

DOI: 10.32636/01308521.2026-(79)-1-14

Оригінальна наукова стаття

УДК 636.32.38

**ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ СИМЕНТАЛЬСЬКОЇ ПОРОДИ
ЗА РІЗНИХ ВАРІАНТІВ ПІДБОРУ
В УМОВАХ ПЕРЕДГІРНОЇ ЗОНИ КАРПАТ****М. А. Петришин, В. Я. Даньків, Н. М. Федак, О. І. Стадницька**

Інститут сільського господарства
Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине,
Львівський р-н, Львівська обл.,
81115

Про авторів:

Мирон ПЕТРИШИН,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-6610-5804

Вікторія ДАНЬКІВ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-4988-2353

Наталія ФЕДАК,
кандидат біологічних наук
ORCID: 0000-0003-1988-8591

Ольга СТАДНИЦЬКА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-6574-4068

Для листування:

Мирон ПЕТРИШИН
e-mail: ma.petryshyn@gmail.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:

2 лютого 2026 р.

Погоджено до друку:

20 лютого 2026 р.

Опубліковано:

31 березня 2026 р.

Мета досліджень: оцінити ефективність різних варіантів племінного підбору при розведенні симентальської худоби в умовах передгірної зони Карпатського регіону. Об'єкт дослідження: молочна продуктивність та тривалість господарського використання корів симентальської породи за використання гомо- і гетерогенного підбору. Методи досліджень: загальноприйняті зоотехнічні та статистичні. Встановлено певні відмінності за молочною продуктивністю та тривалістю господарського використання між коровами, отриманими за різних варіантів підбору. Дочки корів «мінус» варіантів суттєво не відрізняються між собою за продуктивністю та тривалістю господарського використання незалежно від походження за батьком. Всі різниці за величиною надоїв, кількістю молочного жиру та білка, тривалістю господарського використання перебувають в межах статистичної помилки. За підбору до корів модального класу бугаїв модального класу і бугаїв «мінус» варіантів отримано нащадків, які за молочною продуктивністю та тривалістю господарського використання не відрізняються між собою. Дочки бугаїв «плюс» варіантів за величиною надою за першу, вищу і середню лактації переважали дочок бугаїв модального класу. У дочок бугаїв «мінус» варіантів надій за першу, вищу і середню лактації був нижчий, ніж у дочок бугаїв «плюс» варіантів, однак за величиною пожиттєвої продуктивності суттєвих відмінностей не спостерігалось. За тривалістю господарського використання дочка бугаїв «плюс»-варіантів суттєво поступалися дочкам бугаїв «мінус» варіантів. Коефіцієнти успадкування довічної молочної продуктивності, визначені як співвідношення факторіальної мінливості до загальної, свідчать про статистично значущий вплив батьківської спадковості на фенотиповий прояв цієї ознаки.

Ключові слова: симентальська порода, племінний підбір, молочна продуктивність, успадкування.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Петришин М. А., Даньків В. Я., Федак Н. М., Стадницька О. І., 2026

Productivity of Simmental cows under different selection options in the pre-mountain zone of the Carpathians

Institute of Agriculture of
Carpathian Region of NAAS
Hrushevskoho street, 5,
Obroshyne village, Lviv district,
Lviv region, 81115

About authors:

Myron PETRYSHYN
ORCID: 0000-0002-6610-5804

Victoriya DANKIV
ORCID: 0000-0002-4988-2353

Nataliya FEDAK
ORCID: 0000-0003-1988-8591

Olha STADNYTSKA
ORCID: 0000-0001-6574-4068

For corresponding:

Myron PETRYSHYN
e-mail: ma.petryshyn@gmail.com

Funding information:

Ministry of Education and Sciences
of Ukraine

Received:
February 2, 2026
Accepted:
February 20, 2026
Published:
March 31, 2026

Research objective: to evaluate the effectiveness of various breeding selection options for Simmental cattle breeding in the foothills of the Carpathian region. Research object: milk productivity and duration of economic use of Simmental cows by homo- and heterogeneous selection. Research methods: generally accepted zootechnical and statistical methods. Specific differences in milk productivity and the duration of economic use were observed between cows selected using different options. The daughters of cows from the minus variants do not differ significantly in terms of productivity and duration of economic use, regardless of their paternal origin. All differences in milk yield, milk fat and protein content, and duration of economic use are within the limits of statistical error. When selecting cows of the modal class, bulls of the modal class and bulls of the minus variants produced offspring that did not differ in milk productivity and duration of economic use. The daughters of bulls of the plus variants exceeded the daughters of bulls of the modal class in terms of milk yield for the first, higher and average lactation. The daughters of bulls of the minus variant had lower milk yield during the first, higher and average lactation than the daughters of bulls of the plus variant. Still, there were no significant differences in lifetime productivity. In terms of economic use, the daughters of bulls of the plus variant were significantly inferior to the daughters of bulls of the minus variant. The heritability coefficients for lifetime milk productivity, defined as the ratio of factorial to total variability, indicate a statistically significant influence of paternal heredity on the phenotypic expression of this trait.

Keywords: Simmental breed, breeding selection, milk productivity, heredity.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Планування селекційних заходів, спрямованих на отримання наступного покоління тварин із цільовим комплексом господарсько-корисних показників, базується на практичному застосуванні методів генетики кількісних ознак, основні положення яких були узагальнені та викладені у класичній роботі професора J. L. Lush “Animal breeding plans” [19]. У розвиток теоретичних основ племінного підбору як методу цілеспрямованого впливу на формування селекційних стад бажаного напряму продуктивності суттєвий внесок зроблено науковими роботами вітчизняного вченого, професора М. А. Кравченка. Розробленим ним концептуальні підходи до методології

добору та підбору з метою отримання тварин бажаного типу із стійкою спадковістю є актуальними і в сучасних умовах великомасштабної селекції [5].

При плануванні підбору необхідно враховувати цілий ряд факторів, які будуть мати вплив на отримання цільових параметрів продуктивності у потомстві. Серед них відзначають такі: приналежність батьківських пар до певних ліній видатних плідників з урахуванням результатів їх попередніх поєднань; адаптаційна здатність у конкретних господарських та природно-кліматичних умовах; різниця у рівні продуктивності батьківських пар та розвитку інших цінних якостей. З метою закріплення у потомстві бажаних

спадкових комплексів господарсько-корисних ознак використовують однорідний (гомогенний) підбір, який характеризується схожими параметрами продуктивності у спаровуваних особин. Як наслідок, відбувається до певного рівня консолідація і типізація стада за бажаними ознаками [1, 3]. У дослідженнях із великомасштабного геномного оцінювання лінійних ознак, проведеного серед більш ніж 2,3 млн голів голштинської породи, встановлено, що однорідний підбір (*positive assortative mating*) може впливати на внутрішньо-родинну генетичну варіативність, знижуючи відмінності між плідниками і потомством [7, 8, 15]. Завдяки широкому впровадженню штучного осіменіння корів значно зменшилася чисельність бугаїв, необхідних для відтворення стада, інтенсивне використання найкращих дає можливість досягати визначних успіхів у підвищенні молочної продуктивності.

