

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

МАТВЄЄВ МИХАЙЛО АНДРІЙОВИЧ

УДК 636.2.034:004.65

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ПЛЕМІННОЇ ЦІННОСТІ
ТВАРИН В МОЛОЧНОМУ СКОТАРСТВІ НА ОСНОВІ
ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ БАЗ ДАНИХ**

204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

20 «Аграрні науки та продовольство»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело

М. А. Матвєєв

Науковий керівник:

Гетья Андрій Анатолійович,

доктор сільськогосподарських наук,
професор

Київ – 2023

АНОТАЦІЯ

Матвеев М. А. Удосконалення методів оцінки племінної цінності тварин в молочному скотарстві на основі використання інформаційних баз даних.

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2023.

Дисертацію присвячено удосконаленню методів комплексного оцінювання племінної цінності тварин на основі інформації з різних джерел.

Дослідженнями встановлено, що молочна продуктивність, яку характеризували такими ознаками, як надій за стандартну лактацію, вміст білка і жиру, вихід молочного білка і жиру та енергетично скоригованого молока ($ЕСМ_1$) первісток відрізняється залежно від господарства. Так, надій корів за умов різних стад коливається в межах від 7280,9 до 8662,0 кг молока за 305 днів лактації. Найвищим виходом молочного жиру, білка та $ЕСМ_1$ за першу лактацію характеризуються корови СТОВ «Агроко», у яких зазначені показники становили 8662,0 кг; 336,0; 274,1 та 8371,4 кг відповідно. Вихід $ЕСМ_1$ у корів цього стада перевищував аналогічний показник ровесниць АФ «Колос», СК «Восток» та СП «Молочарське» на 5,2 %; 11,1 та 15,8 % відповідно. Первісток СТОВ «Агроко» характеризує найдовша середня тривалість сервіс-періоду, яка сягає 138 днів і перевищує на 8 днів, 20 та 32 дні корів із СК «Восток», СП «Молочарське» та АФ «Колос» відповідно.

Встановлено вірогідні позитивні коефіцієнти кореляції між тривалістю сервіс-періоду та надоєм за стандартну лактацію, які коливаються від 0,115 ($p \leq 0,01$) до 0,447 ($p \leq 0,001$) для СТОВ «Агроко» та СП «Молочарське». В умовах ферм інших господарств коефіцієнти кореляції мали проміжні величини. За збільшення надою у досліджених стадах спостерігається тенденція до погіршення якості молока, збільшення бальної оцінки соматичних клітин (SCS) та зменшення вмісту його цінних компонентів (жиру та білка). Так, за умов СП «Молочарське» встановлені вірогідні коефіцієнти кореляції

між надоем і вмістом білка, вмістом жиру та соматичних клітин, які становлять -0,142 ($p \leq 0,05$), - 0,285 ($p \leq 0,001$) та 0,143 ($p \leq 0,05$) відповідно.

Встановлено, що за збільшення надою корів на 100 кг за лактацію сервіс-період збільшувався на 0,3; 0,7 ($p \leq 0,001$); 0,7 ($p \leq 0,01$) та 3,2 ($p \leq 0,001$) дні у СТОВ «Агроко», СК «Восток», АФ «Колос» та СП «Молочарське» відповідно. Найбільше на тривалість сервіс-періоду впливає збільшення виходу молочного білка. Так, підвищення його виходу на 100 кг за лактацію, призводить до подовження тривалості сервіс-періоду від 23 до 91,7 днів ($p \leq 0,001$) для СК «Восток» та «Молочарське» відповідно.

Встановлено, що ознаки лінійного оцінювання типу пов'язані з надоями корів за лактацію і тривалістю сервіс-періоду. Встановлено вірогідні кореляційні зв'язки різної величини та спрямованості (здебільшого негативні) між ознаками лінійного оцінювання типу та надоем. До того ж із збільшенням надою, оцінка таких ознак зменшується. Коефіцієнти кореляції між тривалістю сервіс-періоду та шириною заду, кута ратиці, залозистістю, центральною зв'язкою та молочним характером є на рівні -0,093 ($p \leq 0,05$); -0,094 ($p \leq 0,05$); -0,104 ($p \leq 0,05$); -0,107 ($p \leq 0,01$); -0,0139 ($p \leq 0,001$) та -0,026 ($p \leq 0,001$) відповідно. За збільшення кута задніх кінцівок та кондицій подовжується тривалість сервіс-періоду, оскільки між цими ознаками знайдено позитивний коефіцієнт кореляції, який становить 0,136 ($p \leq 0,01$) та 0,226 ($p \leq 0,001$) відповідно.

Виявлено, що за зміни оцінки на 1 бал таких ознак, як кут задніх кінцівок та кондицій, тривалість сервіс-періоду підвищується на 5,9 та 6,9 днів відповідно, а в разі підвищення оцінки за молочного характеру та кута ратиці – зменшується на 9,9 та 5,1 днів відповідно. За умов досліджуваних ферм спостерігається значне коливання між ознаками продуктивності та рівнем відтворення дочок різних плідників. Так, у СК «Восток» надій потомків Трофея перевищує надій дочок Лідера майже на 41 %, а тривалість сервіс-періоду у дочок цих бугаїв відрізняється на 12,9 %. За умов СП «Молочарське», АФ «Колос» та СТОВ «Агроко» також спостерігається різниця у надоях за лактацію

дочок різних плідників. Виявлено різницю між середніми показниками тривалості сервіс-періоду в умовах різних ферм.

Встановлено, що фактор «плідник» більш суттєво із різною величиною впливає на ознаки продуктивності у тому числі на вміст цінних компонентів молока, ніж на сервіс-період. Так, сила впливу фактора «плідник» на надій за лактацію коливається від 0,10 до 56,7 %. Найбільший (14,8 %) вірогідний ($p \leq 0,001$) вплив фактору «плідник» на сервіс-період встановлено в АФ «Колос», водночас, у СТОВ «Агроко» вплив фактору дорівнює 5,3% ($p \leq 0,05$). Натомість за умов інших ферм вірогідного впливу фактора «плідник» на цю ознаку не знайдено. Ступінь впливу фактору «сезон отелення» на тривалість сервіс-періоду коливається від 2,9 до 20,8% для СТОВ «Агроко» та СК «Восток» відповідно. Для фактору «номер лактації» виявлено вірогідний вплив на тривалість сервіс-періоду в умовах СК «Восток», СП «Молочарське» та АФ «Колос», який становить 1,5% ($p \leq 0,05$), 15,8 ($p \leq 0,001$) та 5,5 % ($p \leq 0,001$). Загалом у більшості господарств варіабельність тривалості сервіс-періоду більше зумовлена комплексом паратипових факторів.

Виявлено значне коливання у величинах параметрів моделі Вуда, яка характеризує лактаційну діяльність корів залежно від дії комплексу факторів. Із таких факторів, як номер лактації (вік), рік отелення, сезон отелення, плідник, надій за стандартну лактацію та тривалість сервіс періоду, найбільший за величиною вірогідний вплив на параметр a (надій на початку лактації) чинили фактори «плідник» та «номер лактації» із силою впливу 5,48 ($p \leq 0,05$) та 16,91% ($p \leq 0,001$) відповідно. На стійкість лактації впливає лише фактор «номер лактації» – 10,81 % ($p \leq 0,001$). Відмічається вірогідний вплив фактора «сезон отелення» на параметри a , b , c моделі Вуда та на постійність лактаційної діяльності, який становить 1,89, 2,18, 2,92 та 10,81 % відповідно за $p \leq 0,001$ для вищеперелічених параметрів. Із результатів досліджень стає очевидним, що в умовах СК «Восток» на дисперсію більшості параметрів моделі Вуда та стійкість лактаційної діяльності, переважно, впливають паратипові фактори, а не генотипові.

Знайдено вірогідний тісний ($r = -0,874$; $p \leq 0,001$), обернено пропорційний кореляційний зв'язок між стійкістю лактації та параметром, який характеризує швидкість спаду лактації після досягнення її піка. За збільшення величини стійкості лактації спостерігається скорочення тривалості сервіс-періоду ($r = 0,074$; $p \leq 0,05$). Встановлено позитивний тісний вірогідний коефіцієнт фенотипової кореляції між параметрами лактаційної кривої моделі Вуда b та c ($r = 0,739$). Оскільки між стійкістю лактації та сервіс-періодом знайдений вірогідний негативний коефіцієнт кореляції $r = -0,074$ ($p \leq 0,05$), то, на нашу думку, для покращення рівня відтворення корів, слід використовувати сперму плідників із високою оцінкою за ознакою «стійкість лактації».

Для розрахування молочної продуктивності (надій, вміст жиру і вміст білка) за стандартну лактацію на основі неповних даних, зібраних протягом лактації, можна використовувати алгоритм штучних нейронних мереж. Найточніший прогноз отримано на основі вхідних даних з інформацією за перше, друге, п'яте, восьме і десяте контрольне доїння. Коефіцієнти варіації прогнозу, отримані на основі цих даних, є найменшими і становлять 5,16, 2,17 і 5,40 % для надою за лактацію, вмісту білка та вмісту жиру відповідно. Застосування штучних нейронних мереж дозволяє ранжувати племінних тварин за їх продуктивністю. Коефіцієнти рангової кореляції значень ознак продуктивності, розрахованих мережею, та за контрольними результатами, становлять 0,918; 0,949 і 0,852 щодо надою за 305 днів лактації, вмісту білка та жиру відповідно.

Встановлено, що підвищення надою, виходу білка та жиру за стандартну лактацію на 1 кг спричиняє зростання маржинального доходу на 2,58; 213,37 та 63,20 грн відповідно. Отже, серед ознак продуктивності, найбільший маржинальний дохід від збільшення продуктивності на одиницю продукції за лактацію отримують для виходу білка. Вважаємо, що коефіцієнт множинної регресії кожної ознаки на річний маржинальний дохід можна прийняти як їх економічну вагу у випадку побудови селекційного індексу. Економічні ваги для SCS та сервіс-періоду є від'ємними і дорівнюють -551,9 і -37,48 грн відповідно.

Незалежно від вартості телиці найбільший дохід від зростання продуктивності на одиницю продукції отримують для ознак кількості молочного білка та жиру – 469,72 та 361,67 грн відповідно. Натомість подовження тривалості сервіс-періоду на один день, призводить до зменшення доходу від

-11,39 до -49,89 грн за вартості телиці 12500 та 48611 грн відповідно. Залежно від вартості телиці варіюють індексні ваги відповідних ознак.

Запропоновані селекційні індекси дають змогу збільшувати молочну продуктивність корів і за цього зберігати рівень відтворення. Використання для вибракування корів індексу, який розрахований на основі економічних ваг (на основі маржинального доходу) призведе до отримання додаткового прибутку 13567,65 грн за лактацію в розрахунку на одну корову. Використання запропонованого селекційного індексу дозволяє скорегувати напрям селекції та, до певної міри, подолати негативну тенденцію погіршення рівня відтворення корів у стадах внаслідок наявності негативного зв'язку між рівнем молочної продуктивності (кількістю молочного білка і жиру) і тривалістю сервіс-періоду, що у випадку інтенсивної селекції призводить до погіршення рівня відтворення у корів.

Ключові слова: селекція, молочна худоба, селекційний індекс, економічна вага, лактаційна діяльність, продуктивність, надій, сервіс період, лінійна оцінка типу

ANNOTATION

Matvieiev M. A. Improvement of methods for assessing the animals' breeding value in dairy farming based on the usage of information databases.

Qualifying scientific work on the rights of a manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 204 "Technology of production and processing of livestock products". National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2023.

The dissertation is devoted to the improvement of methods of comprehensive assessment of the breeding value of animals based on information from various sources.

Studies have established that milk productivity of primiparous cows, which was characterized by such traits as milk yield per standard lactation, protein content, fat content, protein yield, fat yield, and energy-corrected milk (ECM1), was different depending on the farm. Thus, the milk yield of cows under the conditions of different herds ranged from 7280,9 to 8662,0 kg per 305 days of lactation. Cows of ALLC "Agroko" had the highest fat yield, protein yield, and ECM1 comparing to other farms: 8662,0; 336,0; 274,1 and 8371,4 kg, respectively. The ECM1 yield of this herd was higher than that of AC "Kolos", the CC "Vostok" and the AC "Molocharske" by 5,2; 11,1 and 15,8%, respectively. The primiparous cows of the ALLC "Agroko" were characterised by the longest duration of days open, which reached 138 days and exceeded the cows from IC Vostok, JV Molocharske, and AF Kolos by 8, 20, and 32 days, respectively.

Significant positive Pearson correlation coefficient between duration of days open and milk yield for standard lactation were established, which ranged from 0,115 ($p \leq 0,01$) to 0,447 ($p \leq 0,001$) for ALLC "Agroko" and the AC "Molocharske". On other farms, the correlation coefficients were intermediate.

With increasing milk yield in the studied herds, there was a tendency to deterioration in milk quality, an increase of SCS (somatic cells score) and a decrease in the content of its valuable components (fat and protein). In the AC "Molocharske", there were found significant correlation coefficients between milk yield and protein

content, fat content, as well as SCS. Correlation coefficients were -0.142 ($p \leq 0.05$), -0.285 ($p \leq 0.001$), and 0.143 ($p \leq 0.05$) respectively.

It was established that with an increase of the milk yield of cows by 100 kg per standard lactation, the duration of days open increased by 0,3; 0,7 ($p \leq 0,001$); 0,7 ($p \leq 0,01$) and 3,2 ($p \leq 0,001$) days in ALLC “Agroko”, CC “Vostok”, AC “Kolos” and AC “Molocharske”, respectively.

The protein yield had the biggest impact on the duration of days open. The results of the study showed that an increase in protein yield of 100 kg per standard lactation resulted in a significant extension of the duration of days open for CC “Vostok” and AC “Molocharske” by 23 and 91.7 days, respectively ($p \leq 0.001$).

It was established that the traits of the linear type scoring are related to the productivity of cows as well as to the duration of the days open. Significant correlations of various levels and directions were established between the traits of linear type scoring and milk yield (mostly negative). It means that, with the increase in milk yield, the score of such traits decreased. The correlation coefficients were established between the duration of the days open and the rump width, the foot angle, udder texture, central ligament, and dairy character which were at the level of -0,093 ($p \leq 0,05$), -0,094 ($p \leq 0,05$), -0,104 ($p \leq 0,05$), - 0,107 ($p \leq 0,01$), -0,0139 ($p \leq 0,001$) and -0,026 ($p \leq 0,001$), respectively. Increasing of angle of the rear legs and of body condition scores caused the growth of duration of days open, as the positive correlation coefficient between these traits was found, which was 0.136 ($p \leq 0.01$) and 0.226 ($p \leq 0.001$), respectively.

The results of the study demonstrated that change of evaluation of rear legs and body condition scores by 1 point led to an increase in duration of days open by 5.9 and 6.9 days, respectively. And conversely, an increase in the score for dairy character and rump angle was associated with a decrease in duration of days open by 9.9 and 5.1 days, respectively.

In studied farms, a significant fluctuation between the productivity traits and the level of reproduction of the daughters of different bulls was observed. So, for example, in the conditions of CC “Vostok”, the milk yield of Trofey's offspring

exceeded the milk yield of Leader's daughters by almost 41%. The duration of the days open of the daughters of these bulls differed by 12,9%. In AC “Molocharske”, AC “Kolos”, and ALLC “Agroko” there was also a difference in milk yield of daughters of different bulls. The study revealed significant variability in the average duration of days open across different farms.

It was found that the “sire” factor had a more significant effect on productivity traits and on the content of valuable milk components comparing with duration of days open. Thus, the influence of the “sire” factor on the milk yield per lactation ranged from 0,10 to 56,7%. The most significant ($p \leq 0,001$) influence of the “sire” factor on the duration of days open was found in AC “Kolos” (14,8%), while in ALLC “Agroko” the influence of this factor was equal to 5,3% ($p \leq 0,05$). On the other hand, in other farms, no significant influence of the “sire” factor on duration of days open was found. The degree of influence of the “calving season” factor on the duration of the days open ranged from 2,9 to 20,8% for ALLC “Agroko” and CC “Vostok”, respectively. The study revealed a significant influence of the factor “lactation number” on the duration of days open across three farms, namely CC “Vostok”, AC “Molocharske”, and AC “Kolos”. The level of influence of the “lactation number” factor was 1.5 ($p \leq 0,05$), 15.8 ($p \leq 0,001$), and 5.5 ($p \leq 0,001$) for the respective farms. In general, in most farms, the variability of the duration of days open was more determined by complex of environmental factors.

A significant fluctuation in the parameters of the Woods model, which characterizes the lactation activity of cows depending on the influence of a complex of factors, was revealed. Comparing such factors, like lactation number (age), year of calving, season of calving, sire, milk yield per standard lactation and duration of days open, the most significant influence on parameter a (milk yield at the beginning of lactation) had the factors “lactation number” and “sire” with strength of influence 5,48 ($p \leq 0,05$) and 16,91% ($p \leq 0,001$). It should be noted that a significant influence on persistency of lactation was found only for factors “lactation number”, which was 10,81 % ($p \leq 0,001$).

A significant influence of the “calving season” factor on parameters a, b, c of the Wood model and on the constancy of lactation activity was obtained, which was equal 1,89, 2,18, 2,92 and 10,81%, respectively, with significance ($p \leq 0,001$) for all parameters listed above. The results of the research show that in CC “Vostok”, the dispersion of most parameters of the Wood model and the persistency of lactation are mainly influenced by environmental factors, and not genotypic ones.

A negative significant correlation was found between lactation persistency and the parameter that characterized the rate of lactation decline after reaching its peak $r = -0,874$ ($p \leq 0,001$). With an increase of the lactation persistency, the reduction in the duration of the days open $r = -0,074$ ($p \leq 0,05$) were observed.

A positive significant phenotypic correlation coefficient was established between parameters of Wood’s lactation curve b and c, which was $r = 0,739$. Since the significant negative correlation coefficient $r = -0,074$ ($p \leq 0,05$) between lactation persistency and duration of days open was found, it is necessary to use the semen of sire with a high score for the trait “lactation persistency” for improvement of reproduction rate of cows.

An algorithm of artificial neural networks was used to calculate milk productivity for a standard lactation (milk yield, fat content, protein content) based on incomplete data collected during lactation. The most accurate forecast was obtained on the basis of input data with information on the first, second, fifth, eighth and tenth monthly milking record. The coefficients of variation of the prediction derived from these data were the smallest at 5,16; 2,17, and 5,40% for milk yield, protein content, and fat content, respectively. The use of artificial neural networks made it possible to rank breeding animals according to their productivity. The rank correlation coefficients between values, calculated by the ANN and the control results, were 0,918, 0,949 and 0,852 for milk yield per standard lactation, protein and fat content, respectively.

It was established that the increase in milk yield, protein and fat yield per 1 kg of standard lactation caused an increase in gross margin by 2,58, 213,37 and 63,20 UAH, respectively. Among productivity traits, the largest gross margin from

increased productivity per lactation unit was obtained for protein yield. We consider that the coefficient of multiple regression of each trait on the annual gross margin can be taken as their economic weight for breeding indexes. Economic weights for SCS and service period were negative and equalled -551,9 and -37,48 UAH respectively.

Regardless of the costs of the rearing of heifer, the highest income from increased productivity per unit was obtained for the traits of the protein yield and fat yield – 469,72 UAH and 361,67 UAH, respectively. Depending on the costs of the rearing of a heifer (12500 UAH or 48611 UAH) increasing of duration of days open by one day led to a decrease in income from -11,39 to -49,89 UAH, respectively. Depending on the costs of the rearing of heifer, the index weights of the corresponding traits varied.

The proposed selection index can help to increase the milk productivity of cows and at the same time keep the level of reproduction constant.

The use of proposed index for culling cows, which was calculated on the basis of economic weights (on the basis of gross margin), led to an additional profit of 13,567,65 UAH per lactation per cow.

The use of the proposed selection index helps to adjust the breeding goals to the market requirements and, to a certain extent, to prevents the reduction of reproductivity rate of cows with increasing of productivity. This usually occurs due to the negative relationship between the level of milk productivity (the yield of protein and fat) and the duration of days open.

Key words: Breeding, dairy cattle, selection index, economic weight, lactation activity, productivity, milk yield, days open, linear type scoring.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Стаття у науковому міжнародному виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази даних Scopus

1. Ruban S., Danshyn V., Matvieiev M., Borshch O.O., Borshch O.V., Korol-Bezpal L. Characteristics of Lactation Curve and Reproduction in Dairy Cattle. Acta

Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun. 2022. № 70(6). P. 373–381. *(Доведено вплив комплексу факторів на лактаційну криву та її стійкість, обґрунтовано необхідність та принципи використання лактаційної кривої як елементу, який характеризує перебіг продуктивності корів та зумовлює тривалість сервіс-періоду).*

Статті у наукових фахових виданнях України

2. Рубан С. Ю., Федота О. М., Матвєєв М. А., Мартинова М. Є. Стан племінного тваринництва та напрями селекції в молочному скотарстві України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2018. № 289. С. 51–62. *(Обґрунтовано доцільність одночасного використання в індексах ознак молочної продуктивності (виходу молочного жиру і білка) та сервіс-періоду).*

3. Матвєєв М. А., Гетья А. А. Перспективи застосування економічних вагових коефіцієнтів для оцінки корів за ознаками молочної продуктивності. Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування. 2020. № 5, С. 91–45. *(Обґрунтовано оптимальний варіант моделі розрахунку економічних ваг для ознак селекції за різного вмісту жиру та білка у молоці).*

4. Матвєєв М. А. Застосування коефіцієнту постійності лактації для перерахунку незакінченої лактації на повну (305 днів). Вісник ПДАА. 2020. № 2. С. 119–126.

5. Гетья А., Рубан С., Матвєєв М., Даншин В. Вплив віку корів та їх походження за батьком на ознаки лінійної оцінки типу в молочному скотарстві. Тваринництво та технології харчових продуктів. 2020. № 11(1), С. 5–16. *(Обґрунтовано необхідність проведення лінійної класифікації типу корів як елементу комплексної оцінки їх племінної цінності).*

6. Рубан С.Ю., Матвєєв М. А. Генетична детермінація ознак рівня відтворення в молочному скотарстві. Науковий журнал «Тваринництво та технології харчових продуктів». 2021. № 1 (12). С. 28–38 *(Обґрунтовано необхідність використання сервіс-періоду із комплексу ознак відтворення*

(сервіс-період, період добровільного очікування та осіменіння) як критерію добору тварин в молочному скотарстві).

Тези доповідей:

7. Матвєєв М. А., Гетья А. А. Методологія збору та обробки селекційної інформації в молочному скотарстві. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: Зб. тез доп. 73 Всеукр. наук.- практ. конф. з міжн. участю – Київ: НУБіП України, 2019. 158 с. *(Здобувач проаналізував джерела літератури та обґрунтував необхідність використання баз даних для добору корів).*

8. Матвєєв М.А. Застосування різних варіантів розрахунку селекційної цінності корів для формування високопродуктивного стада. Науково-інформаційний вісник біолого- технологічного факультету. 12. Херсон: ХДАУ. ВЦ «Колос». 2019. С. 51–54 с.

9. Матвєєв М. Перспективи використання зоотехнічних даних для оцінювання стану благополуччя тварин в умовах промислових технологій. Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference AWCGCC, April 21–22, 2020. Dnipro, 2020, С. 95–97

10. Матвєєв М. Вплив віку корів на їх молочну продуктивність. III Міжнародна науково-практична конференція «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» Київ: Науково-методичний центр ВФПО, 2020. С. 177– 178.

11. Матвєєв М. Генетична детермінація ознак лінійної оцінки типу в молочному скотарстві. Міжнародна науково-практична конференція «Наукові і технологічні виклики тваринництва у XXI столітті», присвячена 90-річчю від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка УААН і РААН Г. О. Богданова, м. Київ, НУБіП України, 12–14 березня 2020 року. 74 с.

12. Матвєєв М. А., Гетья А. А. Вплив стадії лактації корів на зміну показників лінійної оцінки типу. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: Зб. тез доп. 74 Всеукр. наук.- практ. конф. – К.: НУБіП України, 2021. 255 с. *(Доведено вплив стадії лактації корів на їх лінійну оцінку типу)*.

13. Рубан С. Ю., Матвєєв М. А. Використання значень компонентів молока для оцінки ефективності виробництва. Збірник праць за підсумками X Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів (м. Київ, 22 квітня 2021 р. – 23 квітня 2021 р.). – Київ.: РВВ НУБіП України, 2021. 326 с. *(Обґрунтовано необхідність використання енергетично скорегованого молока (ЕСМ), в якості ознаки добору корів)*.

14. Рубан С. Ю., Гетья А. А., Матвєєв М. А. Визначення генетичної компоненти фертильності на основі стану контрольних періодів у лактуючих корів. Актуальні питання сучасної медицини: тези доповідей XVIII Міжнародної наукової конференції студентів, молодих вчених та фахівців, яка присвячена 25-річчю заснування кафедри загальної та клінічної патології медичного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. (22–23 квітня 2021 р., м. Харків, Україна). – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2021. 400 с. *(Здобувачем проведено математичну обробку та підготовлено матеріали до публікації)*.

15. Matvieiev M., Romasevych Yu., Getya A. Use of artificial neural networks for prediction of milk yield of dairy cows. Book of Abstracts of the 73st Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. EAAP – 73nd Annual Meeting. Porto. Portugal. 2022. *(Здобувачем запропоновано різні варіанти баз даних продуктивності для досліджень, проведено інтерпретацію результатів дослідження та підготовлено матеріали до публікації)*.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	17
ВСТУП	19
РОЗДІЛ 1_ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	24
1.1 . Стан молочного скотарства в світі та Україні	24
1.2. Характеристика програм селекції в молочному скотарстві (критерії та цілі)	31
1.3. Роль і значення лінійного оцінювання типу корів	37
1.4. Формування інформаційних потоків даних для програм відбору молочної худоби.....	41
1.5. Прогнозування молочної продуктивності тварин	47
1.6. Індeksi оцінки цінності тварин за ознаками селекції	49
1.7. Роль економічних вагових коефіцієнтів у побудові селекційних індексів	55
РОЗДІЛ 2_МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	61
2.1. Умови і схема проведення досліджень	61
2.2. Методика проведення лінійної оцінки типу	64
2.3. Методика розрахування економічних вагових коефіцієнтів.....	65
2.3.1. Розрахування маржинального доходу	65
2.3.2. Розрахування економічних ваг на основі аналізу маржинального доходу.....	66
2.3.3. Розрахування економічних ваг на основі доходу від реалізації умовної одиниці продукції	66
2.4. Інтерполяція даних молочної продуктивності.....	67
2.4.1. Застосування штучних нейронних мереж	67
2.4.2. Застосування моделі Вуда.....	69
2.4.3. Прогнозування продуктивності за 305 днів лактації за використання коефіцієнту постійності лактації	70
2.5. Побудова селекційного індексу.....	71
2.6. Математичні підходи для обчислення генетико-статистичних параметрів	72
РОЗДІЛ 3_РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	74

3.1. Характеристика ознак селекції та зв'язок між ними	74
3.2. Вплив комплексу факторів на ознаки молочної продуктивності, рівня відтворення та лінійного оцінювання типу	83
3.2.1. Вплив генетичних факторів на ознаки молочної продуктивності, рівень відтворення та лінійне оцінювання типу	83
3.2.2. Вплив не генетичних факторів на показники молочної продуктивності, рівень відтворення та лінійну оцінку типу корів.....	92
3.3.Характер лактаційної кривої та рівень відтворення.....	115
3.4. Інтерполяція даних молочної продуктивності.....	122
3.4.1. Динаміка показників денної продуктивності корів упродовж лактації	122
3.4.2. Прогнозування молочної продуктивності за використання штучних нейронних мереж	128
3.4.3. Результати прогнозування молочної продуктивності з використанням коефіцієнта постійності лактації	133
3.5. Моделювання ефективності добору залежно від його цілей (апробація розробленого індексу)	136
3.5.1. Економічні вагові коефіцієнти для ознак продуктивності та функціональних у великої рогатої худоби	136
3.5.2. Обґрунтування селекційного індексу	140
3.6. Економічна ефективність результатів досліджень	145
РОЗДІЛ 4_АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	149
ВИСНОВКИ.....	155
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	157
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	158
ДОДАТКИ.....	188

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АФ – агрофірма

СК – сільськогосподарський кооператив

СП – сервіс-період

ВМБ – кількість молочного білка, кг

ВМЖ – кількість молочного жиру, кг

СТОВ – сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю

ШНМ – штучні нейронні мережі (англ. artificial neural networks)

P – рівень значущості

r – коефіцієнт кореляції

R – коефіцієнт регресії

η^2 – сила впливу фактора

FAO – Food and Agriculture Organization – Продовольча та сільськогосподарська організація ООН

OECD – Organisation for European Economic Cooperation – Організація економічного співробітництва та розвитку

ICAR – International Committee for Animal Recording – Всесвітня організація із обліку сільськогосподарських тварин

BCS – body condition score – кондиція, яка свідчить про вгодованість тіла

ISLC – interpolation using standard lactation curves – Інтерполяція з використанням стандартних кривих лактації

BP – best prediction – кращий прогноз

ANN – artificial neural networks – штучні нейронні мережі (ШНМ)

TPI – Type Production index – індекс типу продуктивності (США)

NM\$, – Net Merit – індекс чистої заслуги (США)

Lifetime Performance Index – LPI – індекс пожиттєвої продуктивності (Канада)

PFT – Production, Functionality and Type – індекс продуктивності, функціональності та типу (Італія)

DPS – Durable Performance Sum – індекс довічної продуктивності (Нідерланди)

RZG – Reletiv Zuchtwert Gesamtindex – сумарний індекс відносної племінної цінності (Німеччина)

ISU – Unife Selection Index – уніфікований селекційний індекс (Франція)

NTM – Nordick Total Merit – індекс північних країн (Скандинавські країни)

ABV – Australian Breeding Value Unit – Австралійська племінна цінність (Австралія)

BPI – Balanced Performance Index – збалансований індекс продуктивності (Австралія)

HWI – Health Weighted Index – зважений індекс здоров'я (Австралія)

TWI – Type Weighted Index – зважений індекс типу (Австралія)

BEM – Bioeconomic models – біоекономічні моделі

ECM₁ – Energy corrected milk – енергетично скореговане молоко з урахуванням надою, вмісту жиру та білка

ECM₂ – Energy corrected milk – енергетично скореговане молоко з урахуванням надою, вмісту жиру, білка та лактози

SCS – somatic cell score – бальна оцінка соматичних клітин

C_v, % – коефіцієнт варіації

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences – статистичний пакет для соціальних наук

M – середнє значення

m – стандартна похибка середнього арифметичного значення

F/P – співвідношення вмісту жиру до вмісту білка

* $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

DMI – dry matter intake – споживання сухої речовини корму

TMR – загальнозмішаний раціон (від англ. Total mi)

FABA – Finnish Animal Breeding Association) – асоціація з розведення тварин Фінляндії

ВСТУП

Актуальність теми. Генетичне поліпшення сільськогосподарських тварин є одним з вирішальних факторів ефективного ведення галузі тваринництва, про що свідчить практика країн із високопродуктивним тваринництвом [105]. Виробництво продукції тваринництва у цих країнах базується на використанні власних породних ресурсів, успішне удосконалення і відтворення яких забезпечують функціонуванням систем селекції, в основі яких є сформовані та постійно оновлювані бази даних, що містять великий масив зібраної з різних джерел інформації щодо індивідуальних характеристик тварин, зібраної за результатами організованого достовірного обліку [26, 163, 118]. Параметри обліку та перелік ознак, як правило, врегульовано галузевими національними та міжнародними асоціаціями та об'єднаннями.

У світі спостерігається тенденція до постійного збільшення кількості облікових ознак у молочному скотарстві [193]. Якщо у 1926 році було всього 2 ознаки, то у селекційному індексі NM\$ (update in 2018), їх кількість зросла до понад 30 [115]. Організаційна система селекції у тваринництві України не повною мірою відповідає міжнародним стандартам. Зокрема, в Україні не функціонує загальнонаціональна база даних про племінні (підконтрольні) тварини, що суттєво обмежує їх вибірку для оцінювання.

Молочне скотарство в Україні на сучасному етапі характеризується трансформацією кількісного та якісного складу поголів'я і тому потребує використання сучасних методів оцінювання для добору та розведення найбільш економічно ефективних корів у стадах. За таких умов важливим є генетичне удосконалення корів за комплексом ознак [3, 57, 115], а інструментом для оцінювання тварин є використання селекційного індексу, який водночас містить як інформацію про племінну цінність тварин за комплексом ознак, так і дані про економічну цінність ознак, залучених до нього [19, 112, 155, 253].

В Україні набули популярності різноманітні індекси, зокрема екстер'єрні [12, 37, 76], індекси оцінки продуктивних ознак [5], селекційний індекс системної оцінки молочних корів за комплексом ознак власного фенотипу [20,

21] та ті, які використовують в програмі «ОРСЕК» [45]. Але в більшості із перелічених індексів не враховують економічну вагу залучених ознак, що суттєво зменшує економічну доцільність щодо селекції корів.

Обґрунтовані нами економічні ваги ознак молочної продуктивності (виходу молочного жиру і білка) та сервіс-періоду за маржинальним доходом і вартістю умовної одиниці продукції послужили підставою їх урахування у селекційних індексах, що є актуальним і доцільним для молочного скотарства України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконували у рамках ініціативної теми «Використання інтегрованих баз даних для оцінки селекційної цінності молочної худоби» (номер державної реєстрації 0119U102345).

Мета та завдання досліджень. Мета роботи – удосконалити систему комплексної оцінки тварин на основі економічної значущості селекційних ознак та аналізу доступних джерел інформації.

Завдання досліджень:

- оцінити комплекс селекційних ознак української чорно-рябої молочної та голштинської порід за основними константами популяційної генетики (середнє значення, мінливість ознак, коефіцієнтів кореляції (r) та регресії (R) для цілей селекції;
- виявити зв'язок між лінійною оцінкою типу корів та основними господарсько-корисними ознаками (молочна продуктивність, сервіс-період);
- оцінити вплив комплексу факторів на ознаки молочної продуктивності, сервіс-періоду та лінійної оцінки типу;
- оцінити характер лактаційної кривої та сервіс-періоду;
- оцінити можливості використання різних обсягів селекційних даних щодо ознак (інформаційних баз) для цілей селекції;
- провести аналіз ефективності селекційних індексів за урахування економічної значимості ознак;

- провести розрахунки економічних ваг ознак селекції різними способами;
- обґрунтувати селекційний індекс із залученням ознак продуктивності та відтворення.

Об'єкт дослідження – методи селекції корів молочних порід за урахування економічної значимості ознак на основі різних інформаційних баз даних.

Предмет дослідження – ознаки молочної продуктивності, рівня відтворення корів, їх економічна вага, лактаційна діяльність корів, ознаки лінійного оцінювання типу.

Методи дослідження. Поставлені в роботі задачі вирішувалися за використання зоотехнічних (визначення ознак якості молока (вміст жиру, білка, лактози, соматичних клітин у молоці), лінійної оцінки типу), популяційно-генетичних та біометричних (обчислення середніх величин, їх похибки, коефіцієнтів кореляції, успадковуваності і регресії, дисперсійний аналіз, розрахунок селекційних індексів) методів дослідження.

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті проведених досліджень отримали наступні нові науково обґрунтовані дані:

- величини надоєного молока та вмісту у ньому жиру, білка, лактози і кількості соматичних клітин у корів за перше, друге, п'яте, восьме і десяте щомісячне контрольне доїння, підвищують точність прогнозування їх молочної продуктивності за 305 днів лактації;
- на ознаки молочної продуктивності корів, їх лінійної оцінки типу та сервіс-періоду впливають фактори «плідник», «сезон отелення», «вік»;
- найбільше ознаки екстер'єру (молочний характер, кондиції тіла, центральна зв'язка) корів корелюють з їх молочною продуктивністю та сервіс-періодом;
- використання селекційних індексів, які включають вихід жиру і білка та тривалість сервіс-періоду молочних корів підвищують економічну ефективність їх добору, порівняно з вибракуванням лише за надоєм.

- штучні нейронні мережі (ШНМ) забезпечують прогнозування молочної продуктивності корів за 305 днів лактації за відсутності даних щодо неї за окремі контрольні доїння;

- корови старшого віку мають нижче прикріплення вимені і «слабшу» прикріплювальну зв'язку та довші дійки, ніж молодшого.

