595/page:20/>
- Kremez, M. I., Povod, M. G., Mykhalko, O. G., Trybrat, R. O., Kalynychenko, G. I., Onishenko, L. M., Kravchenko, O. O. & Karatieieva, O. I. (2022). *Vzaiemozviazok vidtvoriuvalnykh yakostei svynomatok ta syla vplyvu na nykh porody y metodu rozvedennia*

- [Relationship between the reproductive qualities of sows and the power of influence on the breed and method of breeding] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Animal Husbandry*, 48, 31–39. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2022.1.5>
- Kristensen, T. N. & Sørensen, A. C. (2005). Inbreeding – lessons from animal breeding, evolutionary biology and conservation genetics. *Animal Science.*, 80 (2), 121–133. <https://doi.org/10.1079/ASC41960121>
- Ladyka, V. I., Khmelnychiy, L. M. & Povod, M. G. (2023). *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva: pidruchnyk dlia aspirantiv* [Technology of production and processing of livestock products: a textbook for graduate students]. Oldi+. [In Ukrainian].
- Liu, Z., Deng, Y., Li, Q., Liu, B., Xia, Y., Du, Y., & He, N. (2012). Research of the incubation and hybridization instrument with vibration for nanoparticles. *J. Nanosci. Nanotechnol.*, 12 (11), 48–52. <https://doi.org/10.1166/jnn.2012.6623>
- Lopes, J. S., Rorato, P. R. N., Mello, C. B. F., de Freitas, M. S., Prestes, A. M., Garcia, D. A. & de Oliveira, M. M. (2019). Strategies to control inbreeding in a pig breeding program: a simulation study. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.49:07, e20180994. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20180994>
- Lutaaya, E., Misztal, I., Mabry, J. W., Short, T., Timm, H. H. & Holzbauer, R. (2001). Genetic parameter estimates from joint evaluation of purebreds and crossbreds in swine using the crossbred model. *J. Anim. Sci.*, 79, 3002–3007. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11811453/>
- Mykhalko, O. & Andrukhova, Yu. (2023). Produktyvniat svynei danskoi seleksii za riznykh metodiv rozvedennia ta sezonu zaplidsnennia [Productivity of pigs of Danish breeding under different methods of breeding and insemination season] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 4 (55), 18–29. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.4.3>
- Mykhalko, O. G. & Povod, M. G. (2019). Vidtvoriuvalni yakosti svynomatok danskoho ta frantsuzkoho pokhodzhennia v umovakh promyslovoho kompleksu [Reproductive qualities of sows of Danish and French origin in the conditions of an industrial complex] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 1–2 (36–37), 15–25. [In Ukrainian]. <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/8515/1/2.pdf>
- Mykhalko, O. G., Povod, M. G. & Andriichuk, V. F. (2021). Vplyv metodiv rozvedennia ta viku svynomatok danskoi seleksii na yikh produktyvniat [Influence of breeding methods and age of sows of Danish breeding on their productivity] *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn Instytutu tvarynnytstva NAAN – The Scientific and Technical Bulletin of Livestock farming institute of NAAS*, 125, 161–179. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2021-125-161-179>
- Noguera, J. L., Ibáñez-Escriche, N., Casellas, J., Rosas, J. P. & Varona, L. (2019). Genetic parameters and direct, maternal and heterosis effects on litter size in a diallel cross among three commercial varieties of Iberian pig. *Animal*, 13 (12), 2765–2772. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001125>
- Povod, M. G., Mykhalko, O. G. & Kremez, M. I. (2021). Vidtvoriuvalni yakosti svynomatok materynskykh ta batkivskoi linii [Reproductive qualities of sows of maternal and paternal lines] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 4 (47), 133–137. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.22>
- Radnóczy, L., Novozánszky, G., Baltay, M., Csóka, L., Eicher, J. & Fekete, B. (2017). *Ertés teljesítményvizsgáló kódex*. Budapest, 39. http://www.mfse.eu/modul/_files/k_dex_8_2017.pdf
- Reijns, M. A., Rabe, B., Rigby, R. E., Mill, P. & Astell, K. R. (2012). Enzymatic removal of ribonucleotides from DNA is essential for mammalian genome integrity and development. *Cell.*, 149 (5), 1008–1022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22579044/>