В сучасній популяції голштинської худоби Північної Америки майже всі бугаї, які використовуються для штучного осіменіння, є нащадками лише двох родоначальників ліній – Pawnee Farm Arlinda Chief та Round Oak Rag Apple Elevation. До цих ліній у 2013 р. належало відповідно 48,8 і 51,1 % бугаїв-плідників [14]. При аналізі внутрішньопородної мінливості Y-хромосоми у бугаїв 12 порід встановили, що її рівень надзвичайно низький [11]. При активному впровадженні штучного осіменіння це може мати негативний вплив на генетичний прогрес у відповідній породі. Зменшення рівня генетичної мінливості в стаді може призводити до непрогнозованих результатів через перехід у гомозиготний стан летальних алелей [6, 16, 20]. Особливо небезпечною може бути наявність рецесивних летальних алелей у видатних за молочною продуктивністю потомства плідників, які можуть їх поширювати в породі через своїх нащадків. Знаменитий родоначальник лінії Pawnee Farm Arlinda Chief, гени якого несуть близько 14 % сучасної голштинської породи, є носієм

рецесивного алеля HH1, пов'язаного із ембріональною смертністю телят [10, 13]. В такому випадку виникає питання вибору програми розведення, спрямованої на оптимізацію економічного ефекту від поєднання прибутків внаслідок зростання надоїв та збитків від абортів корів [9, 17, 21].

Гетерогенний (різнорідний) підбір полягає у спаровуванні тварин, які мають певні фенотипові відмінності, що можуть виражатися як у рівні продуктивності, так і в екстер'єрних особливостях. Виходячи з адитивного характеру успадкування переважної більшості кількісних ознак, різнорідний підбір доцільно використовувати у програмах розведення, спрямованих на отримання потомства із проміжним розвитком селекційних ознак. Інший варіант використання гетерогенного підбору – коригуючий підбір, спрямований на використання плідників із видатним розвитком певних ознак для посилення у маточному стаді, де їх розвиток є недостатнім. Значення різнорідного підбору (*negative assortative mating*) полягає у підвищенні генетичної та фенотипової мінливості потомства, зростанні його адаптаційної здатності, формуванні нових комплексів господарсько-корисних ознак, здатних стійко успадковуватися [12, 18, 22]. Встановлено залежність екстер'єрних особливостей корів-первісток української чорно-рябої молочної породи, включаючи будову та функціональні властивості вим'я, а також показників відтворної здатності від ступеня гетерогенності підбору [2]. При оцінюванні ефективності різних варіантів підбору під час створення української червоної молочної породи встановлено, що корови, отримані при гетерогенному підборі, мали вищу молочну продуктивність, ніж отримані при гомогенному підборі [1, 4].

Мета представленої роботи – оцінити вплив різних варіантів племінного підбору, які базувалися на схожості чи відмінності за рівнем надою матерів та матерів батьків, на молочну продуктивність корів сментальської породи молочно-м'ясного

напряму продуктивності. Для досягнення поставленої мети було передбачено виконання таких завдань:

- провести генеалогічний аналіз стада, визначити продуктивні якості батьківських пар (матерів та матерів батьків), розробити критерії оцінки типів підбору;

- оцінити показники молочної продуктивності корів у динаміці залежно від типу підбору батьківських пар;

- встановити рівень фенотипової мінливості та характер успадкування показників молочної продуктивності корів при різних варіантах підбору.

Матеріали і методи. Дослідження проведено методом ретроспективного аналізу на поголів'ї корів симентальської породи молочно-м'ясного напряму продуктивності, що належить ТзОВ «Літинське» Дрогобицького району Львівської області. На підставі інформації первинного зоотехнічного обліку (форми № 1-Мол. та № 2-Мол) сформована база даних піддослідного поголів'я із використанням електронних таблиць MS Excel, яка включає інформацію про походження та продуктивність корів та бугаїв.

В якості критерію оцінки типів підбору було визначено рангове положення спаровуваних тварин відповідно до рівня молочної продуктивності за найвищу лактацію кожної вибірки (окремо матерів і матерів батька). Відповідно до цього розподіл батьківських пар було проведено на такі групи:

- модальний клас – надій матерів (матерів батька) у межах середнього

- арифметичного по відповідній групі (батьків чи матерів) плюс середнє квадратичне відхилення;

- мінус варіанти – надій матерів (матерів батька) менший за нижнє значення модального класу;

- плюс варіанти – надій матерів (матерів батька) більший за верхнє значення модального класу.

Статистичну обробку проведено із використанням стандартних формул MS Excel із обчисленням таких показників:

- середнє арифметичне;

- середнє квадратичне відхилення;

- помилка середнього арифметичного;

- коефіцієнт мінливості.

Вірогідність отриманих даних оцінена на підставі критерію Стьюдента.

Вплив материнської та батьківської спадковості на фенотиповий прояв продуктивних ознак нащадків оцінювали на підставі коефіцієнтів успадкування шляхом обчислення подвоєного коефіцієнта кореляції дочки-матері за формулою $h^2 = 2r$ д/м та визначення співвідношення генетичної мінливості до загальної фенотипової мінливості за формулою $h^2 = S_x/S_y$ методом однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) відповідно. Вірогідність впливу батьківської спадковості на фенотиповий прояв досліджуваних ознак у дочок визначали на підставі критерію Фішера.

Результати та обговорення.

Характеристика батьківських пар, які були використані при досліджуваних варіантах підбору (окремо бугаїв і корів), наведена в таблицях 1 і 2.

1. Розподіл бугаїв-плідників відповідно до молочної продуктивності їх матерів

Група бугаїв за молочною продуктивністю матерів	Продуктивність матері			Комплексний клас
	надій, кг	% жиру	молочний жир, кг	
1	2	3	4	5
Мінус варіанти, $< M - \sigma$, надій матері < 7360 кг				
Ферковен 2638	6818	4,2	286	еліта рекорд
Обрій 938	7341	4,2	308	еліта рекорд
Модальний клас, $= M \pm \sigma$, 7360 кг $<$ надій матері < 9225 кг				
Дінгоб 74311414	8737	4,3	374	еліта рекорд

1	2	3	4	5
Вікхт 75771	7963	3,9	314	еліта рекорд
Плюс варіанти, $> M + \sigma$, надій матері > 9225 кг				
Мох 6706	9443	3,9	366	еліта
Імаго 9727	9460	3,8	359	еліта рекорд

Наведені в табл. 1 дані свідчать про рівномірний розподіл бугаїв-плідників, оцінених за походженням на підставі молочної продуктивності їх матерів – до кожної із визначених груп (до модального класу, плюс- та мінус-варіантів) було віднесено по двоє бугаїв. Найвищий вміст жиру у молоці та вихід молочного жиру був у матері бугая Дінгоб 74311414 із

модального класу. Вміст жиру в молоці у матерів бугаїв групи мінус-варіантів був однаковим і становив 4,2 %, однак вихід молочного жиру у них був нижчим, ніж у інших порівнюваних групах.