Практичне значення дисертаційного дослідження полягає у тому, що:

- обґрунтовано економічні ваги ознак продуктивності корів за урахування маржинального доходу від виробництва молока;

- апробовано алгоритм штучних нейронних мереж (ШНМ) для прогнозування молочної продуктивності корів за 305 днів лактації за відсутності даних щодо неї за окремі контрольні доїння;

- розроблено новий селекційний індекс для оцінювання корів за комплексом ознак (вихід жиру, молочного білка та тривалість сервіс-періоду) на підставі їх економічної значущості.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є результатом самостійно проведеного наукового дослідження. Наукова новизна, висновки та рекомендації виробництву, викладені у роботі, сформульовано на підставі даних отриманих автором особисто. Особистий внесок у роботах, опублікованих у співавторстві, визначено у списку опублікованих праць.

Апробація результатів дисертації. Результати роботи висвітлено під час доповідей на 73 Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, Україна, 2019.); Інтернет конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку тваринництва України в умовах євроінтеграції» присвячена річниці від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора В. П. Коваленка (м. Херсон, Україна, 2019.); 1st International Scientific and Practical Conference AWCGCC (Dnipro, Ukraine, 2020); III Міжнародній науково-практичній конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, Україна, 2020); Міжнародній

науково-практичній конференції «Наукові і технологічні виклики тваринництва у XXI столітті», присвяченій 90-річчю від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка УААН і РААН Г. О. Богданова (м. Київ, Україна, 2020); 74-ій науково-практичній конференції «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, Україна, 2021); Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (м. Київ, Україна, 2021); XVIII Міжнародній науковій конференції студентів, молодих вчених та фахівців, яка присвячена 25-річчю заснування кафедри загальної та клінічної патології медичного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. (м. Харків, Україна, 2021); 75-ій науково-практичній конференції «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, Україна, 2022); 73 EAAP Annual Meeting (Porto, Portugal, 2022).

Публікації. Матеріали дисертації опубліковані в 15 наукових працях, з яких 5 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у науковому журналі, який індексується у науково-метричній базі Scopus та 9 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота викладена на 191 сторінці і складається з анотації, вступу, 4-х розділів, висновків, пропозицій виробництву, списку літератури та додатків. Дисертація містить 76 таблиць, 30 рисунків. Список літератури містить 258 джерел, 182 з яких – латиницею.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Стан молочного скотарства в світі та Україні

За прогнозами ФАО [140], до 2050 року в країнах, що розвиваються, потреби людей в молочних продуктах стануть вищими на 46 %, а у м'ясних – на 76 %, оскільки, за інформацією ООН [239], населення світу сягатиме понад 9 млрд осіб. Результати досліджень [83] вказують на те, що темпи росту потреб у молоці та молочних продуктах у світі у середньому становили 1,6 % на людину у період від 1991 до 2007 року. У майбутньому очікується зростання потреб, зокрема, протягом 2007–2050 років на 1,1% на особу на рік. Найбільший ріст споживання молока і молочних продуктів спостерігатиметься у країнах Субсахарської Африки (2,3 %) і Південної Азії (2 %).

Сільське господарство є невід'ємною частиною економіки України, за даними статистичного збірника «Сільське господарство України» [62], у 2018 році кількість зайнятого населення в сільському господарстві становила 2937,6 тис. осіб (або 18,0 % від загального зайнятого населення). За даними державної служби статистики [30], у 2019 році Україна експортувала товарів на суму 50,06 млрд дол. США, а імпорт становив 60,78 млрд дол. США. У загальній структурі експорту на аграрну продукцію припадало разом 44,2 % або 22,15 млрд дол. США.

У 2018 році було нараховано та сплачено 2,39 млрд. грн державної підтримки галузі тваринництва (що становило 99,7 % від передбаченого обсягу) [2]. З іншого боку підтримку держави обсягом 80,7 млн грн отримали 152,5 тис. фізичних осіб та 1563 суб'єкти господарювання, з них 329 фермерських господарств [1]. В Європейському Союзі найбільшими виробниками коров'ячого молока понад 10 років є Німеччина (20,8 %), Франція (15,8%), Велика Британія (9,7%), Нідерланди (8,9 %), Польща (7,7 %) та Італія (6,8 %) [138]. У всіх країнах ЄС у період від 2004 до 2017 роки найбільше

валове виробництво молока було зафіксовано у 2017 році і становило 5901,81 тис.т. молока, а найменше у 2007 – 5279,42 тис. т [97].

У країнах ЄС (без врахування Великої Британії) у період від 2013 до 2020 років поголів'я молочних корів зменшилося на 5,05 % і досягло 20561,88 тис. гол. [102, 137]. Схожа тенденція спостерігалася і в країнах Північної Америки (США, Канада) і лише у Новій Зеландії поголів'я корів зростало [202]. Це може бути пов'язано із збільшенням попиту на молоко в Китаї, країнах Близького Сходу і Північної Африки, оскільки вони були основними імпортерами молока із Нової Зеландії [41]. Незважаючи на таку тенденцію, фахівці FAO та OECD [80] прогнозують зростання виробництва молока у 2027 році порівняно із 2017 на 8,9 %.

Розведення жуйних тварин (велика рогата худоба, кози, вівці) є важливим інструментом забезпечення продовольчої стабільності, оскільки кількість зернової частини (концентрованих кормів) у їх раціонах, порівняно із моногастрічними і деякими видами птиці, невелика, а отже, вони не є конкурентами людині у споживанні продуктів рослинного походження. Як відомо, жуйні тварини за рахунок багатокамерного шлунку здатні добре перетравлювати клітковину рослинних кормів. Внаслідок вирощування великої рогатої худоби отримують два необхідних продукти для людини: молоко і м'ясо.

Молоко – це відносно недорогий продукт, який багатий на поживні речовини і покращує загальну харчову цінність раціону людей [89]. Червоне м'ясо є джерелом багатьох поживних речовин, зокрема високоцінного білка, заліза, цинку і вітаміну B₁₂ [136]. Сукупність наявних наукових даних підтверджує, що споживання молока та молочних продуктів сприяє дотриманню рекомендацій із харчування і може захистити від найпоширеніших хронічних захворювань, тоді як побічних ефектів від їх споживання під час дослідження зустрічалося мало [236].

Молочний жир є джерелом не тільки цінних поживних речовин, але й біологічно активних інгредієнтів, які беруть участь у різноманітних

регуляторних процесах, тим самим забезпечуючи функціонування організму [132].

Одним з інструментів збільшення виробництва продукції тваринництва є цілеспрямована племінна робота. За даними дослідників [224], її ефект в Україні часто обмежений малою чисельністю підконтрольного поголів'я з основних видів тварин, що не сприяє ефективності добору та не повною мірою забезпечує достовірність оцінки плідників за якістю потомства. Хоча відсоток підконтрольного поголів'я в Україні у період від 2000 до 2022 року збільшувався, загальна кількість великої рогатої худоби і корів зокрема – зменшилися (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Поголів'я худоби в Україні на 01.01. низки років [31]

Рік	Велика рогата худоба, тис. голів		Підконтрольне поголів'я корів	
	усього	у т. ч. корови	голів	% від загального поголів'я
2001	9423,7	4958,3	-	-
2011	4494,4	2631,2	-	-
2014	4534,0	2508,8	-	-
2014*	4397,7	2343,0	116,159	4,96
2015*	3884,0	2262,7	129,037	5,70
2016*	3750,3	2166,6	131,054	6,05
2017*	3682,3	2108,9	128,229	6,08
2018*	3573,7	2040,5	122,349	6,00
2019*	3332,9	1919,4	132,660	6,91
2020*	3092,0	1788,5	137,601	7,69
2021*	2874,0	1673,0	136730	8,17
2022*	2644,0	1544,0	141522	9,17

*Дані наведено без урахування тимчасово окупованих територій
-дані відсутні

Така ситуація призвела як до зменшення загального виробництва молока, так і до зменшення його споживання населенням. У тваринництві України спостерігається певна специфіка під час виробництва продукції залежно від типу (способу) господарювання [232]. Так, більшість тварин зосереджена в одноосібній власності господарств населення, які, як правило, не беруть участі в програмах племінного удосконалення, оскільки там не є поширеним використання сучасних технологій.

Для порівняння наведено чисельність підконтрольного поголів'я корів, яке задіяне в програмах селекції в деяких країнах світу (табл. 1.2). Аналізуючи та порівнюючи кількість і продуктивність корів різних країн, можемо зробити висновки щодо сучасного стану та певних можливостей розвитку ринку племінних ресурсів в Україні в майбутньому.

Таблиця 1.2

Поголів'я і продуктивність корів молочних порід у країнах світу [58]

Країна (рік аналізованої інформації)	Корів, тис. гол.	Підконтрольне поголів'я				
		корів, тис. гол.	%	продуктивність		
				надій, кг	вміст у молоці, %	
					жиру	білка
США (2015)	9340	4383,422	47,04	11119	3,91	3,37
Канада (2020)	966,8	614,064	63,51	10702	4,05	3,32
Франція (2020)	3573, 0	2505,9	61,6	8591	3,99	3,39
Німеччина (2021)	3832,716	3370,619	87,9	9048	4,12	3,49
Україна (2018)	2040,5	122,349	6,0	6961	3,76	3,28
Україна (2021)	1673,0	127,369	7,6	7801	3,83	3,32

Станом на 01.01.2018 року, за даними Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві, в Україні налічувалось 122,4 тис. гол. Племінних корів, що становить близько 6% від загальної їх чисельності. До 2021 року воно дещо збільшилося.

Невелике підконтрольне поголів'я корів розподіляється між 12 породами молочного та комбінованого напрямків продуктивності, у тому числі місцевими породами. Тому мала кількість племінних корів в окремих випадках практично унеможлиблює реалізацію програми оцінки плідників. Так на початок 2022 року найчисельнішими породами в підконтрольній частині були: українська чорно-ряба молочна (38,77 %), українська червоно-ряба молочна (12,10%) та голштинська (38,76%; табл. 1.3). Порівнюючи із 2018 роком [58], слід зазначити поступове зменшення питомої чисельності вітчизняних порід і збільшення частки поголів'я голштинської худоби. Чисельність інших, як правило вітчизняних порід, є низькою і коливається на рівні від 0,2 до 3%, що становить основну проблему успішності ведення селекційного процесу. Поширення

поголів'я спеціалізованих високопродуктивних порід призвело до різкого скорочення низки вітчизняних, які є носіями особливо цінних спадкових ознак.

Так поголів'я корів таких порід як лебединська, українська бура молочна, червона степова становило майже 2 % від загальної кількості, що дозволяє віднести їх до категорії зникаючих. Порівняно із 2021 роком, у 2022 році в Україні зникло племінне поголів'я білоголової української та червоної польської породи.

Таблиця 1.3

Чисельність племінного поголів'я основних порід молочного напрямку продуктивності в Україні станом на 01.01.2022 року [54]

Порода	Поголів'я, гол			Надій, кг	Вміст, %	
	всього	у т. ч. корів	%, корів		жиру	білка
Айрширська	1108	573	0,40	7039	3,96	3,10
Англєрська	467	270	0,19	4166	4,30	3,05
Голштинська	126509	54851	38,76	9366	3,89	3,29
Джерсейська	2307	1092	0,77	5431	5,97	4,14
Лебединська	1790	923	0,65	5538	4,14	3,25
Симентальська	8689	4159	2,94	6413	4,01	3,24
Українська бура молочна	1206	546	0,39	6431	4,04	3,55
Українська червона молочна	8496	3896	2,75	6484	3,90	3,29
Українська червоно-ряба молочна	35003	17120	12,10	7387	3,80	3,36
Українська чорно-ряба молочна	126696	54863	38,77	7857	3,77	3,26
Червона степова	3415	1425	1,01	4483	4,04	3,28
Швіцька	4365	1804	1,27	8967	3,93	3,52
Всього	320051	141522	100	8235,2	3,86	3,29

Не можна не відзначити тенденцію, яка пов'язана з наростаючою конкуренцією з боку голштинської породи північноамериканського походження (табл. 1.4, 1.5).

Тенденція скоріше закономірна ніж випадкова, адже ця порода приваблива на ринку, її постійно удосконалює Американська голштинська асоціація в напрямі усунення певних вад та недоліків, які притаманні будь-якій породі.

Таблиця 1.4

**Кількість плідників. Записаних до каталогу бугаїв молочних
і молочно-м'ясних порід для відтворення у 2022 році [52], гол. ***

Країна	Породи**							
	Голшт.	Сим.	УчеРМ	УЧРМ	УЧМ	Джерс.	Інші	Всього
США	573 (301)***					83 (55)	14 (8)	670 (364)
Канада	217 (138)					3 (1)	21 (7)	241 (146)
Німеччина	81 (17)	8					2	91 (17)
Нідерланди	83 (49)							83 (49)
Франція	59 (13)	19 (7)					1	79 (20)
Данія	13 (11)					10 (7)	5 (3)	28 (21)
Україна	66 (1)	6	5	21	1	3 (1)	4	106 (2)
Інші	48 (25)	27(12)			1	1	19 (10)	96 (47)
Разом	1140 (555)	60(19)	5	21	2	100 (64)	66 (28)	1394 (666)

Примітки: * Без резервного генофонду; ** - Голшт – голштинська, Сим. – симентальська, УчеРМ – українська червоно-ряба молочна, УЧРМ – українська чорно-ряба молочна, УЧМ – українська червона молочна, Джерс. – джерсейська; ***геномна оцінка (GEBV).

Для цього використовують як багаточисельний потенціал підконтрольної частини, яке тільки в США нараховує 4,3 млн корів, так і сучасні методи оцінювання племінної цінності з інструментом тиражування необхідного генетичного матеріалу. Порівняно із 2018 роком на початок 2022 року в Україні кількість допущених до використання плідників усіх порід зросла на 34 % (див табл. 1.4).

За останні роки (2018–2022 рр.) збільшився відсоток плідників північноамериканської селекції (США і Канада) на 2 %, натомість частка європейських бугаїв зменшилася, водночас, відсоток бугаїв, допущених до використання в Україні, не змінився (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

**Динаміка чисельності плідників, занесених до каталогу бугаїв
молочних і молочно-м'ясних порід, для відтворення [52, 50, 51]**

Країна	2018 рік		2020 рік		2022 рік	
	Загальна кількість бугаїв					
	голів	%	голів	%	голів	%
США	375	43	548	41	670	48
Канада	178	20	215	16	241	17
Німеччина	124	14	102	8	91	7
Нідерланди	53	6	59	4	83	6
Франція	34	4	75	6	79	6
Данія	6	1	26	2	28	2
Україна	70	8	234	18	106	8
Інші	42	5	64	5	96	7
Разом	882	100	1423	100	1394	100

У 2019 році за даними Державної митної служби [48] на територію України імпортовано великої рогатої худоби на суму 7378 тис. дол. США, а експортовано на 54262 тис. дол. США. Найбільше тварин було закуплено із Чеської Республіки, Данії та Польщі: 51,29, 38,00 і 8,02 % грошових витрат відповідно. Дані таблиці 1.6, свідчать, що загальний імпорт спермопродукції порівняно із 2001 роком, у 2020 році зріс більш ніж у 119 разів, а основними експортерами цієї продукції є країни північної Америки (США і Канада), на яких припадає 89,6 % від загального імпорту сперми плідників [182].

Таблиця 1.6

Імпорт спермопродукції великої рогатої худоби Україною, тис. дол [182]

Експортери	Рік імпорту								
	2001	2005	2007	2008	2012	2013	2014	2018	2020
Всього	40	239	445	695	1952	2387	2356	2853	4778
США	0	112	220	437	1134	1102	1008	1353	2356
Канада	32	49	99	204	806	1226	1220	1209	1925
Франція	0	7	0	9	13	0	115	111	172
Нідерланди	0	0	0	0	0	0	14	74	86
Німеччина	0	71	45	11	0	0	0	70	
Норвегія	0	0	0	0	0	0	0	16	
Угорщина	0	0	11	0	0	0	0	11	
Чеська Республіка	0	0	0	0	0	0	0	6	44
Швейцарія	0	0	0	24	0	60	0	4	
Австрія	2	0	0	0	0	0	0	0	
Данія	0	0	7	11	0	0	0	0	154
Литва	6	0	0	0	0	0	0	0	
Велика Британія	0	0	63	0	0	0	0	0	42

Україна активно продавала худобу у Ліван (37,75%), Узбекистан (18,40%) і Азербайджан (14,83 %). Сукупна вартість реалізації становила 20486, 9982 та 8,048 тис. дол. США відповідно.

Останнім часом українське тваринництво загалом і племінна справа зокрема потерпають від війни. За даними дослідників Київської школи економіки [47], станом на початок червня оціночна вартість загинилих сільськогосподарських тварин (всіх видів) унаслідок війни становила 136 млн дол. США, зокрема 92 тис. голів великої рогатої худоби загинуло. Така ситуація значно ускладнить реалізацію селекційних заходів в Україні.

1.2. Характеристика програм селекції в молочному скотарстві (критерії та цілі)

Вчені [207, 105] виокремлюють п'ять основних факторів, які суттєво вплинули і впливають на генетичне вдосконалення молочної худоби: 1) ідентифікація; 2) запис походження (родовід); 3) облік продуктивності; 4) штучне осіменіння; 5) системи генетичної оцінки (традиційні та геномні).

Ідентифікація та маркування тварин давно вже стали допоміжними інструментами в селекції, менеджменті стада та для відслідковування їх переміщення. Вони дозволяють без зайвих затрат ресурсів точно підраховувати поголів'я, відслідковувати динаміку зміни важливих показників тварини, отримувати повну і точну інформацію для ведення племінної роботи та управління стадом. Ідентифікація і відслідковування тварин відіграє важливу роль у профілактиці інфекційних захворювань тварин та людей. Слід зазначити, що ідентифікація також впливає на експорт продукції тваринництва, оскільки наявність національних баз даних тварин додатково створюють довіру до країни-експортера з боку імпортерів [4]. Всесвітня організація із обліку сільськогосподарських тварин (ICAR) регулює правила та норми ведення племінного обліку в молочному, м'ясному скотарстві, козівництві та вівчарстві. Вона регламентує застосування та проведення тестування відповідних

пристроїв і систем ідентифікації для надійного та повноцінного використання їх у практиці [34]. Середина XX сторіччя (1950 р) – початок інтенсивного використання штучного осіменіння [145] замороженою спермою, що дозволило обмін кращим генетичним матеріалом в межах окремої країни та світу. Починаючи від 1970 року, для оцінювання генетичної цінності бугаїв і корів використовують статистичну методику найкращого лінійного неупередженого прогнозування (BLUP), яка дозволила вибирати плідників та корів з найкращою генетикою для отримання наступного покоління [105, 249].

В Україні, за інформацією [150], налічується загалом понад 50 документів, які забезпечують законодавче регулювання племінної справи в тваринництві. Але вони повною мірою не діють з низки причин. В Україні зареєстровано велику кількість асоціацій, але племінна справа наразі залишилася поза реальним впливом професійних об'єднань, оскільки за чинним законодавством передбачено тільки державне управління селекційним процесом, що заперечує приватну ініціативу за тією чи іншою формою і спричиняє забюрократизованість деяких процесів [17]. Водночас у більшості країн деякі функції, які в Україні покладені на державний орган (Міністерство аграрної політики), виконують громадські об'єднання селекціонерів (асоціації) [16]. Через такий підхід у країні не формують загальну базу даних продуктивності та походження тварин, що унеможлиблює застосування переважної кількості сучасних селекційних інструментів, які потребують великих обсягів даних [13].

Цікавим у цьому зв'язку є досвід провідних країн з виробництва молока, який важливо вивчати, переймати та імплементувати в Україні. Зокрема, у Норвегії ще на початку 1960-х років започаткували централізовану базу даних, у яку збирають інформацію щодо продуктивності корів із ферм по всій країні [203]. Збір даних полегшує роботизація ферм ($\approx 45\%$ господарств використовують роботи), адже дані потрапляють до бази напряму. Окрім інформації щодо продуктивності збирають інформацію про ветеринарні обробки, поведінку та ознаки забою тварин (із цехів забою) [149].

У Данії в 2021 році під контролем молочної продуктивності перебувало 504 043 корів, що становило 89,4% від їх загальної чисельності [194]. Наразі облік молочної продуктивності організовано RYK (данська аббревіатура Реєстрація та облік молока), яка є незалежною організацією в рамках Данської федерації великої рогатої худоби. Лінійне оцінювання типу також введено до комплексного індексу племінної цінності і його проводить або місцевий бонітер або фахівець із Данської федерації великої рогатої худоби. Участь у офіційній системі обліку є обов'язковою для молочних ферм Данії, оскільки без неї неможливе надання консультаційних послуг фермеру. Усі основні дані потрібні для ведення племінної книги, розрахунку племінної цінності, управління виробництвом, ліцензії на експорт (експортний сертифікат) постійно передаються у центральну базу даних. Технік з обліку молока (представник обслуговуючої компанії) від 6 до 11 разів на рік (кількість приїздів фахівця залежить від схеми обліку, яку обирає фермер) збирає дані продуктивності тварин і всі записи, які фермер здійснив до останнього облікового дня (наприклад дні запуску корів тощо).

Аналіз вмісту жиру та білка, а також кількість соматичних клітин здійснюють в акредитованих лабораторіях. Інформацію автоматично передають до Центральної бази даних. Дані щодо штучних осіменінь, проблем з відтворенням та їх лікування, запліднення передають до центральної бази даних із організації штучного осіменіння «Dansire». На цю організацію також покладено функції ведення родоводу тварин (відбувається автоматично порівнянням дати запліднення і дати отелення корови у спеціальних програмах). У Данії ветеринарна служба має власну базу даних, в яку заносять інформацію щодо всіх ветеринарних обробок та автоматично передають до Центральної бази даних [124]. Лікарі-ветеринари від 2011 року мають можливість збирати дані під час кожної обробки ратиць за допомогою планшета, розміщеного на коробці для їх обрізання. Наразі реєструють багато різних хвороб ратиць [206]. Всі дані передають безпосередньо до центральної бази. Приблизно 50% ветеринарів зазначають, що 40% корів у Данії мають

хвороби ратиць. Для обліку молочної продуктивності данських корів (залучено 60–70% поголів'я від загального поголів'я) використовують дозатори молока TruTest, які окрім надою молока вимірюють ще час доїння та інші характеристики. Передачу даних у центральну базу даних здійснюють обліковці ферм. У 2003 році збір даних розпочався у великих масштабах. Дані з молокомірів TruTest збирають в кожний тестовий день, від 6 до 11 разів на рік [143]. У структурі спілки з розведення голштинської породи Німеччини є окрема організація, яка займається експортом сперми із всіх регіонів (рис.1.1). Крім організації з осіменіння є також обчислювальний центр, завданням якого є обробка даних про тварин. Тут обробляють дані з контролю молочної продуктивності та класифікації типу. Центр надає інформацію онлайн по бугаях для потреб фермера, який може самостійно порівняти продуктивність своїх корів і підбирати для них потрібного плідника. Останнє завдання центру – розрахунок племінної цінності корів та бугаїв. Всі 14 регіональних організацій проводять контроль молочної продуктивності та отримують індивідуальні дані тварин кожного місяця. Обліковують денну продуктивність, вміст жиру, білка, кількість соматичних клітин та сечовини. Важливо, щоб з кожної корови отримували потрібні дані щомісяця.

На основі отриманої інформації розраховують продуктивність за лактацію. Фермер самостійно може контролювати продуктивність та здоров'я тварини. В цій самій організації також здійснюють ідентифікацію тварин. Згідно з правилами ЄС кожна тварина повинна мати вушні бирки з 10-значним номером для чіткої ідентифікації тварини. Потрібно зазначити, що об'єднання селекціонерів у Німеччині існували з 50-х років 20 століття, але детальним обліком, оцінкою і веденням племінного реєстру почали займатися лише від 1965 року. На початку зародження племінної справи у Німеччині було багато маленьких об'єднань селекціонерів, які з роками об'єднувалися і створювали потужніші організації і їх кількість зменшувалася. Наразі у країні 88% корів перебувають у програмі обліку молочної продуктивності, разом з тим, не всіх занесено до племінної книги. У племінній книзі значаться лише 76,7 % з тих

корів, які є під обліком [194]. Щоб потрапити до племінної книги, власники тварин мають бути членами об'єднання господарств, які входять до відповідної племінної книги. Господарство, яке є членом такого об'єднання, має право продавати племінну худобу і веде чистопородне розведення.

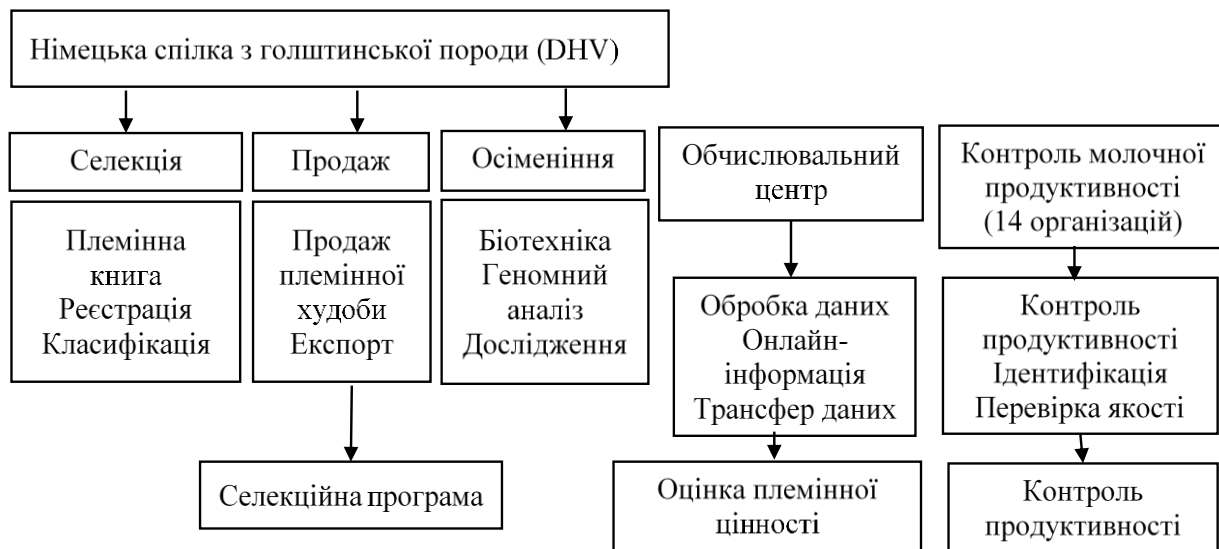


Рис.1.1. Структура племінної роботи з голштинською породою в Німеччині [11]

Господарства, які не є членами племінної книги, – це товарні господарства, які крім чистопородного розведення окремих порід займаються ще й схрещуванням. У Німеччині налічується 14 організацій, які здійснюють контроль молочної продуктивності і 44212 господарств, у яких проводять облік молочної продуктивності, або 3,6 млн підконтрольних корів. У них середній надій на корову становить 8541 кг, вміст жиру 4,09 %, а білка – 3,45 % [11, 10].

В Україні селекційну роботу регламентує Закон України «Про племінну справу у тваринництві». Науковці НААН України [65] у 2017 році запропонували законопроект «Про реорганізацію племінної служби в Україні», який не набув чинності. У законопроекті було представлено структуру управління племінною справою в Україні (рис 1.2). Ключову роль у селекційному процесі відведено асоціаціям із племінної справи, які, співпрацюючи з міжрегіональними селекційними центрами, контролюватимуть ситуацію з породами (генетичними ресурсами) та забезпечуватимуть суб'єктів

племінної справи генетичними матеріалами. Метою їхньої діяльності є забезпечення оцінки бугаїв, використовуючи сучасні методи. Натомість обласні організації (центри) з тваринництва будуть займатися розробленням і реалізацією селекційних програм, аналізом продуктивності, збором селекційної інформації і її передачею в обчислювальний центр, організацією ідентифікації та відтворення тварин та іншим [65].



Рис 1.2. Проект організаційної структури системи селекції в Україні [65]

В Україні майже 6% корів (122,349 тис. гол.) вважають племінними [58], оскільки перебувають в племінних господарствах, але часто у них індивідуально не обліковують вміст жиру та білка і не проводять лінійну оцінку типу, оскільки власники не завжди розуміють важливість їх обліку для своєчасного прийняття правильних управлінських рішень. У нашій країні діють дві лабораторії з найсучаснішим обладнанням (Львівська аграрна дорадча служба, м Львів та «Дейрі менеджмент систем» Dairy Management System (DMS) у м. Дніпро), які створені за підтримки уряду Канади для надання

допомоги у розвитку молочних фермерських господарств відповідно до програми Проєкту «Розвиток молочного бізнесу в Україні». Наразі ці організації роблять досить велику кількість аналізів молока в господарствах різних регіонів України, але ці дані застосовують у більшості для корегування раціонів годівлі корів, а не для селекційної роботи. В Агентстві з ідентифікації і реєстрації тварин розробили персональний кабінет суб'єкта господарювання для роботи з Єдиним державним реєстром ветеринарних документів, який дозволяє: 1) формувати та відправляти через мережу Інтернет на робоче місце уповноваженого лікаря ветеринарної медицини заявку на оформлення ветеринарного свідоцтва Форми №1 та №2, ветеринарних довідок і частини міжнародних ветеринарних сертифікатів; 2) контролювати стан розрахунків за адміністративні послуги та більш раціонально використовувати свої ресурси; 3) формувати зручні звіти для суб'єкта господарювання [71]. Цей продукт інтегрується з ЄДРПОУ, єдиним державним реєстром тварин та ведуть роботи з інтеграції з національною базою лабораторних досліджень [7].

Зазначена наявна в Україні інфраструктура разом з мережею наукових установ може забезпечувати ефективну селекційну роботу у молочному скотарстві. Водночас, в Україні практично відсутня єдина база даних, де б містилася інформація щодо тварин, тому ефективну оцінку тварин варто проводити на рівні окремих господарств.

1.3. Роль і значення лінійного оцінювання типу корів

Проведення лінійного оцінювання екстер'єру великої рогатої худоби відповідно до міжнародних рекомендацій [160] є невід'ємною складовою визначення селекційної цінності худоби молочного напрямку продуктивності. У 1929 р. Американська асоціація голштино-фризької породи ввела першу офіційну систему класифікації типів [248], за якою оцінювали загальний вигляд, молочний характер, об'єм тіла та молочну систему корів [193]. Незабаром, у 1932 році, американський клуб худоби джерсейської породи, створив подібну

програму класифікації [119]. Завдяки простоті проведення, лінійна оцінка статей екстер'єру набула популярності у молочному та м'ясному скотарстві [131], козівництві [111], конярстві [144] і належить до одних із основних селекційних заходів, спрямованих на удосконалення тварини.

На сьогодні у зв'язку із збільшенням молочної продуктивності корів і відповідно зниженням тривалості їх використання значної ваги набувають такі ознаки, які характеризують частоту захворювань, конверсію корму, пристосованість до умов експлуатації на високотехнологічних комплексах [55]. Найголовніше, що оцінка описових ознак екстер'єру є дешевою, а добір за цими ознаками є необхідним, адже може суттєво підвищити молочну продуктивність і довговічність використання корів у стадах [15, 6]. Оцінка лінійних ознак типу є важливою для фермерів, оскільки її можна використати для вирішення виробничих завдань [173, 225]. На основі аналізу описових ознак екстер'єру корів комбінованого напрямку продуктивності симентальської породи вченими [208] встановлено генетичні кореляції між ознаками типу і довготривалістю використання корів та розраховано коефіцієнти успадковуваності описових ознак екстер'єру. Відомо, що коефіцієнт успадковуваності ознак типу варіює від 0,30 до 0,59, тоді як для довговічності та функціональної довговічності перебуває у межах 0,05–0,06. Такі ознаки як глибина вимені, сукупність ознак вимені, стан кінцівок найбільше корелюють із функціональною довговічністю (коефіцієнт генетичної кореляції становить відповідно 0,33, 0,26, і 0,25) [208]. Для джерсейської породи Sabedot et al., 2018 [220] визначили, що коефіцієнт успадковуваності коливається від 0,09 до 0,55, а генетична кореляція між ознаками становить від 0,01 (переднє прикріплення вим'я $\times$ фінальна оцінка) до 0,87 (шириною заду $\times$ центральна зв'язка). Генетична кореляція між фінальною оцінкою та нахилом заду від'ємна (-0,10). Цими авторами доведено, що ознаки типу мають генетичні зв'язки між собою, а добір за окремою ознакою може спричинити непрямі зміни в інших. Крім того, ознаки типу позитивно корелюють із молочною продуктивністю, що доводить: відбір за цими ознаками веде до збільшення надоїв (табл. 1.7).

Таблиця 1.7

Кореляційні залежності між селекційними ознакам молочної худоби (первістки)

Ознаки ЛОТ	Надій	Вміст жиру	Вміст білка	Ж/Б	Вихід жиру	Вихід білка	Продуктивне життя	Посилання
Молочний характер	0,16-0,25	-0,07	-0,13	-0,001	0,11-0,19	0,12-0,22	0,126–0,145	107, 240, 258, 188, 191
Висота, балів	0,07-0,17	-0,03	-0,01	-0,04	0,05–0,15	0,07–0,19	0,02–0,063	107, 258, 245, 173, 240, 188, 191
Глибина тулуба	0,06-0,21	0,03	0,03	0,02	0,07-0,21	0,08-0,23	-0,05–0,003	107, 258, 245, 173, 240, 188, 191
Ширина грудей	-0,08-0,05	0,04	0,08	0,003	0,03-0,08	0,02-0,08	-0,02	107, 258, 173, 240, 188
Нахил заду	0,01-0,07	-	-	-	-0,02–0,04	0,00–0,07	-0,061	107, 245, 240, 109, 191
Ширина заду	-0,05-0,20	-	-	-	-0,03–0,18	-0,02–0,20	-0,02–0,002	107, 245, 173, 240, 191
BCS	-0,15– -0,07	0,043–0,09	0,113-0,21	-0,01– -0,016	-0,08	-0,09		258, 188, 92
Кут задніх кінцівок	-0,02	0,01	-0,04	0,03	-0,02	-0,04		258
Кут ратиці	-0,18–0,03	-	-	-	0,03–0,04	0,01–0,05	0,060	107, 245, 240, 191
Постава задніх кінцівок	-0,02–	-	-	-	-	-	-	107, 245, 240
Локомоція	-0,05	-	-	-	-0,02	-	-	92
Висота прикріплення вимені ззаду	-0,03	0,00– -0,05	-0,075	-	-	-	-	107, 258, 173, 240
Центральна зв'язка	0,238	0,071	0,028	0,074	-	-	-	240,191
Розміщення передніх дійок	0,13–0,15	-0,07	-0,07	-0,04	0,08-0,11	0,12-0,13	0,02-0,083	107, 258, 240
Розміщення задніх дійок	0,05-0,09	-0,03	-0,02	-0,02	0,02	0,04	0,093	107
Довжина дійок	-0,01-0,02	0,02	0,001	0,02	0,01-0,03	-0,01–0,02	0,042	107, 258,173, 240
Переднє прикріплення вимені	0,01	-	-	-	0,01	0,01	-	107, 258, 173, 240, 191
Глибина вимені	0,02–0,04	-0,03	-0,03	-0,03	0,00–0,02	0,01–0,04	-0,058	107, 258, 173, 240, 191
Залозистість	-0,05-0,03	0,03	0,06	-0,01	-0,03-0,06	-0,03-0,04	0,02–0,026	107, 240

Дослідження науковців [244] Корейського інституту наук про тварин, проведені на голштинській породі, дозволяють зробити висновки, що для отримання корів із більшою тривалістю використання необхідно добирати особин із середнім розміром тіла. Крім того, вміст соматичних клітин у молоці показує негативну генетичну кореляцію з ознаками вимені. Це означає, що добір за цими ознаками в подальшому може призвести до зменшення захворювань на мастит.

Найбільший зв'язок із репродуктивними ознаками (визначена охота, відновлення циклічності, рання овуляція) мають кондиції тіла (BCS) (коефіцієнт генетичної кореляції від 0,29–0,56) [109]. Оскільки найбільше із репродуктивних ознак «рання овуляція» пов'язана майже із усіма ознаками типу, то добір тварин за цими ознаками за умов належного утримання і годівлі, напевно має призвести до покращення відтворення [109]. Наразі кондиції тіла можна визначати автоматично [121, 126, 156, 199], що робить цей інструмент рутинним технологічним елементом.

