

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-a10320

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

UDC 636.2.034.082

Comparative analysis of milk productivity traits of Holstein cows sired by bulls from different countries of origin

O. V. Marenych, M. M. Romanovych, L. I. Muzyka, V. Ye. Bodnaruk, V. V. Mykytiuk✉

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

Article info

Received 07.07.2025

Received in revised form

11.08.2025

Accepted 12.08.2025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-098-781-58-94
E-mail: vitaliimykytiuk@ukr.net

Marenych, O. V., Romanovych, M. M., Muzyka, L. I., Bodnaruk, V. Ye., & Mykytiuk, V. V. (2025). Comparative analysis of milk productivity traits of Holstein cows sired by bulls from different countries of origin. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 27(103), 166–179. doi: 10.32718/nvlvet-a10320

An assessment of the effect of the countries of origin (CO) of bulls on the indicators of milk productivity of daughter cows during the first and higher lactations was carried out in the conditions of the breeding plant PLAE “Ukraine” of the Lutsk district of the Volyn region. The research material was data on zootechnical and breeding registration of cows, borrowed from the electronic information database of the DFMS “Intesel Orsek” as of September 2024. The CO of the sires was determined by the first two letters of the identification number, as well as the numbers of their fathers and mothers. Based on the CO of the breeding bull from the general population ($N = 1275$), experimental groups of cows were formed: the first (I) group – descendants of bulls of Canadian origin, the second (II) group – German, the third (III) group – Dutch, and the fourth (IV) group – American (USA) origin. Statistical data processing included a Student's t -test for independent and paired samples, Pearson's correlation coefficient, and a one-way ANOVA. A statistically significant effect of the CO of breeding bulls on the milk productivity of primiparous cows was established. The highest level of productivity in quantitative terms was demonstrated by the daughters of Dutch bulls, which significantly exceeded the indicators of the progeny of other groups: in milk yield by 320.0–419.3 kg ($P < 0.001$), in amount of milk fat by 12.1–16.4 kg ($P < 0.001$), and in amount of milk protein by 10.0–12.9 kg ($P < 0.001$). The results obtained partially contradict the data indicating the highest breeding value and transmission ability in American and Canadian bulls, but are consistent with the opinion of other scientists about the significant effect of the environment on the realization of the genetic potential of sires of different CO. During higher lactation, cows of all experimental groups had almost the same level of the milk productivity, which was confirmed by ANOVA. Daughters of Dutch bulls reached peak productivity at the earliest age (1.38), as evidenced by the smallest relative difference between lactations ($d = 6.7$ – 6.8% ; $P < 0.001$) and the highest repeatability ($RC = 0.664$ – 0.666 ; $P < 0.001$) of productive traits. This may indicate a potentially lower level of their productive longevity. Despite statistical significance (for the first lactation), the effect size of CO on the offspring is not large enough ($\eta^2 = 1.16$ – 1.27% ; $P < 0.001$) to be a key criterion in the selection of a breeding bull. The revealed advantage of the daughters of Dutch sires, in particular NL 520813625 N.Ubrox and NL 447860719 Shirley, allows us to recommend them for widespread use in this herd. Conducting similar studies in other regions using linear mixed models will allow a more accurate assessment of the effect of the bull's CO on the milk productivity of daughter cows, eliminating the effect of a number of genetic and exogenous factors. This will make it possible to develop more accurate and effective recommendations for domestic breeders, which can be implemented in various farms in Ukraine.

Keywords: country of origin of sire, Holstein cows, origin of bulls, milk productivity, effect of sires, primiparous cows, milk yield, milk fat, milk protein, effect size.

Порівняльний аналіз ознак молочної продуктивності корів голштинської породи отриманих від бугаїв-плідників різної селекції

О. В. Маренич, М. М. Романович, Л. І. Музика, В. Є. Боднарук, В. В. Микитюк[✉]

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

Проведено оцінку впливу країни селекції (КС) бугаїв-плідників на показники молочної продуктивності корів-дочок за першу та другу лактації в умовах племінного заводу ПОСП "Україна" Луцького району Волинської області. Матеріалом дослідження були дані зоотехнічного й племінного обліку корів, запозичені з електронної інформаційної бази СУМС "Інтесел Орсек" станом на вересень 2024 року. КС плідників визначали за першими двома літерами ідентифікаційного номера, а також номерами їхніх батьків та матерів. Базуючись на КС бугая-плідника із генеральної сукупності ($N = 1275$) було сформовано піддослідні групи корів: перша (I) група – нащадки бугаїв канадської селекції, друга (II) група – німецької, третя (III) група – нідерландської та четверта (IV) група – американської (США) селекції. Статистична обробка даних включала: t -критерій Стьюдента для незалежних та парних вибірок, коефіцієнт кореляції Пірсона та однофакторний дисперсійний аналіз. Встановлено статистично значущий вплив КС бугаїв-плідників на молочну продуктивність корів-первісток. Найвищий рівень продуктивності за кількісними ознаками продемонстрували дочки нідерландських бугаїв, що істотно перевищило показники нащадків інших груп: за надоєм на 320,0–419,3 кг ($P < 0,001$), за виходом молочного жиру на 12,1–16,4 кг ($P < 0,001$) та за виходом молочного білка на 10,0–12,9 кг ($P < 0,001$). Отримані результати частково суперечать даним, що відзначають найвищу племінну цінність та передавальну здатність у американських та канадських бугаїв, але узгоджуються з думкою інших науковців про значний вплив середовища на реалізацію генетичного потенціалу бугаїв-плідників різної селекції. За другу лактацію корови всіх піддослідних груп мали майже однаковий рівень продуктивності, що підтверджено дисперсійним аналізом. Дочки нідерландських бугаїв досягли пікової продуктивності в найбільш ранньому віці (1,38), що засвідчено найменшою відносною різницею між лактаціями ($d = 6,7\text{--}6,8\%$; $P < 0,001$) та найвищою повторюваністю ($r_w = 0,664\text{--}0,666$; $P < 0,001$) продуктивних ознак. Це може вказувати на потенційно нижчий рівень їх продуктивного дозголіття. Попри статистичну значущість (за першу лактацію), сила впливу КС на потомство є недостатньо великою ($\eta^2 = 1,16\text{--}1,27\%$; $P < 0,001$), щоб бути ключовим критерієм у виборі бугая-плідника. Виявлена перевага дочок нідерландських плідників, зокрема NL 520813625 Н.Убркса та NL 447860719 Шірлі, дозволяє рекомендувати їх для широкого використання в даному стаді. Проведення аналогічних досліджень в інших регіонах із застосуванням змішаних лінійних моделей дозволить точніше оцінити вплив КС бугая на молочну продуктивність корів-дочок, нівелюючи вплив низки генетичних та екзогенних чинників. Це дасть змогу розробити точніші та ефективніші рекомендації для вітчизняних селекціонерів, які можна буде впроваджувати в різних господарствах України.

Ключові слова: країна походження батька, голштинська порода, бугаї-плідники, молочна продуктивність, вплив плідника, корови-дочки, надій молока, молочний жир, молочний білок, сила впливу.

Вступ

Скотарство є однією з ключових галузей агропромислового комплексу України, що відіграє вирішальну роль у забезпеченні населення високоякісними продуктами харчування та формуванні економічного потенціалу країни. З-поміж усіх напрямів молочне скотарство посідає особливе місце, оскільки молочна продукція є невід'ємною частиною раціону людини. Сучасні тенденції розвитку галузі спрямовані на інтенсифікацію виробництва, що вимагає постійного вдосконалення методів розведення та селекції великої рогатої худоби (ВРХ). Важливою складовою цього процесу є використання елітних бугаїв-плідників, генетичний потенціал яких визначає продуктивні якості майбутніх поколінь (Mrode et al., 2019; Fedorovych et al., 2021; Eifeel et al., 2022; Muzyka et al., 2022; Pochukalin et al., 2022; Hussein et al., 2025; Matvieiev et al., 2025).

Голштинська порода ВРХ є однією з найпоширеніших та найпродуктивніших молочних порід у світі, завдяки високій молочній продуктивності, швидкому росту та ефективній конверсії корму (Polupan et al., 2024; Kostenko et al., 2025; Vechorka et al., 2025). Проте, бугаї-плідники голштинської породи, що походять з різних країн селекції (КС), можуть відрізнятися за племінною цінністю та здатністю стійко передавати спадкову інформацію своєму потомству, тобто препо-тентністю. Це обумовлено відмінностями у селекцій-

них програмах, умовами годівлі, догляду та утримання, а також станом довілля. Відтак, успішне використання імпортованих генетичних ресурсів вимагає глибокого розуміння успадкованості продуктивних ознак потомством та його адаптаційної здатності, оскільки це визначає подальший генетичний прогрес стада (Fikse & Banos, 2001; Voitenko & Sydorenko, 2020; Bashchenko et al., 2021; Polupan & Bezrutchenko, 2022; Mykytiuk et al., 2024; Kochuk-Yashchenko et al., 2024).

В Україні, як і в багатьох інших країнах, для інтенсифікації селекційного процесу активно використовують сперму високоцінних бугаїв-поліпшувачів різних КС, переважно із США, Канади, Німеччини, Данії, Франції та Нідерландів. Однак, питання ефективності реалізації їхнього генетичного потенціалу в умовах конкретних господарств залишається недостатньо вивченим. Більшість попередніх досліджень зосереджувалися на загальному порівнянні корів-дочок окремих плідників та інших генеалогічних факторів, тоді як системний аналіз впливу саме КС є досить обмеженим (Fyl et al., 2019; Ivanov et al., 2021; Polupan et al., 2021; Mykytiuk et al., 2023; Cherniak, 2024; Pavlenko & Kompanets, 2024; Biriukova et al., 2025).

Наявність статистично значущого впливу КС бугая-плідника на формування господарськи цінних ознак у їхніх нащадків підтверджено як вітчизняними, так і закордонними дослідженнями. Зокрема, Kuziv et

al. (2022) встановили, що КС бугаїв справляла найсуттєвіший вплив на динаміку росту живої маси телиць та на формування молочної продуктивності корів-первісток. Так, дочки німецьких плідників відзначились найвищими надоями та виходом молочного жиру, тоді як нащадки бугаїв нідерландської селекції – найнижчою живою масою, водночас із найменшим віком першого отелу та найкоротшим сервіс-періодом. Аналогічного висновку дійшли Fedorovych et al. (2025), де КС батька мала суттєвий вплив на ріст живої маси телиць у різні періоди їх вирощування. Дослідження Babik et al. (2017) засвідчило, що КС бугая-плідника істотно впливала на продуктивне довголіття голштинських корів. Оскільки тварини, які походили від бугаїв угорської та канадської селекції, характеризувались відчутно довшою тривалістю продуктивного використання, у порівнянні з дочками плідників інших селекцій.