- Rogožarski, D., Bogičević, N., Vasiljević, T., Bojkovski, J. & Đurić, V. (2016). Reproductive Problems in Commercial Pig Farms. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 73 (1), 65–70. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-vm:11619>
- Sellier, P. (1976). The basis of crossbreeding in pigs; A review. *Livestock Production Science*, 3 (3), 203–226. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(76\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0301-6226(76)90016-6)
- Sjödín, M. (2018). *The effects of inbreeding on litter traits in Hampshire dams*. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Breeding and Genetics. Degree project, Uppsala. https://stud.epsilon.slu.se/13861/19/Sjodin_M_180611.pdf
- Sørensen, M. K., Norberg, E., Pedersen, J. & Christensen, L. G. (2008). Invited review: crossbreeding in dairy cattle: a danish perspective. *J. Dairy Sci.*, 91, 4116–4128. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1273>
- Tang, G. Q., Xue, J., Lian, M. J., Yang, R. F., Liu, T. F., Zeng, Z. Y., Jiang, A. A., Jiang, Y. Z., Zhu, L., Bai, L., Wang, Z. & Li, X. W. (2013). Inbreeding and genetic diversity in three imported Swine breeds in china using pedigree data. *Asian–Australasian journal of animal sciences*, 26 (6), 755–765. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12645>
- Thiengpimol, P., Tappreang, S. & Onarun, P. (2017). Reproductive Performance of Purebred and Crossbred Landrace and Large White Sows Raised under Thai Commercial Swine Herd. *Thammasat International Journal of Science and Technology*, 22 (2), 16–22. <https://doi.org/10.14456/tijsat.2017.13>
- Tsereniuk, A. N., Khvatov, A. I., Stryzhak, T. A. (2010). Otsinka efektyvnosti indeksiv materynskoj produktyvnosti svynei [Evaluation of the effectiveness of indices of maternal productivity of pigs] *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynystvo – Collection of scientific works of the Vinnytsia National Agrarian University. Animal husbandry*, 3 (42), 73–77. <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/6689.pdf> [In Ukrainian].
- Tsereniuk, O. M., Akimov, O. V., Chereuta, Yu. V. & Chalyi, O. I. (2017). Typ dominuvannia osnovnykh pokaznykiv vidtvornoj zdatnosti svynomatok pry poiednanni riznykh porid [The type of dominance of the main indicators of the reproductive capacity of sows when combining different breeds] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynystvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 5/1 (31), 173–176. [In Ukrainian]. [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vsna_tvar_2017_5\(1\)_35.pdf](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vsna_tvar_2017_5(1)_35.pdf)
- Vashchenko, O. V. (2016). Produktyvnist svynei pry chystoporodnomu rozvedeni ta skhreshchuvanni [Productivity of pigs during purebred breeding and crossbreeding] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal breeding and genetics*, 51, 34–41. [In Ukrainian]. https://digest.iabg.org.ua/selection/item/download/780_2a1ccc95b825474830af831139c5ce90
- Voitenko, S. L. (2018). Vplyv inbrydynhu riznykh stupeniv na zhyvu masu svynok ta yikh vlasnu produktyvnist [The effect of inbreeding of different degrees on the live weight of sows and their own productivity] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 93–96. [In Ukrainian]. <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2018/01/18.pdf>
- Voloshynov, V. V. & Povod, M. G. (2023). Produktyvni yakosti svynomatok datskoi ta kanadskoi selektsii v promyslovii tekhnologii [Productive qualities of sows of danish and canadian breeding in the industrial technology] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynystvo – Bulletin of Sumy National Agrarian University. Livestock*, (4), 3–9. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.4.1>
- Visscher, P., Pong-Wong, R., Whittemore, C. & Haley, C. (2000). Impact of biotechnology on (cross)breeding programmes in pigs, *Livestock Production Science*, 65 (1–2), 57–70. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00180-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00180-3)

- White, J. K., Gerdin, A. K., Karp, N. A., Ryder, E. & Buljan, M. (2013). Genome-wide generation and systematic phenotyping of knockout mice reveals new roles for many genes. *Cell.*, 154 (2), 452–464. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23870131/>
- Wu, X. L., & Zhao, S. (2021). Editorial: Advances in Genomics of Crossbred Farm Animals. *Frontiers in genetics*, 12, 709483. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.709483>
- Xiang, T., Christensen, O. F. & Vitezica, Z. G. (2016). Genomic evaluation by including dominance effects and inbreeding depression for purebred and crossbred performance with an application in pigs. *Genet. Sel. Evol.*, 48, 92. <https://doi.org/10.1186/s12711-016-0271-4>

Одержано редколегією 19.02.2024 р.

Прийнято до друку 25.06.24 р.