За період від 1995 до 2013 року розведення голштинської породи в Південній Африці [167] доведено, що корі, які не оцінені за лінійною оцінкою типу, частіше вибраковували, ніж оцінених тварин. Розміщення задніх і передніх дійок, найбільше пов'язували з ризиком вибракування, при-чому найчастіше вибраковували за останньою ознакою. Ширину грудей, ознаки вим'я, висоту в крижах, можуть використовувати як ранні показники функціонального довголіття корів. Науковцями [188] оцінено генетичні та фенотипові кореляції між ознаками, пов'язаними зі споживанням корму та ознаками будови тіла корів у США й Нідерландах. Встановлено, що описові ознаки вимені мають більший ступінь генетичної кореляції із вмістом лактози та сечовини у молоці, ніж ознаки, що описують кінцівки [222].

У дослідженні [218] на джерсейській породі в Італії науковці встановили вплив деяких факторів на прояв лінійних ознак екстер'єру тварин. Так, на варіювання ознак найбільше впливають фактори стадо-рік, стадія лактації, а вік (отелень) і сезон оцінювання мають менший вплив на прояв ознак будови тіла.

Але вважають[118], що важко знайти метод «прямого» розрахунку економічної цінності для ознак будови тіла корів.

В Україні є багато робіт, присвячених зв'язку лінійної класифікації типу із надоем, життєвою продуктивністю та тривалістю використання корів. Але водночас залишається не до кінця вивчене питання зв'язків між окремими ознаками лінійної оцінки типу та рівнем відтворення.

1.4. Формування інформаційних потоків даних для програм відбору молочної худоби

Всі управлінські рішення щодо селекції тварин мають бути позбавлені суб'єктивності, а об'єктивність досягають обліком та опрацюванням якомога більших обсягів виробничої й племінної інформації. Поширення інформаційних технологій у всіх сферах життя створює принципово нові умови господарювання та появу нових концепцій в економіці.

Американські дослідники [117] вважають, що масив даних для селекції у скотарстві, якими оперують фахівці дуже великий і неупинно збільшується через дешеву технологію секвенування. Тому потрібні нові високопродуктивні методи для ефективного зберігання та аналізу отриманої інформації.

Раніше облікову інформацію збирали на паперових носіях у вигляді різних звітних документів. Звичайно такий спосіб ведення племінного обліку не є зручним і такі дані складно статистично обробляти і використовувати в цілях селекції. З часом тваринництво загалом і скотарство зокрема стало бізнесом, ведення якого диктував ринок, а інформатизація суспільства не оминула цей безсумнівно важливий напрямок сільського господарства [24, 25, 21]. Натепер у світовій практиці використовують багато програм для управління стадом та забезпечення селекційної роботи [25].

Представники [39] Сумського національного аграрного університету, зробивши порівняльний аналіз окремих систем автоматизованого обліку в молочному скотарстві України, стверджують, що досліджувані ними програми

(СУМС «Інтесел Орсек», «PlemOffice» та «Uniform-agri») є дещо різними за цільовим призначенням. Перші дві є програмами племінного обліку українського виробництва. «Uniform-agri» використовують для управління стадом і накопичування інформації для селекції. Проведення оцінки племінної цінності тварин, здійснення бонітування та інших селекційно-племінних заходів у ній не передбачено її розробниками. Аналізовані програми поділяють на схожі за функціональним наповненням блоки: 1) картка корови, у якій міститься основна інформація про неї; 2) відтворення; 3) осіменіння; 4) отелення та молодняк (цей блок призначений для автоматичного створення родоводу пробанда); 5) переведення, основним завданням якого є переміщення тварин із групи в групу; 6) блок календарних заходів, який дозволяє створити подію і час її виконання; 7) здоров'я.

Слід зазначити, що найбільш інформативним цей блок є у програмі «Uniform-agri», яка внаслідок цього дає можливість формувати економічні звіти. Блоки «екстер'єр» і «підбір або розведення» наявні у програмах «Інтесел Орсек» та «PlemOffice», а в «Uniform-agri» – взагалі відсутні. Блок «економіка» у розробці представників Нідерландів є повноцінним і дозволяє порівнювати роботу ферм України та світу, за умови використання аналогічного програмного забезпечення з поточною інформацією господарства, які надають свої показники для аналізу діяльності підприємств. Особливість такого функціоналу полягає в можливості порівняти ці ферми із середніми показниками окремих молочнотоварних господарств, у яких, наприклад, встановлене таке ж саме обладнання доїльного залу чи практикують аналогічний тип утримання. В програмах, розроблених в Україні, цей блок має іншу назву і охоплює не такі широкі функціональні можливості.

Українські вчені [9] розробили інтернет-ресурс Cattle.Center – центр цифрового моніторингу благополуччя у скотарстві, який надає змогу формувати базу тварин у господарствах, залучених до обслуговування. Під час цього відбувається автоматичний поділ стада за технологічними групами.

Модуль «Акушерська та гінекологічна диспансеризація» дозволяє проводити простий моніторинг репродуктивної функції [8], оцінку тварин за певними ознаками (моніторинг маси та приростів, молочної продуктивності). Також цей модуль дає можливість вести автоматизований облік реалізації молока на молокопереробні підприємства, формувати єдину систему класифікації тварин і надавати інформацію для користувачів різних рівнів згідно з правами доступу. У ньому наявна також функція автоматичного генерування та збереження звітних форм для використання їх у щоденній роботі господарств.

Інтернет ресурс Cattle.Center – «Центр моніторингу благополуччя у скотарстві» поділяють на серверну та клієнтську частини, які виконують різні функції. Серверна частина формує базу даних, забезпечує аналіз і формування даних та обслуговує підключення. Клієнтська частина цієї розробки – це інтерфейс користувача, який виконує функції відправлення запитів та презентації даних (списки, графіки, діаграми, фільтри тощо). Розробники передбачили можливість розширеного аналізу даних (поділ тварин за певними параметрами: технологічна група, група згідно з акушерською та гінекологічною диспансеризацією тощо) [9].

Комплексного комп'ютеризованого управлінського рішення для сучасних господарств у молочному скотарстві досягають завдяки розробленим програмам (Dairyplan C21, Afifarm, Alpro). Використання таких програмних засобів дає можливість удосконалити адміністративну роботу; складати чіткий перелік завдань для працівників господарства; контролювати основні показники щодо продуктивності поголів'я, репродукції (відтворення) та здоров'я; швидко формувати звіти за бажаними ознаками за будь-який період; уникати зайвих витрат й виникнення хвороб.

Наприклад, у Фінляндії книга племінних тварин також є частиною племінної бази, за ведення якої відповідає Асоціація з розведення тварин Фінляндії (FABA). Компанія ProAgria Maatalouden Laskentakeskus є партнером

FABA, а її фахівці займаються збиранням облікових даних з фермерських господарств і розробкою програмних рішень для них та консультантів [169, 64].

Програми Ammu & Elmer і Pihvi розробила компанія ProAgria спеціально для тваринницьких підприємств. Вони виконують функції моніторингу продуктивності, ведуть реєстр корів, дають можливість реєструвати тварин і викликати ветеринара, створювати графік заходів на фермі (доїння, здоров'я, відтворення, зважування). Також є корисними мобільні додатки до цих програм [169].

Фахівці компанії Schaumann (Чеська республіка) розробили онлайн систему для управління і аналізу стада. Ця система має назву MOOML і її можливо використовувати на ПК, смартфонах і планшетах з різними операційними системами. В цій програмі концентрують всі дані, які можливо отримати з різних джерел на фермах з утримання молочної і м'ясної худоби. Зазначений програмний продукт синхронізують з програмами доїльного залу (Afifarm, Boumatic, De-Laval, Fullwod, Lely, Westfalia). Зібрані дані автоматично надсилають у центральну базу даних. Також за допомогою програмного забезпечення MOOML, а точніше модуля CRV, можливо формувати звіти продуктивності, відтворення, осіменіння, модуль автоматично формує родоводи тварин [198].

Розробка швейцарської компанії Datalab Agro AG PANTHEON Farming – зручна та інформативна система управління в тваринництві, яка надає інструменти для управління агротехнічними операціями і фінансами онлайн [53]. Ця програма дозволяє вести індивідуальний та груповий облік у тваринництві за ознаками продуктивності (прирости живої маси, показники контрольних доїнь), здійснювати облік кормів та розробляти раціони, проводити ветеринарний облік, реєструвати параметри відтворення та контролювати переміщення тварин. У модулі «ВРХ» міститься вся інформація, необхідна для управління молочнотоварною фермою, племінною справою та відгодівлею [53, 211]. Таку систему управління стадом використовує Федеральна спілка з розведення Австрії [141].

Для реєстрації тварин у голштинській асоціації Австралії [162] фермери використовують програми MISTRO або EASY DAIRY, які досить прості у використанні та дають багато можливостей для обліку різних даних [133,195]. Обидва програмні продукти розроблені в Австралії, але MISTRO також використовують і у Новій Зеландії та Бразилії [195].

У Канаді обліком молочної продуктивності та аналізом якості молока займається компанія Валакта (Valacta). Під контролем працівників цієї компанії у 2017 році було 7224 стада усієї Канади (з них 644 роботизовані ферми) [234, 241]. Фахівці цієї компанії користуються програмою Лас-Т. Вона дозволяє переглядати заплановані події, планувати ветеринарне оброблення та втручання, створювати протоколи відтворення і лікування, планувати імпорт бугаїв та управляти стадом. Цей програмний продукт дає змогу обмінюватися інформацією з ветеринарною службою та деякими постачальниками кормів. Використовуючи Лас-Т, можна реєструвати тварин стада в кількох породних асоціаціях та вести повний облік якісних і кількісних ознак молочної продуктивності [180].

У Великій Британії для управління стадом використовують кілька програм, серед яких найпопулярнішими є Agridata, Myhealthyherd, Farm Matters, Farmplan, Kingswood Herd Management Software [81]. Agridata – комп’ютерна програма для ведення комплексного обліку у тваринництві, яку використовують у м’ясному, молочному скотарстві та вівчарстві незалежно від розміру сільськогосподарського підприємства [135]. Цей програмний продукт дозволяє реєструвати всі переміщення худоби, вести облік цих тварин від народження і до забою та зв’язати їх із базою BCMS (від англ. British Cattle Movement Service), а також контролювати обіг медикаментів. Agridata надає управлінську інформацію та дає змогу формування більше ніж 60 звітів за результатами господарської діяльності підприємства.

Британська служба переміщення тварин (від англ. British Cattle Movement Service) відповідає за реєстрацію та облік продуктивності в молочному та

м'ясному скотарстві на всій території Великої Британії, крім Північної Ірландії [148].

Myhealthyherd – програма для ветеринарів, яка дозволяє планувати різні лікарські процедури у стаді та управляти здоров'ям тварин [128].

Компанія Afimilk (Ізраїль) [34, 79] пропонує програму управління стадом AfiFarm, за допомогою якої збирають і аналізують дані цілої системи датчиків. Молокомір AfiMilk MPC сертифікований ICAR і дозволяє вимірювати надій та електропровідність молока. AfiLab надає інформацію у реальному часі щодо якісного складу молока (вміст жиру, білка, лактози наявність крові в молоці), що дозволяє виявити метаболічні та інші проблеми із здоров'ям, а також відстежувати якісні зміни корму. AfiAct II є засобом ідентифікації тварин і може реєструвати рухову активність, тривалість відпочинку протягом доби і, як наслідок, виявляти охоту у тварин, а також попереджати про отелення корови за 4 години до його початку, ідентифікувати важкі отелення, наприклад з двійнями. За допомогою системи індивідуальної годівлі AfiFeed можна визначати точне споживання концентрованих кормів однією твариною [78]. За даними програми AfiFarm, можна стежити онлайн через мобільні додатки.

Системи комп'ютерного зору (Computer Vision) разом з алгоритмами глибокого навчання будуть важливими для точного молочного фермерства майбутнього (Precision Dairy Farming), оскільки здатні забезпечити точність, узагальнення результатів, низьку вартість обчислення та налаштованість (відповідність вимогам замовника) [186].

Отже, використання комп'ютерних програм дозволяє розширити перелік обліковуваних ознак, а автоматизація збору даних – їх частоту і достовірність. З огляду на підвищення автоматизації та комп'ютеризації в молочному скотарстві України й збільшення обсягів інформації для селекції, виникає необхідність комплексного удосконалення системи селекції корів на основі використання даних, які реєструють у програмному забезпеченні молочних ферм.

1.5. Прогнозування молочної продуктивності тварин

З метою мінімізації витрат для досягнення кращих результатів виробництва у світовій практиці використовують різні методи раннього прогнозування молочної продуктивності корів. Від початку незалежності України вчені працювали над проблемою оцінювання майбутньої продуктивності корів у ранньому віці і вони запатентували кілька способів її прогнозування: 1) визначення вмісту колагену в пілярному шарі шкіри телиць і наявності кореляційного зв'язку із рівнем молочної продуктивності цих тварин у період лактації [67]; 2) прогнозування майбутньої продуктивності корів у ранньому віці (1,5–6 міс.) і вимірювання характеру відповіді організму на холодний стрес [68]; 3) прогнозування молочної продуктивності корів, що охоплює оцінку ступеня вираженості реакції шляхом вимірювання товщини складки шкіри перед і після введення алергену (гістаміну) телицям 3-місячного віку [66] та багато іншого.

ICAR у своїх рекомендаціях наводить такі методи прогнозування продуктивності, як-от: 1) ISLC [251] 2) Best prediction (BP) [243] 3) Multiple-Trait Procedure (MTP) [223]. Вчені [116] розробили модель MilkBot, яка призначена для прогнозування добових надоїв корів, використовуючи модель кривої лактації і є достатньо гнучкою для врахування наслідків захворювання та лікування.

Останнім часом набули поширення технології штучного інтелекту. Алгоритм машинного навчання з'явився із впровадженням технологій обробки великих баз даних та високоефективних обчислень для створення нових можливостей у міждисциплінарних агротехнологіях. Їх використовують у тваринництві, рослинництві для управління водними та земельними ресурсами. Застосовування машинного навчання для різних сенсорів дозволяє перетворити системи управління фермерськими господарствами на програми з підтримкою штучного інтелекту в реальному часі, які надають широкі рекомендації та ідеї для підтримання дій і прийняття рішень фермерами [181]. Дані поведінки

тварин, отримані з автоматичних датчиків, які характеризували активність корови, час лежання та румінацію оброблятимуть за допомогою методів машинного навчання для прогнозування дати отелення корів [98].

Останні напрацювання [210] свідчать про те, що застосування штучних нейронних мереж є дуже перспективним для прогнозування продуктивності тварин, оскільки показує досить достовірні результати і може застосовуватися у розробці кращої економічно вигідної стратегії виробництва молока в майбутньому. Найкращий алгоритм штучної нейронної мережі досягає 86,08% точності прогнозування, тоді як модель множинної лінійної регресії пояснює 85,16% моделі [210].

Штучні нейронні мережі здатні прогнозувати надій молока за 305 днів лактації на ранніх періодах лактації корів швіцької породи на підставі даних контрольних доїнь, а також враховуючи окремі фактори (вік, кількість лактацій та сезон отелення) [130].

Науковці [123] розробили програму (алгоритм), яка на основі даних та «інтернет-речей» здатна виконувати функції оптимізування раціонів відповідно до продуктивності корів, а також прогнозування їх молочної продуктивності (точність прогнозу 94,3%) згідно з раціоном, який згодовували тваринам. Для розрахунку племінної цінності тварин також використовують штучні нейронні мережі та нейро-нечітку систему (neuro fuzzy systems), які, за твердженням авторів [226], ще не достатньо адаптовані для цих потреб. Технології штучного інтелекту мають значний потенціал для збільшення обсягу виробництва продуктів харчування аналізом і оптимізацією сільськогосподарського виробництва [63].

Для проведення аналізу кривих лактації та прогнозування молочної продуктивності використовують різні математичні методи і алгоритми штучного інтелекту, зокрема функція росту [184], нелінійну авторегресивну модель та модель множинної лінійної регресії [200], дерево рішень [214] та багато іншого. Також застосовують методи геномного прогнозування молочної продуктивності та племінної цінності [127].

Пошук нових інструментів прогнозування продуктивності на ранніх етапах розвитку тварин в Україні наразі практично не проводять.

1.6. Індeksi оцінки цінності тварин за ознаками селекції

Селекційні індeksi – це метод оцінки селекційної цінності тварин за допомогою математичних рівнянь, в яких комбінують окремі ознаки тварин, оцінені в певній популяції разом з економічною цінністю тих, які внесені в індекс [19, 75, 27, 29].

Важливе значення в цьому напрямі мають розробки L. N. Hazel [157]. Він у 1943 запропонував здійснювати племінну оцінку тварин за допомогою селекційного індeksu.

$$H = a_1G_1 + a_2G_2 + \dots + a_nG_n, \quad (1.1)$$

де H – селекційний індекс; a_1, a_2, a_n – економічна цінність ознаки; G_1, G_2, G_n – генетичні цінності ознаки.

У 1963 році Henderson [160] удосконалив цей індекс

$$I_i = a_1EPD_{i1} + a_2EPD_{i2} + \dots + a_nEPD_{in}, \quad (1.2)$$

де I_i – прогнозована агрегатна економічна цінність тварини;

a_j – відносна економічна вага ознаки j , де $j = 1 \dots n$, де n – загальна кількість ознак.

EPD_{ij} – очікуване відхилення значення нащадка тварини i від середнього за ознакою j .

Залучення EPD в селекційний індекс стало ефективним кроком для застосування великої кількості інформації щодо родоводів і продуктивності тварин, по яким будують селекційний індекс [246]. Індeksi, які використовують для оцінювання тварин, можна розподілити на дві групи: оціночні та селекційні. Оціночні індeksi є більш простими, порівняно із селекційними, оскільки для їх побудови використовують лише абсолютні показники [19, 43].

Суттєвий прогрес у скотарстві в країнах із розвиненою племінною роботою є наслідком запровадження інноваційної біотехнології, ефективних

технологій годівлі, утримання та комплексних селекційних програм. Як результат такого комплексного підходу вдалося досягти значного росту генетичного потенціалу деяких економічно цінних ознак. Так, наприклад у США у підконтрольній частині голштинської породи надій молока збільшився за період від 1960 до 2021 рік з 6334 кг до 13108 кг, тобто на 6774 кг (111 кг щороку), за цього ріст на 3116 кг (46,1 %) був зумовлений генетичним покращенням породи [120]. У Великій Британії у період від 1980 до 2010 року середню продуктивність підвищили на 2648 кг [190], тобто щороку її ріст складав майже 90 кг.

Загалом молочна продуктивність корів протягом 19 сторіччя зросла від 800 до 2200 літрів на корову в рік, а за сторіччя потому молочна продуктивність досягла 8000 літрів [104]. Не в останню чергу таке підвищення продуктивності сталося за допомогою застосування селекційних індексів для оцінювання тварин, оскільки їх використання є найефективнішим способом їх комплексної оцінки за низкою ознак [22, 159].

У кожній країні, яка займається селекцією, розроблено свій індекс для оцінювання племінної цінності молочної худоби [27, 43, 192]: TPI (Type Production index), Net Merit в США, LPI (Lifetime Performance Index) та \$Pro в Канаді, PFT (Production, Functionality and. Type) в Італії, Durable Performance Sum (DPS) в Нідерландах, RZG (Reletiv Zuchtwert Gesamtindex) у Німеччині та ISU (Unife Selection Index) у Франції. Nordick Total Merit (NTM) – спільний індекс для північних країн. В Австралії використовують кілька індексів Australian Breeding Value Unit (ABV), Balanced Performance Index (BPI), Health Weighted Index (HWI) та Type Weighted Index (TWI).

Селекція тісно пов'язана з рентабельністю виробництва молока і відповідно з утворенням ціни на нього. З одного боку, ефективність виробництва молока безпосередньо залежить від рівня продуктивності корів, підвищення якого неможливе без ефективної системи племінної роботи; з іншого, механізм формування ціни на молоко безпосередньо впливає на склад

селекційних індексів, за якими проводять оцінку і добір плідників та корів, а також на економічні ваги ознак, які залучені до них [60].

До прикладу, у США молоко під час закупівлі поділяють на 4 категорії, кожен з яких використовують для виробництва певного виду продукції і відповідно по-різному оплачують [171]. В канадській провінції Квебек використовують п'яти класову систему, яка містить ще й клас молочних компонентів [100]. У країнах Європи діють свої правила утворення ціни під час закупівлі молока з підприємств [77].

Країни північної Європи (Данія, Швеція, Фінляндія) були більш далекоглядними, ніж інші, і кілька десятиліть тому додали показники здоров'я до своїх програм добору, забезпечивши собі перевагу перед іншими країнами [213]. Селекційні індекси відрізняються як всередині країн, так і між ними, оскільки економічні умови, перелік ознак, які реєструють та породи корів, які розводять, не є однаковими [192]. На (рис.1.3) показано ознаки, залучені до індексів у різних країнах.

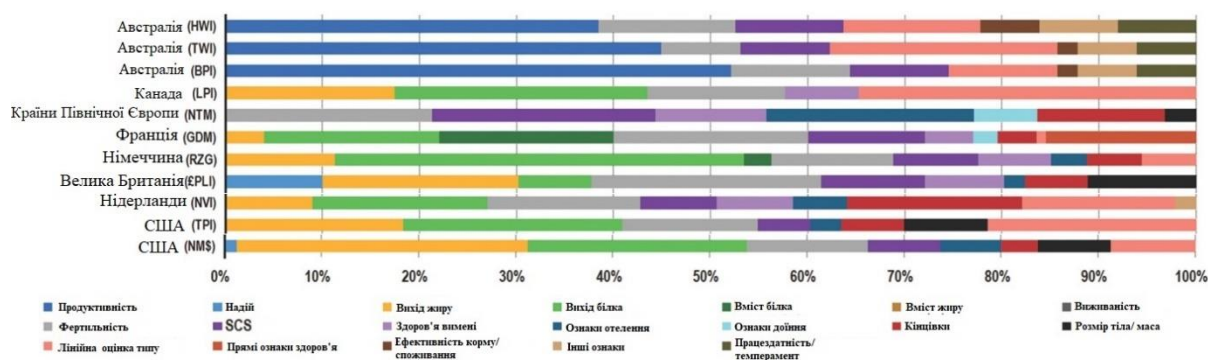


Рис. 1.3. Співвідношення показників продуктивності, екстер'єру та здоров'я в індексах різних країн світу [118]

Незважаючи на те, що серед індексів існує певна загальна подібність, оскільки більшість з ілюстрованих індексів фокусують на виході білка, немає двох абсолютно однакових індексів, навіть у межах однієї країни. Наприклад, у NM\$ приділяють більше уваги довговічності використання корів та менше ознакам будови тіла, ніж в TRI. Різноманітні комбіновані індекси мають різні вагові коефіцієнти для ознак залежно від мети розведення. Деякі більш

сфокусовані на конституції тварин (наприклад висота, ширина тулуба). Акцент інших спрямований на продуктивність (кількість молока, вихід молочного жиру і білка), а решта орієнтуються на ознаки здоров'я (стійкість до захворювань вим'я і ратиць). Аналізуючи дані, наведені у таблиці 1.8, можна зробити висновок, що NTM має найширший перелік ознак, які входять до індексу. До того ж, саме в цьому індексі найбільші коефіцієнти (ваги) припадають на ознаки фертильності та здоров'я. До індексу країн північної Європи (NTM) входять понад 60 ознак, які розподілені по 14 суб-індексах [82].

Таблиця 1.8

**Ознаки, які входять до селекційних індексів різних країн для селекції
голштинської породи,% [56]**

Показник	Країна (індекси)						
	Канада (LPI)	США (TPI)	США (NM\$)	Скандинавія (NTM)	Нідерланди (NVI)	Франція (ISU)	Німеччина (RZG)
Білок	30,6	27	20	17	14	27	36
Жир	20,4	16	22	8	9	8	9
Надій			-1	-4	-3		
Продуктивне довголіття	7	7	19	4	11	5	20
Здоров'я вим'я	3	5	7	14	14	18	7
Фертильність дочок	10	13	10	12	14	22	10
Стійкість до хвороб кінцівок				3			
Стійкість до порушень метаболізму та репродуктивності				4			
Екстер'єр вим'я	15	11	8	10	14	7,5	6
Екстер'єр кінцівок	10	6	3	5	16	4,5	4,5
Розмір тварини		8	-5	0		3	3
Молочний тип	3	-1					1,5
Отелення, вплив плідника			2	6	5		
Отелення дочок		3	3	7			3
М'ясна продуктивність				2			
Темперамент				1			
Швидкість молоковіддачі	0,5			3		5	

Водночас інший індекс, який використовують у країнах північної Європи, і зокрема в Данії на місцевій червоній породі, складається із 14 субіндексів і близько 40 ознак (табл. 1.9).

У цьому індексі ознаки здоров'я і відтворення займають суттєву вагу (майже 40 %). Таким ознакам надають перевагу, оскільки вони значно впливають на довговічність продуктивного використання і мають, порівняно з ознаками продуктивності, менший коефіцієнт успадкованості [209, 235].

Найбільшу увагу ознакам екстер'єру у своїх індексах надають селекціонери із Нідерландів (NVI), Канади (LPI) та США (TPI), а саме 30, 28 і 24 % відповідно. В індексах країн, перерахованих у табл. 1.7, спостерігається тенденція на збільшення виходу жиру і білка в молоці, а не надою (відносні ваги ознак коливаються від 0 до -4, %). У США використовують два селекційних індекси, які цікаво порівняти один з одним, адже вони створені за умов одного ринку. Індекс NM\$ розроблено Департаментом сільського господарства США і призначений для потужних комерційних виробників молока, де племінну цінність тварин визначає прибутком за період використання.

Таблиця 1.9

Відносна вага субіндексів у індексі NM для Червоної данської породи

Ознаки	Відносна вага, %
Індекс продуктивності	24
Індекс конформації вим'я	23
Індекс здоров'я вим'я	16
Індекс відтворення дочок	14
Індекс м'ясності (для бугаїв)	7
Індекс здоров'я копит	4
Постановка кінцівок і ніг	2,2
Індекс легкості отелень	1,7
Rump angle index	3,7
Індекс мертвонароджених	1,4
Швидкість молоковіддачі	3,8
Leakage (самовільне виділення молока)	0,5
Індекс резистентності до інших хвороб	0,4
Темперамент	0,4

Саме тому в цьому індексі цінність мають ознаки репродукції і здоров'я та продуктивність, а екстер'єр меншою мірою. З іншого боку, ТРІ менше ніж NM\$ враховує ознаки відтворення і здоров'я. Індекси змінюють залежно від умов ринку. Так ТРІ в період від 1882 по 2003 р. модернізували 8 разів [60]. Частку здоров'я і фертильності збільшили на 9 пунктів (від 19 до 28 %). У 2015 році були додані показники засвоюваності корму (feed efficiency) та індекс фертильності.

Селекційні індекси використовують і для оцінювання м'ясних порід. А. М. Угнівенко, Д. К. Носевич [70] розробили індекси для оцінювання первісток м'ясних порід за власною продуктивністю, а також плідників за якістю нащадків.

В інституті тваринництва НААН України розробили [61] «Селекційний індекс добового прибутку для оцінки племінних бугаїв молочних та молочно-м'ясних порід», у якому найбільше впливають на нього такі ознаки, як середній надій дочок бугая в стадах, на яких оцінювали племінну цінність, найвища лактація матері бугая та відсоток жиру в молоці матері бугая за найвищу лактацію відповідно 0,105, -0,156, -0,161.

У зв'язку з важливістю визначення об'єктивних критеріїв добору основною є ідея порівняння індивідуумів щодо отримання максимального прибутку в конкретній популяції за певних економічних умов. Тобто, метою племінної роботи є отримання тварин, які за конкретних умов були б найбільш вигідними з позиції економіки. Економічна цінність індивідуума в тваринництві виражається прибутком, який можна отримати від його реалізації [139].

Отже, застосування індексів племінної цінності за урахування економічних ваг у країнах із розвиненим скотарством стало невід'ємним елементом виробництва молока. Водночас, селекційні індекси з урахуванням економічних ваг ознак не набули популярності в племінній роботі господарств України, зокрема в молочному скотарстві.

1.7. Роль економічних вагових коефіцієнтів у побудові селекційних індексів

Завдяки використанню економічних ваг для всіх ознак селекції, індексний підхід став найкращим способом, який дозволив підвищити прибуток у тваринництві добором економічно ефективних тварин [86].

За нинішніх умов важливим є правильно обрати напрямок селекційної роботи з урахуванням перспектив виникнення специфічного попиту на ринку. Зазвичай таку діяльність здійснюють у чотири етапи [215]: 1) збір інформації щодо умов виробництва продукції та ситуації на ринку її збуту; 2) аналіз прибутку та затрат на виробництво продукції; 3) визначення економічно важливих ознак; 4) розрахунок економічних вагових коефіцієнтів (ваг) для ознак та побудова індексу.

Перші два етапи реалізують економісти, тоді, як у розроблянні наступних двох беруть участь селекціонери. Злагоджена робота цих двох служб дає змогу ефективно реагувати на мінливі умови ринку, своєчасно адаптуючи селекційні програми до нагальних потреб споживачів і виробничників [19]. Результати оцінки племінної цінності тварин за допомогою селекційних індексів можуть бути коректними лише для тої популяції, для якої рівняння індексу розробили і оптимізували [157].

У сучасній племінній роботі з молочною худобою популярними стали селекційні індекси, в яких важливе значення займають економічні ваги ознак (економічні вагові коефіцієнти) [159, 14]. Загально прийнято [155, 178], що економічну цінність ознаки визначають як зміну прибутку від генетичного її покращення на одиницю. Методи розрахунку економічних ваг у своїй роботі узагальнив Böbner [95]. Згідно з цією класифікацією всі методи поділяють на об'єктивні та суб'єктивні (рис. 1.4).

Коли оцінювання відбувається фермерами суб'єктивно виставленням відсотків, такий метод вважають суб'єктивним. Таким чином, отримані значення ваг ознак множать на стандартне відхилення (σ) кожної ознаки.

Технічно такий індекс (hoc indexes) не є справжнім селекційним індексом, але він є доступним для розуміння селекціонерів, які не знайомі з ним як інструментом добору [101, 178].

Основною характеристикою, яка відрізняє об'єктивні методи розрахунку економічних ваг від суб'єктивних, є використання рівнянь для їх калькуляції. У свою чергу об'єктивні методи поділяють на такі, які базуються на конструктивному підході з опрацюванням фактичних даних, та на такі, які базуються на нормативному підході з проведенням різноманітних моделювань прогнозованих даних. Головними недоліками конструктивного підходу є необхідність залучення великих обсягів інформації для аналізу і широке використання застарілих даних, водночас, селекцію орієнтують на майбутнє. Виходячи з цих причин науковці [178] надають перевагу моделюванню даних, тобто нормативному підходу.

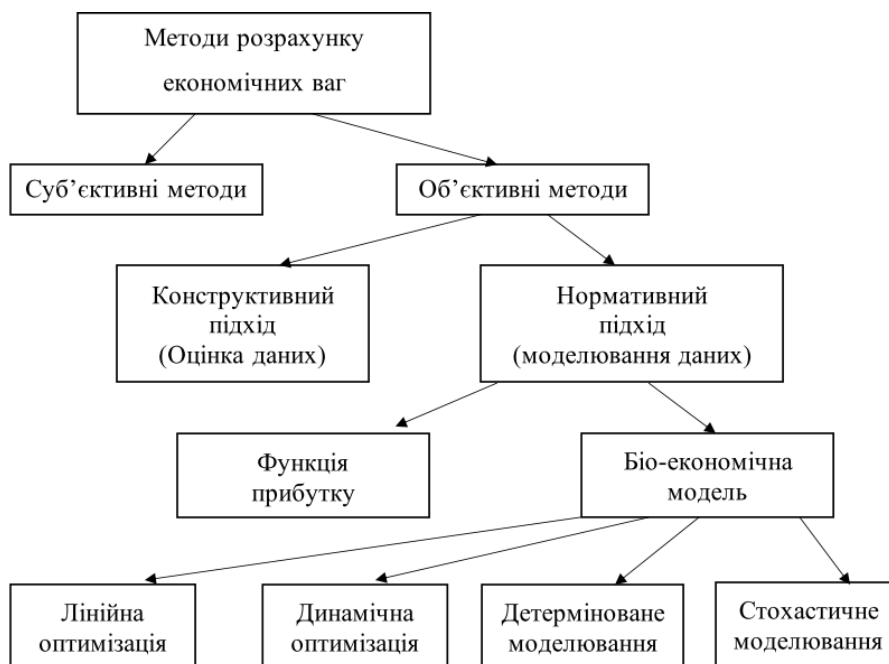


Рис. 1.4. Методи, які використовуються для розрахунку економічних ваг [95, 178]

У світі використовують різні методи обрахування економічних ваг, зокрема шляхом розрахунку часткової похідної функції прибутку по відношенню до селекційної ознаки [221, 151], формуванням Біоекономіс

models (BEM) [177, 176, 161, 253], формуванням BEM з застосуванням кластерного аналізу [112, 256], а також стохастичним моделюванням економічних значень продуктивних і функціональних ознак та їх стандартних відхилень [205]. Всі вони мають як переваги, так і недоліки. Оскільки ситуація на ринку в різних країнах чи в межах однієї країни неоднакова, то вибір ознак і їх економічна оцінка між регіонами можуть суттєво відрізнятися. В межах тієї самої країни економічні ваги можуть бути різними. Прикладом може стати індекс NTM, у якому для умов Данського ринку економічна вага для органічних та промислових ферм для надою молока за лактацію у корів голштинської породи становить -0,087 та -0,053 євро.

Аналіз економічних ваг для ознак молочної продуктивності у цьому індексі показав, що, незважаючи на породи, найбільшу увагу приділяють селекції на вихід молочного жиру і молочного білка, а найменшу – на надій (-0,29 – -0,046) [230]. Очевидно, що метою розведення наведених порід є підвищення здатності корів виробляти молоко з підвищеним вмістом жиру та білка. У розрізі порід найбільший ваговий коефіцієнт для виходу молочного білка мають індекси, розроблені для добору тварин червоної породи північних країн (Nordic Red Dairy Cattle) – 4,82 євро. Вихід молочного білка має найбільшу вагу в індексах для корів джерсейської породи (1,55), що відповідно на 14,2 і 17,4 % більше, ніж для корів червоної і голштинської порід. Причому ціну на молоко у Данії [231] розраховують на стандартизоване молоко, вміст жиру в якому становить 4,2 %, а білка 3,4 %. Водночас у Фінляндії [158] у стандартизованому молоці повинно міститися 4,3 % жиру і 3,3 % білка.

Аналізуючи таблицю 1.10, слід зазначити, що у світовій практиці економічну вагу різноманітних ознак селекції розраховують різними способами. Це стосується як «традиційних» ознак молочної продуктивності, зокрема вмісту жиру та білка, надою за лактацію та виходу компонентів молока, так і менш відомих для нашої країни, але необхідних для регіонів із розвиненим сироварінням, наприклад коагуляційних властивостей молока. Останнім часом у зв'язку із глобальним потеплінням, актуальності набули

індекси, які містять ознаки, що характеризують стійкість корів до теплового стресу та зменшення емісії парникових газів.

Наразі у всьому світі велику увагу приділяють ознакам, які характеризують рівень відтворення корів, продуктивне довголіття, вміст соматичних клітин у молоці та ефективність годівлі. Водночас із зазначеними ознаками селекціонери враховують ті, які характеризують м'ясну продуктивність тварин молочного напрямку продуктивності, зокрема забійний вихід, середньодобовий приріст на відгодівлі, характеристику туші, мармуровість, площу м'язевого вічка та багато інших.

Таблиця 1.10

**Перелік ознак за якими розраховують економічні ваги селекційних ознак
для молочних корів**

Ознака селекції за якою розраховували економічні ваги	Посилання
Ознаки молочної продуктивності (вміст жиру, білка, надій, вихід жиру, білка, постійність лактації)	[108, 112, 161, 176, 212, 253, 256, 229]
Продуктивне життя	[161, 176, 212, 221, 253]
Ознаки здоров'я та відтворення (вік першого осіменіння, міжотельний інтервал, важкість отелень, мертвонародження, захворювання маститом, парез, затримка посліду, ламініт, кетоз	[112, 146, 151, 161, 176, 205, 212, 221, 253, 256,]
М'ясна продуктивність (забійний вихід, середньодобовий приріст на відгодівлі, ознаки туші, мармуровість, площа мязевого вічка)	[82, 146, 161, 176, 253]
Ознаки якості молока (вміст соматичних клітин)	[112, 146, 161, 176, 253, 256]
Ознаки кормоефективності (залишкове споживання корму, споживання корму	[112, 161, 217]
Стійкість до теплового стресу	[106]
Ознаки коагуляції молока	[110]
Швидкість молоковіддачі	[146]
Емісія метану, викиди парникових газів	[87, 153, 217, 228]

Вибір ознак селекції та їх економічна оцінка є творчим процесом і потребує постійного контролю та оновлення відповідно до ситуації на ринку. Час від часу економічні ваги переглядають [43]. Це можна відслідкувати на прикладі американського індексу NM\$ (табл.1.11).