Характеристика корів-матерів, віднесених до різних груп в залежності від рівня власної молочної продуктивності, наведено в таблиці 2.

2. Показники молочної продуктивності корів-матерів порівнюваних груп

Показники	Група					
	Мінус варіанти, $< M - \sigma$, надій < 4173 кг, (n = 96)		Модальний клас, $= M \pm \sigma$ 4173 кг $<$ надій < 6475 кг (n = 284)		Плюс варіанти, $> M + \sigma$ надій $>$ 6475 кг (n = 64)	
	M \pm m, кг	CV, %	M \pm m, кг	CV, %	M \pm m, кг	CV, %
1 лактація						
Надій за 305 днів, лактації, кг	3280 \pm 53	13,7	3714 \pm 45	19,7	3850 \pm 90	18,7
Кількість, кг:						
молочного жиру	121,7 \pm 2,1	14,4	135,0 \pm 1,7	20,6	141,4 \pm 3,8	21,3
молочного білка	97,9 \pm 1,6	13,4	111,5 \pm 1,4	20,6	117,5 \pm 3,1	21,0
Найвища лактація						
Надій за 305 днів лактації, кг	3900 \pm 26	6,6	5383 \pm 40	12,6	7198 \pm 87	9,7
Кількість, кг:						
молочного жиру	145,3 \pm 1,4	9,2	202,7 \pm 1,9	16,2	275,2 \pm 4,1	12,0
молочного білка	118,8 \pm 1,6	12,8	167,40 \pm 1,5	15,4	226,4 \pm 3,6	12,6

Як видно з даних табл. 2, найбільша частина корів зосереджена в модальному класі – 64,0 %, тварини мінус і плюс варіантів становили відповідно 21,6 і 14,4 %. Різниця за величиною надоїв, виходом молочного жиру та білку між усіма групами статистично високо вірогідні ($P < 0,001$). Рівень фенотипової мінливості надою за 305 днів лактації характеризується середніми за величиною значенням коефіцієнта варіації, коефіцієнти фенотипової мінливості виходу молочного жиру і молочного білку дещо вищі, ніж мінливість надою.

З метою оцінки впливу материнської спадковості на формування продуктивності та тривалості господарського використання дочок проведено аналіз динаміки величини надоїв, виходу молочного жиру та білку за першу та найвищу лактації, а також довічного надою та кількості лактацій за період від першого отелення до вибракування із основного стада. Показники молочної продуктивності корів, народжених від матерів порівнюваних груп наведено в таблиці 3.

3. Молочна продуктивність корів у залежності від величини надою їх матерів

Показники	Матері					
	Мінус варіанти (n = 96)		Модальний клас (n = 284)		Плюс варіанти (n = 64)	
	M ± m, кг	CV, %	M ± m, кг	CV, %	M ± m, кг	CV, %
І лактація						
Надій за 305 днів лактації, кг	3518 ± 77	21,5	4074 ± 52***	21,7	4044 ± 109***	21,6
Кількість, кг:						
молочного жиру	132,2 ± 3,0	22,1	153,2 ± 2,2***	23,8	156,9 ± 4,2***	21,5
молочного білка	105,7 ± 2,4	22,4	123,7 ± 1,8***	24,4	127,2 ± 3,9***	24,5
Найвища лактація						
Надій за 305 днів лактації, кг	5058 ± 138	26,8	5593 ± 72***	21,8	5256 ± 140	21,3
Кількість, кг:						
молочного жиру	190,9 ± 5,6	28,7	213,2 ± 2,9***	22,9	202,0 ± 5,6	22,3
молочного білка	152,4 ± 4,4	28,5	173,4 ± 2,6***	24,8	161,9 ± 4,8	23,9
Пожиттєва продуктивність						
Тривалість використання, лактацій	4,9 ± 0,3	53,2	4,4 ± 0,1	56,4	3,8 ± 0,3**	58,0
Довічний надій, кг	21139 ± 1339	62,1	20469 ± 706	58,1	17681 ± 1420	64,3
Кількість, кг:						
молочного жиру	799,1 ± 50,9	62,4	782,9 ± 27,0	58,1	676,8 ± 54,1	64,0
молочного білка	642,7 ± 41,3	63,0	633,2 ± 21,7	57,8	549,6 ± 43,8	63,7
Середній надій за лактацію, кг	4073 ± 76	18,4	4612 ± 44***	15,9	4472 ± 109**	19,6

На підставі аналізу даних табл. 3 можна стверджувати, що корови-первістки, які походять від матерів групи мінус-варіантів за продуктивністю, статистично вірогідно поступаються ровесницям, народженим від корів модального класу і групи плюс-варіантів. Різниця за величиною надою становить відповідно 556 і 525 кг, кількістю молочного жиру – 21,1 і 24,7 кг, кількістю молочного білку – 18,0–21,5 кг. В усіх випадках $P < 0,001$. Між дочками корів модального класу і групи плюс-варіантів різниці показників за першу лактацію були несуттєвими. Показники молочної продуктивності за найвищу лактацію були у дочок корів модального класу. У порівнянні із коровами групи мінус-варіантів у них надій був вищим на 534 кг, молочний жир і білок відповідно на 22,3 і 21,0 кг. Вказані різниці статистично вірогідні, $P < 0,001$. Між дочками групи плюс-варіантів та модального класу за

показниками найвищої лактації спостерігається вірогідне ($P < 0,05$) переважання останніх за величиною надою (+336 кг) та кількістю молочного білка (+11,4 кг). Найменша тривалість господарського використання була найнижчою у дочок корів плюс-варіантів. Різниця із групою мінус-варіантів становила 0,6 лактації та була статистично вірогідною ($P < 0,01$). Показники пожиттєвої продуктивності також були найнижчими у цій групі, але всі вони були в межах статистичної помилки. За величиною середнього надою спостерігалось вірогідне переважання корів модального класу та плюс-варіантів над коровами мінус-варіантів, відповідно $P < 0,001$ і $P < 0,001$.