Результати досліджень, проведених у США, Польщі, Греції, Бразилії, Мексиці, Ефіопії, Кенії та інших країнах, також свідчать про значну варіабельність селекційних ознак у потомства бугаїв-плідників різної селекції (Weigel, 1996; Maia et al., 2005; García-Ruiz et al., 2015; Czubska-Stączek et al., 2016; 2016a; Roessler, 2019). Дослідники повідомляють, що бугаї з Канади та США частіше передають своїм дочкам високий потенціал надою, тоді як плідники європейських селекцій забезпечують вищий вміст жиру та білка в молоці (Majewska et al., 2003; Tsiokos et al., 2009; Muasya et al., 2014; Ayalew et al., 2015; Sullivan et al., 2022). Як зазначають закордонні автори, міжпопуляційні відмінності у племінних ресурсах голштинської породи є значними та потребують ретельного аналізу для оптимізації селекційних програм, що дозволить підтримувати необхідний рівень мінливості ознак, яка є запорукою успішної селекційної роботи (Moussavi & Mesgaran, 2009; Nicolazzi et al., 2011; Gnyp, 2012; Pytlewski et al., 2019; Värvi et al., 2024).

Таким чином, необхідно здійснювати періодичний моніторинг впливу бугаїв-плідників та їхньої КС на фенотип корів-дочок з метою розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо прискорення генетичного прогресу та максимізації молочної продуктивності дійного стада в умовах конкретного господарства.

Мета дослідження

Мета дослідження – оцінити вплив країни селекції батька на комплекс ознак молочної продуктивності корів-дочок, щоб виявити тенденції для подальшої розробки стратегій добору бугаїв-плідників, спрямованих на оптимізацію селекційно-племінної роботи та пришвидшення темпів генетичного прогресу молочного стада в господарстві.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на високопродуктивному стаді племінного заводу – ПОСП “Україна”, що знаходиться в селі Вільхівка Луцького району Волинської області.

Об’єкт дослідження – молочна продуктивність чистопородних корів голштинської породи, отриманих від бугаїв-плідників різного походження (селекції). У досліджуваних корів вивчали показники молочної продуктивності за 305 днів першої та вищої лактації, такі як: надій молока (кг), вміст жиру й білка в молоці (%), а також кількість молочного жиру та молочної білка (кг).

Матеріал дослідження – дані зоотехнічного й племінного обліку корів, взяті із електронної інформаційної бази – СУМС “Інтесел Орсек” станом на вересень 2024 року.

Умови утримання дослідного стада. Піддослідне поголів’я утримували в приміщеннях безприв’язно-боксовим способом, з однаковим мікрокліматом та умовами догляду. Годівлю корів проводили за раціонами, які повністю забезпечували їх усіма необхідними елементами живлення. Роздачу кормів здійснювали на кормові столи, двічі на добу за допомогою мобільного міксер-кормороздавача – Reeson Viga Topliner Mammoet Future вертикального типу з об’ємом бункера – 27 м³. Напували тварин автоматичними, груповими напувалками м’ячикового типу – Miraco BigSpring 6000/6001, об’ємом – 230 літрів із функцією підігріву води. Доїння корів проводилось у доїльному залі – “Cascade” паралельного типу, відомого виробника – “DeLaval” на 72 місця, виробничою потужністю 300 голів/годину із системою комп’ютерної ідентифікації тварин. Для осіменіння корів використовували сперму чистопородних, елітних голштинських плідників, в основному канадської, німецької, нідерландської та американської селекцій. Штучне осіменіння корів та телиць проводили ректорцєвкальною способом.

Групування тварин. Формування піддослідних груп корів проводили за КС їхніх батьків – бугаїв-плідників. Походження бугая визначали за першими двома літерами його ідентифікаційного номера, при цьому обов’язковою умовою була ідентичність КС самого плідника до КС його батька та матері. Базуючись на КС бугаїв-плідників було сформовано чотири експериментальні групи корів: перша (I) – нащадки бугаїв канадської селекції, друга (II) – німецької, третя (III) – нідерландської та четверта (IV) – американської (США) селекції. Додатково було створено 16 підгруп, які склалися з корів-напівсестер за батьком (нащадків окремих плідників); середня чисельність кожної такої підгрупи становила близько 80 голів. Відповідно, до кожної досліджуваної групи увійшло по чотири підгрупи корів-напівсестер.

Методи дослідження. Дослідження проводили шляхом ретроспективного аналізу даних молочної продуктивності корів. Порівняння здійснювали як між основними експериментальними групами корів, так і між підгрупами – у межах кожної групи окремо. Оцінювали повторюваність ознак молочної продуктивності між першою та вищою лактаціями у кожній піддослідній групі та по вибірці в цілому. Додатково визначали відносну різницю (%) в досліджуваних показниках між цими лактаціями. Крім цього, вивчали вплив на молочну продуктивність корів таких організованих факторів:

- країна селекції батька (бугая-плідника);
- бугай-плідник (загальний вплив батька);
- батько (у межах окремої досліджуваної селекції).

Для кожного чинника визначали частку його впливу (η^2 і ω^2) на ознаки молочної продуктивності, а для факторів, пов'язаних безпосередньо з батьком, обчислювали також коефіцієнти успадкованості (h^2) цих ознак. Силу впливу організованих факторів визначали за В. Л. Хейсом (Hays, 1963), а також через співвідношення факторіальної суми квадратів відхилень до загальної. Коефіцієнт успадкованості розраховували за методикою Д. С. Фалконера (Falconer, 1989).

Статистичний аналіз даних. Перевірку експериментальних даних на відповідність нормальному розподілу проводили за допомогою тестів Колмогорова-Смірнова та Шапіро-Вілка, а на однорідність дисперсій – за допомогою тесту Левене (Levene's test). Загалом, гіпотеза про нормальність розподілу вибірки, груп та підгруп за переважною більшістю досліджуваних ознак не була відхилена, як і гіпотеза про однорідність дисперсій, що надало підставу для застосування методів параметричної статистики.

Вірогідність розбіжностей середніх значень показників молочної продуктивності між досліджуваними групами та підгрупами (в межах кожної групи) оцінювали за допомогою t-критерію Стьюдента для незалежних вибірок. Коефіцієнт повторюваності продуктивних ознак між першою та вищою лактаціями визначали методом кореляції Пірсона. Статистичну значущість різниць у показниках молочної продуктивності між вище зазначеними лактаціями встановлювали з використанням t-критерію Стьюдента для залежних (парних) вибірок. Загальний вплив організованих факторів на молочну продуктивність корів визначали методом однофакторного дисперсійного аналізу (One-Way ANOVA), а на його основі обчислювали частки впливу та коефіцієнт успадкованості.

Статистичну обробку даних та інші математичні розрахунки здійснювали у середовищі комп'ютерної програми "Statistica 14.2.0" (TIBCO Software Inc., USA). Результати проведених статистичних тестів вважали вірогідними при першому рівні статистичної значущості ($P < 0,05$). Кінцеві результати статистичного аналізу представлено у вигляді таблиць та лінійчатих діаграм.

Результати

В ході дослідження встановлено, що найвищими показниками молочної продуктивності в першу лактацію за всіма ознаками відзначились корови-дочки нідерландських плідників, а найнижчими – дочки бугаїв німецької селекції (табл. 1). Водночас, масова частка білка в молоці дочок плідників III групи була меншою, ніж в інших групах ($3,22 \pm 0,002\%$), однак його кількість була найбільшою ($272,6 \pm 1,95$ кг). Порівняльний аналіз показав, що різниця (d) між нащадками нідерландських бугаїв та тваринами інших досліджуваних селекцій була статистично значущою та коливалась у межах: $320,0\text{--}419,3$ кг ($t_d = 3,85\text{--}5,03$;

$P < 0,001$) – за надоем; $0,012$ ($t_d = 2,62$; $P < 0,01$) – за вмістом жиру в молоці; $12,1\text{--}16,4$ кг ($t_d = 3,78\text{--}5,13$; $P < 0,001$) – за молочним жиром; $0,006$ ($t_d = 2,04$; $P < 0,05$) – за вмістом білка в молоці та $10,0\text{--}12,9$ кг ($t_d = 3,72\text{--}4,76$; $P < 0,001$) – за молочним білком. Проте, значимих відмінностей між іншими експериментальними селекціями не виявлено, за винятком масової частки жиру між I – IV ($d = 0,014$; $t_d = 3,02$; $P < 0,01$) та II – IV ($d = 0,016$; $t_d = 3,38$; $P < 0,001$) групами.

Серед підгруп корів-первісток батьків канадської селекції найвищою продуктивністю відзначились дочки плідника SA 105331813 К.Лавмана Ет за більшістю досліджуваних ознак (окрім вмісту білка в молоці). На противагу цьому, дочки-напівсисби бугая SA 9324236 К.Бонайра Ет виявились найменш ефективними, поступаючи усім іншим підгрупам за більшістю ознак молочної продуктивності. Відтак, різниця кількісних продуктивних ознак була статистично значимою між усіма субгрупами корів-напівсестер, і становила: $352,6\text{--}1417,9$ кг ($t_d = 2,26\text{--}10,24$; $P < 0,05\text{--}0,001$) – за валовим надоем; $13,9\text{--}56,1$ кг ($t_d = 2,35\text{--}10,61$; $P < 0,05\text{--}0,001$) – за кількістю молочного жиру та $11,0\text{--}45,3$ кг ($t_d = 2,18\text{--}10,05$; $P < 0,05\text{--}0,001$) – за кількістю молочного білка. Водночас, за вмістом жиру в молоці різниця була вірогідною лиш між I – II ($d = 0,018$; $t_d = 2,17$; $P < 0,05$) та II – III ($d = 0,024$; $t_d = 2,75$; $P < 0,01$) підгрупами, а за вмістом білка – невірогідною між всіма субгрупами дочок канадських бугаїв-плідників.

Корови-дочки плідників DE 1401822731 Джаміра Ет і DE 580694289 Шейка мали значну перевагу в продуктивності перед нащадками бугаїв DE 1401845327 Марлона та DE 1270523452 Стерлінга за більшістю досліджуваних ознак, таких як: надій за 305 днів лактації ($d = 428,2\text{--}499,5$; $t_d = 2,59\text{--}3,26$; $P < 0,05\text{--}0,01$), вихід молочного жиру ($d = 16,3\text{--}20,0$; $t_d = 2,62\text{--}3,36$; $P < 0,01\text{--}0,001$) та молочного білка ($d = 14,2\text{--}16,8$; $t_d = 2,61\text{--}3,42$; $P < 0,01\text{--}0,001$). Однак, за вмістом жиру в молоці суттєвих відмінностей між піддослідними субгрупами в межах німецької селекції не виявлено, як і між I – IV та II – III підгрупами – за всіма ознаками, окрім вмісту білка в молоці між II – III ($d = 0,020$; $t_d = 3,58$; $P < 0,001$).