Аналізуючи таблицю, можна сказати, що від моменту введення Департаментом сільського господарства США першого індексу «передбаченої

різниці» в доларах (Predicted Difference, \$) у 1971 році, у який входило лише дві ознаки «надій молока» і «кількість молочного жиру» з співвідношенням 52 на 48 % у напрямках селекції відбулися значні зміни.

Досить тривалий відрізок часу у цьому індексі не враховували показники конституції. Лише у 1994 році в NM\$ індекс уперше почали вводити такі ознаки, як «число соматичних клітин», «продуктивне довголіття» і «вихід молочного білка». Ознаки лінійного оцінювання типу (сумарний бал за вим'я, за кінцівки і розмір тіла) з'явилися в індексі у 2000 році. Слід зазначити, що ознака «сумарний бал за розмірами тіла» має від'ємний вектор.

Надій, як ознака селекції, втрачав свою початкову домінуючу значимість, поступаючись тим, які характеризували склад молока (жир і білок).

Таблиця 1.11

Зміни економічних ваг ознак селекції в індексах [242, 115]

Ознака	Відносна економічна вага ознаки в індексі							
	PD\$ (1971)	NM\$ (1994)	NM\$ (2000)	NM\$ (2003)	NM\$ (2006)	NM\$ (2010)	NM\$ (2017)	NM\$ (2018)
Надій	52	6	5	0	0	0	-1	-1
Молочний жир	48	25	21	22	23	19	24	27
Молочний білок	–	43	36	33	23	16	18	17
Продуктивне довголіття	–	20	14	11	17	22	13	12
Число соматичних клітин у молоці	–	–6	–9	–9	–9	–10	–7	–4
Сумарний бал за вим'я	–	–	7	7	6	7	7	7
Сумарний бал за кінцівки	–	–	4	4	3	4	3	3
Сумарний бал за розмірами тіла	–	–	–4	–3	–4	–6	–6	–5
Рівень тільності дочок	–	–	–	7	9	11	7	7
Рівень заплідненості корів	–	–	–	–	–	–	2	2
Рівень заплідненості телиць	–	–	–	–	–	–	1	1
Здатність до тільності	–	–	–	–	6	5	5	5
LIV (життєздатність)	–	–	–	–	–	–	7	7
Здоров'я, дол	–	–	–	–	–	–	–	2

Ознаки рівня відтворення почали враховувати в індексі ві 2003 року. За останні роки значущість низки ознак, які можна об'єднати загальним терміном «ознаки фертильності», зросла на 8 %. Якщо в індексі 1926 року було всього 2 ознаки селекції (надій та вихід молочного жиру), то у селекційному індексі NM\$ (update in 2018) їх кількість зросла до понад 30 [115].

Аналіз українських індексів засвідчив, що в практиці племінної роботи України через низку причин розрахунків і застосування економічних ваг для залучених до селекційного індексу ознак не набуло поширення. Така ситуація не дозволяє оптимізувати програми добору худоби до поточних ринкових умов і потребує компетентного вирішення.

Вибір напрямів досліджень

Для вирішення цієї проблеми у нашій роботі необхідно було провести оцінювання ознак селекції найбільш поширених молочних порід в Україні за основними статистичними параметрами варіаційної статистики (середнє значення, показники мінливості, коефіцієнти кореляції та регресії) та визначити наявність зв'язку між ознаками екстер'єру та рівнем відтворення. Так як не всі фактори однаково впливають на ознаки селекції, варто було визначити силу їх впливу, у тому числі і на параметри лактаційної діяльності. За урахування того факту, що у господарствах часто реєструють не повні дані щодо лактаційної діяльності, або з різних причин пропускаються контрольні доїння, необхідно було оцінити можливості використання різних обсягів селекційних даних, зокрема і для розрахування молочної продуктивності. Оскільки селекційні індекси включають в себе окрім популяційно генетичних параметрів ще й економічну вагу ознак селекції, вирішили розрахувати економічну значимість ознак різними способами, та застосовуючи отриманні значення побудувати індекси селекції й оцінити їх потенційну ефективність.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови і схема проведення досліджень

Дослідження проводили відповідно до загальної схеми (рис 2.1) у кількох господарствах, які розташовані у різних регіонах на території України. Загальне поголів'я тварин, яке використали для досліджень складає 3479 корів. У ТОВ «Агрофірма «Колос» Сквирського району Київської області, СК «Восток» Ізюмського району Харківської області утримували українську чорно-ряба молочну, а у СТОВ «Агроко» Чорнобаївського району Черкаської області та СП «Молочарське» Покровського району Дніпропетровської області – голштинську породу.

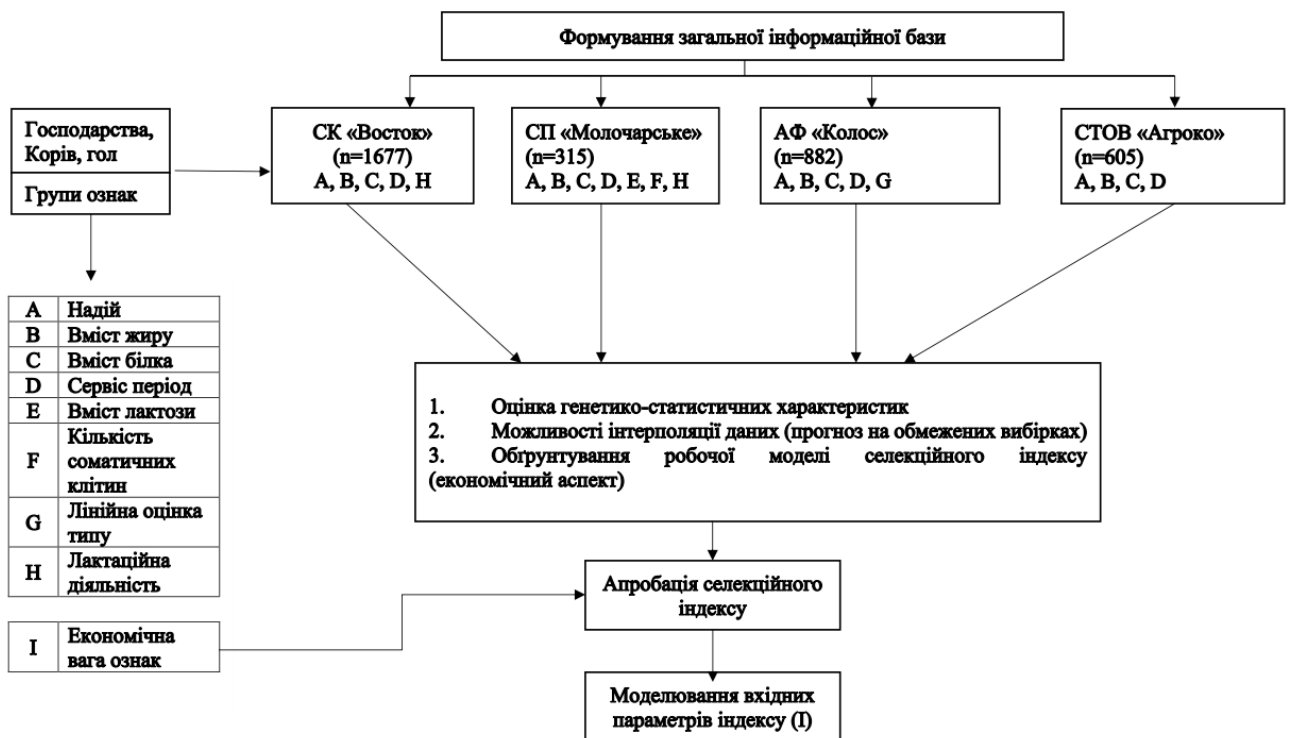


Рис. 2.1. Загальна схема проведення експерименту з обґрунтування економічних індексів для програм добору молочної худоби

У СП «Молочарське» корів голштинської породи утримували безприв'язно з годівлею загальнозмішаним раціоном упродовж року, доїння відбувалося в молочному залі типу «Ялинка». Підготовку та роздавання кормів на кормовий стіл здійснювали за допомогою кормороздавача Valmetal

Supercart 542. Напування тварин здійснювали за допомогою групових напувалок за вільного доступу до них. Повітрообмін у приміщенні підтримували бічними шторами, а у теплий період року для вентиляції використовували навісні вентилятори.

У ТОВ «АФ Колос» застосовували прив'язну систему утримання з доїнням у молокопровід. Годівлю здійснювали загальнозмішаними раціонами упродовж року. Таку ж систему утримання і доїння застосовували у СТОВ «Агроко». В умовах цих господарств корів утримували у типових реконструйованих приміщеннях, розміром 21×72 м. Видалення гною здійснювали тракторами. Вентиляція приміщень – природня. Напування корів в умовах СТОВ «Агроко» та «АФ Колос» здійснювали, використовуючи індивідуальні ніпельні напувалки. Для приготування і роздавання загальнозмішаних раціонів використовували причіпні кормороздавачі KEENAN (фірми Alltech) та BvL –V mix в АФ «Колос» та СТОВ «Агроко» відповідно. Корм для тварин роздавали на двобічні кормові столи. У СК «Восток» корови української чорно-рябої молочної породи утримували в боксах з видаленням гною мобільним засобом та доїнням корів на двох установках «Паралель» 2×16.

У всіх дослідженнях, які проводили в умовах СП «Молочарське», середні проби молока працівники підприємства відбирали щомісяця під час контрольних доїнь, кратність доїння складала 2 рази на день (за класифікатором ICAR – BP44, 2x) [166]. Для цього використовували молокоміри, з яких молоко відливали у спеціальні пробірки (об'єм 40 мл), в які попередньо закладали консервант Broad Spectrum Microtabs II (діюча речовина Broad Spectrum Microtabs II). Аналіз молока, відібраного на фермі, проводили в акредитованій лабораторії Dairy Management System у м. Дніпро за методикою [93]. У лабораторії визначали вміст жиру (%), білка (%), лактози (%), кількість соматичних клітин (тис/см³). Для перерахунку кількості соматичних клітин у бали користувалися методикою, наведеною у праці [250] відповідно до формули (2.1):

$$SCS=\log_2(SCC/100,000)+3 \quad (2.1)$$

Для оцінювання загального рівня надоїв за відповідного складу молока, тобто кількості енергетично скорегованого ($ЕСМ_1$ та $ЕСМ_2$), використовували методикою, наведеною у праці [227] відповідно до формул (2.2 та 2.3):

$$ЕСМ_1 = (\text{жир, кг} \times 38,3 + \text{білок, кг} \times 24,2 + \text{надій} \times 0,7832) / 3,14 \quad (2.2)$$

$$ЕСМ_2 = (\text{жир, кг} \times 38,3 + \text{білок, кг} \times 24,2 + \text{лактоза, кг} \times 16,54 + \text{надій} \times 0,0207) / 3,14 \quad (2.3)$$

В інших господарствах індивідуальні проби молока корів відбирали під час контрольних доїнь щомісяця. Для визначення вмісту жиру та білка в молоці використовували ультразвуковий аналізатор молока Ecomilk. Вихід молочного жиру та білка і співвідношення жиру до білка розраховували за допомогою методик ICAR, 2020 [164].

Годівлю тварин здійснювали з урахуванням фізіологічного стану, фази лактації та рівня продуктивності корів. Раціон забезпечував надої від 26,5 до 29,3 кг молока в середньому за день. Енергетична цінність раціонів коливалася від 5,82 до 6,03 МДж чистої енергії лактації в 1 кілограмі сухої речовини корму для СП «Молочарське» та СТОВ «Агроко» відповідно, а вміст сирого протеїну – від 15,3 до 16,0 % у 1 кг сухої речовини корму для відповідних ферм (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Усереднені характеристики рівня годівлі корів у досліджуваних господарствах*

Показник	Господарство			
	СК «Восток»	СП «Молочарське»	АФ «Колос»	СТОВ «Агроко»
Тип годівлі	TMR	TMR	TMR	TMR
Середній добовий надій на дійну корову, кг	27,4	26,5	28,7	29,3
Добове споживання сухої речовини корму (СРК), кг/гол	21,2	20,9	20,6	20,5
Кількість молока на 1 кг СРК, кг	1,29	1,27	1,39	1,43
Чистої енергії лактації на 1 кг СРК, МДж	5,86	5,82	5,99	6,03
Сирого протеїну на 1 кг СРК, %	15,5	15,3	15,9	16,0

* таблицю сформовано за даними зоотехнічного та бухгалтерського обліку господарств

Годівлю корів здійснювали за фазами лактації (1 фаза – від 1 до 120 день, 2 фаза – від 121 до 211 день, 3 фаза – від 212 дня). Різну інформацію щодо ознак селекції було зібрано із баз даних програм управління стадом (DairyPlan C21, Uniform Agri, Lас-T) та селекційної програми «Орсек», які використовували в умовах молочних ферм.

Зокрема, інформація щодо ідентифікації тварин, їх продуктивності (надій, вміст жиру та білка в молоці), походження та рівень відтворення обліковували в усіх наявних програмах (DairyPlan C21, Uniform Agri, Lас-T, Орсек). Вміст лактози та соматичних клітин у молоці отримали з програми Lас-T, а дані щотижневої продуктивності тварин – через програму DairyPlan C21.

Базу даних щодо лінійного оцінювання типу сформували в програмі Excel власноруч. Зібрану інформацію обробили за допомогою статистичних програм – SPSS Statistics, R (programming language). Для розрахунку продуктивності за стандартну лактацію за обмеженої кількості контрольних доїнь використали алгоритм штучних нейронних мереж із застосуванням спеціалізованої статистичної програми Wolfram Mathematica.

У роботі розраховували економічні ваги для досліджуваних ознак різними способами. На основі аналізу змін маржинального доходу від величини ознаки на одиницю та на основі аналізу мінливості доходу від реалізації додаткової умовної одиниці продукції. Індексні ваги ознак, залучених до селекційного індексу, розраховували, використовуючи дані щодо економічної ваги, генотипових кореляцій та коефіцієнтів успадковування ознак, застосовуючи комп'ютерну програму Desire. За проведеними всіма математичними розрахунками сформували селекційні індекси.

2.2. Методика проведення лінійної оцінки типу

Лінійне оцінювання проводили упродовж 2018–2020 років. Під час оцінювання класифікацію типу молочної худоби здійснювали візуально за ознаками типу за рекомендаціями ICAR [165], які скорегували відповідно до вимог німецької голштинської асоціації [237]. Лінійне оцінювання типу

проводили за результатами окремих пунктів за 9-бальною шкалою та за 23-описовими ознаками, які об'єднали у 4 комплекси: 1) група ознак, яка характеризує молочний тип, «молочний характер» («гострота» в холці, лінія верху, вираженість ребер, стан трубчатих кісток), 2) група ознак, яка характеризує «стан тулубу» (висота, глибина тулуба, ширина грудей, нахил заду, ширина заду, кондицій), 3) група ознак, яка характеризує «стан кінцівок» (кут задніх кінцівок, кут ратиць, стан скакального суглоба, постава задніх кінцівок, локомоція), 4) група ознак, яка характеризує морфологію молочної залози «стан молочної залози» (висота прикріплення вим'я ззаду, центральна зв'язка, розміщення задніх і передніх дійок, довжина дійок, переднє прикріплення вим'я, глибина вимені, залозистість вимені).

2.3. Методика розрахування економічних вагових коефіцієнтів

2.3.1. Розрахування маржинального доходу

Для розрахунку маржинального доходу було використано методику, яка розроблена [197] в Університеті прикладних наук Вайнштефан-Тріздорф (Німеччина) відповідно до формули (2.4):

$$\text{МД} = \text{ВТ} - \text{ПЗВ}, \quad (2.4)$$

де МД маржинальний дохід;

ВТ – виторг від реалізації продукції;

ПЗВ – пропорційні змінні витрати (постачання та послуги).

Маржинальний дохід розраховували індивідуально для кожної корови за рік. Для тварин усієї вибірки (незалежно від віку/номера лактації) використали однакові (сталі) величини тривалості використання корів (у роках) та їх живої маси, які дорівнювали середнім показникам стада. Відсоток ремонту стада за рекомендацією зоотехнічної служби підприємства був зазначеним на рівні 25%. Крім того, всі величини змінних затрат, які використовували в розрахунках маржинального доходу, були однаковими для всіх корів стада.

Для розрахунку ціни реалізованого молока використали формулу, згідно з якою в умовах українського ринку розраховують ціну реалізації молока [46].

Затрати на підгортання і роздавання кормів та прибирання гною і ремонт обладнання, яке задіяне в цих процесах, не враховували. Маржинальний дохід визначали тільки для тих корів, які завершили лактацію з її тривалістю не менше 240 днів. Корів, які мали меншу тривалість лактації, ніж зазначений термін, до уваги не брали. Із вибірки видалили корів, які є помісями бугаїв джерсейської і корів голштинської порід, оскільки для кросбредних тварин економічні ваги розраховують за іншою методикою [252].

2.3.2. Розрахування економічних ваг на основі аналізу маржинального доходу

Для розрахунків економічних ваг для таких ознак, як надій, вихід жиру, вихід білка, сервіс-період та SCS використовували регресійний аналіз (лінійну регресію) у програмі SPSS. Залежною змінною був показник індивідуального маржинального доходу на корову на рік.

Розрахунок проводили за кожною лактацією окремо допомогою такої моделі множинної регресії відповідно формули (2.5):

$$Y = a + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \varepsilon, \quad (2.5)$$

де Y – річний маржинальний дохід;

a – константа регресії;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ – коефіцієнт регресії для надою, жиру, виходу білка, SCS за стандартну лактацію та тривалості сервіс періоду відповідно;

x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 – спостережувані змінні;

ε – залишкова помилка.

2.3.3. Розрахування економічних ваг на основі доходу від реалізації умовної одиниці продукції

Економічну вагу 1 кг молочного білка (V_{MY}) розраховували за формулою (2.6):

$$V_{MY} = \frac{1000 \text{ г}}{\text{кількість молочного білка в 1 кг молока, г}} \times \text{ЦМ} \times 0,6 \quad (2.6)$$

Економічну вагу 1 кг молочного жиру (V_{FY}) розраховували за формулою (2.7):

$$V_{FY} = \frac{1000 \text{ г}}{\text{кількість молочного жиру в 1 кг молока, г}} \times \text{ЦМ} \times 0,4, \quad (2.7)$$

де ЦМ – закупівельна ціна за 1 кг молока, грн.

Економічну вагу 1 дня сервіс-періоду (V_{DO}) розраховували за формулою (2.8):

$$V_{DO} = (NH_1 - NH_0) \times \text{вартість телиці, грн} \quad (2.8)$$

де NH_1 – кількість телиць, народжених за рік при збільшенні сервіс-періоду відносно середнього значення на 1 день, голів,

NH_0 – кількість телиць, народжених за рік за середнього значення сервіс-періоду, голів.

Вартість вирощування телиці від народження до 18 місяців в досліджуваному стаді дорівнювала 30083,33 грн.

Кількість народжених за рік телиць визначали за формулою (2.9):

$$NH_0 = 0,5 \times \frac{365}{GL + DO}, \quad (2.9)$$

де NH_0 – кількість телиць, народжених за рік, голів;

365 – кількість днів у календарному році;

GL – період тільності, 285 днів;

DO – тривалість сервіс-періоду, днів.

Розрахунок NH_1 проводили за формулою (2.10):

$$NH_1 = 0,5 \times \frac{365}{GL + DO + 1}, \quad (2.10)$$

де NH_1 – кількість телиць, народжених за рік за збільшення сервіс-періоду відносно середнього значення на 1 день, голів;

365 – кількість днів у календарному році;

GL – період тільності, 285 днів;

DO – тривалість сервіс-періоду, днів.

2.4. Інтерполяція даних молочної продуктивності

2.4.1. Застосування штучних нейронних мереж

Дослідження проводили в два етапи: 1) Навчання та перевіряння здатності штучних нейронних мереж до коректного прогнозування продуктивності (надою, вмісту жиру та білка); 2) здійснення прогнозування продуктивності корів (надою, вмісту жиру та білка) за використання штучних нейронних мереж, застосовуючи різну кількість контрольних доїнь протягом повної лактації.

Для реалізації першого етапу дослідження розраховували молочну продуктивність (надій, вміст жиру та білка за 305 днів лактації) дійних корів стада (144 голови). Розрахування проводили за методом інтервалів (Test Interval Method [164]. Для розрахунків використовували дані продуктивності корів за 10 контрольних доїнь, які проводили кожного місяця упродовж лактації. Після цього із загальної вибірки із 144 особин для розрахунків сформували навчальну (95 корів) та оціночну (49 корів) вибірки. Для навчання залучили базу даних продуктивності 95 корів (95 тренувальних пар), а для перевіряння ефективності функціонування мережі (оцінювання) – дані 49 корів (49 тренувальних пар).

У навчальній вибірці зазначали інформацію щодо 10 контрольних доїнь та продуктивність за 305 днів лактації, розраховану за методом інтервалів. В оціночній вибірці дані продуктивності за 305 днів лактації не надавали, оскільки алгоритм мав її розрахувати. В обох вибірках для розрахування враховували індивідуальний номер корови, рік її народження, номер батька (закодований цифрами від 1 до 51), вік отелення (в добах від дня народження), день контрольного доїння (в добах від дня отелення) і дані продуктивності за контрольне доїння (надій, вміст жиру, білка, лактози і SCS). Вибірки даних відповідали коровам різного походження, різних років народження і різних лактацій, але однієї породи (голштинська). Їхня продуктивність у даних обох вибірок перевищувала 6000 кг молока за лактацію. Всі дані були нормовані. Як результат показники в обох вибірках змінювались у межах від 0 до 1.

Для реалізації другого етапу досліджень для оцінювання вибрали 4 варіанти баз даних (вхідної інформації): 1. Перше, друге, п'яте, восьме і десяте контрольне доїння; 2. Три перших і два останніх контрольних доїння; 3. Перші

п'ять контрольних доїнь; 4. Друге, п'яте і десяте контрольне доїння. Поставили чотири задачі і провели навчання і тестування чотирьох штучних нейронних мереж.

Корови, які увійшли у навчальну і оціночну вибірки для кожного з варіантів прогнозу були ті ж самі. Процедури навчання та прогнозу проводили для кожного варіанту окремо. Під час кожної нової процедури навчання штучної нейронної мережі використовували дані продуктивності за повну лактацію, розраховані на основі 10 контрольних доїнь. Для порівняння отриманих результатів із фактичними даними використовували ті ж самі математичні методи, що і під час першого етапу досліджень.

Для проведення навчання використовували штучні нейронні мережі прямого поширення. Кількість входів кожної штучної нейронної мережі відповідали розмірності вхідного вектора для цієї задачі. Для всіх задач вихід штучних нейронних мереж був один (надій за 305 днів лактації, вміст жиру та білка за лактацію). Кількість прихованих шарів – 1, кількість нейронів у прихованому шарі – 10. Активаційна функція для всіх нейронів – гіперболічний тангенс. У роботі використали алгоритм ADAM [175]. Функція ціни, яка відображала якість навчання (loss function), – середньоквадратичне відхилення прогнозу та навчальних даних. У алгоритмі ADAM розмір пакета даних, за яким розраховували один градієнт, обрано рівним 50. Кількість раундів навчання – 5000 (така кількість виявилась достатньою для мінімізації функції ціни). Тренувальну пару у цій задачі прогнозу формували даними такого формату: «ознаки корови – продуктивність корови за лактацію». Вхідні дані (ознаки корови) були вектором, який включав для різних постановок різну кількість компонентів, а вихідні дані – скаляр.

2.4.2. Застосування моделі Вуда

Вибірку для аналізу складала із 807 лактацій корів різного віку. Дані з програми «DairyPlan C21», які використовували під час розрахунків, містили

таку інформацію: дати отелення корів, дати плідного їх осіменіння, надій за 305 днів лактації та за повну лактацію, походження тварин, продуктивність корів з інтервалом 7 днів упродовж перших 20 тижнів лактації.

Для опису кривої лактації використали математичну модель Вуда [254], згідно з формолою (2.11):

$$Y_t = a t^b e^{-ct}, \quad (2.11)$$

де Y_t – надій за стандартну лактацію, кг;

a – коефіцієнт масштабування, який приблизно відповідає початковим надоям молока після отелення;

t – кількість днів лактації за весь період (не більше 305 днів);

b – параметр швидкості підйому лактації до максимального надю (піка);

c – параметр швидкості спаду лактації після піка надю.

Стійкість лактаційної кривої (СЛК) визначали методом Веллера [247] відповідно до формули (2.12):

$$\text{СЛК} = \frac{\text{надій на 225-й день лактації}}{\text{надій на 45-й день лактації}} \times 100\% \quad (2.12)$$

2.4.3. Прогнозування продуктивності за 305 днів лактації за використання коефіцієнту постійності лактації

Прогнозування проводили в два етапи. На першому на основі результатів молочної продуктивності 146 корів під час щомісячного контрольного доїння розраховали коефіцієнти постійності лактації цього стада. Методикою наведеною у праці [40]. Коефіцієнт постійності лактації (КПЛ) розраховували для кожного місяця за формулою (2.13):

$$\text{КПЛ}_n = \frac{\Pi_n}{\Pi_{n-1}}, \quad (2.13)$$

де КПЛ_n – коефіцієнт постійності лактації за n -ий місяць лактації;

Π_n – результати контрольного доїння за n -ий місяць лактації;

Π_{n-1} – результати контрольного доїння за попередній місяць лактації.

На другому етапі провели перевіряння (верифікацію) ефективності прогнозу порівнянням результатів повної фактичної лактації 19 корів

голштинської породи з даними прогнозу, зробленого із застосуванням розрахованих коефіцієнтів постійності лактації. Результати фактичної продуктивності відбирали із бази даних програми управління стадом Лас-Т (Канада), яку використовували в умовах СП «Молочарське».

Застосовуючи отримані коефіцієнти, спрогнозували молочну продуктивність дослідних корів за 305 днів лактації після 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 міс. Лактації. Після фактичного завершення повної лактації провели оцінку застосованого підходу для здійснення раннього прогнозування та проведення добору тварин для племінної роботи. Для прогнозу молочної продуктивності за умовне контрольне доїння отриманий показник постійності лактації множили на розрахований або фактичний добовий надій за методикою наведеною у праці [42] відповідно до формули (2.14):

$$M_n = M_{n-1} \times \text{КПЛ}_n, \quad (2.14)$$

де M_n – надій корови за n -ий місяць лактації (контрольне доїння);

КПЛ_n – коефіцієнт постійності лактації за n -ий місяць;

n – місяць лактації.

Для розрахування молочної продуктивності за 305 днів лактації результати фактичних контрольних доїнь і прогнозованих (умовні контрольні доїння) перераховували за методикою інтервалів [164].

2.5. Побудова селекційного індексу

Розроблюваний економічний селекційний індекс (I) мав вигляд формули (2.15), яка опублікована у праці [157]:

$$I = (y_{PY} - M_{PY}) \times b_{PY} + (y_{FY} - M_{FY}) \times b_{FY} + (y_{DO} - M_{DO}) \times b_{DO}, \quad (2.15)$$

де y_{PY} , y_{FY} , y_{DO} – фенотипові значення кількості молочного білка (PY); молочного жиру (FY) та сервіс-періоду (DO) корів, відповідно;

M_{PY} , M_{FY} , M_{DO} – середні значення по стаду кількості молочного білка і молочного жиру та сервіс-періоду корів, відповідно;

b_{PY} , b_{FY} , b_{DO} – індексні ваги ознак.

Індексні ваги ознак, введених в селекційний індекс, розраховували, використовуючи дані щодо економічної ваги, генотипових кореляцій та коефіцієнтів успадковування ознак [28], застосовуючи комп'ютерну програму Desire [174]. Для моделювання варіантів застосування різних селекційних індексів та аналізу їх ефективності використали значення вартості телиці 12500, 23311, 36111 і 48611 грн. Моделювання здійснили за методикою Gibson & Dekkers, 2006 [152]. Зазначені суми обрали, зважаючи на те, що 12 500 грн – це найменша вартість вирощування телиці в господарстві в період проведення досліджень, 36 111 грн – найбільша вартість вирощування. Сума 48 611 грн приблизно дорівнювала імпорتنій ціні за телицю віком біля 18 місяців.

2.6. Математичні підходи для обчислення генетико-статистичних параметрів

Для визначення ступеня впливу факторів на ознаки лінійного оцінювання типу, продуктивності та рівня відтворення корів використовували однофакторний та багатофакторний дисперсійний аналіз за допомогою вбудованої функції програм SPSS та пакета програм R (programming language). У різних дослідженнях як генетичну детермінанту використовували фактор «плідник». Також визначали вплив таких факторів, як порядковий номер лактації (детермінанта віку корів), надій корів, тривалість сервіс-періоду, сезон отелення. Всі інші ефекти віднесли до категорії залишку.

Для оцінювання впливу таких факторів, як стадія лактації та сервіс-період на показники лінійної оцінки типу, їх розподілили на категорії. Оскільки стадію лактації вимірювали в днях від початку лактації на день оцінювання, то цю незалежну змінну розділили на чотири категорії, а саме: 1) від отелення до 90-го дня лактації; 2) 91–180 дня; 3) 181–270 день; 4) 271 дня і далі. Сервіс-період також поділили на три категорії відповідно до даних Inchaisri et al., 2011 [168]: 1) до 111 днів; 2) 112 – 153; 3) 154 і більше.

Стадо корів розподілили на групи за продуктивністю. До першої групи увійшли корови із надоем за 305 днів лактації до 7100 кг молока за лактацію, до другої від 7101 до 10000 кг, а до третьої групи – понад 10000 кг.

Для аналізу впливу різних факторів на продуктивність за стандартну лактацію та рівень відтворення корів застосовували всі спостереження, наявні в базі даних окремого господарства.

Застосована лінійна модель дозволила одночасно з розрахунком основних статистичних параметрів ознак (середнє значення, стандартне відхилення) також провести аналіз ступеня впливу застосованих фіксованих факторів на зазначені ознаки [122]. Вірогідність впливу факторів, визначали з використанням критерію Р. Фішера

Для візуалізації отриманих результатів використовували функції програми SPSS, R (programming language) та Microsoft Excel. Дані для розрахунку готували за допомогою Microsoft Excel із пакета програм Office 365. За коефіцієнти фенотипової кореляції брали результати, отримані під час розрахунків парних кореляцій за Пірсоном та критерію значущості з використанням IBM SPSS Statistic [122].

Для знаходження зв'язку між ознаками, які не можуть бути точно визначені, а виражаються порядком місця, яке займає кожен член у сукупності (вибірці), тобто місцем рангу в варіаційному ряді, розраховували коефіцієнт рангової кореляції за методикою Спірмена [125]. Коефіцієнт варіації C_v (*Coefficient of Variation Root Mean Square Error (CVRMSE)*) визначали за методикою наведеною у праці [216] відповідно до формули (2.16):

$$C_v = \sqrt{I^{-1} \sum_i^I (x_i^{test} - x_i^{pred})^2 (\sum_i^I x_i^{test})^{-1}} I 100\%; \quad (2.16)$$

де I – розмірність тестової вибірки ($I=49$);

x^{test} – тестові дані

x^{pred} – дані, що відповідають прогнозу штучної нейронної мережі..

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ознак селекції та зв'язок між ними

У досліджуваних господарствах первістки характеризують надоєм за стандартну лактацію від 7280,9 до 8662,0 кг (табл. 3.1). З-поміж досліджуваних стад первістки, яких утримували у СТОВ «Агроко» мають найвищий надій за 305 днів лактації. Він перевищував надій ровесниць із СП «Молочарське», СК «Восток» та АФ «Колос» відповідно на 19,0; 13,4; 3,6 %.

Таблиця 3.1

Характеристика молочної продуктивності за стандартну лактацію та рівень відтворення первісток у господарствах ($M \pm m$)

Ознака	Господарство			
	СК «Восток» n=530	СП «Молочарське» n= 132	АФ «Колос» n= 349	СТОВ «Агроко» n=321
Надій, кг	7641,6±57,87	7280,9±98,18	8364,7±69,00	8662,0±78,82
Вміст жиру, %	4,07±0,003	4,11±0,038	3,71±0,016	3,89±0,019
Вміст білка, %	3,12±0,001	3,18±0,021	3,28±0,016	3,17±0,012
Вихід жиру, кг	311,1±2,31	297,7±4,05	309,1±2,44	336,0±3,29
Вихід білка, кг	238,1±1,80	231,5±3,33	272,3±2,03	274,1±2,58
F/P	1,31±0,001	1,29±0,011	1,14±0,007	1,23±0,007
Вміст лактози, %	—	4,69±0,020	—	—
SCS, балів	—	2,2±0,13	—	—
ЕСМ ₁ , кг	7537,3±56,5	7231,2±92,76	7956,0±57,86	8371,4±76,12
ЕСМ ₂ , кг	—	7887,4±131,12	—	—
СП, днів	130±1,7	118±7,1	106±3,7	138±4,0

Від корів популяції СТОВ «Агроко» отримають і найбільшу кількість (274,1 кг) молочного білка та ЕСМ₁ (8371,4 кг). Натомість найбільше молочного жиру за лактацію отримали від корів СК «Восток». Від корів СП «Молочарське» отримують 7887,4 кг енергетично скорегованого молока ЕСМ₂. Кількість енергетично скорегованого молока ЕСМ₂ на відміну від ЕСМ₁ розраховували за урахування надою, вмісту жиру, білка та лактози. Серед досліджуваних стад корови АФ «Колос» характеризують крім високої

продуктивності також найменшою середньою тривалістю сервіс-періоду (106 днів), який був на 32, 24 і 12 днів коротший ніж у корів СТОВ «Агроко», СК «Восток» та СП «Молочарське» відповідно.

Коефіцієнти фенотипової кореляції між ознаками молочної продуктивності та рівнем відтворення в СК «Восток» наведені у таблиці 3.2. Встановлені позитивні вірогідні ($p \leq 0,001$) кореляційні зв'язки між надоем за стандартну лактацію кількістю молочного жиру, білка та тривалістю сервіс-періоду, становили 0,996, 0,999 та 0,284 відповідно.

Таблиця 3.2

Коефіцієнти кореляції між ознаками молочної продуктивності за стандартну лактацію та відтворення корів у СК «Восток» (n=1319)

	Надій	Вміст жиру	ВМЖ	Вміст білка	ВМБ
Надій	—	—	—	—	—
Вміст жиру	-0,476***	—	—	—	—
ВМЖ	0,996***	-0,394***	—	—	—
Вміст білка	-0,178***	0,29***	-0,154***	—	—
ВМБ	0,999***	-0,465***	0,996***	-0,135***	—
СП	0,284***	-0,04	0,293***	-0,02	0,285***

Примітка: *** $p \leq 0,001$

Слід зазначити, що за підвищення надою зменшується якість молока, тобто концентрація жиру та білка, про що свідчить негативна кореляція між ними ($r=-0,476$ та $-0,178$; $p \leq 0,001$) відповідно. Загалом за збільшення молочної продуктивності у корів СК «Восток» сервіс-період подовжується. Тому оцінили наявний зв'язок між тривалістю сервіс-періоду корів та ознаками молочної продуктивності (надій за стандартну лактацію, кількість молочного жиру і молочного білка та енергетично скорегованого молока ($ЕСМ_1$)) за допомогою регресійного аналізу (табл. 3.3).

Встановлено, що у корів цього стада за покращення ознак молочної продуктивності, таких як надій за стандартну лактацію та вихід $ЕСМ_1$, сервіс-період подовжується на 0,7 та 0,8 днів відповідно. Найбільше подовження сервіс-періоду спостерігається за збільшення виходу білка на 100 кг, яке становить 23 дні.