При порівнянні продуктивності дочок і матерів встановлено, що за величиною надою як за першу, так і вищу лактацію дочки корів мінус-варіантів переважали

своїх матерів відповідно на 239 і 1158 кг ($P < 0,05$) і ($P < 0,01$). Аналогічні різниці у модальному класі становили 361 і 209 кг ($P < 0,001$) і ($P < 0,05$). У групі плюс-варіантів різниця між матерями та дочками за величиною надою за першу лактацію була незначною, а за найвищу лактацію надій у дочок був на 1941 кг нижчим, ніж у матерів ($P < 0,001$). Відомо, що за однакового рівня молочної продуктивності матерів дочки можуть як переважати, так і суттєво поступатися їм за величиною надоїв, не залежно від походження за батьком. За повідомленням Є. М. Зайцева (2017) від високопродуктивних голштинських корів з середнім надоєм 9911 кг молока отримано дочок, надій яких на 1842 кг ($P < 0,001$) молока був нижчим, ніж у їх матерів.

Розглядаючи мінливість показників молочної продуктивності, слід відзначити, що за першу лактацію коефіцієнти варіації у всіх порівнюваних групах практично однакові. За найвищу лактацію більша

мінливість спостерігається у корів, які походять від матерів мінус-варіантів. Мінливість показників пожиттєвої продуктивності у 2,4–3 рази вища від показників за першу лактацію, що очевидно слід пов'язати із їхньою залежністю від тривалості господарського використання корів, діапазон якої у порівнюваних групах в межах від однієї до п'ятнадцяти лактацій. Найнижчі значення коефіцієнтів мінливості у дочок корів модального класу, які для довічного надою становлять 4–6,2, кількості молочного жиру – 4,3–6,0, молочного білка – 5,2–5,3 абсолютних відсотків, нижчі, ніж у інших порівнюваних групах. Це є очевидним наслідком складної взаємодії спадкових та паратипових факторів, які впливають на тривалість продуктивного довголіття корів.

Показники молочної продуктивності корів, отриманих від окремих варіантів підбору батьківських пар за рівнем надою, наведено в таблиці 4.

4. Продуктивність корів, отриманих при досліджуваних варіантах підбору, $M \pm m$

Показники	Матері			Всього за групою бугаїв
	Мінус варіанти (n = 96)	Модальний клас (n = 284)	Плюс варіанти (n = 64)	
1	2	3	4	5
Бугаї – мінус варіанти				
Кількість тварин, голів	45	89	8	142
Перша лактація				
Надій за 305 діб, кг	3566 ± 119	3840 ± 73	4116 ± 205	3768 ± 62
Кількість, кг:				
молочного жиру	132,6 ± 4,5	142,5 ± 3,0	153,0 ± 8,2	140,0 ± 2,4
молочного білка	105,7 ± 3,6	115,3 ± 2,4	121,6 ± 6,4	112,6 ± 2,0
Найвищий надій				
Надій за 305 діб, кг	5077 ± 219	5321 ± 108	6126 ± 289	5289 ± 100
Кількість, кг:				
молочного жиру	191,9 ± 9,0	203,5 ± 4,4	236,4 ± 11,9	201,7 ± 4,1
молочного білка	153,2 ± 7,2	163,4 ± 3,5	188,4 ± 10,0	161,6 ± 3,3
Пожиттєва продуктивність				
Використання, лактацій	4,9 ± 0,4	4,9 ± 0,3	6,6 ± 0,8	5,0 ± 0,2
Довічний надій, кг	21019 ± 2048	21725 ± 1342	31170 ± 3881	22033 ± 1101
Кількість, кг:				
молочного жиру	795,6 ± 78,1	823,3 ± 51,1	1177,8 ± 148,1	834,5 ± 41,9
молочного білка	641,4 ± 69,9	664,2 ± 41,2	953,2 ± 121,9	673,3 ± 34,0

1	2	3	4	5
Середній надій за лактацію, кг	4118 ± 112	4328 ± 56	4716 ± 184	4283 ± 52
Бугаї – модальний клас				
Кількість тварин, голів	18	44	13	75
Перша лактація				
надій за 305 діб, кг	3640 ± 132	3843 ± 22	4248 ± 350	3786 ± 113
кількість, кг:				
молочного жиру	134,7 ± 4,9	139,6 ± 0,9	157,5 ± 13,8	141,5 ± 4,4
молочного білка	108,7 ± 4,0	111,8 ± 0,7	135,4 ± 14	115,2 ± 3,94
Найвищий надій				
Надій за 305 діб, кг	4891 ± 286	5449 ± 28	5184 ± 426	5269 ± 152
Кількість, кг:				
молочного жиру	180,9 ± 11,3	206,5 ± 1,1	198,0 ± 16,2	198,9 ± 6,1
молочного білка	147,9 ± 9,0	165,8 ± 0,9	164,2 ± 15,1	151,2 ± 5,1
Позиттєва продуктивність				
Використання, лактацій	4,5 ± 0,6	4,5 ± 0,1	3,0 ± 0,7	4,2 ± 0,3
Довічний надій, кг	19492 ± 3223	19614 ± 256	13452 ± 3386	18517 ± 1417
Кількість, кг:				
молочного жиру	736,7 ± 122	745,0 ± 9,8	513,0 ± 128,6	702,8 ± 54
молочного білка	590,6 ± 97,9	600,4 ± 7,9	414,1 ± 102,5	565,7 ± 43,4
Середній надій за	4069 ± 174	4372 ± 18	4225 ± 338	4274 ± 101
Бугаї – плюс варіанти				
Кількість тварин, голів	33	151	43	227
Перша лактація				
Надій за 305 діб, кг	3387 ± 134	4280 ± 74	4130 ± 104	4122 ± 60
Кількість, кг:				
молочного жиру	130,2 ± 5,5	163,4 ± 3,0	158,4 ± 4,4	157,7 ± 2,4
молочного білка	103,9 ± 4,5	133,3 ± 2,6	126,6 ± 3,5	127,8 ± 2,1
Найвищий надій				
Надій за 305 діб, кг	5124 ± 217	5794 ± 104	5173 ± 137	5580 ± 83
Кількість, кг:				
молочного жиру	194,9 ± 8,6	220,9 ± 4,2	198,9 ± 5,8	213,0 ± 3,3
молочного білка	153,7 ± 6,6	181,4 ± 3,8	158,0 ± 4,7	173,0 ± 3,0
Позиттєва продуктивність				
Використання, лактацій	5,3 ± 0,4	4,1 ± 0,2	3,8 ± 0,3	4,2 ± 0,2
Довічний надій, кг	22201 ± 2053	19978 ± 938	17530 ± 1562	19838 ± 758
Кількість, кг:				
молочного жиру	838,0 ± 77,9	770,1 ± 36,1	674,2 ± 60	761,8 ± 29,0
молочного білка	672,7 ± 62,8	624,4 ± 28,9	547,9 ± 48,0	617,0 ± 23,0
Середній надій за лактацію, кг	4011 ± 129	4850 ± 60	4538 ± 117	4669 ± 53

На підставі аналізу даних табл. 4 можна зробити висновок про наявність певних відмінностей за молочною продуктивністю та тривалістю господарського використання між

коровами, отриманими за різних варіантів підбору. Дочки корів мінус-варіантів суттєво не відрізняються між собою за продуктивністю та тривалістю господарського використання незалежно

від походження за батьком. Всі різниці за величиною надоїв, кількістю молочного жиру та білка, тривалістю господарського використання перебувають в межах статистичної помилки.