Дочки нідерландських бугаїв-плідників загалом продемонстрували досить високий рівень молочної продуктивності порівняно із напівсисбами плідників з інших КС. Найвищі значення досліджуваних ознак зафіксовано у дочок-первісток бугая NL 520813625 Н.Уброкса. Примітно, що між нащадками бугаїв I – II та II – III підгруп, суттєвої різниці в продуктивності не виявлено, тоді як між дочками плідників I – III підгруп спостерігались значимі відмінності, за надоем молока ($d = 325,9$; $t_d = 2,02$; $P < 0,05$) та кількістю молочного жиру ($d = 12,6$; $t_d = 2,01$; $P < 0,05$). Втім, корови-первістки плідника NL 498285134 Інсуренса суттєво поступались за продуктивністю дочкам трьох попередніх на: $741,6\text{--}1067,5$ кг ($t_d = 4,25\text{--}6,55$; $P < 0,001$) – за надоем; $28,1\text{--}40,7$ кг ($t_d = 4,20\text{--}6,46$; $P < 0,001$) – за молочним жиром та $24,3\text{--}34,5$ кг ($t_d = 4,32\text{--}6,56$; $P < 0,001$) – за молочним білком. За вмістом жиру та білка в молоці значимої різниці між експериментальними групами не встановлено.

Таблиця 1

Молочна продуктивність корів за першу лактацію залежно від країни походження їх батька, М ± SE

Ідентифікаційний номер та кличка бугая-плідника	N	Показники молочної продуктивності корів-дочок				
		надій за 305 днів, кг	вміст жиру в молоці, %	молочний жир, кг	вміст білка в молоці, %	молочний білок, кг
<i>I група бугаїв-плідників за КС (Канада)</i>						
CA 9324236 К.Бонайр Ет	86	7448 ± 104,6 ³	3,83 ± 0,006 ¹	285,2 ± 3,94 ³	3,23 ± 0,003	240,5 ± 3,42 ³
CA 105331813 К.Лавман Ет	82	8866 ± 90,8	3,85 ± 0,006	341,3 ± 3,53	3,22 ± 0,003	285,9 ± 2,93
CA 7866458 М.С.Сіріус Ет	83	8459 ± 106,3 ²	3,82 ± 0,006 ²	323,7 ± 4,19 ²	3,23 ± 0,004	272,9 ± 3,44 ²
CA 7925727 С.Букстар Ет	79	7801 ± 115,7 ³	3,83 ± 0,006	299,1 ± 4,42 ³	3,22 ± 0,004	251,5 ± 3,72 ³
<i>В середньому по групі</i>	330	8141 ± 57,0 ³	3,83 ± 0,003 ²	312,2 ± 2,20 ³	3,23 ± 0,002	262,6 ± 1,84 ³
<i>II група бугаїв-плідників за КС (Німеччина)</i>						
DE 1401845327 Марлон	76	7787 ± 105,1 ²	3,83 ± 0,006	298,2 ± 4,04 ³	3,22 ± 0,004 ³	251,0 ± 3,39 ³
DE 1401822731 Джамір Ет	81	8260 ± 109,3	3,83 ± 0,007	316,2 ± 4,12	3,24 ± 0,004	267,8 ± 3,55
DE 580694289 Шейк	78	8286 ± 111,4	3,84 ± 0,007	318,2 ± 4,37	3,22 ± 0,004 ³	267,2 ± 3,66
DE 1270523452 Стерлінг	82	7831 ± 124,4 ²	3,83 ± 0,006	299,9 ± 4,67 ²	3,23 ± 0,004 ¹	252,9 ± 4,03 ²
<i>В середньому по групі</i>	317	8042 ± 57,4 ³	3,83 ± 0,003 ²	308,1 ± 2,19 ³	3,23 ± 0,002	259,8 ± 1,87 ³
<i>III група бугаїв-плідників за КС (Нідерланди)</i>						
NL 520813625 Н.Уброкс	76	8880 ± 105,3	3,84 ± 0,007	340,7 ± 4,14	3,22 ± 0,004	286,2 ± 3,41
NL 388965513 Ф.Г.Сновмен	75	8613 ± 110,1	3,83 ± 0,007	330,1 ± 4,23	3,22 ± 0,004	277,1 ± 3,54
NL 447860719 Ширлі	78	8555 ± 122,4 ¹	3,84 ± 0,007	328,1 ± 4,70 ¹	3,23 ± 0,004	276,0 ± 3,94
NL 498285134 Інсуренс	77	7813 ± 124,3 ³	3,84 ± 0,007	299,9 ± 4,76 ³	3,22 ± 0,004	251,7 ± 4,01 ³
<i>В середньому по групі</i>	306	8461 ± 60,5	3,84 ± 0,003 ³	324,6 ± 2,33	3,22 ± 0,002 ¹	272,6 ± 1,95
<i>IV група бугаїв-плідників за КС (США)</i>						
US 138399058 Д.Бенефіт	82	8243 ± 120,7 ²	3,85 ± 0,007	317,2 ± 4,64 ²	3,22 ± 0,004	265,8 ± 3,88 ²
US 65968729 Б.Алден Ет	78	8716 ± 108,9	3,83 ± 0,007 ¹	334,2 ± 4,25	3,23 ± 0,004	281,1 ± 3,52
US 137430820 В.Д.Герман Ет	79	7672 ± 112,8 ³	3,85 ± 0,007	295,6 ± 4,37 ³	3,23 ± 0,004	248,0 ± 3,65 ³
US 65602043 В.Айрборн Ет	82	7859 ± 94,4 ³	3,86 ± 0,006	303,1 ± 3,64 ³	3,23 ± 0,004	253,7 ± 3,05 ³
<i>В середньому по групі</i>	322	8119 ± 57,2 ³	3,85 ± 0,003	312,4 ± 2,21 ³	3,23 ± 0,002	262,0 ± 1,84 ³
<i>В середньому по вибірці</i>	1275	8187 ± 29,2	3,84 ± 0,002	314,2 ± 1,12	3,23 ± 0,001	264,1 ± 0,94

Примітки: N – кількість дійсних спостережень; М – середнє значення; SE – стандартна помилка; Ет – ембріотрансплантант; У цій та наступній таблиці вірогідність різниці між піддослідними групами та підгрупами (в межах групи) вказана при порівнянні до найвищого значення ознаки (¹ – P < 0,05; ² – P < 0,01; ³ – P < 0,001).

Серед американських бугаїв-плідників слід відзначити *US 65968729 Б.Алдена Ет* – як найбільш перспективного поліпшувача та *US 137430820 В.Д.Германа Ет* – як найменш перспективного (в межах даної селекції). Порівняльний аналіз між субгрупами досліджуваних корів показав, що за валовим надоем молока ($d = 383,9-1043,4$; $t_d = 2,50-6,65$; $P < 0,05-0,001$), виходом жиру ($d = 14,1-38,6$; $t_d = 2,39-6,33$; $P < 0,05-0,001$) та білка ($d = 12,1-33,1$; $t_d = 2,45-6,53$; $P < 0,05-0,001$) різниця була статистично значущою між майже усіма підгрупами, за винятком III – IV. Проте, між продуктивними ознаками дочок *US 137430820 В.Д.Германа Ет* та *US 65602043 В.Айрборна Ет* – вірогідної різниці не виявлено, як і за вмістом молочного жиру та молочного білка – між усіма піддослідними субгрупами.

Дослідження коефіцієнтів мінливості ознак молочної продуктивності корів-первісток показало, що

найнижчою мінливістю більшості показників (окрім вмісту жиру в молоці) характеризуються нащадки нідерландських плідників – 1,4–16,8 % (рис. 1). Водночас, у корів-дочок канадських та німецьких плідників зафіксовано трохи вищі показники мінливості селекційних ознак ($C_v = 1,4-17,2$ %) у порівнянні з I та III групами.

Найнижчими коефіцієнтами варіації продуктивних ознак у корів-напівсестер відзначились наступні бугаї-плідники: *CA 105331813 К.Лавман Ет*; ($C_v = 1,3-12,6$ %) *DE 1401845327 Марлон*; ($C_v = 1,3-15,9$ %) *NL 520813625 Н.Уброкс* ($C_v = 1,4-14,0$ %) та *US 65602043 В.Айрборн Ет*. ($C_v = 1,4-14,6$ %). Найнижчий рівень варіації досліджуваних ознак у стаді був зафіксований у дочок *CA 105331813 К.Лавмана Ет* – канадського плідника, а найвищий у *DE 1270523452 Стерлінга* ($C_v = 1,4-19,4$ %) – бугая з Німеччини.

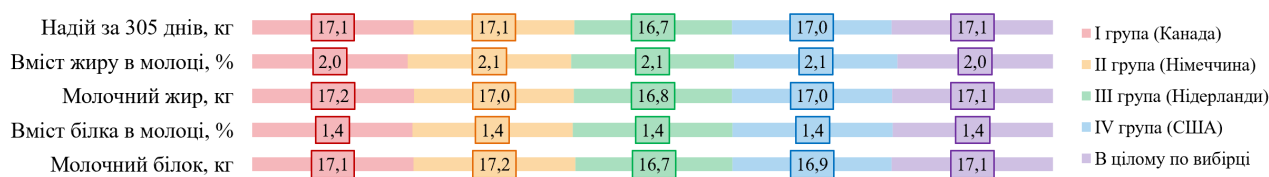


Рис. 1. Відносна мінливість (C_v) ознак молочної продуктивності корів-первісток залежно від країни походження їх батька, %

Із результатів дослідження показників молочної продуктивності корів-дочок за вищу лактацію стало відомо, що дочки німецьких плідників відзначились найвищим ступенем їх прояву, тоді як найнижчими вони виявились у нащадків американських бугаїв-плідників (табл. 2). Варто зазначити, що різниця між вище зазначеними групами була значимою тільки за кількісними ознаками, такими як: надій молока ($d = 169,9$; $t_d = 2,42$; $P < 0,05$), вихід молочного жиру ($d = 6,3$; $t_d = 2,33$; $P < 0,05$) та молочного білка ($d = 6,0$; $t_d = 2,62$; $P < 0,01$). Крім того, невелику різницю зафіксовано між тваринами II – III груп, але тільки за кількістю молочного жиру ($d = 6,2$; $t_d = 2,14$; $P < 0,05$) та молочного білка ($d = 5,5$; $t_d = 2,24$; $P < 0,05$). Однак, різниця між іншими досліджуваними селекціями (за більшістю ознак) була незначною та невірогідною, за винятком масової частки жиру ($d = 0,009-0,012$; $t_d = 1,97-2,52$; $P < 0,05$) та білка ($d = 0,006-0,011$; $t_d = 2,09-4,03$; $P < 0,05-0,001$) в молоці, між I – III, II – III та III – IV групами піддослідних корів. Цікаво, що

нащадки канадських плідників (I група) посіли проміжну позицію між дочками німецьких бугаїв (II група) та інших селекцій, оскільки суттєвої різниці з ними не виявлено.