Таблиця 3.3

Коефіцієнти регресії між сервіс-періодом та ознаками молочної продуктивності у СК «Восток» (n=1319)

Ознака	Зміна сервіс-періоду (днів/ на 100 кг)
Надій за 305 днів лактації	0,7***
Вихід жиру	18,9***
Вихід білка	23,0***
ЕСМ ₁	0,8***

Примітка: *** $p \leq 0,001$

У СП «Молочарське» спостерігається подібна тенденція до зміни рівня відтворення за збільшення молочної продуктивності (табл. 3.4). Також відмічається зворотній зв'язок ($r=-0,285$) між надоем та вмістом жиру та між надоем і співвідношенням жиру до білка (F/P) ($r=-0,201$). Спостерігається зменшення кількості соматичних клітин у молоці за збільшення концентрації лактози. Незважаючи на позитивну ($r=0,247$; $p \leq 0,001$) кореляцію між бальною оцінкою соматичних клітин (SCS) та концентрацією білка в молоці, спостерігається негативна кореляція між співвідношенням жиру до білка (F/P) та SCS. Також SCS позитивно корелює із ЕСМ₁ та ЕСМ₂, що пояснюється високим коефіцієнтом кореляції між надоем за стандартну лактацію та показниками комплексної енергетичної оцінки молока (ЕСМ₁ та ЕСМ₂), адже між SCS та надоем також встановлено позитивні зв'язки ($r=0,143$; $p \leq 0,05$).

Аналіз таблиці 3.4 свідчить, що оскільки всі оцінені ознаки мають між собою кореляційну залежність різної вірогідності та величини, неможливо вести селекцію на покращення окремої ознаки, не змінюючи за цього величину інших. Для отримання кількісних оцінок впливу зміни значення ознак, які вірогідно корелюють із надоем, було вирішено провести регресійний аналіз.

Таблиця 3.4

Кореляційні зв'язки між досліджуваними ознаками корів за 305 днів лактації СП «Молочарське» (n=315)

	Надій	Вміст жиру	Вміст білка	Вміст лактози	F/P	ВМЖ	ВМБ	ЕСМ ₁	ЕСМ ₂	SCS
Надій	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Вміст жиру	-0,285***	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Вміст білка	-0,142*	0,427***	—	—	—	—	—	—	—	—
Вміст лактози	0,045	-0,110	-0,165*	—	—	—	—	—	—	—
F/P	-0,201***	0,737***	-0,293***	-0,009	—	—	—	—	—	—
ВМЖ	0,823***	0,301***	0,101	-0,049	0,237***	—	—	—	—	—
ВМБ	0,921***	-0,114*	0,247***	-0,036	-0,309***	0,845***	—	—	—	—
ЕСМ ₁	0,936***	0,053	0,080	-0,024	-0,011	0,962***	0,948***	—	—	—
ЕСМ ₂	0,906***	0,101	0,030	0,037	0,082	0,940***	0,918***	0,998***	—	—
SCS	0,143*	0,054	0,247***	-0,373***	-0,130*	0,178**	0,237***	0,193***	0,237**	—
СП	0,447***	-0,078	-0,045	-0,276**	-0,052	0,395***	0,422***	0,437***	0,211*	0,194**

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Встановлено, що збільшення на 100 кг надою за стандартну лактацію, кількості молочного жиру і молочного білка, $ЕСМ_1$ та $ЕСМ_2$, призводить до подовження сервіс-періоду на 3,2 дні 69,2; 91,7; 3,3 та 1,4 дні відповідно (табл. 3.5). За збільшення на 1 бал кількості соматичних клітин подовжується сервіс-період на 15,3 дні.

Таблиця 3.5

Коефіцієнти регресії між сервіс-періодом та ознаками молочної продуктивності у СП «Молочарське» (n=315)

Ознака	Зміна сервіс-періоду (днів/ на 100 кг)
Надій за 305днів лактації	3,2***
Вихід жиру	69,2***
Вихід білка	91,7***
$ЕСМ_1$	3,3***
$ЕСМ_2$	1,4*
SCS (днів /бал)	15,3

Примітка: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

В АФ «Колос» також встановлено тенденцію до збільшення тривалості сервіс-періоду за збільшення надою та інших досліджуваних ознак продуктивності (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Кореляційні зв'язки та регресійна залежність між сервіс-періодом та ознаками молочної продуктивності у АФ «Колос»

Ознака	Коефіцієнт кореляції	Зміна сервіс періоду (днів/ на 100 кг)
Надій за 305днів лактації	0,136**	0,7**
Вихід жиру	0,146***	22,6***
Вихід білка	0,148***	26,8***
$ЕСМ_1$	0,154***	1,0***

Примітка: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Зовнішній вигляд і будова тіла корови також є ознаками її потенціалу досягнення високої продуктивності упродовж життя. Мета лінійного оцінювання типу полягає у покращенні функціонального довголіття та

зручності «технологічності» використання корови. Найбільшу середню оцінку серед ознак екстер'єру має ширина грудей (8,27 балів). Це означає, що передні кінцівки корів стада розміщені досить далеко одна від одної, а отже ширина грудей оцінених корів добре виражена. Також корови цього стада характеризують «широкими» сідничними горбами, тобто відстань між цими статтями є добре вираженою (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Результати лінійної оцінки типу (балів) корів у АФ «Колос» (n =882)

Ознака	M±m
Молочний характер	5,98±0,05
Гармонія	5,37±0,05
Вираженість ребер	6,41±0,04
Скелет	6,16±0,05
Висота в крижах	5,95±0,03
Глибина тулуба	7,34±0,03
Ширина грудей (міцність)	8,27±0,03
Нахил заду	5,49±0,07
Ширина заду	7,91±0,03
Ступінь кондицій (BCS)	4,63±0,04
Кут задніх кінцівок	6,81±0,04
Кут ратиці	3,27±0,05
Скакальний суглоб	5,24±0,05
Постава задніх кінцівок	4,93±0,04
Локомоція	6,02±0,04
Висота прикріплення вимені ззаду	3,92±0,05
Центральна зв'язка	5,80±0,08
Розміщення передніх дійок	4,41±0,06
Розміщення задніх дійок	6,61±0,07
Довжина дійок	6,02±0,05
Переднє прикріплення вимені	4,67±0,07
Глибина вимені	4,89±0,07
Залозистість	6,94±0,05

Натомість окомірне оцінювання таких ознак, як кут задніх кінцівок та кут ратиці є нижчими за 5 балів. Корови оцінюваного стада характеризують досить «гострим» кутом, який утворює передня частина ратиці із підлогою. Більшість ознак лінійного оцінювання типу у стаді в середньому оцінені оцінками понад 5 балів. Встановлено, що кожна ознака лінійного оцінювання типу несе за собою певний «функціонал», оскільки пов'язана із сервіс-періодом (табл. 3.8.

Кореляційні зв'язки між сервіс-періодом показують, що такі ознаки лінійної оцінки типу, як молочний характер, рівень кондицій корів (BCS), кут ратиці, розміщення задніх дійок та переднє прикріплення вимені вірогідно корелюють із сервіс-періодом, але мають різну величину та направленість кореляційних зв'язків.

Таблиця 3.8

Коефіцієнти кореляції між сервіс-періодом та ознаками лінійної оцінки типу (n=882)

Ознака	Коефіцієнт кореляції	Вірогідність
Молочний характер	-0,267***	0,000
Гармонія	0,022	0,619
Вираженість ребер	-0,025	0,570
Скелет	-0,013	0,770
Висота в крижах	0,044	0,318
Глибина тулуба	0,075	0,085
Ширина грудей (міцність)	0,083	0,057
Нахил заду	-0,013	0,771
Ширина заду	-0,093*	0,034
Ступінь кондицій (BCS)	0,226***	0,000
Кут задніх кінцівок	0,136**	0,002
Кут ратиці	-0,094*	0,033
Скакальний суглоб	-0,051	0,245
Постава задніх кінцівок	-0,016	0,711
Локомоція	0,003	0,948
Висота прикріплення вимені ззаду	-0,074	0,091
Центральна зв'язка	-0,107*	0,014
Розміщення передніх дійок	0,042	0,340
Розміщення задніх дійок	-0,058	0,186
Довжина дійок	0,015	0,728
Переднє прикріплення вимені	0,019	0,671
Глибина вимені	-0,139***	0,001
Залозистість	-0,104*	0,017

Примітка: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Позитивні коефіцієнти кореляції існують між надоем та молочним характером, висотою та глибиною щілини між задніми долями вимені (центральна зв'язка). Виявлено значущі негативні кореляційні зв'язки різної величини між надоем і ступенем кондицій та переднім прикріпленням вимені (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Кореляція між надосм та ознаками лінійної оцінки типу

Ознака	Коефіцієнт кореляції Пірсона	Вірогідність
Молочний характер	0,165***	0,000
Гармонія	0,033	0,331
Вираженість ребер	0,056	0,099
Скелет	0,016	0,640
Висота в крижах	0,150***	0,000
Глибина тулуба	0,058	0,084
Ширина грудей (міцність)	0,032	0,348
Нахил заду	-0,003	0,932
Ширина заду	0,023	0,491
Ступінь кондицій (BCS)	-0,068*	0,044
Кут задніх кінцівок	-0,002	0,947
Кут ратиці	0,026	0,435
Скакальний суглоб	0,059	0,080
Постава задніх кінцівок	0,058	0,086
Локомоція	0,061	0,069
Висота прикріплення вимені ззаду	0,019	0,570
Центральна зв'язка	0,143***	0,000
Розміщення передніх дійок	-0,040	0,236
Розміщення задніх дійок	-0,009	0,782
Довжина дійок	-0,009	0,799
Переднє прикріплення вимені	-0,104**	0,002
Глибина вимені	-0,062	0,067
Залозистість	0,059	0,079

Примітка: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

За збільшення бальної оцінки молочного характеру та кута ратиці на один бал, сервіс-період зменшується на 9,9 та 5,1 днів відповідно (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Регресійна залежність між сервіс-періодом та ознаками лінійної оцінки типу (залежна змінна – сервіс період)

Ознака	Коефіцієнт регресії (днів/бал)
Молочний характер	-9,9***
BCS	6,9*
Кут ратиці	-5,1***
Кут задніх кінцівок	5,9**

Примітка: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Числові зміни залежної (надою) за мінливості незалежних змінних (ознаки лінійної оцінки типу) на одиницю наведено в таблиці 3.11. Встановлено, що за збільшення бальної оцінки на один бал таких ознак, як

молочний характер, висота, вираженість центральної зв'язки, надій збільшується на 187,4 кг, 315,9 та 100,1 кг відповідно ($p \leq 0,001$). Водночас за збільшення вираженості переднього прикріплення вимені, надій корів зменшується.

Таблиця 3.11

**Регресійна залежність між надоем та ознаками лінійної оцінки типу
(залежна змінна – надій)**

Ознака	Коефіцієнт регресії (кг/бал)
Молочний характер	187,4***
Висота в крижах	315,9***
Переднє прикріплення вимені	-131,0***
Центральна зв'язка	100,1***

Примітка: *** $p \leq 0,001$

У СТОВ «Агроко» спостерігають схожі напрямленості кореляційних зв'язків та регресійних залежностей між надоем та сервіс-періодом із іншими стадами, які досліджували. Зокрема, коефіцієнт кореляції становить 0,115 ($p \leq 0,01$), а за збільшення надою на 100 кг, сервіс-період зростає на 0,3 дні.

Аналіз кореляційних зв'язків та регресійних залежностей показав, що за збільшення надою через зменшення рівня відтворення, зменшується вихід телят. На думку Mancin et al., (2022) [187] це свідчить про те, що в індексах для оцінювання корів необхідно враховувати альтернативні ознаки, наприклад сервіс-період та вихід жиру і білка.

Встановлені фенотипові кореляції в умовах СК «Восток» враховано для розрахування ваг в індексах таких ознак, як кількістю жиру, білка та сервіс-період (див. підрозділ 3.5.2).

Таким чином, підвищення молочної продуктивності корів у дослідних стадах призводить до погіршення їх відтворення. Існує позитивний кореляційний зв'язок між тривалістю сервіс-періоду та надоем за стандартну лактацію, який залежно від господарства коливається від 0,13 до 0,447 ($p \leq 0,001$). Між надоем та вмістом білка коефіцієнти кореляції негативні становлять -0,142 – -0,178 ($p \leq 0,001$), а між надоем та вмістом жиру – -0,285– -0,47

($p \leq 0,001$). Позитивно корелює коефіцієнт кількість енергетично скорегованого молока ($ЕСМ_1$, $ЕСМ_2$) із тривалістю сервіс-періоду ($r = 0,936$ та $0,906$ за $p \leq 0,001$). У разі подовження тривалості сервіс-періоду збільшується кількість соматичних клітин у молоці ($r = 0,143$, $p \leq 0,05$). Збільшення надою корів на 100 кг за лактацію призводило до подовження тривалості сервіс-періоду від 0,3 до 3,2 днів. За збільшення виходу $ЕСМ_1$ та $ЕСМ_2$ на 100 кг тривалість сервіс-періоду збільшується на 3,3 та 1,4 днів відповідно. Підвищення оцінки в балах вмісту соматичних клітин (SCS) на одиницю спричиняє подовження тривалості сервіс-періоду на 15,3 дні ($p \leq 0,01$).

Коефіцієнти кореляції між надоєм та молочним характером, висотою корів та центральною зв'язкою вірогідні ($p \leq 0,001$), становлять 0,165; 0,150 та 0,143 відповідно, а негативні між надоєм та переднім прикріпленням вимені ($p \leq 0,01$) і вгодованістю корів ($p \leq 0,05$). За зміни ознак лінійної оцінки типу на 1 бал таких центральної зв'язки, молочного характеру та висоти корів, надій підвищується на 100,1; 187,4; 315,9 кг відповідно, а за підвищення оцінки переднього прикріплення вимені – зменшується на 131,0 кг.

Матеріали підрозділу опубліковано у працях [59, 18].

3.2. Вплив комплексу факторів на ознаки молочної продуктивності, рівня відтворення та лінійного оцінювання типу

3.2.1. Вплив генетичних факторів на ознаки молочної продуктивності, рівень відтворення та лінійне оцінювання типу

В результаті досліджень оцінили продуктивність та рівень відтворення дочок бугаїв стада СК «Восток» (табл. 3.12). У дослідженій популяції найпоширенішим є плідником UA 5600607838 Портулак із 209 дочками. Найбільший надій за стандартну лактацію мали дочки Трофея, який переважав на 1628,5, 1516,0, 1992,9, 1276,3 кг дочок Портулака UA 5600607838, Патріота UA 6300755786, Рейнхарда UA 6300446717 та Бриза UA 6300777972

відповідно. Натомість дочки бугаїв із найдовшим сервіс-періодом Трофея UA 6300765661 та Джіпсона Ет FR 3535222528 мали на 18,2 та 11,8 % більший надій, ніж середній по стаду відповідно.

Таблиця 3.12

Характеристика плідників за продуктивністю та рівнем відтворення їх дочок у СК «Восток»

Кличка та номер плідника	Кількість дочок	Продуктивність за стандартну лактацію, кг				Сервіс-період, днів
		надій	молочного жиру	молочного білка	ЕСМ ₁	
Аскет UA 8011167205	49	8292,4±228,47	334,3±8,78	258,0±7,01	8132,7±217,89	131±5,7
Бізон NL 761829452	74	7993,8±144,29	324,5±5,75	248,7±4,50	7868,7±140,55	129±4,5
Бриз UA 6300777972	106	8323,6±145,51	335,7±5,53	258,5±4,47	8163,4±137,95	127±3,6
Герцог UA 1800619813	21	8879,3±410,15	356,0±15,46	275,1±12,53	8677,0±387,03	129±9,3
Дарний UA 5900260662	32	7601,8±297,67	307,0±11,15	235,8±9,26	7458,3±281,54	118±7,0
Джіпсон Ет FR 3535222528	21	9081,4±280,80	368,5±11,18	281,9±8,65	8930,2±272,84	140±9,3
Зоряний UA 6300447275	59	8671,6±227,46	349,9±8,68	269,3±6,98	8505,0±216,31	133±5,2
Лідер UA 8011333507	21	6830,1±219,84	279,4±8,90	212,9±6,95	6763,0±227,64	124±7,1
Ліптон UA 8000358181	29	8825,1±287,88	355,9±11,17	273,5±8,73	8648,4±275,12	130±7,2
Мажор UA 8010785745	51	7744,4±178,40	314,2±7,15	240,7±5,56	7618,7±174,30	126±5,8
Марс UA 6300661596	40	8205,4±231,51	331,9±8,90	255,0±7,12	8060,8±220,54	117±4,7
Патріот UA 6300755786	191	8083,9±108,18	327,1±4,20	251,5±3,35	7944,7±103,89	126±2,8
Портулак UA 5600607838	209	7971,4±108,68	323,1±4,24	248,1±3,36	7841,0±104,60	121±2,6
Рауль UA 3200801725	50	8819,9±265,13	353,8±9,95	274,1±8,11	8628,5±249,85	133±6,0
Рейнхард UA 6300446717	108	7607,0±132,31	308,6±5,22	236,8±4,13	7487,6±128,37	114±3,6
Річ NL 736463357	63	7532,9±128,91	306,6±5,27	235,6±4,09	7433,4±127,60	126±4,8
Трофей UA 6300765661	29	9599,9±310,04	382,2±12,01	298,1±9,51	9353,3±296,67	140±8,5
Середнє	1319	8118,5±43,13	328,3±1,67	252,5±1,33	7976,8±41,37	125±1,1

Дочки бугаїв Рейнхарда UA 6300446717, Дарного UA 5900260662 із найменшим сервіс-періодом із найменшим сервіс-періодом мають на 6,1 та

6,9 % менше виходу енергетично скорегованого молока, ніж у середньому по стаду, а Марса UA 6300661596 переважають середній показник на 1,01 %. У потомків різних плідників у СП «Молочарське» продуктивність та тривалість сервіс-періоду є різною, натомість логарифмована кількість соматичних клітин (SCS) у дочок найпоширеніших бугаїв стада майже однакова (табл. 3.13). Так, дочки плідника AT177147216 мають найгірший рівень відтворення, водночас надій за лактацію, ECM₁ та ECM₂ переважають середні показники по стаду на 606,6, 183,2 та 266,9 кг відповідно.

Таблиця 3.13

Характеристика плідників за молочною продуктивністю та рівнем відтворення їх дочок в СП «Молочарське»

Ознака	Плідник				Середнє по стаду
	Winners CA 7587976	Lomax CA 10785322	Samuelo Et USA 207184648	AT177147216	
Голів	28	16	23	17	315
Надій, кг	7878,6±257,14	7731,2±256,41	8159,5±231,94	8684,5±429,42	8077,9±85,63
Вміст жиру, %	4,23±0,076	3,94±0,081	3,88±0,099	3,75±0,069	4,06±0,025
Вміст білка, %	3,37±0,037	3,34±0,025	3,24±0,034	3,06±0,048	3,19±0,014
Вміст лактози, %	4,56±0,034	4,63±0,029	4,69±0,038	4,64±0,076	4,65±0,014
F/P	1,26±0,024	1,18±0,019	1,20±0,026	1,23±0,032	1,27±0,007
ВМЖ, кг	333,5±13,19	304,2±11,33	313,8±8,68	323,1±14,08	325,8±3,49
ВМББ, кг	263,9±7,57	258,4±8,56	264,1±7,60	265,9±14,12	257,5±2,79
ECM ₁ , кг	8066,8±274,60	7630,7±259,01	7898,1±204,55	8156,6±374,82	7973,4±81,32
ECM ₂ , кг	8276,5±303,51	7825,1±278,04	8127,4±218,82	8783,1±407,74	8516,2±106,49
SCS, балів	2,8±0,34	2,8±0,49	2,7±0,35	2,9±0,23	2,5±0,08
Сервіс-період	150±20,5	93±12,4	120±12,9	154±27,7	151±6,7

Натомість потомки цього плідника характеризують гіршими показниками якості молока (вміст жиру та білка), ніж середнє по стаду. У дочок Lomax CA 10785322 тривалість сервіс-періоду є коротшою на 62 %, порівняно із середнім по стаду, а їх середня молочна продуктивність майже найгірша серед корів стада. Також спостерігається коливання показників рівня відтворення та продуктивності дочок різних плідників в умовах АФ «Колос» (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Характеристика плідників за молочною продуктивністю та рівнем відтворення їх дочок в АФ «Колос» за стандартну лактацію

Ознака	Плідник			Середнє по стаду
	Arthur USA 138680170	Pennymaker-ET USA 61757559	Ponder USA 62246687	
Голів	96	209	114	882
Надій, кг	8997,8±158,48	8832,7±124,74	9055,6±141,63	8762,5±56,19
Вміст жиру, %	3,72±0,037	3,65±0,025	3,63±0,030	3,68±0,011
Вміст білка, %	3,22±0,034	3,23±0,023	3,20±0,032	3,23±0,011
F/P	1,16±0,015	1,14±0,010	1,15±0,014	1,15±0,005
ВМЖ, кг	331,7±4,95	319,6±4,17	327,0±4,77	319,5±1,82
ВМБ, кг	287,8±4,77	282,1±3,51	287,1±4,01	280,3±1,58
ЕСМ ₁ , кг	8508,4±125,89	8275,1±102,87	8459,9±113,93	8243,7±45,53
Сервіс-період, днів	117±10,5	147±9,2	118±10,3	119±3,4

Поряд із найвищою тривалістю сервіс-періоду, дочки Pennymaker-ET USA 61757559 мали найгіршу середню продуктивність, а саме надій за 305 днів лактації, вихід молочного жиру та білка і, як наслідок, і вихід ЕСМ₁. Загалом корови оцінених плідників у СТОВ «Агроко», мають високу продуктивність, яка коливається в межах від 8895,7 до 9686,0 кг за стандартну лактацію (табл. 3.15).

Серед оцінених плідників найкращою тривалістю сервіс-періоду характеризуються дочки Armstrong USA 63927725, яка в середньому становить 100 днів. Поряд із найкоротшою тривалістю сервіс-періоду дочки Armstrong USA 63927725 мають й найвищий надій, що перевищує середній по стаду на 8,5 % і показники потомків Audacity USA 62018616 на 8,9 %. Дочки Teesta USA 55079393 та Wyn USA 139956906 поряд із найдовшим сервіс-періодом, який у середньому триває 136 днів, мають відносно високий надій, що перевищує середнє по стаду на 358,1 та 532,8 кг відповідно. За високого надою дочки Teesta USA 55079393 мають один із найнижчих серед проаналізованих плідників, вихід енергетично скорегованого молока (ЕСМ₁), що пояснюється низьким вмістом жиру та білка в молоці у його потомків.

**Характеристика плідників за молочною продуктивністю за
стандартну лактацію та рівнем відтворення їх дочок у СТОВ «Агроко»**

Надій, кг	Вихід жиру, кг	Вихід білка, кг	ЕСМ ₁ , кг	Сервіс-період, днів
Matrix USA 136549448 (n=24)				
9326,3±260,89	352,6±9,11	291,9±8,45	8877,1±225,27	118±14,3
Wyn USA 139956906 (n=72)				
9456,8±160,33	369,2±6,77	299,7±4,86	9172,0±150,39	136±7,8
Teesta USA 55079393 (n=37)				
9282,1±237,07	344,6±8,96	291,1±7,66	8762,2±218,10	136±11,8
Audacity USA 62018616 (n=22)				
8893,7±319,38	337,5±10,72	282,3±9,97	8510,4±275,62	129±12,1
Armstrong USA 63927725 (n=25)				
9686,0±190,18	375,4±9,97	302,4±6,13	9325,6±200,98	100±9,4
Benjamin CAN 7866444 (n=65)				
8895,7±209,77	345,0±9,26	282,7±6,70	8605,7±207,04	139±8,1
Середнє по стаду				
8924,0±66,5	334,7±2,72	282,3±2,16	8606,3±63,38	135±3,0

Для оцінки величини впливу генетичного фактору «плідник», вирішили провести дисперсійний аналіз. Встановлено, що відсоток впливу цього фактору на загальну дисперсію ознак, що вивчали, є різної величини та вірогідності (табл. 3.16). Так в СК «Восток» фактор «плідник» вірогідно ($p \leq 0,001$) впливає на всі ознаки молочної продуктивності, а його сила становить від 6,9 до 11,1 % для вмісту жиру і надою молока за 305 днів лактації.

Для популяції СП «Молочарське» сила впливу фактору «плідник» на ознаки молочної продуктивності становить від 46 % до 58,7 % для вмісту білка ($p \leq 0,001$) та виходу білка ($p \leq 0,01$) відповідно. На такі ознаки якості молока, як-от вміст лактози та кількість соматичних клітин вірогідного впливу не виявлено, але його сила становила 47,2 та 50,2 % відповідно. Очевидно, що в АФ «Колос» на рівень відтворення та ознаки, які характеризують продуктивність, більше впливають паратипові фактори, ніж генетичні. Існує вірогідний вплив плідника лише на такі ознаки, як вміст білка 6,7 % ($p \leq 0,01$) та сервіс-період 14,8 % ($p \leq 0,05$).

**Вплив фактора «плідник» на ознаки молочної продуктивності за
стандартну лактацію та рівня відтворення**

Ознака	Господарство			
	СК «Восток»	СП «Молочарське»	АФ «Колос»	СТОВ «Агроко»
Надій, кг	0,121***	0,567*	0,063	0,10***
Вміст жиру, %	0,069***	0,557*	0,044	0,047
Вміст білка, %	0,093***	0,460***	0,067*	0,036
Вихід жиру, кг	0,119***	0,551*	0,055	0,088***
Вихід білка, кг	0,118***	0,587**	0,056	0,090***
F/P	—	0,536*	0,049	0,045
Вміст лактози, %	—	0,472	—	—
SCS, балів	—	0,502	—	—
ЕСМ ₁ , кг	0,119***	0,567*	0,059	0,095***
ЕСМ ₂ , кг	—	0,571*	—	—
Сервіс-період, днів	0,044	0,441	0,148***	0,053*

Примітка: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Загальна вибірка для лінійної оцінки типу складалася з 882 корів, які походили від 25 плідників голштинської породи. Із зазначеного числа – 468 дочок (або 53 %) походять від таких плідників, як-от Pennymaker-ET USA 61757559, Ponder USA 62246687, Arthur USA 138680170, і Doberman USA 61980877. Принцип зіставлення на основі відхилень середніх значень величин ознак дочок плідника від середнього за популяцією використовують в більшості асоціацій з розведення молочної худоби [18]. На основі саме цих значень можна зробити певні висновки про типологічні особливості дочок того, чи іншого плідника. Результати порівняльної характеристики корів стада та відхилення їх середніх значень за дочками окремих плідників наведено в таблиці 3.17.

Можна зазначити, що потомки Pennymaker-ET USA 61757559 характеризуються вузьким задом порівняно із середнім по стаду. Середня ж оцінка цієї ознаки за вибіркою є на рівні 7,91 балів. У дочок Ponder USA 62246687 середня довжина дійок вимені коротша, ніж середнє значення у корів цієї вибірки.

Таблиця 3.17

Характеристика ознак лінійної оцінки типу корів за умов ТОВ АФ «Колос»

Показник	Середнє по стаду	Відхилення показників плідника від середнього по стаду			
		Pennymaker-ET USA 61757559	Ponder USA 62246687	Arthur USA 138680170	Doberman USA 61980877
Голів	882	209	114	96	49
Молочний характер	5,98	-0,22	0,44	0,07	0,36
Лінія верху (гармонія)	5,37	0,08	-0,09	0,21	-0,17
Вираженість ребер	6,41	0,06	0,14	-0,08	0,04
Скелет	6,16	0,05	0,30	0,26	-0,10
Висота в крижах	5,95	0,02	-0,07	0,19	-0,48
Глибина тулуба	7,34	0,01	-0,12	0,01	-0,20
Ширина грудей (міцність)	8,27	-0,08	0,00	0,11	0,14
Нахил заду	5,49	-0,24	-0,46	-0,03	0,07
Ширина заду	7,91	-0,24	-0,09	0,04	0,23
Ступінь кондицій (BCS)	4,63	0,37	-0,13	0,22	-0,61
Кут задніх кінцівок	6,81	-0,02	0,09	0,09	-0,05
Кут ратиці	3,27	-0,16	-0,11	0,04	0,33
Скакальний суглоб	5,24	-0,15	0,12	0,30	0,23
Постава задніх кінцівок	4,93	-0,02	0,06	0,13	-0,03
Локомоція	6,02	0,14	0,11	0,11	-0,06
Висота прикріплення вимені ззаду	3,92	-0,27	0,24	0,01	0,63
Центральна зв'язка	5,80	-0,74	0,15	-0,29	0,60
Розміщення передніх дійок	4,41	-0,08	0,23	-0,25	0,39
Розміщення задніх дійок	6,61	-0,43	0,04	0,00	0,88
Довжина дійок	6,02	0,38	-0,28	-0,12	-0,51
Переднє прикріплення вимені	4,67	-0,58	-0,03	-0,08	0,73
Глибина вимені	4,89	-0,75	0,04	-0,26	1,03
Залозистість	6,94	-0,59	0,27	0,13	0,32

Натомість залозистість вимені більш виражена, ніж у всіх оцінюваних корів. Розміщується вище, ніж у решти корів стада, а відстань між передніми дійками дещо більша, ніж у середньому по стаду. Вплив плідника на лінійну оцінку типу корів в АФ «Колос» наведено в таблиці 3.18. Варто зазначити, що фактор «плідник» впливає на лінійну оцінку типу корів. Ступінь його впливу у межах від 1,9 до 14,8 %. Найбільший за величиною вплив батька ($p \leq 0,001$) спостерігається на такі ознаки, як-от ступінь кондицій корів, залозистість та глибину вимені (в межах від 9,2 до 14,8 %).

Вплив плідника на лінійну оцінку типу корів в АФ «Колос»

Ознака	Сила впливу фактору	Середній квадрат відхилень	Критерій Фішера	Вірогідність
Молочний характер	0,089***	6,194	3,317	0,000
Лінія верху (гармонія)	0,040	2,927	1,406	0,090
Вираженість ребер	0,032	1,317	1,135	0,294
Скелет	0,054**	3,671	1,952	0,004
Висота в крижах	0,065***	1,814	2,364	0,000
Глибина тулуба	0,034	1,292	1,204	0,225
Ширина грудей (міцність)	0,019	0,631	0,643	0,911
Нахил заду	0,039	5,569	1,375	0,105
Ширина заду	0,072***	2,530	2,637	0,000
Ступінь кондицій (BCS)	0,092***	5,493	3,461	0,000
Кут задніх кінцівок	0,051**	2,977	1,844	0,007
Кут ратиці	0,051**	3,927	1,829	0,008
Скакальний суглоб	0,051**	4,397	1,827	0,008
Постава задніх кінцівок	0,041	2,473	1,461	0,068
Локомоція	0,064***	3,482	2,345	0,000
Висота прикріплення вимені ззаду	0,079***	6,195	2,912	0,000
Центральна зв'язка	0,085***	18,205	3,144	0,000
Розміщення передніх дійок	0,043*	4,410	1,544	0,044
Розміщення задніх дійок	0,085***	11,752	3,179	0,000
Довжина дійок	0,077***	5,477	2,857	0,000
Переднє прикріплення вимені	0,065***	9,731	2,363	0,000
Глибина вимені	0,148***	21,047	5,902	0,000
Залозистість	0,105***	8,949	4,009	0,000

Примітка: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Встановлені ступені впливу генетичного фактору «плідник» на мінливість основних ознак селекції свідчать щодо можливості покращення ознак добром предків із високою оцінкою за обраними ознаками. Оцінені ступені впливу фактору «плідник» є фактично коефіцієнтом успадковуваності ознаки, який слід враховувати під час побудови селекційного індексу [157].

Через високе коливання сили впливу фактору «плідник» на ознаки продуктивності та рівня відтворення в умовах різних господарств і неможливість порахувати силу впливу, враховуючи всіх 3479 голів вибірки (оскільки в господарствах утримують різні породи худоби), вирішили в подальшому для розрахунку селекційного індексу скористатися коефіцієнтами успадковуваності ознак, які розраховували раніше у популяціях голштинської та української чорно-рябої молочної худоби в стадах України.

В умовах стад у яких утримують такі породи, як українську чорно-рябу молочну (ТОВ «Агрофірма «Колос», СК «Восток») та голштинську (СТОВ «Агроко» та СП Молочарське), вирішили провести аналіз впливу фактору «порода» на основні ознаки молочної продуктивності та рівня відтворення (табл. 3.19).

Таблиця 3.19

Вплив фактору «порода» на основні селекційні ознаки

Ознака	Ступінь впливу	Середній квадрат відхилень	Критерій Фішера F	Вірогідність
Надій	0,021***	139798266,073	57,309	0,000
Вміст жиру, %	0,133***	30,024	403,722	0,000
Вміст білка, %	0,061***	6,120	171,764	0,000
F/P	0,194***	6,468	632,267	0,000
ВМЖ, кг	0,010	431,175	0,119	0,730
ВМБ, кг	0,047***	304435,158	130,421	0,000
ЕСМ ₁	0,009***	48337512,611	22,850	0,000
СП, днів	0,002*	24728,531	6,111	0,013

* $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Виявлено вірогідний вплив фактору «порода» на сервіс-період, ЕСМ₁, вихід молочного жиру, надій, вміст білка, жиру та співвідношення жиру до білка, які коливалися від 0,2 до 19,4 % для сервіс-періоду та співвідношення жиру до білка відповідно. Проаналізувавши два фактори «плідник» та «порода», можна зробити висновок, що фактор «плідник» є більш важливим для застосування в селекційному процесі.

Таким чином, вірогідний вплив фактора «плідник» на надій корів за лактацію коливається в межах від 0,10 до 0,567 ($p \leq 0,05$; $p \leq 0,001$). Цей фактор впливає на вихід ЕСМ₁ у таких господарствах, як СК «Восток», СТОВ «Агроко» та СП «Молочарське» за сили впливу 11,9 % ($p \leq 0,001$), 9,5 ($p \leq 0,001$) та 56,7 % ($p \leq 0,05$) відповідно. Найбільший ступінь впливу (0,460 за $p \leq 0,001$) цього фактора на вміст білка встановлено для корів СП «Молочарське». Вірогідний вплив фактора «плідник» на тривалість сервіс-періоду коливається в межах від 5,3 ($p \leq 0,05$) до 14,8% ($p \leq 0,001$) в СТОВ «Агроко» та АФ «Колос»

відповідно. Фактор «плідник» вірогідно впливає на ознаки лінійної оцінки типу, які введені до комплексу ознак вим'я: від 4,3 ($p \leq 0,05$) до 14,3% ($p \leq 0,001$). Цей фактор також вірогідно ($p \leq 0,01$) впливає ($\eta^2=5,1\%$), вгодованість корів (9,2 % за $p \leq 0,001$). Матеріали опубліковано у працях [59, 18].

3.2.2. Вплив не генетичних факторів на показники молочної продуктивності, рівень відтворення та лінійну оцінку типу корів

Вплив фактору «сезон отелення» на ознаки продуктивності. Відомо, що лише частина загальної дисперсії ознак продуктивності пояснюється генетичним фактором, тому було вирішено оцінити вплив паратипових факторів на ознаки, що вивчали. Отож в умовах СК «Восток» корови, які теляться в різні періоди року, мають різну продуктивність (табл. 3.20).

Таблиця 3.20

Молочна продуктивність за стандартну лактацію та рівень відтворення корів різних сезонів отелення в СК «Восток»

Ознака	Сезон отелення			
	зима (n= 389)	весна (n= 418)	Літо (n= 339)	Осінь (n= 173)
Надій, кг	7849,2±83,30	8523,9±73,63	7845,2±81,58	8279,9±108,78
Вміст жиру, %	4,06±0,004	4,04±0,004	4,05±0,004	4,06±0,006
Вміст білка, %	3,11±0,001	3,11±0,001	3,11±0,001	3,11±0,002
Вихід жиру, кг	317,8±3,26	344,1±2,82	317,0±3,16	336,0±4,20
Вихід білка, кг	244,2±2,58	264,9±2,26	244,1±2,51	257,6±3,38
F/P	1,30±0,001	1,30±0,001	1,30±0,001	1,31±0,002
ЕСМ ₁ , кг	7717,0±80,36	8368,5±70,13	7704,8±78,12	8149,4±104,29
СП, днів	120±2,0	140±1,7	100±1,5	150±2,8

Корови, які теляться влітку, характеризуються найменшим у досліджуваному стаді надоем, виходом молочного жиру та білка, ЕСМ₁ і найкоротшою протяжністю сервіс-періоду. У СП «Молочарське» найбільша кількість корів теляться в осінньо-зимовий період, а саме 65,7 % (табл. 3.21). Найгіршу продуктивність поряд із найкращим рівнем відтворення, показують корови, які теляться восени, вони мають високий вихід ЕСМ₂, оскільки мають

найвищий вміст жиру і лактози в молоці. Найдовшу середню тривалість сервіс-періоду відзначено у корів, які отелилися весною. Поряд із продуктивністю, близькою до середньої, корови, які отелилися влітку, характеризувалися найвищим рівнем ЕСМ₂.