За підбору до корів модального класу бугаїв модального класу і бугаїв мінус-варіантів отримано нащадків, які за молочною продуктивністю та тривалістю господарського використання не відрізняються між собою. Дочки бугаїв плюс-варіантів за величиною надою за першу, вищу і середню лактації переважали дочок бугаїв модального класу відповідно на 437, 346 і 478 кг, за кількістю молочного жиру і білка за першу та вищу лактації відповідно на 24 і 14 кг та на 22 і 16 кг. Всі перелічені різниці статистично вірогідні, $P < 0,01-0,001$. У дочок бугаїв мінус-варіантів надій за першу, вищу і середню лактації був відповідно на 440, 474 і 521 кг нижчий, ніж у дочок бугаїв плюс-варіантів, за кількістю молочного жиру і білка за першу та вищу лактації відповідно на 21, 18, 17 та 18 кг нижчий, ніж у дочок бугаїв плюс-варіантів, $P < 0,01-0,001$. Однак за величиною пожиттєвої продуктивності суттєвих відмінностей не спостерігалось, а за тривалістю господарського використання дочка бугаїв плюс-варіантів суттєво поступалися дочкам бугаїв мінус-варіантів, $P < 0,05$.

Молочна продуктивність корів-первісток, які походили від матерів класу «плюс-варіанти», не залежала від походження за батьком, і всі різниці між дочками бугаїв порівнюваних груп були несуттєвими. Однак продуктивність за найвищу лактацію, тривалість господарського використання та довільна продуктивність були вищими у дочок бугаїв групи «мінус-варіанти», які за цими показниками статистично вірогідно переважали нащадків бугаїв модального класу і бугаїв «плюс-варіантів», $P < 0,01$.

При порівнянні продуктивних якостей дочок бугаїв порівнюваних груп в цілому встановлено:

– нащадки бугаїв групи плюс-варіанти мали вищу молочну

продуктивність за першу лактацію (надій – +353 кг, молочний жир – +18 кг, молочний білок – +15 кг, $P < 0,001$) і найвищу лактацію (відповідно +291 кг, +11 кг і +11 кг, $P < 0,05$), а також за середню лактацію (надій – +385 кг, $P < 0,001$) ніж дочка бугаїв групи мінус-варіанти. Останні відзначалися більш тривалим терміном господарського використання ($P < 0,01$), але різниці за довільною продуктивністю були статистично не вірогідними;

– нащадки бугаїв групи плюс-варіантів характеризувалися вищою молочною продуктивністю за першу лактацію, ніж первістки від бугаїв модального класу (надій – +336 кг, молочний жир – +16 кг, молочний білок – +13 кг, $P < 0,01$); більшим виходом молочного жиру – +14 кг і білку – +12 кг за найвищу лактацію ($P < 0,05$), та вищим середнім надоєм за лактацію (+395 кг, $P < 0,001$);

– при порівнянні нащадків бугаїв модального класу та бугаїв «мінус» варіантів встановлено, що дочка бугаїв «мінус» варіантів відзначалися більшою тривалістю господарського використання (+0,8 лактації) та вищими показниками довільного надою (+3516 кг). Вказані різниці статистично вірогідні, $P < 0,05$. Всі інші показники були в межах статистичної помилки.

Одне із важливих завдань, які передбачають при плануванні підбору, може бути або закріплення певних спадково зумовлених комплексів господарсько-корисних ознак, або створення нового поєднання цінних властивостей, притаманних батьківським формам. Такі завдання вирішуються використанням однорідного чи різнорідного варіантів підбору відповідно, кожен з яких матиме певний вплив на характер мінливості ознак, за якими ведеться селекція.

Динаміка показників фенотипової мінливості показників молочної продуктивності корів за досліджуваних варіантів підбору наведена в таблиці 5.

5. Коefіцієнти мінливості молочної продуктивності корів за досліджуваних варіантів підбору, %

Показники	Матері			Всього по групі бугаїв
	Мінус варіанти	Модальний клас	Плюс варіанти	
1	2	3	4	5
Бугаї – мінус варіанти				
Кількість тварин, голів	45	89	8	142
Перша лактація				
Надій за 305 діб	22,5	18,0	14,1	19,6
молочного жиру	22,9	19,6	15,2	20,7
молочного білка	23,0	19,6	14,9	20,8
Найвищий надій				
Надій за 305 діб	29,0	19,1	13,4	22,6
молочного жиру	31,5	20,3	14,3	24,3
молочного білка	31,7	20,4	15,0	24,4
Пожиттєва продуктивність				
Використання, лактацій	57,2	54,7	34,5	54,6
Довічний надій	65,4	58,3	35,2	59,6
молочного жиру	65,8	58,5	35,6	59,9
молочного білка	66,8	58,6	36,2	60,2
Середній надій за лактацію	18,3	18,1	11,0	14,6
Бугаї – модальний клас				
Кількість тварин, голів	18	44	13	75
Перша лактація				
Надій за 305 діб	15,4	25,2	36,4	26,0
молочного жиру	15,5	27,9	31,6	27,2
молочного білка	15,4	27,1	38,2	29,5
Найвищий надій				
Надій за 305 діб	24,8	27,8	29,6	24,9
молочного жиру	26,5	24,4	29,7	26,4
молочного білка	25,9	25,0	33,1	27,2
Пожиттєва продуктивність				
Використання, лактацій	60,7	54,6	81,6	61,0
Довічний надій	70,2	57,4	90,8	66,3
молочного жиру	70,0	57,8	90,4	66,3
молочного білка	70,3	58,2	89,3	66,5
Середній надій за лактацію	18,1	18,0	28,9	20,5
Бугаї – плюс варіанти				
Кількість тварин, голів	33	151	43	227
Перша лактація				
Надій за 305 діб, кг	22,8	21,2	16,5	22,0
молочного жиру	24,1	22,8	18,2	23,4
молочного білка	24,7	23,6	18,3	24,2
Найвищий надій				
Надій за 305 діб, кг	24,3	22,2	17,4	22,4
молочного жиру	25,3	23,2	19,1	23,5
молочного білка	24,9	25,8	19,6	25,8