Серед підгруп корів-напівсисів німецьких плідників найвищі значення продуктивних ознак продемонстрували дочки бугая DE 1401822731 Джаміра Ет, а найменші – нащадки DE 1401845327 Марлона. Так, різниця в продуктивності дочок DE 1401822731 Джаміра Ет і DE 1401845327 Марлона та DE 1270523452 Стерлінга й DE 1401845327 Марлона складає: 522,5 ($t_d = 3,51$; $P < 0,001$) і 470,5 кг ($t_d = 3,05$; $P < 0,01$) – за надоем молока; 19,8 ($t_d = 3,45$; $P < 0,001$) і 16,8 кг ($t_d = 2,81$; $P < 0,01$) – за молочним жиром та 18,0 ($t_d = 3,70$; $P < 0,001$) і 15,2 кг ($t_d = 3,01$; $P < 0,01$) – за молочним білком. Статистично значуща різниця спостерігалась також і за вмістом молочного білка в молоці, але тільки між I – II, II – III й II – IV ($d = 0,012-0,013$; $t_d = 2,21-2,55$; $P < 0,05$) субгрупами дочок-напівсисів.

Таблиця 2

Молочна продуктивність корів за вищу лактацію залежно від країни походження їх батька, $M \pm SE$

Ідентифікаційний номер та кличка бугая-плідника	N	Показники молочної продуктивності корів-дочок				
		надій за 305 днів, кг	вміст жиру в молоці, %	молочний жир, кг	вміст білка в молоці, %	молочний білок, кг
<i>I група бугаїв-плідників за КС (Канада)</i>						
CA 9324236 К.Бонайр Ет	86	9240 ± 99,5	3,85 ± 0,006	356,0 ± 3,94	3,23 ± 0,004	298,5 ± 3,29
CA 105331813 К.Лавман Ет	82	9015 ± 91,6	3,85 ± 0,006	346,8 ± 3,52	3,22 ± 0,003	290,5 ± 2,94
CA 7866458 М.С.Сіріус Ет	83	9060 ± 94,7	3,84 ± 0,007	348,1 ± 3,76	3,22 ± 0,004	292,2 ± 3,11
CA 7925727 С.Букстар Ет	79	9117 ± 103,8	3,85 ± 0,007	350,7 ± 4,07	3,22 ± 0,004	294,0 ± 3,39
<i>В середньому по групі</i>	330	9109 ± 48,9	3,85 ± 0,003	350,5 ± 1,92	3,23 ± 0,002	293,9 ± 1,60
<i>II група бугаїв-плідників за КС (Німеччина)</i>						
DE 1401845327 Марлон	76	8845 ± 110,1 ³	3,85 ± 0,007	340,6 ± 4,31 ³	3,23 ± 0,004 ¹	285,6 ± 3,59 ³
DE 1401822731 Джаміра Ет	81	9368 ± 100,5	3,85 ± 0,007	360,4 ± 3,79	3,24 ± 0,004	303,5 ± 3,27
DE 580694289 Шейк	78	9136 ± 99,1	3,85 ± 0,007	351,9 ± 3,85	3,23 ± 0,004 ¹	294,9 ± 3,24
DE 1270523452 Стерлінг	82	9316 ± 107,8	3,84 ± 0,007	357,4 ± 4,15	3,23 ± 0,004 ¹	300,7 ± 3,53
<i>В середньому по групі</i>	317	9171 ± 52,9	3,85 ± 0,003	352,8 ± 2,04	3,23 ± 0,002	296,3 ± 1,73
<i>III група бугаїв-плідників за КС (Нідерланди)</i>						
NL 520813625 Н.Уброкс	76	9298 ± 90,5	3,84 ± 0,007	356,9 ± 3,56	3,22 ± 0,004	299,3 ± 2,95
NL 388965513 Ф.Г.Сновмен	75	8804 ± 104,1 ³	3,84 ± 0,007	337,8 ± 4,03 ³	3,22 ± 0,004	283,3 ± 3,37 ³
NL 447860719 Ширлі	78	9301 ± 101,7	3,84 ± 0,007	356,8 ± 3,87	3,23 ± 0,004	299,9 ± 3,30
NL 498285134 Інсуренс	77	8731 ± 114,9 ³	3,84 ± 0,007	334,9 ± 4,42 ³	3,22 ± 0,004	280,9 ± 3,72 ³
<i>В середньому по групі</i>	306	9034 ± 53,0	3,84 ± 0,003 ¹	346,6 ± 2,04 ¹	3,22 ± 0,002 ¹	290,9 ± 1,72 ¹
<i>IV група бугаїв-плідників за КС (США)</i>						
US 138399058 Д.Бенефіт	82	8965 ± 88,2	3,85 ± 0,007	345,2 ± 3,42	3,23 ± 0,004	289,2 ± 2,85
US 65968729 Б.Алден Ет	78	9035 ± 98,1	3,84 ± 0,007	347,3 ± 3,80	3,22 ± 0,004	291,3 ± 3,18
US 137430820 В.Д.Герман Ет	79	8988 ± 82,9	3,85 ± 0,007	346,1 ± 3,23	3,23 ± 0,005	290,2 ± 2,71
US 65602043 В.Айрборн Ет	82	9019 ± 97,4	3,85 ± 0,007	347,3 ± 3,77	3,22 ± 0,004	290,8 ± 3,14
<i>В середньому по групі</i>	322	9002 ± 46,0 ¹	3,85 ± 0,003	346,5 ± 1,78 ¹	3,23 ± 0,002	290,4 ± 1,49 ²
<i>В середньому по вибірці</i>	1275	9079 ± 25,1	3,84 ± 0,002	349,1 ± 0,97	3,23 ± 0,001	292,9 ± 0,82

Корови-дочки нідерландських бугаїв – NL 447860719 Ширлі та NL 520813625 Н.Уброкса суттєво переважали нащадків плідників NL 388965513 Ф.Г.Сновмена та NL 498285134 Інсуренса за комплексом ознак молочної продуктивності, а саме: на 494,0–570,1 кг ($t_d = 3,41-3,88$; $P < 0,001$) – за надоем молока; на 19,0–22,0 кг ($t_d = 3,40-3,89$; $P < 0,001$) – за молочним жиром та 16,0–19,0 кг ($t_d = 3,52-3,87$; $P < 0,001$) – за молочним білком. Суттєвих відмінностей у показниках молочної продуктивності між I – III та II – IV

підгрупами, як і за всіма якісними ознаками між усіма субгрупами, не виявлено.

Підгрупи корів-нащадків канадських та американських бугаїв-плідників відзначились майже однако-вим рівнем прояву ознак молочної продуктивності. Такі дані можуть свідчити про високий рівень консолідованості ознак між дочками плідників вище зазначених селекцій, оскільки значення різниці між підгрупами (в межах груп) були дуже низькими і статистично незначущими за всіма продуктивними ознаками.

Аналіз коефіцієнтів варіації ознак молочної продуктивності корів-дочок за вищу лактацію показав, що найнижчі їх значення зафіксовані у нащадків плідників американської селекції – 1,5–12,4 % (рис. 2). Водночас, дочки бугаїв-плідників німецького та нідерландського походження відзначились найвищою варіацією досліджуваних ознак – 1,4–13,9 %.

Найнижчі коефіцієнти варіації ознак молочної продуктивності в межах кожної досліджуваної селекції, зафіксовані у нащадків таких бугаїв: *CA 105331813 К.Лавман Ет* (Cv = 1,3–12,4 %); *DE*

1401822731 Джамір Ет (Cv = 1,4–13,0 %); *NL 520813625 Н.Уброкс* (Cv = 1,4–11,5 %) та *US 137430820 В.Д.Герман Ет* (Cv = 1,7–11,2 %). Найнижчий рівень варіації досліджуваних ознак у стаді продемонстрували корови, народжені від *NL 520813625 Н.Уброкса* (нідерландська селекція) та *US 137430820 В.Д.Германа Ет* (американська селекція). Натомість, найвищий рівень варіації спостерігався у потомства *NL 498285134 Інсуренса* (Cv = 1,5–15,6 %) – бугая-плідника з Нідерландів.

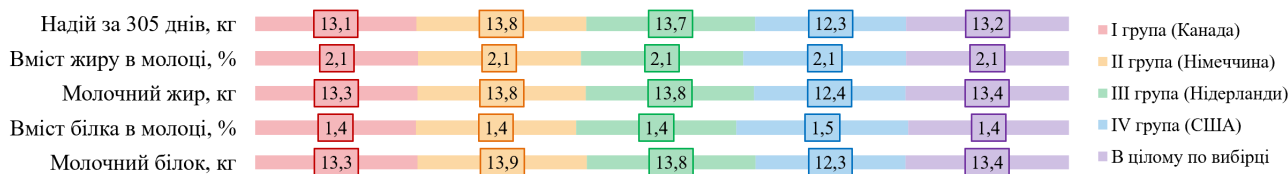


Рис. 2. Відносна мінливість (Cv) ознак молочної продуктивності корів за вищу лактацію залежно від країни селекції батька, %

З метою оцінювання стабільності прояву продуктивних ознак у дочок бугаїв між першою та вищою лактаціями було визначено коефіцієнт повторюваності (repeatability coefficient). Даний показник відображає частку фенотипової мінливості, зумовленої постійними чинниками (як генетичними, так і сталими екзогенними), і характеризує ступінь відтворюваності ознаки у часі (Robinson & Oddy, 2016; Papageorgiou & Simitzis, 2022). Отож, високі значення коефіцієнта повторюваності ($r_w > 0,600$) свідчать про високу стабільність селекційних ознак, тобто молочно продуктивність корів за першу лактацію є надійним предиктором їх продуктивності у вищу лактацію.

Найвищий рівень повторюваності як за кількісними (надій, молочний жир, молочний білок), так і за якісними (вміст жиру, вміст білка) продуктивними ознаками було встановлено у нащадків плідників III групи (табл. 3). Коефіцієнти кореляції кількісних ознак у цій групі варіювали в межах 0,664–0,666, що свідчить про помітний зв'язок. Однак, для вмісту жиру та білка в молоці ці показники становили 0,792 та 0,745 відповідно, демонструючи сильний зв'язок. Примітно, що саме ці корови відзначилися найменшою відносною різницею між лактаціями за кількісними показниками, що становила 6,7–6,8 % ($t_d = 12,03–12,21$; $P < 0,001$).