Таблиця 3.21

**Продуктивність за стандартну лактацію та рівень відтворення корів
різних сезонів отелення в СП «Молочарське»**

Ознака	Сезон отелення			
	зима (n= 113)	весна (n= 52)	літо (n= 56)	осінь (n= 94)
Надій, кг	8033,4±135,80	8385,2±202,59	8232,2±228,18	7869,6±155,73
Вміст жиру, %	4,01±0,038	3,97±0,064	4,02±0,056	4,19±0,050
Вміст білка, %	3,13±0,020	3,24±0,037	3,25±0,032	3,21±0,026
Вихід жиру, кг	320,7±5,68	330,0±7,04	327,8±8,62	328,5±7,01
Вихід білка, кг	250,9±4,19	269,9±5,89	266,5±7,49	253,1±5,48
F/P	1,28±0,012	1,23±0,017	1,24±0,018	1,31±0,014
Вміст лактози, %	4,64±0,024	4,61±0,025	4,65±0,035	4,70±0,026
SCS, балів	2,40±0,152	2,59±0,164	2,62±0,184	2,63±0,164
ЕСМ ₁ , кг	7849,3±129,52	8196,6±171,86	8105,3±211,01	7920,5±158,90
ЕСМ ₂ , кг	8373,4±198,03	8155,2±209,93	8824,7±243,71	8691,5±191,61
СП, днів	143±10,5	201±20,1	165±16,6	129±10,4

У АФ «Колос» корови, які отелилися у літньо-осінній період, мають вищий надій за 305 днів лактації і, як наслідок, вищий вихід ЕСМ₁, а ті, які отелилися взимку і весною, – кращий рівень відтворення (табл. 3.22). Молочна продуктивність у корів, які мають кращий рівень відтворення гірша. Так надій корів, які отелилися весною та восени, відрізняється на 8,2 % на користь останніх. Тривалість сервіс-періоду у корів, які отелилися весною менша на 68 %, ніж у тих, які отелилися восени.

На нашу думку, коливання показників молочної продуктивності та тривалості сервіс-періоду корів, які отелилися в різні періоди року може бути пов'язаним із різною якістю кормів, які входять у їх щоденний раціон, коливанням температури навколишнього середовища, технологічними особливостями за умов господарств та іншими недослідженими факторами.

Таблиця 3.22

**Продуктивність за стандартну лактацію та рівень відтворення корів
різних сезонів отелення в АФ «Колос»**

Ознака	Сезон отелення			
	зима (n= 208)	весна (n=236)	літо (n=331)	осінь (n=107)
Надій, кг	8759,3±120,69	8330,1±104,80	8990,3±89,76	9017,8±153,92
Вміст жиру, %	3,67±0,025	3,74±0,022	3,64±0,018	3,68±0,033
Вміст білка, %	3,20±0,026	3,27±0,019	3,22±0,018	3,21±0,028
Вихід жиру, кг	318,5±3,82	308,9±3,47	324,5±2,94	329,8±5,13
Вихід білка, кг	276,8±3,19	270,6±3,06	287,2±2,57	287,7±4,40
F/P	1,16±0,010	1,15±0,009	1,14±0,007	1,15±0,014
ЕСМ ₁ , кг	8202,3±94,54	7931,1±87,05	8413,5±73,31	8488,6±125,73
Сервіс-період, днів	106±4,9	97±5,0	136±8,7	163±8,8

В умовах СТОВ «Агроко», на відміну від АФ «Колос», не спостерігається високих коливань продуктивності корів, які отелилися в різні періоди року (табл. 3.23). Найбільша (2 %) різниця у надоях за стандартну лактацію спостерігається між коровами, які отелилися взимку і весною. Найбільші ж коливання у корів СТОВ «Агроко», які отелилися в різні періоди року [59], спостерігали у тривалості сервіс-періоду.

Таблиця 3.23

**Продуктивність за стандартну лактацію та рівень відтворення корів
різних сезонів отелення в СТОВ «Агроко»**

Ознака	Сезон отелення			
	Зима (n= 139)	Весна (n=149)	Літо (n=188)	Осінь (n=129)
Надій, кг	8980,2±152,66	8839,2±126,82	8932,4±107,94	8974,4±160,84
Вміст жиру, %	3,83±0,036	3,87±0,027	3,88±0,026	3,90±0,036
Вміст білка, %	3,15±0,019	3,16±0,016	3,17±0,016	3,18±0,021
Вихід жиру, кг	343,1±6,04	341,0±5,00	345,8±4,48	349,0±6,78
Вихід білка, кг	282,6±4,85	278,6±4,05	283,3±3,60	285,0±5,21
F/P	1,22±0,012	1,23±0,010	1,23±0,009	1,23±0,013
ЕСМ ₁ , кг	8603,1±141,98	8510,8±118,66	8629,8±103,64	8691,2±156,40
Сервіс-період, днів	126,9±7,8	153,8±5,9	129,4±5,0	124,6±5,8

Вище описане знаходить своє відображення у величинах впливу фактору «сезон отелення» на ознаки, які вивчали в умовах різних господарств (табл. 3.24). В умовах СК Восток та АФ «Колос» встановлено вірогідний ($p \leq 0,001$) вплив різної сили фактору «сезон отелення» на ознаки, які характеризують

продуктивність корів (надій, кількість молочного жиру і молочного білка та кількість ЕСМ₁). Натомість у СП «Молочарське» та СТОВ «Агроко» не встановлено вірогідного впливу цього фактору на ознаки продуктивності.

Таблиця 3.24

**Вплив фактору «сезон отелення» на ознаки молочної продуктивності
за стандартну лактацію та рівня відтворення**

Ознака	Господарство			
	СК «Восток»	СП «Молочарське»	АФ «Колос»	СТОВ «Агроко»
Надій, кг	0,040***	0,069	0,033***	0,001
Вміст жиру, %	0,010**	0,031	0,009	0,003
Вміст білка, %	0,003	0,021	0,017	0,003
Вихід жиру, кг	0,042***	0,049	0,025**	0,002
Вихід білка, кг	0,039***	0,102*	0,032***	0,002
F/P	0,008*	0,036	0,010	0,001
Вміст лактози, %	—	0,094*	—	—
SCS, балів	—	0,021	—	—
ЕСМ ₁ , кг	0,041***	0,073	0,031***	0,002
ЕСМ ₂ , кг	—	0,074	—	—
СП, дні	0,208***	0,098	0,087***	0,029***

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Слід зазначити наявність вірогідного ($p \leq 0,001$) впливу сезону отелення на тривалість сервіс-періоду у корів в умовах СК «Восток», АФ «Колос» та СТОВ «Агроко», який коливається від 2,9 до 20,8 % для СТОВ «Агроко» та СК «Восток» відповідно.

Вплив фактору «номер лактації» на ознаки продуктивності. В умовах СК «Восток» слід зазначити тенденцію до зростання надою за стандартну лактацію, кількості енергетично скорегованого молока, виходу молочного жиру та білка у корів із віком (табл. 3.25). Якщо порівняти корів першої та четвертої лактацій, то у старших спостерігали більший на 12,4 % надій та на 11,6 % вихід ЕСМ₁. Рівень відтворення у корів до третьої лактації покращується, а потім поступово зменшується. Так, тривалість сервіс-періоду корів за третьою лактацію є на 10, 2 і 4 дні коротшою, ніж у первісток та корів другої та четвертої лактації відповідно.

Таблиця 3.25

**Продуктивність за стандартну лактацію та рівень відтворення корів
різного віку (номера лактації) в СК «Восток»**

Ознака	Номер лактації			
	1 (n=530)	2 (n= 368)	3 (n= 230)	4 (n=99)
Надій, кг	7641,6±57,87	8447,7±75,28	8493,4±119,16	8588,5±161,19
Вміст жиру, %	4,07±0,003	4,04±0,004	4,03±0,005	4,03±0,008
Вміст білка, %	3,12±0,001	3,11±0,001	3,11±0,002	3,11±0,003
Вихід жиру, кг	311,1±2,31	340,8±2,91	341,5±4,57	345,5±6,20
Вихід білка, кг	238,1±1,80	262,5±2,32	263,9±3,65	266,9±4,99
F/P	1,31±0,001	1,30±0,001	1,30±0,002	1,30±0,002
ЕСМ ₁ , кг	7537,3±56,5	8286,4±72,0	8317,4±113,5	8413,4±154,2
Сервіс-період, днів	130±1,7	122±2,0	120±2,6	124±3,9

Рівень продуктивності та відтворення у корів різного віку в умовах СП «Молочарське» наведено у таблиці 3.26. Спостерігається чітка тенденція до зростання продуктивності та погіршення рівня відтворення (подовження сервіс-періоду) у корів із віком в умовах СП «Молочарське».

Таблиця 3.26

**Продуктивність за стандартну лактацію та рівень відтворення корів
різного віку (номеру лактації) в СП «Молочарське»**

Ознака	Номер лактації			
	1 (n= 132)	2 (n= 93)	3 (n= 51)	4 (n= 21)
Надій, кг	7280,9±98,18	8579,7±148,75	8643,3±222,51	9174,3±345,30
Вміст жиру, %	4,11±0,038	4,05±0,048	4,01±0,070	3,82±0,071
Вміст білка, %	3,18±0,021	3,22±0,027	3,18±0,033	3,24±0,044
Вихід жиру, кг	297,7±4,05	345,4±5,96	346,2±10,45	349,8±14,39
Вихід білка, кг	231,5±3,33	274,5±4,42	275,0±7,70	295,9±9,99
F/P	1,29±0,011	1,26±0,013	1,26±0,018	1,18±0,020
Вміст лактози, %	4,69±0,020	4,73±0,025	4,57±0,026	4,58±0,037
SCS, балів	2,2±0,13	2,6±0,13	3,1±0,24	3,0±0,35
ЕСМ ₁ , кг	7231,2±92,76	8468,6±134,95	8497,6±230,67	8835,4±328,98
ЕСМ ₂ , кг	7887,4±131,12	8621,7±166,04	9067,1±329,07	9125,4±404,36
Сервіс-період, днів	118±7,1	180±13,1	185±26,6	210±29,6

Так, корови за четверту лактацію мають на 1891,9 кг більший надій за 305 днів та на 88 днів триваліший сервіс-період, ніж корови первістки. Натомість у первісток відзначено більшу концентрацію жиру у молоці, ніж у старших корів.

У корів перших двох лактацій у молоці більший вміст лактози, ніж у корів старших лактацій. Більша частина (67,2 %) досліджуваних корів у АФ «Колос» належала до 1 та 2 лактації. (табл. 3.27).

Таблиця 3.27

**Молочна продуктивність за стандартну лактацію та рівень
відтворення корів різного віку в АФ «Колос»**

Ознака	Номер лактації			
	1 (n= 349)	2 (n= 244)	3 (n= 158)	4 (n=74)
Надій, кг	8364,7±69,00	9463,5±106,67	8916,8±146,17	8730,5±198,16
Вміст жиру, %	3,71±0,016	3,64±0,023	3,65±0,029	3,68±0,042
Вміст білка, %	3,28±0,016	3,16±0,021	3,20±0,027	3,25±0,037
Вихід жиру, кг	309,1±2,44	340,8±3,28	322,5±4,89	317,8±6,25
Вихід білка, кг	272,3±2,03	295,9±3,01	282,2±4,13	281,6±5,89
F/P	1,14±0,007	1,16±0,009	1,15±0,011	1,14±0,017
ЕСМ ₁ , кг	7956,0±57,86	8797,3±83,04	8332,7±121,18	8223,8±159,97
Сервіс-період, днів	106±3,7	153±11,2	137±10,6	137±18,1

В умовах АФ «Колос» спостерігається ріст продуктивності до другої лактації з поступовим її погіршенням з віком. Найгірше відтворення, яке характеризує тривалість сервіс-періоду, спостерігається у корів другої лактації і становить на 47 та 16 днів більше, ніж у первісток і корів третьої і четвертої лактацій. Подібна тенденція щодо зміни продуктивності, як і в попередньому господарстві, спостерігається і у корів, яких утримують в СТОВ «Агроко» (табл. 3.28). Натомість в умовах СТОВ «Агроко» спостерігається покращення рівня відтворення до третьої лактації з поступовим його погіршенням у корів після четвертого отелення. Найгіршу молочну продуктивність мають корови четвертої лактації, надій яких нижчий на 15,9 %, а кількість ЕСМ₁ на 14,6 % менша, ніж у корів другої лактації, які є найпродуктивнішими. Найкоротшим сервіс-періодом у цій популяції характеризуються корови третьої лактації, у яких він менший, ніж у корів другої та четвертої лактацій на 10 та 6 днів відповідно.

Таблиця 3.28

**Молочна продуктивність за стандартну лактацію та рівень
відтворення корів різного віку в СТОВ «Агроко»**

Ознака	Номер лактації			
	1 (n=321)	2 (n= 142)	3 (n= 46)	4 (n= 21)
Надій, кг	8662,0±78,82	9627,8±116,54	9297,1±309,60	8304,5±361,32
Вміст жиру, %	3,89±0,019	3,83±0,032	3,91±0,054	3,90±0,090
Вміст білка, %	3,17±0,012	3,17±0,018	3,17±0,029	3,15±0,058
Вихід жиру, кг	336,0±3,29	367,3±4,92	361,5±12,17	325,0±16,78
Вихід білка, кг	274,1±2,58	304,6±3,82	293,5±9,69	261,6±12,47
F/P	1,23±0,007	1,21±0,012	1,24±0,020	1,25±0,035
ЕСМ ₁ , кг	8371,4±76,12	9228,7±109,94	8989,9±291,37	8052,3±372,28
Сервіс-період, днів	138±4,0	136±5,6	126±9,9	132±16,3

Оскільки корови першої, другої та четвертої лактацій у СТОВ «Агроко» мають подібний за тривалістю сервіс-період, то цей фактор не має вірогідного впливу на сервіс-період у цьому господарстві (табл. 3.29). У всіх досліджуваних фермах встановлено вірогідний ($p \leq 0,001$) вплив віку корів на надій за стандартну лактацію, який коливається від 4,2 до 27 % для АФ «Колос» та СП «Молочарське» відповідно. У СК «Восток» цей фактор впливає (4,8 %) на співвідношення жиру та білка в молоці (F/P)

Таблиця 3.29

**Вплив віку корів (фактор «номер лактації») на ознаки
продуктивності за стандартну лактацію та рівня відтворення**

Ознака	Господарство			
	СК «Восток»	СП «Молочарське»	АФ «Колос»	СТОВ «Агроко»
Надій, кг	0,076***	0,270***	0,042***	0,105***
Вміст жиру, %	0,074***	0,044	0,002	0,012
Вміст білка, %	0,018**	0,063	0,013	0,001
Вихід жиру, кг	0,069***	0,151*	0,048***	0,071***
Вихід білка, кг	0,074***	0,260***	0,030**	0,099***
F/P	0,048***	0,095	0,0013	0,010
Вміст лактози, %	—	0,199***	—	—
SCS, балів	—	0,047	—	—
ЕСМ ₁ , кг	0,072	0,227***	0,046***	0,094
ЕСМ ₂ , кг	—	0,211***	—	—
Сервіс-період, дні	0,015*	0,158**	0,055***	0,013

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

У трьох господарствах СК «Восток», СП «Молочарське», АФ «Колос» встановлено вплив різної сили та ймовірності фактора віку корів на рівень відтворення.

Вплив фактора «господарство» на ознаки продуктивності. Результати аналізу впливу фактору «господарство» на ознаки молочної продуктивності та рівень відтворення наведено в таблиці 3.30. Найбільший за величиною (28,6 %) вплив фактора «господарство» виявлено на співвідношення жиру до білка, а найменший (2 %) – на сервіс період.

Таблиця 3.30

Вплив фактора «господарство» на ознаки продуктивності

Ознака	Сила впливу фактору	Середній квадрат відхилень	Критерій Фішера	Вірогідність
Надій, кг	0,046****	99614953,174	41,844	0,000
Жир, %	0,218****	16,386	244,085	0,000
Білок, %	0,086****	2,854	82,189	0,000
Г/Р	0,286****	3,172	349,579	0,000
Жир, кг	0,030****	94381,554	26,841	0,000
Білок, кг	0,069****	148577,599	65,103	0,000
ЕСМ ₁ , кг	0,032****	59016056,848	28,538	0,000
Сервіс період, днів	0,020****	70115,982	17,623	0,000

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Вплив фактору «номер лактації» на лінійну оцінку типу корів. Було оцінено вплив номера лактації на лінійну оцінку типу корів (табл. 3.31). Як результат оцінки отримали вірогідний (від $p \leq 0,05$ до $p \leq 0,001$) вплив віку корів на ширину заду, довжину дійок, розміщення передніх та задніх дійок, нахил заду, ширину грудей, висоту, молочний характер, розвиток сухожилля, глибину тулуба, центральну зв'язку. Так, найбільше вік впливає (10,8 %; $p \leq 0,001$) на ширину заду. Дещо меншим вік корів впливає на довжину дійок, розміщення передніх та задніх дійок, нахил заду, ширину грудей, висоту, молочний характер, розвиток сухожилля, глибину тулуба, центральну зв'язку. Він становить відповідно 9,3%; 8,9; 8,4; 5,4; 5,3; 5,1; 5; 4; 3,7 та 2,6%. Тобто вірогідно, що зі зміною віку тварин змінюється і величина прояву вказаних ознак.

**Вплив номера лактації на показники лінійної оцінки типу в умовах
ТОВ АФ «Колос»**

Ознака	Ступінь впливу	Середній квадрат відхилень	Критерій Фішера F	Вірогідність
Молочний характер	0,050***	11634855,175	5,414	0,000
Лінія верху (гармонія)	0,003	0,028	0,273	0,928
Вираженість ребер	0,012	0,127	1,281	0,271
Скелет	0,010	0,019	1,005	0,414
Висота в крижах	0,051***	13450,801	5,507	0,000
Глибина тулуба	0,037**	7183,075	3,975	0,002
Ширина грудей (міцність)	0,053***	8352286,772	5,718	0,000
Нахил заду	0,054***	34134,678	5,887	0,000
Ширина заду	0,108***	22,913	12,365	0,000
Ступінь кондицій (BCS)	0,017	3,699	1,816	0,108
Кут задніх кінцівок	0,003	0,397	0,349	0,883
Кут ратиці	0,018	3,226	1,825	0,106
Розвиток сухожилля	0,040***	3,098	4,318	0,001
Постава задніх кінцівок	0,009	1,083	0,975	0,432
Локомоція	0,013	1,166	1,391	0,226
Висота прикріплення вимені ззаду	0,013	5,502	1,324	0,253
Центральна зв'язка	0,026*	2,217	2,684	0,021
Розміщення передніх дійок	0,089***	14,476	10,062	0,000
Розміщення задніх дійок	0,084***	14,871	9,402	0,000
Довжина дійок	0,093***	22,241	10,515	0,000
Переднє прикріплення вимені	0,021	5,299	2,177	0,055
Глибина вимені	0,021	3,771	2,148	0,059
Залозистість	0,015	2,125	1,552	0,172

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Довжина дійок у корів стада з віком збільшувалася. Встановлено, що з віком задні кінцівки корів стають х-подібнішими (оцінка стає меншою на 0,21 балів), однак цей висновок не поширюється на корів четвертої лактації, у яких оцінка для ознаки постава задніх кінцівок на 0,05 балів більша ніж у корів третьої лактації. З віком товщина скакального суглоба збільшується, а кут ратиці стає гострішим, оскільки зв'язки, які підтримують цей суглоб, «розтягуються».

Нами доведено, що у старших корів оцінка глибини вимені зменшується. Roveglia et al., (2019) [218] пояснюють це тим, що дно вимені з віком «провисає» нижче скакального суглоба. Зріст тварини має біологічний

оптимум. Отже, екстремальні відхилення від середнього значення, пов'язані із зниженням тривалості життя, а також загальної пожиттєвої продуктивності. Однак ці зв'язки не є лінійними [103]. Глибина тулуба, яка характеризує розвиток внутрішніх органів, зокрема легень та серця. Слід зазначити, що корови четвертої лактації отримують більшу бальну оцінку цієї ознаки, а це означає, що у них ця ознака краще виражена, ніж у корів іншого віку. Також під впливом віку у корів кістки передніх ніг на рівні п'ястка (ознака скелет) стають круглішими і об'ємнішими, а холка округлюється, тобто молочний характер стає менше виражений (табл. 3.32).

Таблиця 3.32

**Зміна показників лінійної оцінки типу залежно від номера лактації
в умовах ТОВ АФ «Колос»**

Ознака	Середнє по стаду	Номер лактації			
		1	2	3	4
Голів	882	349	244	158	74
Молочний характер	5,98	6,19	5,93	5,96	5,66
Лінія верху (гармонія)	5,37	5,26	5,48	5,43	5,65
Вираженість ребер	6,41	6,38	6,38	6,44	6,51
Скелет	6,16	6,22	6,25	6,11	5,82
Висота в крижах	5,95	5,97	6,05	5,93	5,88
Глибина тулуба	7,34	7,25	7,38	7,40	7,57
Ширина грудей (міцність)	8,27	8,23	8,36	8,23	8,19
Нахил заду	5,49	5,42	5,52	5,30	5,74
Ширина заду	7,91	8,07	7,82	7,72	7,80
Ступінь кондицій (BCS)	4,63	4,46	4,61	4,71	5,01
Кут задніх кінцівок	6,81	6,45	6,99	7,04	6,97
Кут ратиці	3,27	3,62	3,11	3,04	2,93
Розвиток сухожилля	5,24	5,33	5,25	5,08	5,19
Постава задніх кінцівок	4,93	5,05	4,93	4,79	4,84
Локомоція	6,02	6,07	6,04	6,04	5,88
Висота прикріплення вимені ззаду	3,92	4,37	3,89	3,73	3,18
Центральна зв'язка	5,80	6,53	5,79	5,34	4,80
Розміщення передніх дійок	4,41	4,66	4,38	4,36	4,08
Розміщення задніх дійок	6,61	7,17	6,57	6,26	6,14
Довжина дійок	6,02	5,78	5,88	6,27	6,62
Переднє прикріплення вимені	4,67	5,50	4,48	4,07	3,81
Глибина вимені	4,89	6,01	4,65	4,04	3,66
Залозистість	6,94	7,13	6,99	6,72	6,39

У корів голштинської породи найбільш помітний вплив їх віку на ознаки вимені. Так, дно вимені з віком опускається нижче відносно п'ятки. Кут, який утворює вим'я і нижня частина тулуба (переднє прикріплення вимені) з віком стає гострішим, задні та передні дійки зміщуються назовні. Про те, що переднє прикріплення вимені пов'язане із тривалістю господарського використання корів сповіщали у праці [238]. Також науковці [201] зазначають, що дочки бугаїв, які мають міцніше переднє прикріплення вимені, менше хворіють маститом. Як результат окомірної оцінки можна зробити висновок, що старші тварини мають нижче прикріплення вимені і «слабшу» прикріплювальну зв'язку, ніж корови молодшого віку. Довжина дійок у старших корів є більшою, ніж у молодших тварин.

У більшості стад спостерігали тенденцію до підвищення молочної продуктивності корів із віком. Так, корови четвертої лактації в середньому мали вищий надій, ніж первістки на 12,3 та 26,0 % в СК «Восток та СП «Молочарське». Для інших господарств також характерною є перевага продуктивності старших корів над первістками. Це відображається у ступені впливу фактора «вік корів» на надій, який становив 0,042–0,270 ($p \leq 0,001$). Виявлено вірогідний ступінь впливу віку корів на сервіс-період, який коливався від 1,5 ($p \leq 0,05$) до 15,8 % ($p \leq 0,01$) для різних стад. Встановлено вірогідний ($p \leq 0,001$) вплив фактора «вік корів» на прояв низки ознак лінійної оцінки типу, який коливався від 0,050 до 0,108.

Вплив фактору «стадія лактації» на лінійну оцінку типу корів. Встановлено зв'язок стадії лактації з показниками екстер'єру корів голштинської породи (табл. 3.33). Так, за ступенем впливу фактору «стадія лактації» розповсюджується на такі ознаки: вгодованість 11,9%, молочний характер 7,1%, розміщення задніх дійок 4,1%, розміщення передніх дійок 4,0%, залозистість вимені 3,5%, вираженість ребер 3,4%, нахил крижів 3,2%, переднє прикріплення вимені 2,8%, кут нахилу ратиці 2,7%, довжину дійок 2,2%, глибину вимені 2,0 %, кут нахилу задніх кінцівок 1,7%. Резюмуючи отримані

результати, слід зазначити, що стадія лактації вірогідно впливає на вираженість 6 із 8 ознак, які входять у комплекс ознак «вим'я».

Таблиця 3.33

Вплив стадії лактації на лінійну оцінку типу (n=882)

Ознака	Ступінь впливу	Середній квадрат відхилень	F-критерій	Вірогідність
Молочний характер	0,071***	20,760	11,698	0,000
Лінія верху (гармонія)	0,005	1,622	0,771	0,511
Вираженість ребер (Кутастість)	0,034***	6,231	5,501	0,001
Стан трубчатих кісток	0,004	1,109	0,612	0,607
Висота в крижах	0,007	0,748	1,072	0,361
Глибина тулуба	0,009	1,325	1,350	0,258
Ширина грудей (міцність)	0,006	0,821	0,903	0,439
Нахил крижів	0,032**	19,611	5,086	0,002
Ширина крижів	0,002	0,243	0,240	0,869
Ступінь кондицій (BCS)	0,119***	27,783	20,892	0,000
Кут нахилу задніх кінцівок	0,017*	4,099	2,634	0,049
Кут нахилу ратиці	0,027**	8,154	4,319	0,005
Розвиток сухожилля	0,002	0,676	0,279	0,841
Постава задніх кінцівок	0,007	1,703	1,047	0,371
Локомоція	0,006	1,446	0,972	0,405
Висота прикріплення вимені ззаду	0,004	1,282	0,651	0,582
Центральна зв'язка	0,015	12,029	2,363	0,071
Розміщення передніх дійок	0,007***	17,731	6,471	0,000
Розміщення задніх дійок	0,041***	23,314	6,552	0,000
Довжина дійок	0,022*	6,654	3,421	0,017
Переднє прикріплення вимені	0,028**	15,235	4,406	0,005
Глибина вимені	0,020*	8,615	3,085	0,027
Залозистість вимені	0,035***	11,316	5,590	0,001

Примітки: * $p \leq 0,05$, *** $p \leq 0,001$

За отриманими результатами візуалізували зміни ознак, на які виявлено вірогідний вплив фактору «стадія лактації»

Так, за середнього значення вираженості ребер по стаду у 6,5 балів, встановлено, що у корів наприкінці лактації їх вираженість стає меншою як відносно середнього значення по стаду, так і відносно середнього значення щодо корів першої стадії лактації на 0,6 і 0,98 балів відповідно (рис. 3.1). Досліджувані корови за стадіями лактації розподілялися наступним чином 1 стадія – (n=171); 2 стадія – (n=267); 3 стадія – (n=212); 4 стадія – (n=232)

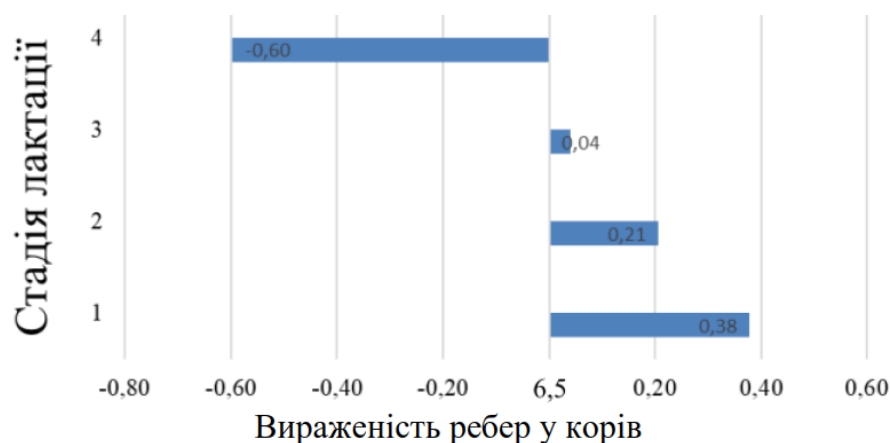


Рис. 3.1. Коливання ознаки «виразеність ребер» відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

У корів на 4-й стадії лактації ступінь вираженості вгодованості підвищується на 28 % відносно корів першої стадії лактації (рис. 3.2).

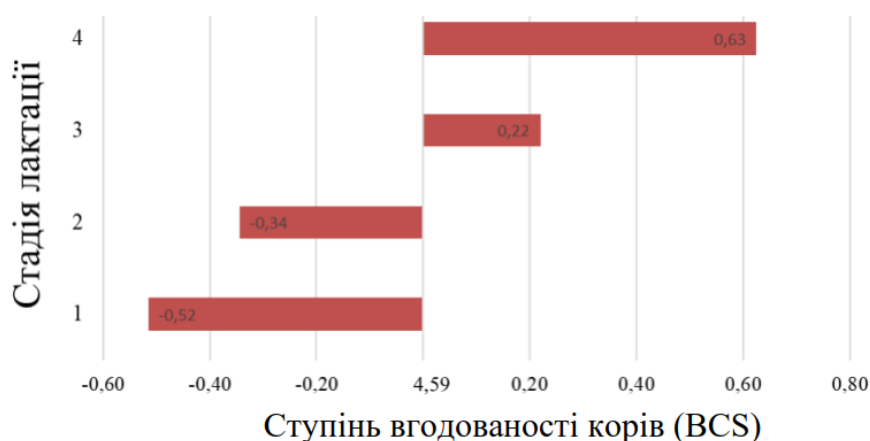


Рис. 3.2. Коливання ступеня вгодованості (BCS) відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

У науковців [94, 189], які досліджували зміни рівня вгодованості корів на різних стадіях лактації, отримані подібні дані, які свідчать, що протягом періоду від початку до 60-го дня лактації ступінь вгодованості корів падає, а далі зростає. Не виявлено стійкої динаміки змін величини бальної оцінки ознаки «молочний характер» на різних стадіях лактації. Корови від 91 до 180 дня лактації отримують на 0,05, 0,09 та 0,14 балів менше, ніж на четвертій, третій та першій стадіях лактації відповідно (рис. 3.3). Тобто у корів на другій стадії лактації була «найокругліша» холка в період від 91 до 180 дня лактації.

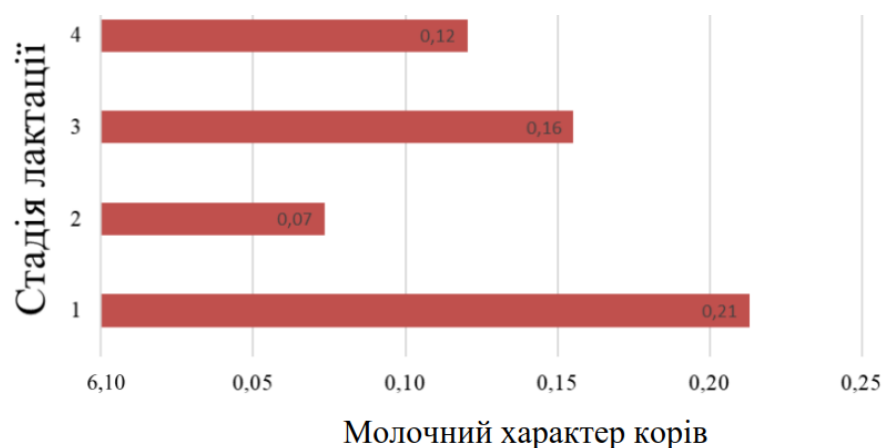


Рис. 3.3. Коливання ознаки молочний характер відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

На вираженість кута нахилу крижів впливає стадія лактації (рис. 3.4). Так, корови на першій стадії лактації (до 90 дня) мають дещо опущені сідничні горби відносно маклоків. Можна спостерігати, що у корів від початку лактації до 3 стадії відбувається «підняття» сідничних горбів відносно умовної лінії з маклоками. Це виражене оцінками цієї ознаки, які у наших дослідженнях змінювалася від 5,77 (1 стадія лактації) до 4,96 (3 стадія). У дослідженнях Do et al, 2010 [129] корови після отелення отримали 5,24 бали, а на ранній стадії лактації – 5,4 бали. Найменшим балом (4,98) оцінювали корів під час сухостійного періоду, що збігається із тенденцією нашого дослідження.

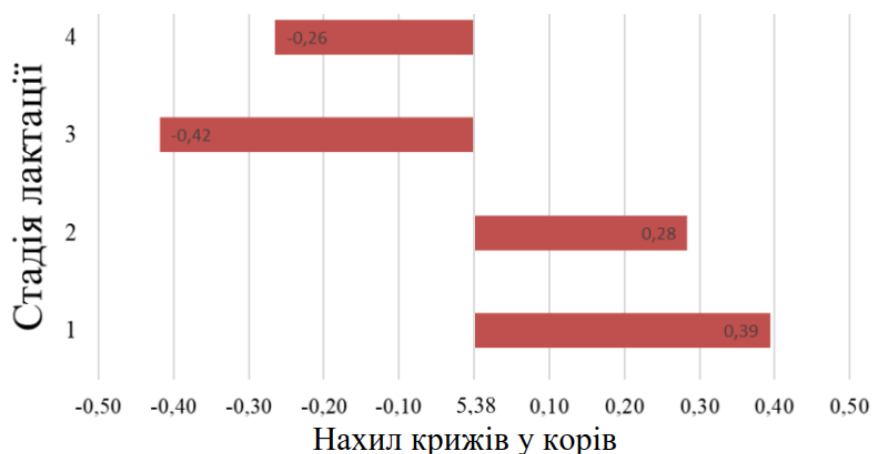


Рис. 3.4. Коливання ознаки нахил крижів відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

Слід зауважити, що середня величина рівня ознаки кут ратиць у стадії становить 3,06 балів (рис. 3.5). Ця ознака є важливою для тварин, яких

утримують на високопродуктивних молочнотоварних комплексах і мають проблеми з кінцівками, що пов'язано із наявними раціонами, продуктивністю корів та іншими виробничими факторами [204, 85].

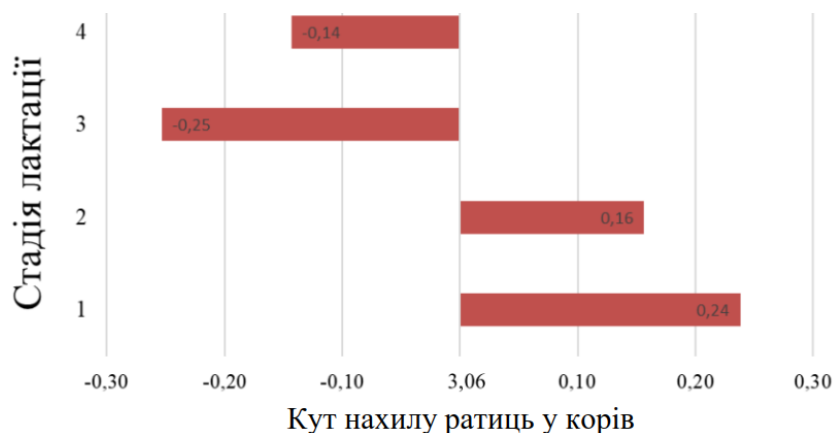


Рис. 3.5. Коливання кута нахилу ратиць відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

Корови, які перебувають на першій стадії лактації, мають найбільшу бальну оцінку кута нахилу ратиць, яка становить 3,3 бали, а третьої – найменший –2,81. Це на 15% менше відносно корів на початку лактації. Загалом кут нахилу передньої частини ратиці відносно підлоги стає гострішим в кінці лактації, порівняно із її початком. Виявлена нами тенденція є протилежною результатам, отриманим іншими дослідниками [129].

Стійкої тенденції до зміни вираженості кута нахилу задніх кінцівок не виявлено (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Коливання кута нахилу задніх кінцівок відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

Слід зазначити, що найбільш гострим кут на рівні скакального суглоба у корів є на 2 стадії лактації, а найтупішим – на третій стадії. У корів на пізній стадії лактації спостерігається зближення передніх дійок, порівняно з ранньою стадією (рис. 3.6). За цією ознакою корови до 90 дня лактації мають у середньому на 25% менші бали, ніж після 271 дня лактації.