1	2	3	4	5
Пожиттєва продуктивність				
Лактацій	43,2	56,8	50,2	54,5
Довічний надій, кг	53,1	57,7	58,4	57,6
молочного жиру	53,4	57,6	58,3	57,4
молочного білка	53,6	57,0	57,5	56,9
Середній надій за лактацію, кг	18,5	15,3	16,9	17,2

На підставі даних табл. 5 можна зробити висновок про наявність певної залежності рівня мінливості показників молочної продуктивності у нащадків від продуктивності матерів та матерів батька. В цілому, для надою за першу та вищу лактації, а також вмісту молочного жиру та білку характерний середній за величиною рівень мінливості. Показники тривалості господарського використання та довічної продуктивності відзначаються високими значеннями коефіцієнтів варіації, що зумовлено їх залежністю як від величини надою, так і від кількості лактацій. Остання може коливатися в межах від однієї до десяти-дванадцяти лактацій. Найнижчі значення коефіцієнтів варіації спостерігаються у первісток від усіх поєднань бугаїв групи мінус-варіантів, для найвищого надою – у їх дочок від корів модального класу та групи плюс-варіантів, а для позиттєвої продуктивності – у дочок від корів плюс-варіантів. Серед нащадків бугаїв модального класу має місце досить широкий розкид значень коефіцієнтів варіації. У їх дочок-первісток від корів

мінус-варіантів ці показники були в межах 15,4–15,5 %, а від корів модального класу та плюс-варіантів майже удвічі вищі. Мінливість показників довічної продуктивності у нащадків бугаїв модального класу та корів мінус і плюс-варіантів надзвичайно висока у порівнянні з іншими групами. У нащадків бугаїв групи плюс-варіантів і корів групи мінус-варіантів та модального класу значення коефіцієнтів мінливості практично однакові для досліджуваних ознак, а з коровами плюс-варіантів рівень мінливості дещо нижчий.

Вплив материнської спадковості на фенотиповий прояв молочної продуктивності дочок оцінювали на підставі коефіцієнтів успадкування обчислених як подвоєний коефіцієнт кореляції дочки-матері за формулою $h^2 = 2r$ д/м. У таблиці 6 наведено два варіанти обчислення коефіцієнтів успадкування, які відрізняються за принципом групування пар дочки-матері. Перший варіант – групування за величиною надою матері, другий – за величиною надою матері батька.

6. Коефіцієнти успадкування показників молочної продуктивності за першу та вищу лактації у піддослідних групах ($h^2 = 2*r$ д/м)

Група	Надій за 305 дів лактації, кг		Молочний жир, кг		Молочний білок, кг	
	перша	вища	перша	вища	перша	вища
Групування за надоєм матері						
Мінус варіанти, n = 96	0,120	0,288	0,106	0,173	0,157	0,547
Модальний клас, n = 284	0,004	0,246	0,041	0,217	0,054	0,281
Плюс варіанти, n = 64	0,024	0,120	0,157	0,194	0,311	0,277
Групування за надоєм матері батька						
Мінус варіанти, n = 142	-0,058	0,421	0,169	0,364	0,103	0,542
Модальний клас, n = 75	-0,091	0,109	-0,119	-0,147	0,042	0,249
Плюс варіанти, n = 227	0,268	0,251	0,310	0,086	0,122	0,152

На підставі даних таблиці 6 можна стверджувати, що у обох варіантах групування низькі значення коефіцієнтів успадкування показників продуктивності за першу лактацію свідчать про те, що у даному випадку на фенотиповий прояв досліджуваних ознак вплив паратипових факторів є більш суттєвим, ніж вплив материнської спадковості. При цьому слід відзначити, що найнижчі значення коефіцієнтів успадкування спостерігаються у первісток – дочок як корів, так і бугаїв модального класу. Коефіцієнти успадкування надою за вищу лактацію у переважній більшості порівнюваних груп мають дещо вищі значення, ніж за першу лактацію. Це, очевидно, пов'язано з тим, що вищої продуктивності досягають повновікові корови, які вже краще, ніж первістки, адаптовані до негативних впливів паратипових факторів.

У дочок бугаїв мінус варіантів за вищу лактацію спостерігаються найвищі

значення коефіцієнтів успадкування надою, кількості молочного жиру та білку у порівнянні з коровами інших груп. У дочок бугаїв модального класу зв'язок із показниками продуктивності матерів практично відсутній – коефіцієнти успадкування мають низькі та в окремих випадках від'ємні значення. У дочок бугаїв плюс варіантів прослідковується позитивний невисокий зв'язок із продуктивністю матерів – коефіцієнти успадкування надою за першу і вищу лактацію, а також кількості молочного жиру за першу лактацію мають середні значення.

Результати оцінки впливу батьківської спадковості шляхом визначення співвідношення генетичної мінливості до загальної фенотипової мінливості за формулою $h^2 = S_x/S_y$ методом однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) наведено в таблиці 7.

7. Коефіцієнти успадкування у піддослідних групах розраховані методом ANOVA ($h^2 = S_x/S_y$)

Група	Мінус варіанти		Модальний клас		Плюс варіанти	
	h^2	F	h^2	F	h^2	F
1	2	3	4	5	6	7
Групування за надоєм матері						
Надій, кг:						
перша лактація	0,170**	3,7	0,152***	10,0	0,036	0,5
вища лактація	0,137*	2,8	0,056**	3,3	0,086	1,4
довічний	0,065	1,2	0,061**	3,6	0,231**	4,4
Молочний жир, кг:						
перша лактація	0,227***	5,3	0,171***	11,4	0,081	1,3
Вища лактація	0,141*	3,0	0,070***	4,1	0,084	1,3
Довічний	0,066	1,3	0,054**	3,2	0,223**	4,2
Молочний білок, кг:						
перша лактація	0,239***	5,6	0,178***	12,1	0,068	1,1
вища лактація	0,152**	3,2	0,085***	5,2	0,073	1,1
довічний	0,068	1,3	0,053**	3,1	0,220**	4,1
Групування за надоєм матері батька						
Надій, кг:						
перша лактація	0,094***	14,6	0,001	0,01	0,232***	67,9
вища лактація	0,037*	5,3	0,014	1,0	0,045***	10,5
довічний	0,008	1,2	0,067*	5,2	0,023*	5,3
Молочний жир, кг:						
перша лактація	0,076***	11,5	0,002	0,1	0,233***	68,2

1	2	3	4	5	6	7
вища лактація	0,039*	5,6	0,020	1,5	0,049***	11,6
довічний	0,007	0,9	0,067*	5,2	0,018*	4,1
Молочний білок, кг:						
перша лактація	0,091***	14,0	0,002	0,1	0,240***	71,4
вища лактація	0,047**	7,0	0,015	1,1	0,065***	15,7
довічний	0,006	0,9	0,058*	4,4	0,015	3,4

У табл. 7 наведено коефіцієнти успадкування, обчислені методом однофакторного дисперсійного аналізу, де визначальним фактором впливу є походження за батьком. Оцінка вірогідності впливу батьківської спадковості на фенотиповий прояв досліджуваних ознак у дочок проведена на підставі критерію Фішера.