Таблиця 3

Повторюваність продуктивних ознак в дочок бугаїв-плідників різної селекції між першою та вищою лактаціями

Показники молочної продуктивності	Групи корів-дочок за країною селекції батька								В цілому по вибірці	
	I група (Канада)		II група (Німеччина)		III група (Нідерланди)		IV група (США)		r	d, %
	r	d, %	r	d, %	r	d, %	r	d, %		
N	330		317		306		322		1275	
Надій за 305 днів, кг	0,503 ^B	11,9 ³	0,531 ^B	14,0 ³	0,666 ^B	6,8 ³	0,470 ^A	10,9 ³	0,535 ^B	10,9 ³
Вміст жиру в молоці, %	0,562 ^B	0,31 ³	0,411 ^A	0,37 ³	0,792 ^C	0,03	0,669 ^B	0,02	0,607 ^B	0,18 ³
Молочний жир, кг	0,490 ^A	12,2 ³	0,519 ^B	14,5 ³	0,664 ^B	6,8 ³	0,464 ^A	10,9 ³	0,526 ^B	11,1 ³
Вміст білка в молоці, %	0,566 ^B	0,01	0,453 ^A	0,03	0,745 ^C	-0,07	0,645 ^B	-0,06	0,603 ^B	-0,02
Молочний білок, кг	0,491 ^A	11,9 ³	0,536 ^B	14,1 ³	0,665 ^B	6,7 ³	0,466 ^A	10,8 ³	0,534 ^B	10,9 ³

Примітки: r – коефіцієнт кореляції Пірсона (в ролі коефіцієнта повторюваності); d – відносна різниця між лактаціями; Усі вище наведені коефіцієнти кореляції були вірогідними при третьому рівні статистичної значущості ($P < 0,001$); Щільність зв'язку визначено за таблицею Р.Е. Чеддока (^A – помірна; ^B – помітна; ^C – сильна)

Найнижчу повторюваність за кількісними ознаками виявлено у дочок американських бугаїв-плідників, де коефіцієнти повторюваності надою, молочного жиру та молочного білка коливалися в межах 0,464–0,470, що вказує на помітний зв'язок. За якісними ознаками мінімальна повторюваність встановлена у нащадків плідників II групи, де коефіцієнти для вмісту жиру та білка становили 0,411 та 0,453 відповідно, що також вказує на помітний зв'язок.

Найбільша відносна різниця між кількісними показниками першої та вищої лактацій зафіксована у

дочок плідників німецького походження, де приріст надою склав 14,0 % ($t_d = 21,06$; $P < 0,001$), молочного жиру – 14,5 % ($t_d = 21,46$; $P < 0,001$), а молочного білка – 14,1 % ($t_d = 21,05$; $P < 0,001$).

Стосовно вмісту жиру в молоці, статистично значуща, проте дуже мала за абсолютним значенням, відносна різниця між лактаціями спостерігалася у корів, батьки яких походили з Канади та Німеччини: 0,31 ($t_d = 3,96$; $P < 0,001$) та 0,37 % ($t_d = 3,93$; $P < 0,001$), відповідно. Щодо вмісту білка в молоці, відно-

сна різниця між першою та вищою лактаціями була незначною та статистично невірною.

Загалом по стаду зафіксовано помітний зв'язок ($r_w = 0,526-0,607$; $t_r = 29,6-36,6$; $P < 0,001$) між першою та вищою лактаціями за всіма досліджуваними ознаками молочної продуктивності. Відносна різниця за надоем, кількістю молочного жиру та молочного білка в середньому по вибірці склала $10,9-11,1\%$ ($t_d = 33,51-33,89$; $P < 0,001$), що може свідчити про прогресивне зростання цих показників з віком корів.

Аналіз віку досягнення найвищих надоев (пікової лактації), виявив суттєві відмінності між групами. Корови-дочки нідерландських плідників досягали піку продуктивності найраніше – $1,38$, що корелює з найвищою повторюваністю та найменшою відносною різницею між лактаціями. Таке поєднання може свідчити про низький рівень продуктивного довголіття у цій групі, тобто значна частина корів, з невстановлених причин, надалі мала нижчу молочну продуктивність або вибула після першої лактації.

На протигагу цьому, найбільший вік досягнення найвищих надоев зафіксовано у корів отриманих від німецьких бугаїв-плідників – $1,96$, що збігається з найбільшою відносною різницею між лактаціями, це свідчить про значний приріст продуктивності з віком у цих тварин.

Дочки плідників канадської та американської селекції дещо поступалися нащадкам бугаїв II групи за цими показниками. Так, у корів I групи цей показник становив – $1,73$, а у дочок американських бугаїв (IV група) ще менше – $1,52$. Отримані результати можуть

свідчити про те, що генетичний прогрес, досягнутий у різних країнах, має свої особливості, що слід враховувати при розробці ефективних стратегій добору бугаїв-плідників.

Для кількісної оцінки впливу факторів на молочну продуктивність корів у дослідженні використовували показники сили впливу (effect size) та коефіцієнта успадкованості (heritability coefficient). Сила впливу відображає частку фенотипової варіації, зумовленої дією конкретного фактора, і дає змогу оцінити практичну вагомість відмінностей між групами (Valladares-Neto, 2018; Yigit & Mendes, 2018). Коефіцієнт успадкованості показує частку фенотипової мінливості, що обумовлена адитивними генетичними чинниками, та визначає потенційну ефективність селекції за досліджуваними ознаками (Dechow et al., 2003; Szymik et al., 2021; Williams et al., 2022).

Результати дисперсійного аналізу свідчать про слабкий, але статистично значущий вплив КС бугая на показники молочної продуктивності корів-дочок за першу лактацію (табл. 4). Зокрема, величина ефекту КС батька на більшість продуктивних ознак у корів-первісток не перевищувала $1,16-1,27\%$ ($F = 8,93-9,84$; $P < 0,001$). Однак, з часом ступінь впливу КС бугая-плідника на продуктивність дочок істотно знизився. За вищу лактацію встановлено непомітний, але статистично підтверджений вплив лише на вміст ($\eta^2 = 0,69\%$; $F = 5,29$; $P < 0,01$) та кількість молочного білка ($\eta^2 = 0,38\%$; $F = 2,89$; $P < 0,05$). Проте, такі малі значення показника сили впливу не мають практичної цінності для селекції, тож ними можна знехтувати.

Таблиця 4

Вплив бугая-плідника та країни його селекції на показники молочної продуктивності в корів-дочок

Ознаки молочної продуктивності	Перша лактація						Вища лактація					
	df _{BG}	df _{WG}	$\eta^2 \pm SE, \%$	$\omega^2, \%$	h^2	F	P <	$\eta^2 \pm SE, \%$	$\omega^2, \%$	h^2	F	P <
<i>Вплив країни селекції бугая-плідника</i>												
Надій за 305 днів, кг	3	1271	$1,27 \pm 0,129$	1,14	–	9,84	0,001	$0,30 \pm 0,131$	0,17	–	2,31	–
Вміст жиру в молоці, %	3	1271	$0,63 \pm 0,130$	0,50	–	4,81	0,01	$0,32 \pm 0,131$	0,19	–	2,46	–
Молочний жир, кг	3	1271	$1,26 \pm 0,129$	1,13	–	9,77	0,001	$0,32 \pm 0,131$	0,19	–	2,48	–
Вміст білка в молоці, %	3	1271	$0,38 \pm 0,131$	0,25	–	2,92	0,05	$0,69 \pm 0,130$	0,56	–	5,29	0,01
Молочний білок, кг	3	1271	$1,16 \pm 0,130$	1,03	–	8,93	0,001	$0,38 \pm 0,131$	0,25	–	2,89	0,05
<i>Загальний вплив бугая-плідника</i>												
Надій за 305 днів, кг	15	1259	$10,00 \pm 0,593$	9,41	0,399	16,87	0,001	$2,33 \pm 0,644$	1,69	0,072	3,63	0,001
Вміст жиру в молоці, %	15	1259	$1,38 \pm 0,650$	0,73	0,031	2,13	0,01	$0,54 \pm 0,655$	-0,11	-0,005	0,83	–
Молочний жир, кг	15	1259	$9,97 \pm 0,593$	9,38	0,398	16,81	0,001	$2,29 \pm 0,644$	1,65	0,070	3,56	0,001
Вміст білка в молоці, %	15	1259	$1,47 \pm 0,649$	0,82	0,035	2,27	0,01	$1,26 \pm 0,651$	0,61	0,026	1,94	0,05
Молочний білок, кг	15	1259	$9,80 \pm 0,594$	9,20	0,390	16,48	0,001	$2,50 \pm 0,643$	1,86	0,079	3,89	0,001

Примітки: df_{BG} і df_{WG} – число ступенів свободи організованого та випадкових факторів; η^2 – сила впливу за співвідношенням факторіальної суми квадратів відхилень до загальної; ω^2 – показник сили впливу за В. Л. Хейсом; h^2 – коефіцієнт успадкованості ознаки; F – критерій вірогідності Фішера

Бугай-плідник як фактор мав значно більший вплив на продуктивність дочок у першу лактацію. Сила впливу на валовий надій молока, кількість молочного жиру та білка становила $9,80-10,00\%$ ($F = 16,48-16,87$; $P < 0,001$). Водночас, для масової частки жиру та білка в молоці, величина ефекту була значно нижчою, не перевищуючи $1,38-1,47\%$ ($F = 2,13-2,27$; $P < 0,01$). Коефіцієнти спадковості кількісних ознак становили $0,390-0,399$, що вказує на те, що близько 40% варіації цих ознак обумовлено генетикою бать-

ка. Натомість, рівень успадкованості якісних ознак був істотно меншим ($h^2 = 0,031-0,035$), що свідчить про неефективність відбору за цими ознаками.

Аналіз показників продуктивності корів-напівсестер за вищу лактацію показав значно нижчі результати. Так, статистично значуща сила впливу була в межах $1,26-2,50\%$ ($F = 1,94-3,89$; $P < 0,05-0,001$) за різними продуктивними ознаками, окрім вмісту жиру в молоці. Індекс успадкованості досліджуваних ознак був незначним – $0,026-0,079$.

Від’ємні значення, отримані для деяких ознак, можна пояснити статистичною похибкою, що виникає, коли справжні значення параметрів близькі до нуля. У такому разі, через випадкові коливання у вибірці, незміщені оцінки ω^2 та h^2 набувають від’ємних значень, що свідчить про відсутність реального впливу фактора на варіацію досліджуваної ознаки.

При аналізі впливу бугаїв-плідників у межах окремої досліджуваної селекції встановлено істотні відмінності (табл. 5). Найбільш суттєвий вплив бугая на молочну продуктивність дочок-первісток спостерігався в I групі (канадська селекція). Частка впливу на кількісні ознаки становила 15,66–16,47 % ($F = 36,53-38,79$; $P < 0,001$), відповідно, коефіцієнти успадкованості також були найвищими: 0,772–0,811. Слід

зазначити, що такі значення герітабельності для канадської селекції потребують додаткової перевірки та аналізу, оскільки є аномально високими для ознак молочної продуктивності.