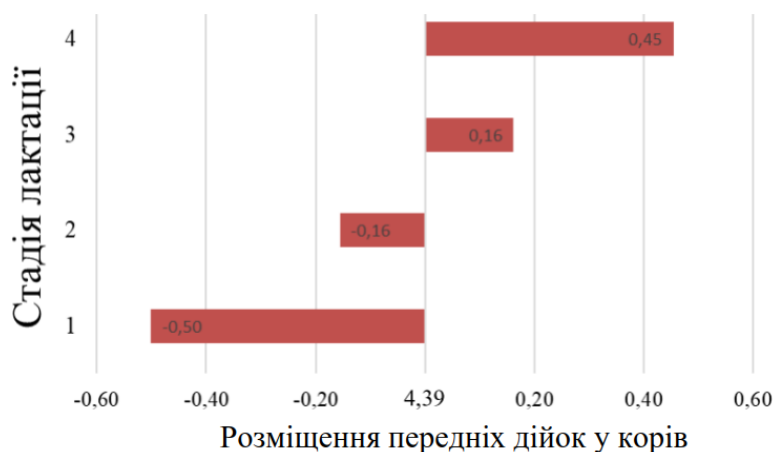


Рис. 3.7. Розміщення передніх дійок відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

Розміщення передніх і задніх дійок є важливими технологічними ознаками, які пов'язані із придатністю вимені до доїння в автоматичних (роботизованих) доїльних системах.

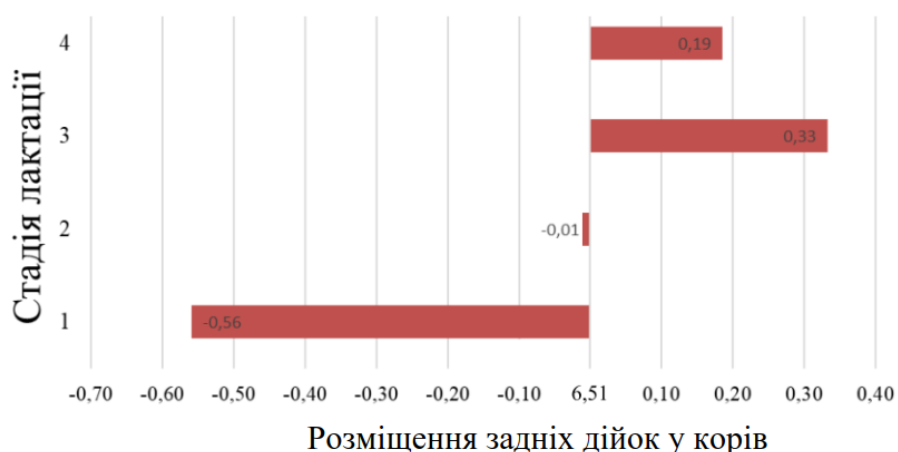


Рис. 3.8. Розміщення задніх дійок відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

Із рисунку 3.8, видно, що у корів на пізніх стадіях лактації є тенденція до зближення задніх дійок.

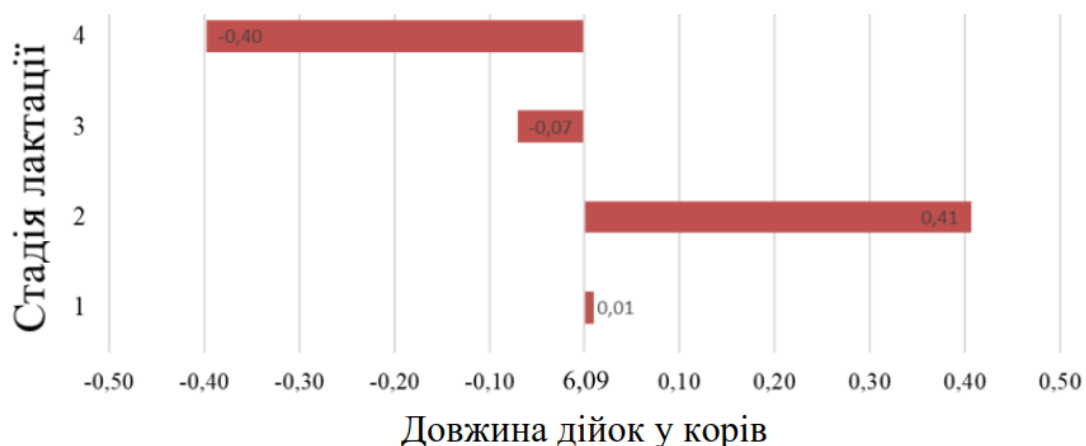


Рис. 3.9. Коливання довжини дійок відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

На другій стадії лактації корови мають найдовші дійки, порівняно з показниками корів інших стадій лактації (рис. 3.9). Корови четвертої стадії лактації отримали найменші бали за цю ознаку. У аналогічних дослідженнях інші автори [129] довели, що корови на початку лактації мають довші дійки, ніж наприкінці.

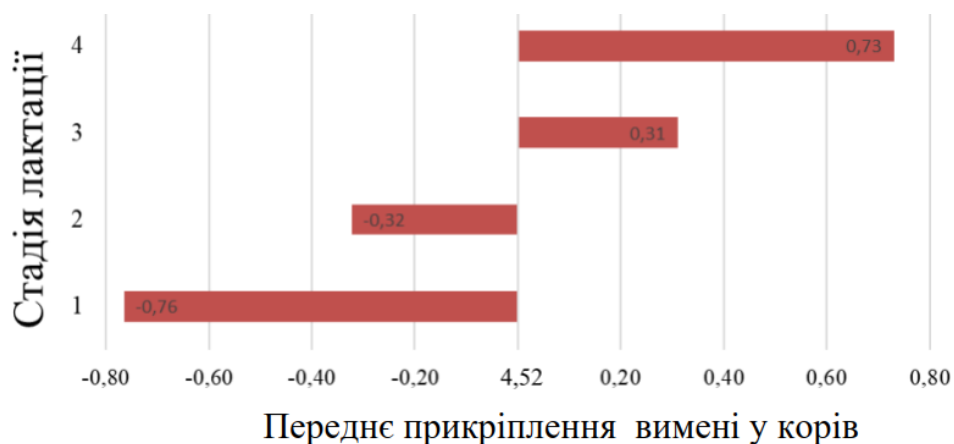


Рис. 3.10. Коливання ознаки переднє прикріплення вимені відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

Упродовж лактації змінюється і кут, який утворює вим'я та нижня частина тулуба (рис. 3.10). Так, на початку лактації середня вираженість цієї ознаки у корів досліджуваного стада має оцінку 3,76 бали, тоді як на кінець

лактації вона становить на 1,49 балів більше. Тобто, на початку лактації зв'язки, що прикріплюють вим'я до стінки тіла дещо розтягнуті, оскільки корова має велику продуктивність. Під кінець лактації продуктивність падає і зв'язки відновлюють свою пружність.



Рис. 3.11. Коливання глибини вимені відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

Схожа тенденція спостерігається і з глибиною вимені, вираженість якої змінюється під впливом стадії лактації корів (рис. 3.11). Вим'я у корів відносно лінії п'ятки на початку лактації опускається найнижче, а під її завершення піднімається, що знаходить свої відображення в зростанні її оцінки (рис. 3.12).

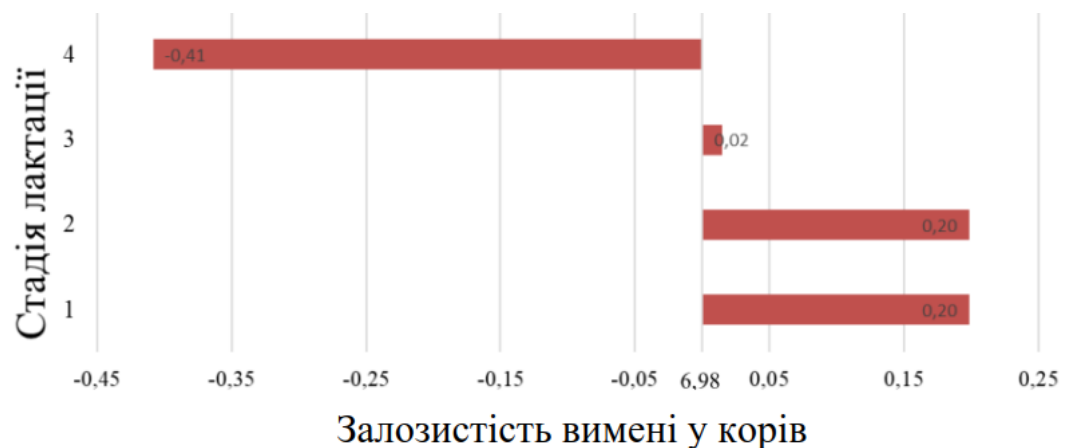


Рис. 3.12. Коливання залозистості вимені відносно середнього по стаду на різних стадіях лактації

Загалом, оцінені тварини характеризуються у середньому, високою (6,98 балів) залозистістю вимені. Характеристика корів за цією ознакою на різних

стадіях лактації змінюється. Так, корови на перших двох стадіях лактації у середньому мають однакову залозистість вимені, тоді як на пізніх стадіях вони отримують в середньому нижчу оцінку за цю ознаку. Тобто на молочній залозі корів наприкінці лактації сітка кровоносних судин візуалізується слабкіше, а вона сама стає менш еластичною.

На нашу думку, отримані результати з лінійної оцінки типу на різних стадіях лактації корів допоможуть вивести поправні коефіцієнти і у такий спосіб стандартизувати оцінку їх екстер'єру у балах. Такий підхід варто застосувати у стадах для зручності роботи бонітерів, які часто мають справу з оцінкою корів на різних стадіях лактації.

Встановлено значущий вплив різної сили фактору «стадія лактації» на такі ознаки лінійної оцінки типу, як центральна зв'язка, кут нахилу задніх кінцівок, глибина вимені, довжина дійок, кут нахилу ратиці, переднє прикріплення вимені, нахил крижів, вираженість ребер (кутастість), залозистість вимені, розміщення задніх дійок, молочний характер, вгодованість, який коливався від 0,015 до 0,119.

Вплив фактору «вік корів на час оцінки» на лінійну оцінку типу корів. Крім стадії та номера лактації на вираженість ознак будови тіла впливає і вік корів у місяцях на період оцінки (табл. 3.34). Сила впливу цього фактора коливається від 1,1 до 4,9%.

Таблиця 3.34

Вплив фактору «вік корів на час оцінки» (в місяцях) на ознаки лінійної оцінки типу (n=882)

Ознаки	Ступінь впливу	Середній квадрат відхилень	Критерій Фішера F	Вірогідність
1	2	3	4	5
Молочний характер	0,001	0,831	0,468	0,494
Лінія верху (гармонія)	0,003	2,544	1,209	0,272
Вираженість ребер (Кутастість)	0,023***	12,217	10,787	0,001
Стан трубчатих кісток	0,022***	18,953	10,466	0,001

Продовження таблиці 3.34

1	2	3	4	5
Висота в крижах	0,017**	5,419	7,763	0,006
Глибина тулуба	0,028***	12,987	13,228	0,000
Ширина грудей (міцність)	0,022***	9,486	10,432	0,001
Нахил крижів	0,040***	74,051	19,204	0,000
Ширина крижів	0,022***	10,516	10,347	0,001
Ступінь кондицій (BCS)	0,011*	6,549	4,925	0,027
Кут нахилу задніх кінцівок	0,034***	25,454	16,357	0,000
Кут нахилу ратиці	0,031***	27,752	14,698	0,000
Розвиток сухожилля	0,018**	20,990	8,652	0,003
Постава задніх кінцівок	0,014*	10,372	6,376	0,012
Локомоція	0,031***	21,615	14,541	0,000
Висота прикріплення вимені ззаду	0,027***	25,056	12,727	0,000
Центральна зв'язка	0,040***	98,238	19,296	0,000
Розміщення передніх дійок	0,016**	20,484	7,475	0,006
Розміщення задніх дійок	0,035***	60,221	16,923	0,000
Довжина дійок	0,002	1,469	0,755	0,385
Переднє прикріплення вимені	0,018**	29,093	8,415	0,004
Глибина вимені	0,049***	66,413	23,783	0,000
Залозистість вимені	0,028***	27,070	13,373	0,000

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Не виявлено вірогідного впливу фактору вік корів на молочний характер, лінію верху та довжину дійок.

Тривалість сервіс-періоду корів та їх лінійна оцінка типу. Оскільки тривалість сервіс-періоду корів першої групи була оптимальною, то вирішено результати оцінки вираженості екстер'єру порівнювати з 1-ю групою. Як результат проведених досліджень встановлено, що вираженість більшості ознак лінійної оцінки у корів за різної тривалості сервіс-періоду не однакова (табл. 3.35).

Таблиця 3.35

Ознаки екстер'єру (бали) корів та тривалість їх сервіс-періоду ($M \pm m$)
(n=882)

Ознака	Група за тривалістю сервіс-періоду, днів		
	1 (до 111)	2 (від 112 до 153)	3 (понад 154)
1	2	3	4
Корів, голів	397	265	220
Молочний характер	6,21 $\pm$ 0,085	6,14 $\pm$ 0,116	5,75 $\pm$ 0,148**
Гармонія	5,39 $\pm$ 0,080	5,53 $\pm$ 0,111	5,60 $\pm$ 0,143
Вираженість ребер	6,16 $\pm$ 0,062	6,06 $\pm$ 0,079	6,44 $\pm$ 0,089*

Продовження таблиці 3.35

1	2	3	4
Скелет	6,53±0,072	6,30±0,106	6,61±0,123
Висота в крижах	6,17±0,047	6,12±0,068	6,15±0,083
Глибина тулуба	6,82±0,062	7,10±0,075**	6,87±0,101
Ширина грудей (міцність)	8,01±0,065	8,23±0,077*	7,87±0,142
Нахил заду	4,87±0,092	5,04±0,127	4,84±0,136
Ширина заду	7,55±0,056	7,67±0,088	7,60±0,104
Ступінь кондицій (BCS)	4,84±0,073	4,99±0,097	5,20±0,113**
Кут задніх кінцівок	6,66±0,068	6,81±0,093	6,45±0,149
Кут ратиці	3,65±0,085	3,01±0,109***	3,29±0,154*
Розвиток сухожилля	5,24±0,086	5,31±0,118	5,51±0,144
Постава задніх кінцівок	5,01±0,077	4,98±0,112	4,90±0,139
Локомоція	6,29±0,068	6,25±0,108	6,32±0,124
Висота прикріплення вимені ззаду	4,28±0,081	4,04±0,124	4,13±0,149
Центральна зв'язка	5,92±0,124	6,19±0,149	6,05±0,177
Розміщення передніх дійок	4,81±0,082	4,78±0,106	4,62±0,140
Розміщення задніх дійок	6,52±0,118	6,78±0,124	6,86±0,144
Довжина дійок	6,03±0,077	6,12±0,103	6,19±0,129
Переднє прикріплення вимені	5,26±0,087	5,40±0,135	5,51±0,138
Глибина вимені	6,21±0,085	5,17±0,141	5,35±0,142
Залозистість	5,39±0,080	6,27±0,129	5,92±0,141

Примітки: порівняння з 1 групою* $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Так, за збільшення тривалості сервіс-періоду вираженість ознаки молочний характер зменшується. Корови першої групи мають ($p \leq 0,05$) на 0,46 балів більше ($p \leq 0,001$) за нею, ніж третьої групи. Корови за подовження сервіс-періоду (третья група) мають на 4% вищу вираженість ребер, ніж першої. Корови за тривалості сервіс-періоду від 112 до 153 днів мають більшу ($p \leq 0,01$) на 4,1% глибину тулуба, ніж із його величиною до 111 днів. Корови другої групи також мають більш виражену на 0,22 бали ширину грудей, ніж першої. Вгодованість корів третьої групи на 0,21 і 0,36 балів більша, ніж у тварин другої та першої груп. Найбільша різниця (0,64 бали за $p \leq 0,001$) у вираженості кута ратиць спостерігається між коровами першої та другої груп. Також виявлено вірогідну різницю ($p \leq 0,05$) щодо гіршого прояву цієї ознаки у корів першої та третьої груп.

Рівень надою та лінійна оцінка типу корів. Проведено дослідження впливу рівня надою корів на їх лінійну оцінку типу. Загалом корови стада АФ «Колос» характеризуються високим (8762,5 кг) надоєм за стандартну лактацію. Найбільше корів стада мають надій, який коливається від 7000 до 10000 кг за

лактацію, що відповідає $\pm 1\sigma$ (рис 3.13). До першої, другої та третьої груп увійшло 14,6 %; 63,7 та 21,7 % корів відповідно.

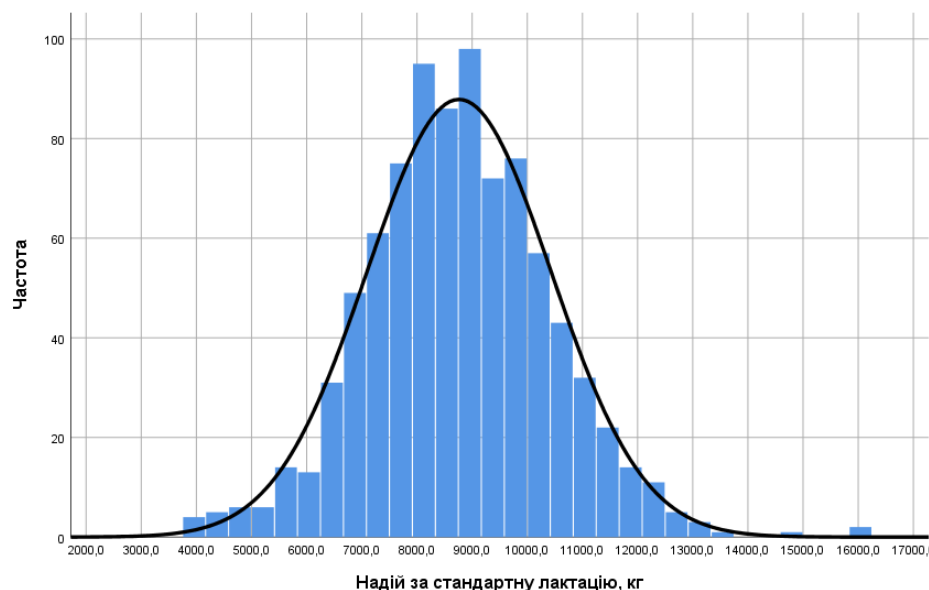


Рис. 3.13. Крива розподілу корів стада АФ «Колос» за надоем (всього 882 голови)

Середня продуктивність корів першої групи становить 6219,4кг, другої – 8577,1, а третьої – 11025,7 кг молока за лактацію. Проаналізовано вплив фактору «надій» на ознаки екстер'єру. Виявлено, що відношення факторіальної дисперсії до загальної є невеликим за значенням, але вірогідним за різного ступеня (табл. 3.36). Величина ступеня впливу продуктивності корів на такі ознаки, як переднє прикріплення вимені та молочний характер коливається від 0,5 до 2,6% відповідно.

Таблиця 3.36

Вплив фактору «надій» на ознаки лінійної оцінки типу

Ознака	Ступінь впливу	Середній квадрат відхилень	Критерій Фішера F	Вірогідність
Молочний характер	0,022***	37,582	19,272	0,000
Висота в крижах	0,026***	18,159	23,362	0,000
Ступінь кондицій (BCS)	0,006*	9,161	5,420	0,020
Постанова задніх кінцівок	0,007*	9,855	5,779	0,016
Центральна зв'язка	0,018***	96,570	15,986	0,000
Переднє прикріплення вимені	0,007*	25,783	6,061	0,014
Залозистість	0,005*	11,576	4,796	0,029

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

У таблиці 3.37 наведено зміни, які відбуваються у візуальній вираженості окремих ознак екстер'єру корів за різної продуктивності. Проаналізувавши таблицю, помітно динаміку збільшення прояву молочного характеру із підвищенням надою корів. Так корови другої групи мають на 0,51, а третьої на 0,72 балів гострішу холку, ніж тварини за найменшої продуктивності. Також, за збільшення молочної продуктивності корів підвищується і висота в крижах. Найпродуктивніші корови третьої групи в середньому на 8,7 % ($p \leq 0,001$) є вищими за особин із низькою продуктивністю (перша група). У корів другої та третьої групи за більших надоїв за стандартну лактацію спостерігається пряміша постава кінцівок, тоді як у менш продуктивних першої групи скакальні суглоби дещо зближені. У корів другої і третьої груп не встановлено суттєвої різниці у оцінці молочного характеру, висоти у крижах, яка становить відповідно 0,15 і 0,19 балів, тоді як бальна оцінка постави задніх кінцівок у корів цих груп не відрізняється. Корови другої групи мають оцінку глибини вимені в 5,07 балів. Найбільш «глибоким» вименем характеризуються корови першої та третьої груп, у яких дно вимені є найбільш опущеним відносно п'ятки.

Таблиця 3.37

Ознак лінійної оцінки типу у корів з різною продуктивністю ($M \pm m$)

Ознака	Група за надоєм		
	1 (n=129)	2 (n=562)	3 (n=191)
1	2	3	4
Молочний характер	5,43±0,129	6,04±0,059***	6,19±0,097***
Гармонія	5,38±0,133	5,33±0,061	5,49±0,101
Вираженість ребер	6,35±0,093	6,39±0,047	6,52±0,073
Скелет	6,05±0,122	6,18±0,059	6,20±0,101
Висота в крижах	5,66±0,080	5,94±0,037***	6,15±0,064***
Глибина тулуба	7,32±0,096	7,28±0,042	7,53±0,080
Ширина грудей (міцність)	8,19±0,101	8,27±0,040	8,32±0,072
Нахил заду	5,60±0,187	5,45±0,085	5,51±0,143
Ширина заду	7,88±0,082	7,91±0,042	7,96±0,076
Ступінь кондицій (BCS)	4,81±0,125	4,64±0,055	4,48±0,089*
Кут задніх кінцівок	7,02±0,119	6,72±0,055	6,93±0,080
Кут ратиці	3,08±0,133	3,32±0,062	3,24±0,107
Розвиток сухожилля	4,98±0,152	5,28±0,066	5,29±0,105
Постава задніх кінцівок	4,59±0,112	4,98±0,056**	4,98±0,091**
Локомоція	5,73±0,116	6,05±0,051	6,12±0,092

Продовження таблиці 3.37

1	2	3	4
Висота прикріплення вимені ззаду	3,53±0,137	4,07±0,063	3,75±0,101
Центральна зв'язка	5,05±0,239	5,84±0,104	6,21±0,165
Розміщення передніх дійок	4,44±0,147	4,48±0,071	4,18±0,131
Розміщення задніх дійок	6,34±0,184	6,73±0,081	6,42±0,149
Довжина дійок	6,19±0,119	5,98±0,061	6,04±0,101
Переднє прикріплення вимені	4,71±0,205	4,83±0,084	4,20±0,149*
Глибина вимені	4,79±0,211	5,07±0,082	4,40±0,136
Залозистість вимені	6,73±0,147	6,93±0,066	7,12±0,102*

Порівняння з 1 групою* $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Загалом продуктивність корів пов'язана із вираженістю комплексу ознак «вим'я». Порівнявши різницю у вираженості ознак лінійної оцінки типу слід відмітити, що у корови високопродуктивної групи достовірно переважали із першої групи за оцінками таких ознак молочний характер, висота в крижах, постава задніх кінцівок та залозистість вимені.

3.3.Характер лактаційної кривої та рівень відтворення

Корови у СК «Восток» мають високі показники молочної продуктивності як за стандартизовану, так і за повну лактацію (табл. 3.38). Хоча досліджувані тварини мають високу продуктивність, водночас у середньому їх сервіс-період становить 134 дні, що дозволяє стверджувати про його вплив на подовження лактації.

Таблиця 3.38

Молочна продуктивність, відтворення, параметри моделі Вуда та стійкість лактації корів стада (n=807) [219]

Ознака	M±m	Cv, %
Надій за лактацію (305 днів), кг	8956,9±50,62	16,1
Сервіс-період, днів	134±2,1	44,1
Параметри моделі Вуда		
a	17,6±0,22	35,9
b	0,23±0,004	45,7
c	0,004±0,00008	52,8
Стійкість лактації, %	72,5±0,68	26,7

Середні величини добових надоїв корів стада у перші 20 тижнів лактації представлено в таблиці 3.39.

Таблиця 3.39

Добові надої корів за результатами контрольних доїнь із тижневим інтервалом, (n=807) [219]

День лактації	Показник	
	M± m	Cv, %
7	25,59 ± 0,24	26,4
14	28,96 ± 0,25	24,7
21	30,79 ± 0,26	24,0
28	32,26 ± 0,26	23,2
35	33,07 ± 0,26	22,0
42	33,31 ± 0,24	20,8
49	33,17 ± 0,24	20,3
56	33,16 ± 0,23	20,0
63	32,90 ± 0,22	19,3
70	32,72 ± 0,22	18,7
77	32,47 ± 0,21	18,5
84	32,14 ± 0,21	18,1
91	32,05 ± 0,21	18,2
98	31,73 ± 0,21	18,4
105	31,40 ± 0,20	18,4
112	31,14 ± 0,20	17,8
119	30,87 ± 0,20	18,2
126	30,73 ± 0,20	18,4
133	30,48 ± 0,20	18,2
140	30,11 ± 0,19	18,2

Таким чином за перебігом перших 20 тижнів лактації, використовуючи математичні моделі опису лактаційної кривої, можна характеризувати всю лактацію, оскільки за означений період відбувається як ріст надою (до піка) після отелення, так і поступове зменшення кількості надоєного молока за день [219].

Із даних таблиці видно, що продуктивність корів підвищується до 42 дня лактації, а потім поступово спадає. Так, продуктивність на піку лактації досліджуваної групи тварин в середньому на 7,72 кг більшою, ніж на 7 день. Коефіцієнти детермінації для моделі Вуда залежно від сезону отелення є високими і коливаються від 95,5% до 97,3% (табл. 3.40).

Таблиця 3.40

Зв'язок між тривалістю сервіс-періоду, параметрами моделі Вуда, днем досягання піка лактації (b/c), та стійкістю лактації [219]

Сезон отелення	n	Параметри моделі Вуда			День досягання піка лактації	R ²	Стійкість лактації, %
		a	b	c			
Зима	199	18,38	0,18919	0,00316	60	0,9551	76,8
Весна	138	17,38	0,22057	0,00414	53	0,9731	67,7
Літо	218	16,96	0,21282	0,00385	55	0,9566	70,4
Осінь	252	18,58	0,19427	0,00321	61	0,9585	76,7

Це відобразилося в тому, що корови, які отелилися восени та взимку, мали найбільшу стійкість лактації. Параметри моделі Вуда змінюються відповідно до сезону отелення корів. Корови, які отелилися в осінній та зимовий періоди, мають найбільшу величину параметра *a*, та водночас характеризуються найменшими величинами параметрів *b* та *c*. Лактаційні криві, побудовані за оціненими параметрами, показані на рисунку 3.14.

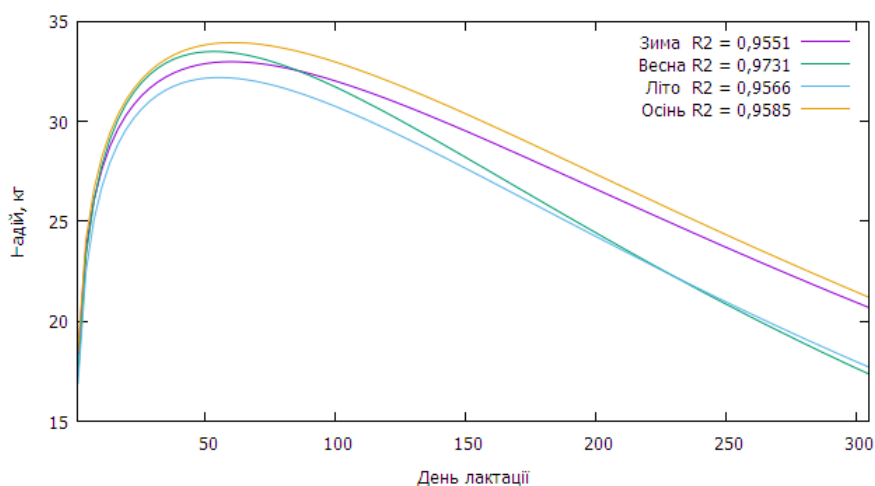


Рис 3.14. Лактаційні криві корів стада залежно від сезону отелення

Значення параметрів моделі Вуда проявляються у різних формах лактаційних кривих залежно від сезону отелення. Лактаційні криві корів, які отелилися в осінньо-зимовий період року, характеризуються меншим спадом

надою після піка лактації, порівняно з тими, що отелилися у весняно-літній період.

У таблиці 3.41 наведено значення параметрів моделі Вуда, дня досягнення піка лактації (b/c), коефіцієнта детермінації (R^2) та стійкості лактації залежно від тривалості сервіс-періоду. Аналізуючи зміни параметрів моделі Вуда, слід зауважити, що немає постійної тенденції до збільшення або зменшення будь-якого параметра із збільшенням сервіс-періоду.

Таблиця 3.41

**Параметри моделі Вуда, день досягнення піка лактації (b/c),
коефіцієнт детермінації (R^2) та стійкість лактації залежно від тривалості
сервіс-періоду**

Сервіс- період, днів	n	Параметри моделі Вуда			День досягання піку лактації	R^2	Стійкість лактації, %
		a	b	c			
до 100	299	17,19	0,20830	0,00351	59	0,9458	74,3
101–150	264	15,68	0,24456	0,00410	60	0,9620	70,9
151–200	135	17,14	0,22033	0,00379	58	0,9637	72,1
понад 200	109	18,59	0,20448	0,00387	53	0,9285	69,3

До прикладу, якщо проаналізувати параметр b , який характеризує швидкість підйому лактаційної кривої до піка, то він у корів із найбільшим сервіс-періодом є найменшим, а із сервіс-періодом від 101 до 150 днів – найбільшим. Корови за найменшого сервіс періоду мають практично ту саму величину параметра b , що й з найгіршим рівнем відтворення, хоча їхні лактаційні криві суттєво різняться. Тим не менш, прослідковується чітка тенденція: зі збільшенням тривалості сервіс-періоду спостерігається певне пришвидшення досягання максимального надою і зниження стійкості лактації; корови із сервіс-періодом понад 200 днів найшвидше досягають піка лактації і характеризуються найнижчою стійкістю лактації (табл. 3.41).

Ці особливості лактаційних кривих корів залежно від сервіс-періоду візуалізовані на рисунку 3.15.

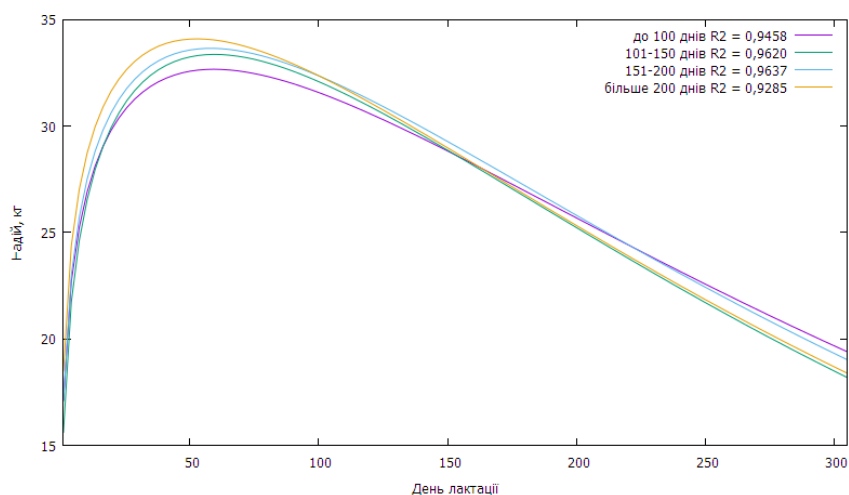


Рис. 3.15. Лактаційні криві корів залежно від тривалості сервіс-періоду

У роботі було проведено оцінку параметрів лактаційної діяльності корів за моделлю Вуда залежно від походження (табл. 3.42). Коефіцієнт детермінації отриманих моделей варіює від 0,7718 до 0,9761. Це означає, що лише від 2,39% до 22,82% дисперсії добового надою не пояснює модель Вуда, і отже її можливо використовувати для опису лактаційної кривої корів. Із таблиці бачимо, що корови, які швидше досягають максимальних надоїв, мають менші показники стійкості лактації.

Таблиця 3.42

**Параметри моделі Вуда, день досягання піка лактації (b/c),
коефіцієнт детермінації (R^2) та стійкість лактації корів залежно від
походження за батьком**

Батько	n	Параметри моделі Вуда			День досягання піку лактації	R^2	Стійкість лактації, %
		a	b	c			
1	2	3	4	5	6	7	8
Герцог UA 1800619813	23	19,54	0,15017	0,00235	64	0,7718	83,4
Рауль UA 3200801725	51	18,40	0,22698	0,00388	58	0,9611	71,7
Портулак UA 5600607838	95	17,24	0,18744	0,00289	65	0,9612	80,4
Дарний UA 5900260662	24	22,79	0,16438	0,00330	50	0,8388	71,9

1	2	3	4	5	6	7	8
Курок UA 6300376594	22	19,58	0,19012	0,00354	54	0,8133	71,8
Рейнхард UA 6300446717	58	18,02	0,21745	0,00447	49	0,9698	63,5
Зоряний UA 6300447275	69	20,12	0,19759	0,00384	51	0,9537	68,9
Марс UA 6300661596	25	18,46	0,19356	0,00376	52	0,9297	69,4
Патріот UA 6300755786	159	18,19	0,19179	0,00348	55	0,9707	72,8
Трофей UA 6300765661	55	21,70	0,17830	0,00356	50	0,9578	70,2
Бриз UA 6300777972	50	15,63	0,22273	0,00319	70	0,9761	80,6
Аскет UA 8011167205	27	14,91	0,23433	0,00372	63	0,9358	74,6

Дочки Дарного мають найбільшу величину початкових надойв (параметр a), натомість потомки Аскета та Бриза – найменші значення цього параметра (рис. 3.16). У дочок Герцога найменш виражений спад надойв за лактацію і, як наслідок, найбільша стійкість лактації, яка переважає на 19,9% цю ознаку у потомків Рейнхарда.

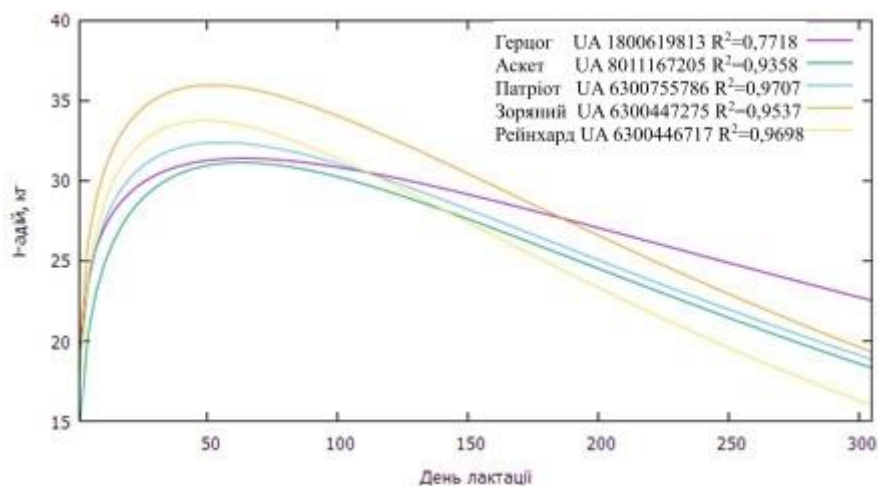


Рис. 3.16. Лактаційні криві корів залежно від походження за батьком

Оцінку впливу генетичних (батько) та негенетичних (номер лактації, рік отелення, сезон отелення, надій за 305 днів лактації та сервіс-період) факторів на параметри моделі Вуда та стійкість лактації наведено в таблиці 3.43.