У дочок корів мінус-варіантів встановлено вірогідний вплив генотипу батьків на рівень надою молока за 305 днів першої та вищої лактації, а також кількість молочного жиру та білку за ці лактації ($P < 0,05-0,001$). У дочок корів модального класу вірогідні значення успадкування спостерігаються відносно до надою за першу та вищу лактації, довічного надою, а також отриманих за ці періоди кількостей молочного жиру та білку ($P < 0,01-0,001$). У групі корів, отриманих від матерів плюс-варіантів, частка впливу батьківського фактору була вірогідною лише для довічної продуктивності ($P < 0,01$). В усіх інших випадках мав місце переважаючий вплив паратипових факторів.

Аналізом значень коефіцієнтів успадкування у дочок бугаїв порівнюваних груп встановлено вірогідний вплив бугаїв групи мінус-варіантів на показники надою, кількість молочного жиру та білку за першу та вищу лактації ($P < 0,05-0,001$), бугаїв модального класу – на показники довічної продуктивності (надій, молочний жир і білок, $P < 0,05$), бугаїв плюс-варіантів – на

всі оцінювані показники продуктивності за винятком довічної кількості молочного білка ($P < 0,05-0,001$). Вірогідний вплив бугаїв модального класу не спостерігався на інші показники довічної продуктивності дочок, $P < 0,05$.

Висновки. Результати досліджень підтверджують значний вплив материнської та батьківської спадковості на молочну продуктивність корів та їх тривалість господарського використання. Встановлено, що серед корів-матерів найбільша частка зосереджена в модальному класі (64,0 %), а мінус- і плюс-варіанти склали 21,6 та 14,4 % відповідно.

Дочки корів мінус-варіантів мали нижчу продуктивність порівняно з ровесницями модального класу та плюс-варіантів, але відзначалися довшим періодом господарського використання. Водночас дочки бугаїв плюс-варіантів перевершували за надоєм інші групи, хоча їх довічна продуктивність не перевищувала показники дочок бугаїв мінус-варіантів.

Коефіцієнти успадкування показали, що вплив материнської спадковості був слабшим на початкових стадіях лактації, а батьківський фактор значно впливав на рівень молочної продуктивності.

Отримані результати можуть бути використані для розробки селекційних програм, спрямованих на покращення надоїв та тривалості продуктивного використання корів.

Список використаної літератури

1. Гнатюк С. І., Гнатюк М. А. Гетерогенний підбір та його вплив на молочну продуктивність тварин різних внутрішньопородних типів української червоної молочної породи. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2014. Вип. 2/2 (25). С. 48–51.

References

1. Hnatiuk S. I., Hnatiuk M. A. Heterogeneous selection and its impact on milk productivity of animals of different intra-breed types of the Ukrainian Red Dairy breed. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya «Tvarynnytstvo»*. 2014. Issue 2/2 (25). P. 48–51.

2. Пелехатий М. С., Кучер Д. М. Господарсько-корисні ознаки корів-первісток української чорно-рябої молочної породи при різному рівні гетерогенного підбору. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. 2013. Вип. 7 (23). С. 59–67

3. Пелехатий М. С., Піддубна Л. М., Кучер Д. М. Племінний підбір у відкритій популяції молочної худоби. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2012. Вип. 7. С. 94–98. http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt_2012_7_29.

4. Підпала Т. В., Шевчук Н. П. Особливості методів підбору в період створення української червоної молочної породи. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2019. Т. 21, № 90. С. 2631. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9005>.

5. Шульга В. П. Розвиток теорії добору та підбору тварин у науковому доробку професора М. А. Кравченка. *Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету*. 2017. Вип. 49. С. 285–287. DOI: <https://doi.org/10.26661/swfh-2017-49-055>.

6. Assessment of genomic selection for introgression of polledness into holstein friesian cattle by simulation / G. Gaspa et al. *Livestock Science*. 2015. Vol. 179. P. 86–95. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.020>.

7. Bias in genomic predictions by mating practices for linear type traits in a large-scale genomic evaluation / S. Tsuruta et al. *J. Dairy Sci.* 2021. Vol. 104. P. 662–677. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18668>.

8. Cheng H., Garrick D., Fernando R. XSim: Simulation of descendants from ancestors with sequence data. *G3: Genes, Genomes, Genetics*. 2015. Vol. 5 (7). P. 1415–1417. <https://doi.org/10.1534/g3.115.016683>.

9. Community-based livestock breeding programmes: Essentials and examples / J. Mueller et al. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 2015. Vol. 132 (2). P. 155–168. <https://doi.org/10.1111/jbg.12136>.

10. Considering genetic characteristics in German Holstein breeding programs / D. Segelke et al. *J. Dairy Sci.* 2016. Vol. 99 (1). P. 458–467. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9764>.

11. Escouflaire C., Capitan A. Analysis of pedigree data and whole-genome sequences in 12 cattle breeds reveals extremely low within-breed Y-chromosome diversity. *Anim Genet*. 2021. Vol. 52. P. 725–729. <https://doi.org/10.1111/age.13104>.

12. Evaluation of breeding strategies for Polledness in dairy cattle using a newly developed simulation framework for quantitative and Mendelian traits / C. Scheper et al. *Genetics Selection Evolution*. 2016. Vol. 48 (1). P. 50. <https://doi.org/10.1186/s12711-016-0228-7>.

13. Genomic selection in dairy cattle: The USDA experience / G. R. Wiggans et al. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 2017. Vol. 5. P. 309–327. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021815-111422>.

2. Pelechaty M. S., Kucher D. M. Economically useful traits of first-calf heifers of the Ukrainian Black-and-White dairy breed at different levels of heterogeneous selection. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia «Tvarynnystvo»*. 2013. Issue 7 (23). P. 59–67.

3. Pelechaty M. S., Piddubna L. M., Kucher D. M. Breeding selection in an open dairy cattle population *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnystva*. 2012. Issue 7. P. 94–98. http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt_2012_7_29.