Водночас, плідники американської та нідерландської селекції продемонстрували меншу силу впливу на продуктивність дочок-первісток: 7,55–8,26 % ($F = 14,97-15,42$; $P < 0,001$) – у IV групі та 7,64–7,85 % ($F = 15,68-17,29$; $P < 0,001$) – у III групі корів-напівсибсів. Коефіцієнти успадкованості кількісних ознак у цих групах варіювали від 0,368 до 0,404. Проте, найменшою часткою впливу ($\eta^2 = 2,86-3,06$ %; $F = 5,57-5,97$; $P < 0,001$) та найнижчими індексами успадкованості ($h^2 = 0,124-0,134$) відзначились нащадки бугаїв німецького походження.

Таблиця 5

Вплив бугая-плідника на ознаки молочної продуктивності дочок у межах окремої досліджуваної селекції

Ознаки молочної продуктивності	Перша лактація							Вища лактація				
	df _{BG}	df _{WG}	$\eta^2 \pm SE, \%$	$\omega^2, \%$	h^2	F	P <	$\eta^2 \pm SE, \%$	$\omega^2, \%$	h^2	F	P <
<i>I група бугаїв-плідників за КС (Канада)</i>												
Надій за 305 днів, кг	3	326	15,98 ± 0,427	15,53	0,787	37,40	0,001	0,51 ± 0,506	0,01	0,000	1,02	–
Вміст жиру в молоці, %	3	326	1,39 ± 0,501	0,89	0,047	2,78	0,05	0,25 ± 0,507	-0,26	-0,014	0,49	–
Молочний жир, кг	3	326	16,47 ± 0,425	16,03	0,811	38,79	0,001	0,58 ± 0,506	0,07	0,004	1,14	–
Вміст білка в молоці, %	3	326	0,15 ± 0,508	-0,36	-0,019	0,29	–	0,34 ± 0,507	-0,17	-0,009	0,67	–
Молочний білок, кг	3	326	15,66 ± 0,429	15,21	0,772	36,53	0,001	0,60 ± 0,505	0,09	0,005	1,19	–
<i>II група бугаїв-плідників за КС (Німеччина)</i>												
Надій за 305 днів, кг	3	313	2,86 ± 0,514	2,34	0,124	5,57	0,001	2,57 ± 0,516	2,05	0,108	4,98	0,01
Вміст жиру в молоці, %	3	313	0,19 ± 0,528	-0,34	-0,018	0,36	–	0,52 ± 0,526	0,00	0,000	0,99	–
Молочний жир, кг	3	313	3,02 ± 0,513	2,50	0,132	5,88	0,001	2,37 ± 0,517	1,85	0,098	4,59	0,01
Вміст білка в молоці, %	3	313	3,06 ± 0,513	2,54	0,134	5,97	0,001	1,50 ± 0,521	0,98	0,052	2,88	0,05
Молочний білок, кг	3	313	3,03 ± 0,513	2,52	0,133	5,91	0,001	2,72 ± 0,515	2,21	0,117	5,29	0,01
<i>III група бугаїв-плідників за КС (Нідерланди)</i>												
Надій за 305 днів, кг	3	302	7,83 ± 0,509	7,31	0,380	15,37	0,001	4,67 ± 0,527	4,13	0,217	8,86	0,001
Вміст жиру в молоці, %	3	302	0,10 ± 0,552	-0,45	-0,024	0,17	–	0,01 ± 0,552	-0,54	-0,029	0,01	–
Молочний жир, кг	3	302	7,64 ± 0,510	7,12	0,371	14,97	0,001	4,67 ± 0,527	4,13	0,217	8,86	0,001
Вміст білка в молоці, %	3	302	0,66 ± 0,549	0,11	0,006	1,20	–	0,44 ± 0,550	-0,11	-0,006	0,79	–
Молочний білок, кг	3	302	7,85 ± 0,509	7,33	0,382	15,42	0,001	4,79 ± 0,526	4,26	0,224	9,11	0,001
<i>IV група бугаїв-плідників за КС (США)</i>												
Надій за 305 днів, кг	3	318	8,26 ± 0,478	7,77	0,404	17,29	0,001	0,06 ± 0,521	-0,46	-0,025	0,11	–
Вміст жиру в молоці, %	3	318	1,10 ± 0,515	0,59	0,031	2,14	–	0,12 ± 0,520	-0,40	-0,021	0,23	–
Молочний жир, кг	3	318	7,55 ± 0,482	7,06	0,368	15,68	0,001	0,04 ± 0,521	-0,48	-0,026	0,08	–
Вміст білка в молоці, %	3	318	0,46 ± 0,518	-0,06	-0,003	0,88	–	0,12 ± 0,520	-0,40	-0,022	0,22	–
Молочний білок, кг	3	318	8,04 ± 0,479	7,55	0,393	16,78	0,001	0,05 ± 0,521	-0,47	-0,025	0,10	–

За вищу лактацію найвищий ступінь впливу та коефіцієнт успадкованості у межах окремих селекцій продемонстрували бугаї нідерландського походження: 4,67–4,79 % ($F = 8,86-9,11$; $P < 0,001$) та 0,217–0,224 відповідно. Натомість, німецькі плідники відзначились значно меншим розміром ефекту ($\eta^2 = 2,37-2,72$ %; $F = 4,59-5,29$; $P < 0,01$) та герітабельністю ($h^2 = 0,098-0,117$). Важливо зазначити, що у межах канадської та американської селекції статистично значущого впливу на молочну продуктивність корів у вищу лактацію не встановлено, відтак успадкованість продуктивних ознак була близькою до нуля ($h^2 < 0,001$).

Отже, результати дисперсійного аналізу засвідчили, що КС бугая-плідника має невеликий, проте статистично значущий вплив на формування фенотипу корів-первісток. З часом сила впливу та коефіцієнт успадкованості проявили тенденцію до стрімкого

зниження, що частково можна пояснити накопичувальним впливом середовищних факторів, які посприяли реалізації генетичного потенціалу тварин.

Обговорення

Підсумок основних результатів. Результати проведеного дослідження підтвердили статистично значущий вплив КС бугаїв-плідників на формування ознак молочної продуктивності у корів-первісток. Зокрема, найвищий рівень продуктивності за кількісними ознаками продемонстрували корови, отримані від нідерландських бугаїв, що значно перевищувало показники нащадків плідників усіх інших груп ($P < 0,001$). Натомість, найнижчі показники за першу лактацію були зафіксовані у дочок німецьких бугаїв, проте їх вірогідність, у порівнянні з канадською та американською селекціями, статистично не підтвер-

дилась. Варто зазначити, що за вищу лактацію корови усіх досліджуваних груп відзначились майже однаковим рівнем прояву молочних ознак. Водночас, нащадки німецьких та канадських плідників все ж відрізнялися від нідерландських та американських, однак ця різниця, у більшості міжгрупових порівнянь, була статистично незначною або маловірогідною ($P < 0,05$).

Слід відмітити, що в нашому дослідженні була виявлена цікава тенденція: дочки нідерландських бугаїв реалізували свій генетичний потенціал вже у першу лактацію, тоді як продуктивність корів, отриманих від німецьких плідників, істотно зросла із віком. Це може свідчити про їх вищу адаптаційну здатність та потенціал до зростання продуктивності у подальших лактаціях. Результати дисперсійного аналізу підтвердили раніше зроблені висновки міжгрупових порівнянь, засвідчивши невеликий, проте статистично значущий вплив ($\eta^2 = 1,16\text{--}1,27\%$; $P < 0,001$) фактора “країна селекції батька” на фенотип піддослідних корів-первісток. Однак, за вищу лактацію статистично значущих відмінностей між експериментальними групами не виявлено.

Найвищим ступенем впливу та успадковуваністю, у межах окремої досліджуваної селекції, відзначились нащадки канадських плідників, за першу лактацію та нідерландських – за вищу. Високий рівень варіабельності в цих селекційних групах відкриває значні перспективи для ефективного добору за фактором “бугай-плідник”. Водночас, дочки німецьких бугаїв (за першу лактацію), а також канадських та американських (за вищу), показали незначну силу впливу батька на комплекс продуктивних ознак та низьку частку їх успадковуваності. Гіпотетично, це може свідчити про високу фенотипову або генотипову консолідованість піддослідних корів у межах цих селекцій, що, своєю чергою, знижує ефективність відбору.

Узгодженість з іншими дослідженнями. Отримані результати загалом узгоджуються з даними інших досліджень, що підтверджують значну варіабельність селекційних ознак у потомства бугаїв-плідників різного походження (Gnyр, 2012; Babik et al., 2017; Pytlewski et al., 2019; Kuziv et al., 2022). Проте, на відміну від загальноприйнятих уявлень іноземних авторів, що американські та канадські бугаї мають найвищу племінну цінність за кількісними ознаками (надій молока, вихід молочного жиру та молочного білка), в нашому дослідженні дочки-первістки нідерландських плідників продемонстрували статистично значуще кращі результати у порівнянні з вищезазначеними (Maia et al., 2005; Tsiokos et al., 2009; Ayalew et al., 2015; Sullivan et al., 2022). Таку розбіжність результатів можна пояснити низкою факторів, зокрема, специфікою генетичної структури популяції, а також відмінними умовами годівлі, догляду та утримання в досліджуваному господарстві, які могли краще розкрити потенціал саме нідерландської генетики. Дослідження, проведене в Кенії, підтверджує, що генетика бугая-плідника може по-різному проявлятися залежно від дії факторів навколишнього середовища (Muasya et al., 2014). Це вкотре підкреслює важ-

ливість добору бугаїв-плідників за адаптаційною здатністю їх потомства до конкретних умов довкілля.

Обмежуючі фактори та обмеження дослідження. Головним обмежуючим фактором даного дослідження є те, що воно проводилося на базі одного племінного заводу в певних кліматичних і господарських умовах. Це безумовно впливає на узагальнення отриманих даних і не дозволяє екстраполювати їх на ширшу популяцію. Попри те, що піддослідних тварин утримували в однакових умовах, що частково мінімізує вплив середовищних факторів, це не виключає їх повністю. Зокрема, зберігається вплив року та сезону народження, генотипу жіночих предків, затримок росту в різні періоди вирощування та інших неврахованих чинників.

Істотним недоліком нашого дослідження є недостатня кількість лактацій, що унеможливує повну оцінку молочної продуктивності. Особливо це актуально для корів-дочок нідерландських плідників, оскільки вони досягали піку своєї продуктивності найраніше. Даний факт підтверджується найвищими коефіцієнтами повторюваності та найменшою відносною різницею між лактаціями, що пояснює незначний приріст молочної продуктивності у корів даної селекції за вищу лактацію. Відтак, значна частина тварин, з невстановлених причин, надалі мала нижчу молочну продуктивність або вибула після першої лактації. Це, своєю чергою, може свідчити про потенційно нижчий рівень їх продуктивного довголіття.

Аномально високі значення герітабельності ($h^2 > 0,700$), зафіксовані в межах I групи (канадська селекція), є нетиповими для кількісних ознак молочної продуктивності. Даний результат, найімовірніше, не відображає істинної успадковуваності та пояснюється статистичними обмеженнями дослідження, а саме – малою вибіркою плідників (4 бугаї) при великій кількості потомства (Hunde et al., 2024; Tabet et al., 2025). Така структура даних могла призвести до помилкового віднесення неадитивних генетичних ефектів або випадкових флуктуацій до успадковуваності (Mondal et al., 2024). Цей факт підкреслює необхідність використання ширших та репрезентативніших вибірок для точної оцінки генетичних параметрів (Spanos, 2023; Bekmezci & Sürücü, 2025).

Практичне значення результатів. Виявлена перевага дочок-первісток нідерландських бугаїв-плідників в умовах ПОСП “Україна” дозволяє обґрунтовано рекомендувати їх для подальшого використання з метою пришвидшення генетичного прогресу та підвищення рентабельності виробництва молока. Водночас, при розробці селекційних рекомендацій слід враховувати, що, на противагу ранньої реалізації генетичного потенціалу, ця група тварин гіпотетично може мати нижчий рівень продуктивного довголіття. З огляду на це, рішення про доцільність використання генетичного матеріалу, імпортованого з конкретної країни, повинно бути комплексним, з урахуванням довгострокової стратегії розвитку стада. Слід зазначити, що КС не може бути ключовим критерієм при виборі бугая-плідника, оскільки її ефект є недостатньо великим, хоча і статистично значущим. Натомість, добір плідників для відтворення маточного

поголов'я передусім слід здійснювати на основі результатів їхньої оцінки (за продуктивністю нащадків або геномної), враховуючи не лише селекційний індекс, а й потенційний поліпшувальний вплив на окремі селекційні ознаки.

Напрями для подальших досліджень. На основі отриманих результатів та виявлених обмежень, перспективними напрямками для подальших досліджень можуть бути:

- оцінка впливу КС бугая-плідника на тривалість продуктивного використання корів-дочок у різних господарствах. Таке дослідження дозволить ґрунтовно дослідити молочну продуктивність за більшу кількість лактацій, а також дасть змогу більш точно визначити коефіцієнти повторюваності, які є ключовими для її подальшого прогнозування;

- проведення аналогічних досліджень в інших регіонах України. Застосування змішаних лінійних статистичних моделей дозволить точніше оцінити ступінь реалізації генетичного потенціалу тварин, нівелюючи вплив низки генетичних та екзогенних чинників. Це також дасть змогу більш точно визначити частку успадкованості господарсько-корисних ознак у межах кожної досліджуваної селекції;

- визначення середніх коефіцієнтів фенотипової консолідованості продуктивних ознак у корів-напівсисів у межах окремої селекції. Це дозволить кількісно оцінити варіабельність селекційних ознак та препотентність окремих бугаїв-плідників, що, своєю чергою, вкаже на потенціал для подальшого відбору;

- аналіз геному піддослідних тварин для ідентифікації специфічних генів, пов'язаних з молочною продуктивністю та адаптаційною здатністю, характерною для потомства бугаїв з різних КС;

- порівняльний аналіз молочної продуктивності та інших селекційних ознак між різними поколіннями нащадків бугаїв з конкретної КС, який дозволить оцінити генетичний прогрес у межах популяції.

Зазначені дослідження розширять розуміння генетичної мінливості голштинської породи, пов'язаної з КС плідника. Це дасть змогу розробити точніші та ефективніші рекомендації для вітчизняних селекціонерів, які можна буде впровадити в різних господарствах України.

Висновки

1. Встановлено, що КС батька мала статистично значущий вплив на молочну продуктивність у корів-дочок за першу лактацію.

2. Найвищий рівень молочної продуктивності, за кількісними ознаками зафіксовано у дочок-первісток нідерландських бугаїв-плідників.

3. За вищу лактацію значних відмінностей між піддослідними групами не виявлено. Проте, дочки німецьких плідників все ж переважали корів з інших селекцій, хоча ця різниця була незначною та маловірогідною ($P < 0,05$).

4. Дочки нідерландських бугаїв відзначились найбільш раннім віком досягнення пікової продуктивності, що підтверджується найменшою

різницею між лактаціями при найвищій повторюваності. Це може свідчити про потенційно нижчий рівень їх продуктивного довголіття.

5. Лідерками за молочною продуктивністю виявилися дочки плідника *NL 520813625 Н.Уброкса*. Вони продемонстрували найвищі результати по стаду за першу лактацію, а також майже найвищі – за вищу.

6. Виявлена перевага дочок нідерландських плідників, зокрема *NL 520813625 Н.Уброкса* та *NL 447860719 Ширлі*, дозволяє обґрунтовано рекомендувати їх для ширшого використання у відтворенні маточного поголів'я даного господарства.

Отже, генетичний прогрес, досягнутий у різних країнах, має свої особливості, що слід враховувати при розробці ефективних стратегій добору бугаїв-плідників.

Перспективи подальших досліджень. Планується вивчення продуктивного довголіття голштинських корів, отриманих від бугаїв з різних КС, на значно ширшій популяції та з урахуванням генетичних і середовищних чинників.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Ayalew, W., Aliy, M., & Negussie, E. (2015). Milk production performance of Holstein Friesian dairy cows at Holetta Bull Dam farm, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 27(9), e173. URL: <http://www.lrrd.org/lrrd27/9/wond27173.html>.
- Babik, N. P., Fedorovych, Ye. I., & Fedorovych, V. V. (2017). Duration and effectiveness of lifetime use of dairy cows depending on their father's country origin. *Animal Breeding and Genetics*, 54, 19–29. DOI: 10.31073/abg.54.03 (in Ukrainian).
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Sotnichenko, Yu. M., Tkach, Ye. F., Gavrysh, O. M., Nebylytsja, M. S., Lesyk, Ya. V., & Gutyj, B. V. (2021). The cows calving in the selection of bull-breeder in Monbeliard, Norwegian Red and Holstine breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 236–240. DOI: 10.15421/2021_105.
- Bekmezci, M., & Sürücü, L. (2025). Determination of validity, reliability and sample size in qualitative research. *PaperASIA*, 41(4b), 287–300. DOI: 10.59953/paperasia.v41i4b.545.
- Biriukova, O. D., Polupan, Yu. P., & Pryima, S. V. (2025). Dynamics of the influence of genetic factors on the milk productivity of cows during changes in the level of productivity in the herd. *Animal Breeding and Genetics*, 69, 7–15. DOI: 10.31073/abg.69.01 (in Ukrainian).
- Cherniak, N. S. (2024). Exterior characteristics of Holstein cattle of different origin and the relationship of complex traits to milk productivity. *Animal Breeding and Genetics*, 68, 125–134. DOI: 10.31073/abg.68.10.
- Czubska-Stączek, A., Wójcik, P., & Cwynar, M. (2016). Production characteristics of Simmental cattle in the Carpathian region depending on herd size and country

- of bull origin. *Wiadomości Zootechniczne*, 54(1), 11–18. URL: https://wz.iz.edu.pl/files/WZ_2016_1_art02.pdf (in Polish).
- Czubska-Stączek, A., Wójcik, P., & Cwynar, M. (2016a). Phenotypic traits of Simmental cattle in the Carpathian Foothills area depending on country of sire origin. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 43(1), 15–27. URL: https://rnz.iz.edu.pl/files/RNZ_2016_43_1_art02.pdf (in Polish).
- Dechow, C. D., Rogers, G. W., Klei, L., & Lawlor, T. J. (2003). Heritabilities and correlations among body condition score, dairy form and selected linear type traits. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2236–2242. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73814-4.
- Eifeel, A., Husiatynska, O., & Susol, R. (2022). Current state and development prospects of the dairy cattle breeding industry in Ukraine. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 104, 118–129. DOI: 10.37000/abbsl.2022.104.17 (in Ukrainian).
- Falconer, D. S. (1989). *Introduction to Quantitative Genetics* (3rd ed.). New York: Longman Scientific & Technical Publisher.
- Federovych, Ye. I., Federovych, V. V., Kuziv, M. I., Kuziv, N. M., & Mazur, N. P. (2025). Live weight of Ukrainian Black-and-White dairy heifers depending on the sire's origin and country of breeding. *Animal Breeding and Genetics*, 70, 248–256. DOI: 10.31073/abg.70.24 (in Ukrainian).
- Fedorovych, Ye. I., Fedorovych, V. V., Semchuk, I. Ya., Fedak, N. M., Ferenents, L. V., Mazur, N. P., Bodnar, P. V., Kuziv, M. I., Fedorovych, O. V., Orihivskyi, T. V., Gutyj, B. V., Slusar, M. V., Petriv, M. D., & Fyl, S. I. (2021). Genetic potential and breeding value of animals – an essential component of the genetic progress in dairy cattle. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 306–312. DOI: 10.15421/2021_115.
- Fikse, W. F., & Banos, G. (2001). Weighting factors of sire daughter information in international genetic evaluations. *Journal of Dairy Science*, 84(7), 1759–1767. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74611-5.
- Fyl, S. I., Fedorovych, Ye. I., & Bodnar, P. V. (2019). Milk productivity of cows-daughters from different bulls. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21(90), 68–75. DOI: 10.32718/nvvet-a9012 (in Ukrainian).
- García-Ruiz, A., Ruiz-López, F. J., Van Tassell, C. P., Montaldo, H. H., & Huson, H. J. (2015). Genetic differentiation of Mexican Holstein cattle and its relationship with Canadian and U.S. Holsteins. *Frontiers in Genetics*, 6, e7. DOI: 10.3389/fgene.2015.00007.
- Gnyp, J. (2012). Milk-yield and the relationship between the fat and protein content of milk from cows fathered by bulls from different countries. *Journal of Animal Science, Biology and Bioeconomy*, 30(4), 135–145. DOI: 10.2478/v10083-012-0040-y.
- Hays, W. L. (1963). *Statistics for Psychologists*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Hunde, D., Tadesse, Y., Tadesse, M., Abegaz, S., & Getachew, T. (2024). Community-based breeding programs can realize sustainable genetic gain and economic benefits in tropical dairy cattle systems. *Frontiers in Genetics*, 15, e1106709. DOI: 10.3389/fgene.2024.1106709.
- Hussein, A. M., Farrag, F., El-Arian, M. N., Kader Omer, E.-S. A., Khattab, A. S., Akinsola, O. M., & Kannan, T. A. (2025). Selection indices for milk traits in Holstein-Friesian cows: a comparison of relative economic value methods. *Ruminants*, 5(3), e40. DOI: 10.3390/ruminants5030040.
- Ivanov, I. A., Markhaichuk, Yu. S., & Shcherbyna, O. V. (2021). Generational recurrence of the breeding value of breeding bulls of the Holstein breed of German selection. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 45(2), 83–87. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.2.12 (in Ukrainian).
- Kochuk-Yashchenko, O. A., Kucher, D. M., Savchuk, I. M., Leonets, S. O., & Karykh, K. V. (2024). Influence of paternal origin on the duration of use and lifetime productivity of cows in organic milk production. *Animal Breeding and Genetics*, 68, 22–31. DOI: 10.31073/abg.68.03 (in Ukrainian).
- Kostenko, V. I., Kowalewska, I., Czerniawska-Piatkowska, E., Hiller, S., & Matvieiev, M. A. (2025). Realization of the dairy productivity potential by Holstein dairy cows in Ukraine and Poland. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 61(2), 3–9. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2025.2.1.
- Kuziv, M. I., Federovych, Ye. I., Kuziv, N. M., & Fedorovych, V. V. (2022). Variability of selection traits in cows depending on the country of bulls selection. *Animal Breeding and Genetics*, 63, 63–70. DOI: 10.31073/abg.63.07 (in Ukrainian).
- Maia, A. S. C., Silva, R. G., Bertipaglia, E. C. A., & Muñoz, M. C. (2005). Genetic variation of the hair coat properties and the milk yield of Holstein cows managed under shade in a tropical environment. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 42(3), 181–187. DOI: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2005.26429.
- Majewska, A., Wójcik, P., & Czaja, H. (2003). Comparison of conformation evaluation results for bulls derived from sires from different countries. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio EE: Zootechnica*, 21(1), 17–23. URL: https://repozytorium.up.lublin.pl/en/search_results/3404 (in Polish).
- Matvieiev, M., Getya, A., Nehrey, M., Yakubets, T., Ruban, S., Nazarko, O., Borsch, O., Lastovska, I., Baban, V., & Mashkin, Yu. (2025). Optimisation of dairy farming in Ukraine: Integrating modern information technologies for genetic improvement and sustainable herd management. *Agronomy Research*, 23(1), 435–447. DOI: 10.15159/AR.25.010.
- Mondal, D., Vanbelle, S., Cassese, A., & Candel, M. J. (2024). Review of sample size determination methods for the intraclass correlation coefficient in the one-way analysis of variance model. *Statistical Methods in Medical Research*, 33(3), 532–553. DOI: 10.1177/09622802231224657.
- Moussavi, A. H., & Mesgaran, M. D. (2009). Effect of diverse sire origins on first-parity performance in Iranian Holstein cows. *Research Journal of Biological*