4. Pidpala T. V., Shevchuk N. P. Features of selection methods during the creation of the Ukrainian Red Dairy breed. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriiia: Silskohospodarski nauky*. 2019. Vol. 21, no. 90. P. 26–31. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9005>.

5. Shulha V. P. The development of the theory of animal selection and breeding in the scientific work of Professor M. A. Kravchenko. *Naukovi pratsi istorychnoho fakultetu Zaporizkoho natsionalnoho universytetu*. 2017. Issue 49. P. 285–287. DOI: <https://doi.org/10.26661/swfh-2017-49-055>.

6. Assessment of genomic selection for introgression of polledness into holstein friesian cattle by simulation / G. Gaspa et al. *Livestock Science*. 2015. Vol. 179. P. 86–95. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.020>.

7. Bias in genomic predictions by mating practices for linear type traits in a large-scale genomic evaluation / S. Tsuruta et al. *J. Dairy Sci.* 2021. Vol. 104. P. 662–677. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18668>.

8. Cheng H., Garrick D., Fernando R. XSim: Simulation of descendants from ancestors with sequence data. *G3: Genes, Genomes, Genetics*. 2015. Vol. 5 (7). P. 1415–1417. <https://doi.org/10.1534/g3.115.016683>.

9. Community-based livestock breeding programmes: Essentials and examples / J. Mueller et al. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 2015. Vol. 132 (2). P. 155–168. <https://doi.org/10.1111/jbg.12136>.

10. Considering genetic characteristics in German Holstein breeding programs / D. Segelke et al. *J. Dairy Sci.* 2016. Vol. 99 (1). P. 458–467. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9764>.

11. Escouflaire C., Capitan A. Analysis of pedigree data and whole-genome sequences in 12 cattle breeds reveals extremely low within-breed Y-chromosome diversity. *Anim Genet*. 2021. Vol. 52. P. 725–729. <https://doi.org/10.1111/age.13104>.

12. Evaluation of breeding strategies for Polledness in dairy cattle using a newly developed simulation framework for quantitative and Mendelian traits / C. Scheper et al. *Genetics Selection Evolution*. 2016. Vol. 48 (1). P. 50. <https://doi.org/10.1186/s12711-016-0228-7>.

13. Genomic selection in dairy cattle: The USDA experience / G. R. Wiggans et al. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 2017. Vol. 5. P. 309–327

14. Jiang-Peng Yue, Chad Dechow, Wan-Sheng Liu. A limited number of Y chromosome lineages is present in North American Holsteins. *J. Dairy Sci.* 2015. Vol. 98 (4). P. 2738–2745. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8601>.

15. Hot topic: A unified approach to utilize phenotypic, full pedigree, and genomic information for genetic evaluation of Holstein final score / I. Aguilar et al. *J. dairy Sci.* 2010. Vol. 93 (2). P: 743–752 DOI: 10.3168/jds.2009-2730.

16. Hot topic: Use of genomic recursions in single-step genomic best linear unbiased predictor (BLUP) with a large number of genotypes / B. O. Fragomeni et al. *J. Dairy Sci.* 2015. Vol. 98 (6). P. 4090–4094. DOI: 10.3168/jds.2014-9125.

17. How economic weights translate into genetic and phenotypic progress, and vice versa / H. Simianer et al. *Genetics Selection Evolution.* 2023. Vol. 55 (38). <https://doi.org/10.1186/s12711-023-00807-0>.

18. Liu H., Henryon M., Sorensen A. C. Mating strategies with genomic information reduce rates of inbreeding in animal breeding schemes without compromising genetic gain. *Animal.* 2017. Vol. 11 (4). P. 547–555. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001786>.

19. Lush J. L. Animal breeding plans. 1943. Ames Iowa : Iowa State College Press. Edn 2, 437 p.

20. Potential of promotion of alleles by genome editing to improve quantitative traits in livestock breeding programs / J. Jenko et al. *Genetics Selection Evolution.* 2015. Vol. 47 (1), 55. <https://doi.org/10.1186/s12711-015-0135-3>.

21. Solving efficiently large single-step genomic best linear unbiased prediction models / I. Strandén et al. *J. Anim. Breed. Genet.* 2017. Vol. 134. P. 264–274. <https://doi.org/10.1111/jbg.12257>.

22. William G. Hill. Applications of Population Genetics to Animal Breeding, from Wright, Fisher and Lush to Genomic Prediction. *Genetics.* 2014. Vol. 196 Issue 1. P. 1–16. <https://doi.org/10.1534/genetics.112.147850>.

<https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021815-111422>.

14. Jiang-Peng Yue, Chad Dechow, Wan-Sheng Liu. A limited number of Y chromosome lineages is present in North American Holsteins. *J. Dairy Sci.* 2015. Vol. 98 (4). P. 2738–2745. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8601>.

15. Hot topic: A unified approach to utilize phenotypic, full pedigree, and genomic information for genetic evaluation of Holstein final score / I. Aguilar et al. *J. dairy Sci.* 2010. Vol. 93 (2). P: 743–752 DOI: 10.3168/jds.2009-2730.

16. Hot topic: Use of genomic recursions in single-step genomic best linear unbiased predictor (BLUP) with a large number of genotypes / B. O. Fragomeni et al. *J. Dairy Sci.* 2015. Vol. 98 (6). P. 4090–4094. DOI: 10.3168/jds.2014-9125.

17. How economic weights translate into genetic and phenotypic progress, and vice versa / H. Simianer et al. *Genetics Selection Evolution.* 2023. Vol. 55 (38). <https://doi.org/10.1186/s12711-023-00807-0>.

18. Liu H., Henryon M., Sorensen A. C. Mating strategies with genomic information reduce rates of inbreeding in animal breeding schemes without compromising genetic gain. *Animal.* 2017. Vol. 11 (4). P. 547–555. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001786>.

19. Lush J. L. Animal breeding plans. 1943. Ames Iowa : Iowa State College Press. Edn 2, 437 p.

20. Potential of promotion of alleles by genome editing to improve quantitative traits in livestock breeding programs / J. Jenko et al. *Genetics Selection Evolution.* 2015. Vol. 47 (1), 55. <https://doi.org/10.1186/s12711-015-0135-3>.

21. Solving efficiently large single-step genomic best linear unbiased prediction models / I. Strandén et al. *J. Anim. Breed. Genet.* 2017. Vol. 134. P. 264–274. <https://doi.org/10.1111/jbg.12257>.

22. William G. Hill. Applications of Population Genetics to Animal Breeding, from Wright, Fisher and Lush to Genomic Prediction. *Genetics.* 2014. Vol. 196 Issue 1. P. 1–16. <https://doi.org/10.1534/genetics.112.147850>.