- Sciences, 4(7), 800–806. URL: <https://www.makhillpublications.co/files/published-files/mak-rjbs/2009/7-800-806.pdf>.
- Mrode, R., Ojango, J. M. K., Okeyo, A. M., & Mwacharo, J. M. (2019). Genomic selection and use of molecular tools in breeding programs for indigenous and crossbred cattle in developing countries: current status and future prospects. *Frontiers in Genetics*, 9, e694. DOI: 10.3389/fgene.2018.00694.
- Muasya, T. K., Peters, K. J., & Kahi, A. K. (2014). Effect of diverse sire origins and environmental sensitivity in Holstein-Friesian cattle for milk yield and fertility traits between selection and production environments in Kenya. *Livestock Science*, 162, 23–30. DOI: 10.1016/j.livsci.2014.01.017.
- Muzyka, L. I., Bodnar, P. V., Bodnaruk, V. Ye., Zhmur, A. Y., & Mykytiuk, V. V. (2022). Productive and reproductive qualities of animals of the Ukrainian black and spotted dairy breed in breeding farms of the western region of Ukraine. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 24(97), 203–212. DOI: 10.32718/nvlvet-a9734 (in Ukrainian).
- Mykytiuk, V. V., Bodnar, P. V., Boiko, A. O., Muzyka, L. I., Bodnaruk, V. Ye., & Zhmur, A. Y. (2024). Evaluation of the effect of Holstein bulls breeding value on cows' milk productivity of Ukrainian Black-and-White dairy breed. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 26(101), 357–367. DOI: 10.32718/nvlvet-a10153 (in Ukrainian).
- Mykytiuk, V. V., Bodnar, P. V., Boiko, A. O., Oseredchuk, R. S., Hordiichuk, N. M., & Popadiuk, S. S. (2023). Analysis of the influence of the Norwegian Red bull-sires with different breeding value on milk productivity, health, exterior and reproductive traits of daughters. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(99), 246–256. DOI: 10.32718/nvlvet-a9940 (in Ukrainian).
- Nicolozzi, E. L., Forabosco, F., & Fikse, W. F. (2011). Assessment of the value of international genetic evaluations for yield in predicting domestic breeding values for foreign Holstein bulls. *Journal of Dairy Science*, 94(5), 2601–2612. DOI: 10.3168/jds.2010-3558.
- Papageorgiou, M., & Simitzis, P. E. (2022). Positive welfare indicators in dairy animals. *Dairy*, 3(4), 814–841. DOI: 10.3390/dairy3040056.
- Pavlenko, Yu. M., & Kompanets, I. O. (2024). The influence of individual genetic and paratypic factors on the duration and efficiency of lifetime use of cows of Holstein and Ukrainian Black-and-White dairy breeds. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 26(101), 85–90. DOI: 10.32718/nvlvet-a10114 (in Ukrainian).
- Pochukalin, A. Ye., Pryima, S. V., & Rizun, O. V. (2022). Provision of cattle breeding of Ukraine with genetic resources. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 48(1), 59–64. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2022.1.9 (in Ukrainian).
- Polupan, Yu. P., & Bezrutchenko, I. M. (2022). Correlated variability of domestic and foreign assessment of the breeding value of bulls. *Animal Breeding and Genetics*, 64, 56–68. DOI: 10.31073/abg.64.06 (in Ukrainian).
- Polupan, Yu., Biriukova, O., Melnyk, Yu., & Pryima, S. (2024). Prospects for Holstein breeding in Ukraine. *Bulletin of Agricultural Science*, 102(12), 40–50. DOI: 10.31073/agrovisnyk202412-05 (in Ukrainian).
- Polupan, Yu., Kucher, D., Kochuk-Yashchenko, O., & Biriukova, O. (2021). Evaluation of bulls and related groups of the Jersey breed on dairy productivity and reproductive capacity of offspring. *Scientific Horizons*, 24(5), 54–68. DOI: 10.48077/scihor.24(5).2021.54-68.
- Pytlewski, J., Antkowiak, I. R., Stanisławski, D., & Siejak, J. (2019). The effect of the country of origin of the sire on milk performance of primiparous Jersey cows. *Animal Science and Genetics*, 15(4), 21–33. DOI: 10.5604/01.3001.0013.6367.
- Robinson, D. L., & Oddy, V. H. (2016). Benefits of including methane measurements in selection strategies. *Journal of Animal Science*, 94(9), 3624–3635. DOI: 10.2527/jas.2016-0503.
- Roessler, R. (2019). Selection decisions and trait preferences for local and imported cattle and sheep breeds in peri-/urban livestock production systems in Ouagadougou, Burkina Faso. *Animals*, 9(5), e207. DOI: 10.3390/ani9050207.
- Spanos, A. (2023). Revisiting the large N (sample size) problem: how to avert spurious significance results. *Stats*, 6(4), 1323–1338. DOI: 10.3390/stats6040081.
- Sullivan, P. G., Mäntysaari, E. A., De Jong, G., & Savoia, S. (2022). Using genetic regressions to account for genomic preselection effects in MACE. *Interbull Bulletin*, 57, 117–124. URL: <https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/view/1850>.
- Szymik, B., Topolski, P., & Jagusiak, W. (2021). Genetic parameters of workability traits in the population of Polish Holstein-Friesian cows based on conventional and genomic data. *Animals*, 11(8), e2443. DOI: 10.3390/ani11082443.
- Tabet, J. M., Aguilar, I., Bermann, M., Lourenco, D., Misztal, I., VanRaden, P. M., Vitezica, Z. G., & Legarra, A. (2025). Correcting overestimation of approximate traditional reliabilities with herd-sire interactions when young genomic bulls are used in few herds. *Genetics Selection Evolution*, 57(1), e33. DOI: 10.1186/s12711-025-00984-0.
- Tsiokos, D., Chatziplis, D., & Georgoudis, A. (2009). Factors affecting the genetic improvement of dairy cattle in Greece. *Agricultural Science and Technology*, 1(2), 3–8. URL: http://agriscitech.eu/wp-content/uploads/2014/05/C1_T1_.pdf.
- Valladares-Neto, J. (2018). Effect size: a statistical basis for clinical practice. *Revista Odonto Ciência*, 33(1), 84–90. DOI: 10.15448/1980-6523.2018.1.29437.
- Värv, S., Põlluäär, T., Sild, E., Viinalass, H., & Kaart, T. (2024). Genetic variation and composition of two commercial Estonian dairy cattle breeds assessed by SNP data. *Animals*, 14(7), e1101. DOI: 10.3390/ani14071101.

- Vechorka, V. V., Kuchkova, T. P., Tereshchenko, S. V., Pysariiev, V. V., & Nenia, B. I. (2025). Adaptive capabilities of Holstein cows of introduced origin and their own reproduction. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*, 60(1), 7–12. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2025.1.2 (in Ukrainian).
- Voitenko, S. L., & Sydorenko, O. V. (2020). Estimation of Holstein breed bulls by dairy productivity of their daughters. *Animal Breeding and Genetics*, 59, 26–34. DOI: 10.31073/abg.59.03 (in Ukrainian).
- Weigel, K. A. (1996). Impact of second-country data of foreign bulls on international evaluations of dairy bulls. *Journal of Dairy Science*, 79(5), 900–906. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(96)76439-1.
- Williams, M., Murphy, C. P., Sleator, R. D., Ring, S. C., & Berry, D. P. (2022). Are subjectively scored linear type traits suitable predictors of the genetic merit for feed intake in grazing Holstein-Friesian dairy cows?. *Journal of Dairy Science*, 105(2), 1346–1356. DOI: 10.3168/jds.2021-20922.
- Yigit, S., & Mendes, M. (2018). Which effect size measure is appropriate for one-way and two-way ANOVA models? A Monte Carlo simulation study. *REVSTAT – Statistical Journal*, 16(3), 295–313. DOI: 10.57805/revstat.v16i3.244.