Таблиця 3.43

**Ступінь впливу (η^2 , %) генотипових і негенетичних факторів на
параметри моделі Вуда та стійкість лактації**

Фактор	Параметри моделі Вуда			Стійкість лактації
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
Номер лактації	16,91***	0,95	4,83***	10,81***
Рік отелення	1,85***	2,21**	0,45	0,53
Сезон отелення	1,89***	2,18***	2,92***	2,41***
Плідник	5,48*	5,06	2,84	3,10
Надій за 305 днів лактації	2,15***	0,06	0,35	0,21
Сервіс період	0,17	0,55*	0,53*	0,96**

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Встановлено вірогідний ($p \leq 0,05$) вплив сервіс-періоду на параметри моделі Вуда *b* і *c* та стійкість лактаційної кривої, а величина впливу була меншою за 1%. Також встановлено, що фактор «плідник» впливає лише на параметр *a* моделі Вуда із силою впливу (5,48%; $p \leq 0,05$). Для інших досліджуваних ознак проявляється тенденція до його впливу. На стійкість лактації найбільше впливають ($p \leq 0,001$) такі фактори, як «номер лактації» (10,81%) та «сезон отелення» (2,41%) корів. Слід зазначити, що сезон отелення впливав на всі досліджувані ознаки із різною силою впливу від 1,89% до 2,92 % для параметрів *a* та *c* відповідно ($p \leq 0,001$).

Розраховані коефіцієнти фенотипової кореляції між надоем, рівнем відтворення, стійкістю лактації та значеннями параметрів моделі Вуда наведено у таблиці 3.44. Виявлено негативні кореляційні зв'язки між показником стійкості лактації та сервіс-періодом ($p \leq 0,05$) і параметрами *b* ($p \leq 0,001$) і *c* ($p \leq 0,001$). За збільшення параметра *a*, який характеризує величину початкового надою після отелення, збільшується і надій за 305 днів лактації ($r = 0,334$; $p \leq 0,001$).

Коефіцієнти кореляції між параметрами моделі лактаційної кривої Вуда (a , b , c), сервіс-періодом, стійкістю лактації та надоєм за 305 днів лактації ($n=807$)

Ознака	Надій	Сервіс-період	a	b	c
Надій	—	—	—	—	—
Сервіс-період	0,125***	—	—	—	—
a	0,334***	0,015	—	—	—
b	-0,017	0,066	-0,812***	—	—
c	0,021	0,094**	-0,364***	0,739***	—
Стійкість лактації	-0,046	-0,074*	-0,035	-0,363***	-0,874***

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Встановлено позитивний кореляційний зв'язок між параметрами b і c моделі Вуда ($r = 0,739$; $p \geq 0,999$) та негативний зв'язок між стійкістю лактації і параметрами b ($r = -0,363$; $p \leq 0,001$) і c ($r = -0,874$; $p \leq 0,001$). Тобто за зменшення величини параметрів c та b моделі Вуда у корів досліджуваної популяції спостерігається збільшення стійкості лактаційної кривої.

На коефіцієнт масштабування (параметр a), швидкість підйому лактації до піка (b) та швидкість спаду лактації після досягнення пікових надоїв (c) впливали різні фактори. Так, фактор «сезон отелення» вірогідно ($p \leq 0,001$) впливає на всі параметри моделі Вуда (η^2 від 1,89 до 2,92 %). Фактор «плідник» вірогідно впливає ($p \leq 0,05$) вплив на параметр a ($\eta^2 = 5,48\%$). В СК «Восток» на показник стійкості лактації корів впливали як середовищні фактори («номер лактації», «сезон отелення»), вплив яких коливався від 2,41 до 10,81 % ($p \leq 0,001$), так і генетичні («плідник») з силою впливу 3,1 % (статистично не значущий). Результати підрозділу опубліковані у праці [219].

3.4. Інтерполяція даних молочної продуктивності

3.4.1. Динаміка показників денної продуктивності корів упродовж лактації

Проведений аналіз динаміки показників продуктивності корів голштинської породи у СП «Молочарське» наведено на рисунку 3.17. У корів

досліджуваного стада максимальний надій фіксується за результатами другого контрольного доїння, яке проводили на 50-й день лактації. Після цього спостерігається поступове зменшення денної продуктивності протягом лактації.

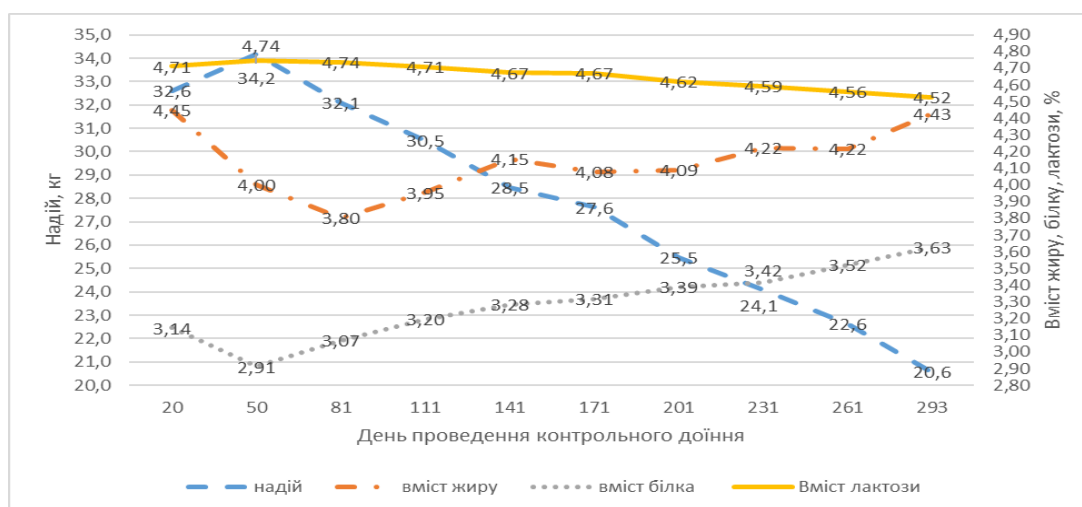


Рис. 3.17. Зміна надію, вмісту жиру, білка та лактози упродовж лактації корів СП «Молочарське» (n=144)

Мінімальні рівні вмісту білка спостерігаються під час другого, а жиру під час третього контрольних доїнь. Пікові рівні жиру та білка 4,43 та 3,63 % відповідно отримують наприкінці лактації під час останнього контрольного доїння. У цій популяції спостерігається тенденція – зі зростанням продуктивності зменшується концентрація білка та жиру в молоці ($r=-0,32$ та $r=-0,28$ для вмісту жиру та білка відповідно за $p \leq 0,001$) (табл. 3.45).

Таблиця 3.45

Кореляційні зв'язки між досліджуваними ознаками корів за 305 днів лактації (n=144)

Ознака	надій	вміст жиру	вміст білка	F/P	вміст лактози	ECM ₁	ECM ₂
Надій	—	—	—	—	—	—	—
Вміст жиру	-0,32***	—	—	—	—	—	—
Вміст білка	-0,28***	0,49***	—	—	—	—	—
F/P	-0,15	0,76***	-0,19*	—	—	—	—
Вміст лактози	0,09	-0,15	-0,22**	0,002	—	—	—
ECM ₁	0,90***	0,10	0,01	0,11	0,00	—	—
ECM ₂	0,91***	0,09	-0,003	0,11	0,06	0,99***	—
SCS	0,08	0,10	0,19*	-0,03	-0,38***	0,15	0,12

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Співвідношення жиру до білка в молоці на перших місяцях лактації було вищим, порівняно із останніми місяцями лактації, що пояснюється від'ємним енергетичним балансом у корів на початку лактації (рис. 3.18).

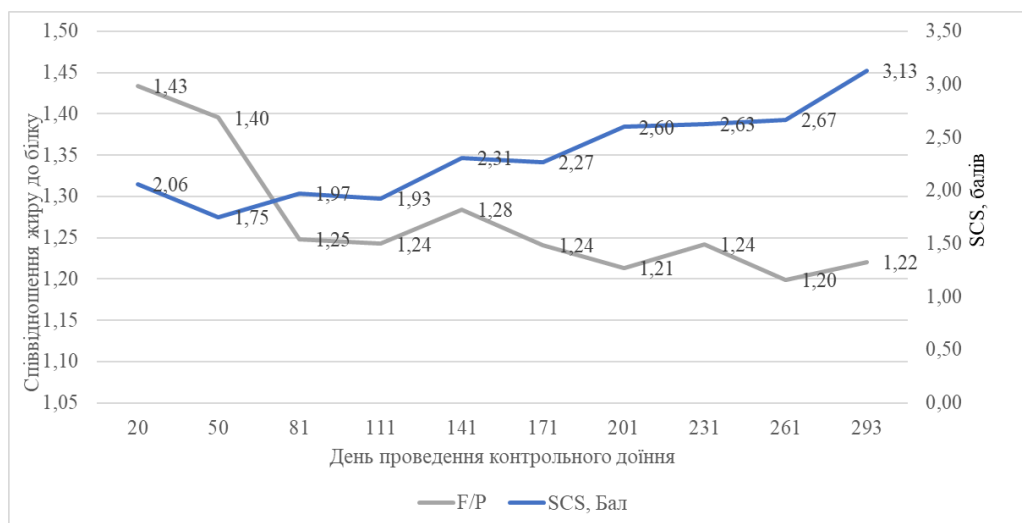


Рис 3.18. Співвідношення вмісту жиру до білка та рівня соматичних клітин упродовж лактації корів СП «Молочарське» (n=144)

Натомість середній показник кількості соматичних клітин поступово збільшується, починаючи від другої половини лактації, а підвищення вмісту білка спостерігається від третього місяця лактації. Як результат досліджень встановлено вірогідну ($p \leq 0,05$) кореляцію між кількістю соматичних клітин у молоці і вмістом білка у молоці у лактуючих корів ($r=0,19$). У багатьох країнах оплата за молоко пов'язують безпосередньо з вмістом окремих компонентів у ньому. Для оцінки його якості молока використовують показник кількості енергетично скоригованого молока (ЕСМ). Оскільки показники ЕСМ₁ та ЕСМ₂, розраховані різними способами, мають вірогідний кореляційний зв'язок між собою $r=0,99$ ($p \leq 0,01$), тому для візуалізації на рисунку 3.19. взято показник, який містить надій, вміст жиру, білка та лактози, тобто ЕСМ₂.

Проаналізувавши рисунок 3.19, можна зробити висновок, що середня денна кількість молока з корегуванням на його якісні показники (ЕСМ₂) зменшується від 33,44 до 21,51 кг упродовж лактації.

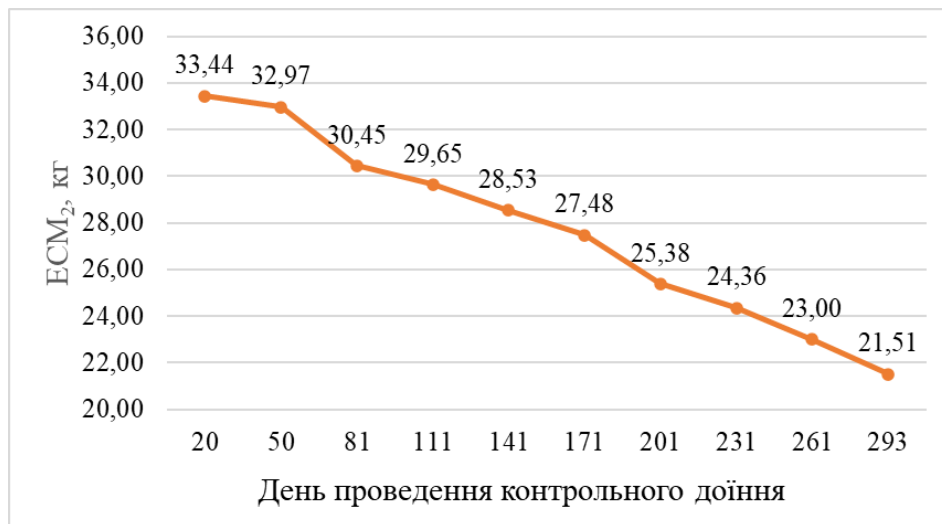


Рис. 3.19. Зміна рівня ECM₂ упродовж лактації корів СП Молочарське (n=144)

Показник ECM₂ вірогідно корелює із добовим надоєм ($r=0,91$ за $p\leq 0,001$). Існує негативна кореляція ($r=-0,38$) між вмістом лактози і кількістю соматичних клітин та вмістом лактози і вмістом білка ($r=-0,22$).

Співвідношення жиру до білка (F/P) має позитивну кореляцію із вмістом жиру ($r=0,76$ за $p\leq 0,01$), тобто за збільшення показника F/P зменшується вміст білка (див. табл. 3.45). Зважаючи на те, що протягом лактації склад молока зазвичай зазнає суттєвих змін, було вирішено дослідити вміст лактози, добовий надій, ECM₁ та ECM₂ у корів різного віку упродовж лактацій.

Найменшу продуктивність мають корови за першу лактацію (рис 3.20). Слід зазначити, що продуктивність даних корів є найвищою на третій лактації. Пікові денні надої у корів першої, другої та третьої лактацій спостерігаються під час другого контрольного доїння. Водночас у корів четвертої лактації спостерігався поступовий спад денної продуктивності. Загалом корови цієї популяції мають максимальні надої упродовж трьох перших місяців лактації, а найменші – на останніх двох.

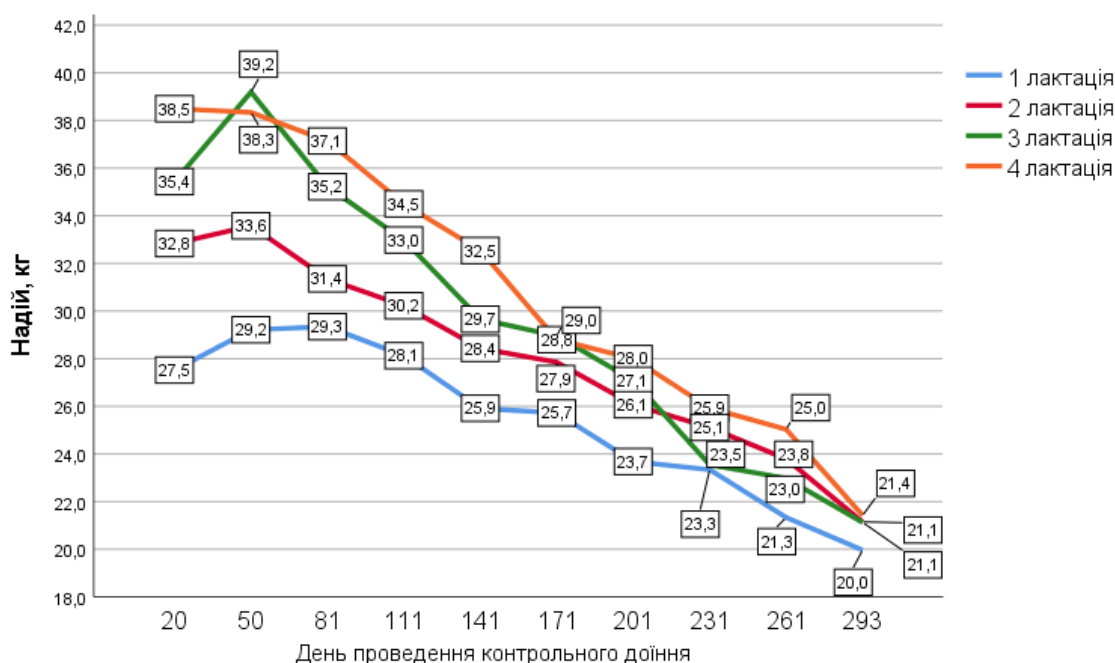


Рис 3.20. Денні надії корів різних віку упродовж лактації

Проаналізувавши вміст лактози у молоці корів різних лактацій, встановлено, що у корів третьої та четвертої лактацій спостерігається зменшення середнього вмісту лактози порівняно із коровами перших двох лактацій (табл. 3.46). Також у всіх вікових групах спостерігається поступове зменшення вмісту лактози в молоці наприкінці лактації, порівняно із її початком.

Таблиця. 3.46

Зміна вмісту лактози у корів різних віку упродовж лактації ($M \pm m$)

№ лактації та кількість корів	День лактації на який проведено контрольне доїння									
	20	50	81	111	141	171	201	231	261	293
1 (n=43)	4,76± 0,029	4,79± 0,029	4,78± 0,025	4,71± 0,025	4,73± 0,024	4,69± 0,022	4,65± 0,023	4,62± 0,043	4,63± 0,030	4,57± 0,039
2 (n=51)	4,75± 0,024	4,80± 0,027	4,80± 0,022	4,79± 0,024	4,72± 0,047	4,77± 0,029	4,71± 0,029	4,68± 0,031	4,66± 0,036	4,63± 0,042
3 (n=21)	4,66± 0,037	4,64± 0,038	4,61± 0,038	4,63± 0,045	4,57± 0,034	4,61± 0,027	4,53± 0,042	4,52± 0,036	4,38± 0,101	4,50± 0,045
4 (n=15)	4,65± 0,040	4,71± 0,036	4,71± 0,054	4,69± 0,050	4,66± 0,059	4,60± 0,047	4,56± 0,065	4,48± 0,063	4,48± 0,056	4,38± 0,058

Результати досліджень щодо коефіцієнтів кореляції між показниками продуктивності на різних етапах лактації та продуктивністю за стандартну лактацію наведено на рисунку 3.21.

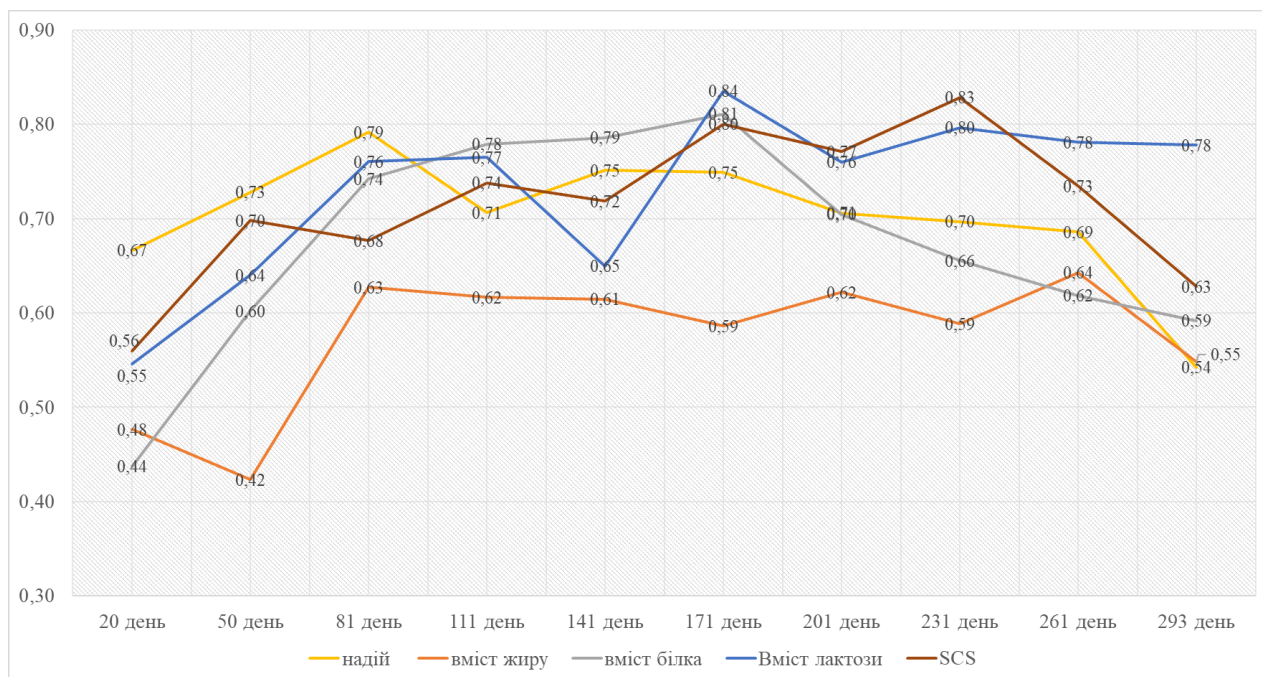


Рис 3.21. Коефіцієнти кореляції між результатами денних контрольних доїнь, отриманими на різних етапах лактації та відповідними показниками за стандартну лактацію

Для більшості ознак, які аналізували, найвищий коефіцієнт кореляції отримали між денною продуктивністю за 3–6 контрольне доїння та продуктивністю за стандартну лактацію (рис 3.22). Від 1-го контрольного доїння (20-й день) до 6-го (171-й день лактації) спостерігається зростання коефіцієнта кореляції між вмістом білка в молоці та середнім вмістом білка за стандартну лактацію.

З метою економії коштів на проведення контрольних доїнь можна використовувати сучасні математичні методи інтерполяції, які забезпечать точність розрахунків продуктивності за стандартну лактацію. На нашу думку, найточніші результати можливо отримати під час використання у розрахунках даних молочної продуктивності, які отримані під час контрольних доїнь за найбільших коефіцієнтів кореляції із показниками продуктивності за 305 днів лактації. Також зазначили, що вміст жиру у молоці, отриманому на різних етапах лактації незначно корелює із середнім вмістом жиру за лактацію, ніж

інші ознаки продуктивності. Отже, прогноз вмісту жиру за лактацію на основі денних показників вмісту жиру може мати велику похибку.

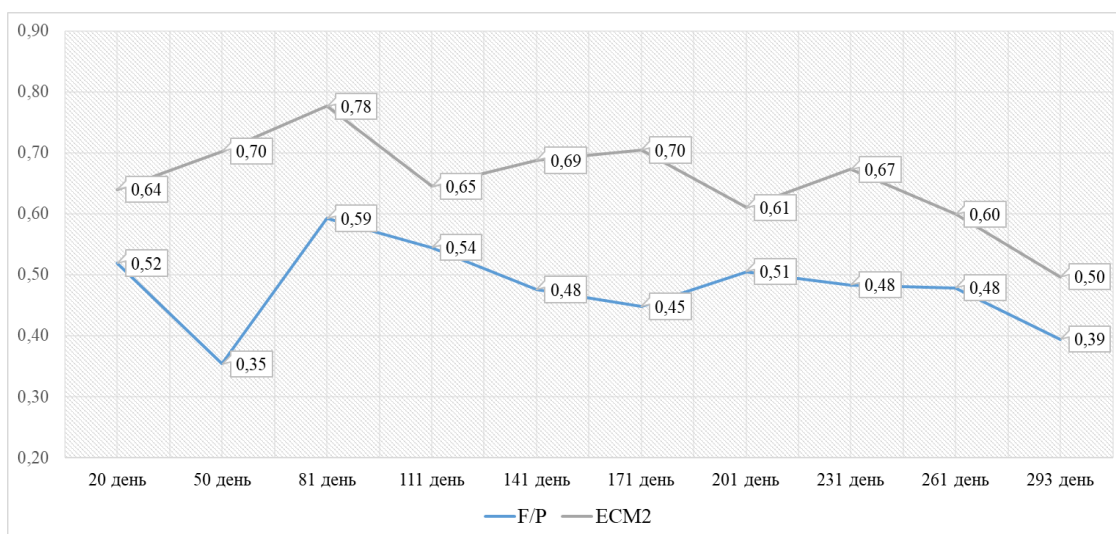


Рис 3.22. Коефіцієнти кореляції між результатами денних контрольних доїнь за ознаками виходу енергетично скорегованого молока та співвідношенням жиру до білка, отриманими на різних етапах лактації та відповідними показниками за стандартну лактацію

Наведена динаміка змін кореляційних залежностей для комплексного показника енергетично скорегованого молока (ECM₂) (рис 3.22) має схожий перебіг зі змінами кореляційних залежностей для денного надою (рис 3.21).

3.4.2. Прогнозування молочної продуктивності за використання штучних нейронних мереж

Перший етап дослідження. За результатами контрольних доїнь 144 корів, використовуючи test interval method (TIM), обрахували молочну продуктивність корів протягом 305 днів лактації. Проаналізувавши криву лактації (рис. 3.23), зазначено, що її пік припадає на друге контрольне доїння, що є типовим для продукування молока коровами.

Застосовуючи штучні нейронні мережі (ШНМ), було зроблено розрахунок (прогноз) продуктивності для цих самих корів з урахуванням 10-ти контрольних доїнь і виконано порівняння результатів прогнозу з результатами

продуктивності (надій, вміст жиру та білка), отриманими методом інтервалів (контрольні результати).

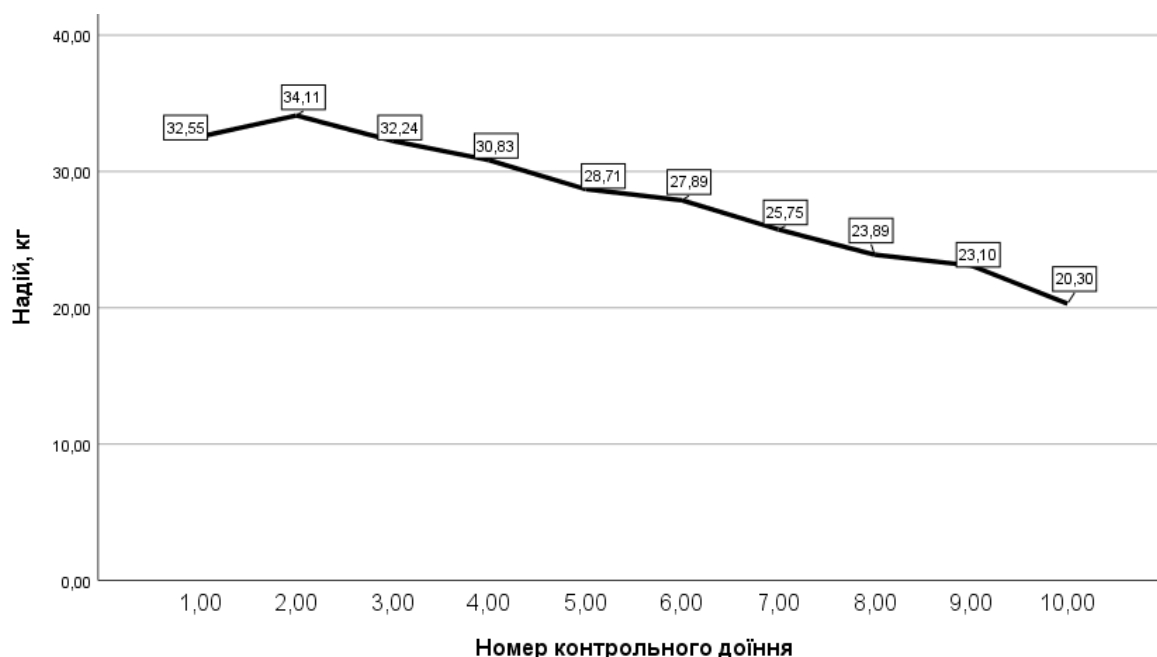


Рис. 3.23. Крива лактації для навчальної вибірки (надій відповідно до номера контрольного доїння)

Середні надой, спрогнозовані за використання ШНМ, були вищими на 51,3 кг, порівняно із визначеними методом інтервалів (табл. 3.47), хоча ця різниця не є достовірною. Водночас, показники вмісту жиру та білка є майже однаковими. Результати проведеного кореляційного аналізу свідчать щодо подібності отриманих результатів як для надой за лактацію, так і для вмісту жиру і білка. У молоці.

Таблиця 3.47

Порівняння фактичної (ТІМ) і прогнозованої (ШНМ) продуктивності корів з урахуванням 10 контрольних доїнь

Параметр	Надій за 305 днів лактації, кг		Вміст жиру, %		Вміст білка, %	
	ТІМ	ШНМ	ТІМ	ШНМ	ТІМ	ШНМ
$M \pm m$	8467,1 $\pm$ 167,61	8518,4 $\pm$ 168,89	4,15 $\pm$ 0,061	4,14 $\pm$ 0,054	3,24 $\pm$ 0,033	3,25 $\pm$ 0,032
C_v , %	-	1,27		2,18	-	2,04
ΔM (факт-прогноз)		51,3	-	0,0068		-0,0092
r_s		0,992***		0,971***		0,960***

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Порівнюючи індивідуальне відхилення продуктивності кожної тварини за різними методами розрахунку, слід зазначити, що штучна нейронна мережа дає найменшу мінливість (1,27 %), порівняно із методом інтервалів для надою за лактацію, а найбільшу (2,19 %) – для вмісту жиру. Зважаючи на низьку мінливість передбачень, можна стверджувати, що штучні нейронні мережі здатні прогнозувати молочну продуктивність корів, оскільки результати, отримані обома способами, є подібними.

Другий етап дослідження. Провівши розрахунок молочної продуктивності за допомогою різних ШНМ, встановлено, що прогнозовані із застосуванням нейронних мереж середні значення надою для усіх варіантів прогнозу продуктивності є вищими за фактичні (контрольні), розраховані за методом інтервалів. Найбільше від контрольних результатів відхиляється третій та перший варіанти прогнозу, а середні значення другої та четвертої мереж є найближчими до контрольних (табл. 3.48).

Порівняння результатів, розрахованих різними мережами, засвідчує, що найменше відхилялися ($C_v=5,16\%$) від фактичних значень індивідуальні прогнози надою корів, здійснені за 1 мережею. Найбільш неточним є варіант прогнозування із найменшою кількістю контрольних доїнь – 4 мережа. Аналіз коефіцієнтів рангової кореляції та кореляції Пірсона підтверджує попередні висновки.

Таблиця 3.48

Надій за лактацію корів стада, розрахований ШНМ з різними наборами даних (n=49)

Показник	Варіант розрахунку				
	ТІМ	ШНМ 1	ШНМ 2	ШНМ 3	ШНМ 4
$M \pm m$	8467,1 $\pm$ 167,61	8569,1 $\pm$ 142,65	8474,8 $\pm$ 168,28	8505,7 $\pm$ 157,95	8590,4 $\pm$ 135,19
$C_v, \%$	-	5,16	5,98	6,54	7,91
ΔM (факт-прогноз), кг		102	7,7	38,6	23,3
r (факт-прогноз)		0,934***	0,905***	0,883***	0,824***
r_s		0,918***	0,886***	0,866***	0,815***

Примітки: *** $p \leq 0,001$

Оскільки селекційну цінність корів розраховують за комплексом ознак, то було вирішено зробити прогноз і за ознаками, які безпосередньо впливають на ціну молока та, як наслідок, на селекційну цінність тварин за вмістом жиру та білка.

Відмічено коливання різниці між середніми фактичними значеннями та прогнозованим вмістом білка за різними наборами даних від 0,0056 до 0,0213% (табл. 3.49). Найближчим середнім значенням до розрахунків методом ICAR характеризується другий варіант прогнозу (0,0056 %). Величина коефіцієнта варіації між фактичними і прогнозованими даними становить від 2,17 до 3,07% для 1-го і 4-го варіанта прогнозу відповідно. Коефіцієнти кореляції Пірсона для різних варіантів прогнозу коливаються від 0,90 до 0,96 для четвертого і першого варіантів прогнозу відповідно. Для всіх мереж вірогідність коефіцієнта кореляції Пірсона становить $p \leq 0,001$.

Таблиця 3.49

**Порівняльна характеристика прогнозів вмісту білка за різними
ІНМ (n=49)**

Параметр	Варіант розрахунку				
	ТІМ	ІНМ 1	ІНМ 2	ІНМ 3	ІНМ 4
$M \pm m$	3,24 $\pm$ 0,033	3,234 $\pm$ 0,028	3,246 $\pm$ 0,027	3,261 $\pm$ 0,030	3,248 $\pm$ 0,029
C_v , %	-	2,17	2,94	2,83	3,07
ΔM (факт-прогноз), %		0,0060	0,0056	0,0213	0,0085
r (факт-прогноз), %		0,960***	0,918***	0,918***	0,900***
r_s		0,949***	0,909***	0,901***	0,888***

Примітки: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Як результат розрахунків встановлено статистично вірогідний ($p \leq 0,001$) зв'язок між прогнозованими та фактичними показниками вмісту білка в молоці для всіх мереж (коефіцієнт рангової кореляції Спірмена становить 0,888–0,949). Найменшою величиною рангової кореляції характеризується четверта мережа, натомість найбільше значення цієї величини є у першій мережі. Інші варіанти прогнозування мають проміжні величини цього показника.

У прогнозі вмісту жиру в молоці корів також спостерігається значна перевага в точності прогнозу другої штучної нейронної мережі над іншими варіантами прогнозу (табл. 3.50).

Таблиця 3.50

Порівняльна характеристика прогнозів вмісту жиру за різними ШНМ (n=49)

Показник	Варіант розрахунку				
	ТІМ	ШНМ	ШНМ 2	ШНМ 3	ШНМ 4
M±m	4,15±0,061	4,116±0,050	4,139±0,055	4,204±0,051	4,075±0,046
C _v , %	-	5,4	4,31	5,7	7,95
ΔM(факт-прогноз), %	—	0,0345	0,0102	-0,0544	0,0751
r (факт-прогноз), %		0,849***	0,904***	0,838***	0,651***
r _s		0,852***	0,910***	0,853***	0,612***

Примітки: ***p ≤ 0,001

Коефіцієнт варіації другої мережі менший на 1,09, 1,39, 3,64 відсоткових пункти, порівняно із першою, третьою та четвертою штучними нейронними мережами відповідно. Як бачимо із таблиці 3.51 нейронна мережа ШНМ 1 дає найкращий прогноз для надою та вмісту білка. Водночас ШНМ 2 більш придатна для прогнозу вмісту жиру.

Таблиця 3.51

Порівняльна характеристика точності (CV) прогнозів з використанням різних ANN (1 – кращий, 4 – гірший)

Варіант	Ознака		
	надій	жир	білок
ШНМ1	1	1	2
ШНМ2	2	3	1
ШНМ3	3	2	3
ШНМ4	4	4	4

ШНМ 4 показує найгірший прогноз за всіма ознаками, однак, це можна пояснити меншою (три від однієї корови, порівняно з 5-ма в інших мережах) кількістю контрольних доїнь, які були обліковані під час формування бази даних для її аналізу.

3.4.3. Результати прогнозування молочної продуктивності з використанням коефіцієнта постійності лактації

Розраховані на основі аналізу молочної продуктивності 146 голів коефіцієнти постійності лактації наведені на рисунку 3.24. Як бачимо з рисунку, найбільший коефіцієнт постійності лактації отримано для 2-го місяця лактації, водночас, як найвища продуктивність спостерігається на третьому.

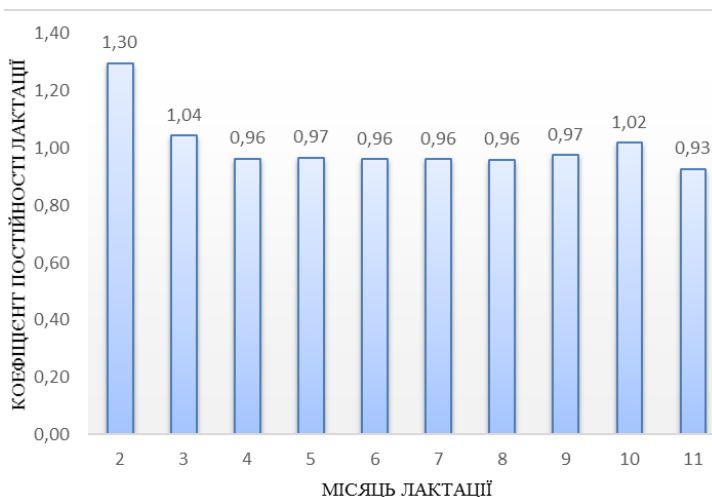


Рис 3.24. Коефіцієнт постійності лактації [18]

Математичними розрахунками за використання коефіцієнтів постійності лактації спрогнозовано продуктивність 19 корів за повну лактацію після різних її місяців (табл. 3.5). Як результат з'ясовано, що середні показники прогнозованої продуктивності корів після 3, 7, 8, 9 місяців та результати фактичної їх продуктивності різняться на 1,5%; 0,1; 0,9 і 1,6 % відповідно. Тобто, за збільшення кількості інформації щодо контрольних доїнь включно з 7-м зазначено зменшення різниці між прогнозованою величиною надою та фактичним її рівнем. Із залученням до розрахунків даних про 8 та 9 контрольне доїння спостерігається погіршення точності прогнозу. Найбільша різниця між прогнозованими та фактичними показниками продуктивності спостерігається за результатами найбільш ранніх і пізніх прогнозів. Прогнозований надій після 3-х місяців лактації є більшим від фактичного значення на 116 кг, а надій, спрогнозований після 9-ти місяців лактації, на 127 кг менше, ніж фактичний.

Найбільший збіг результатів прогнозування з фактичною продуктивністю отримано після прогнозу за результатами 7-ми місяців лактації.

Таблиця 3.52

**Результати прогнозування продуктивності після різних місяців
лактації**

Робочий № корови	Прогнозований надій за 305 днів				Фактичний надій за 305 днів (Лас-Т)
	після 3 місяців	після 7 місяців	після 8 місяців	після 9 місяців	
0485	9047	9894	9869	9828	9882
0484	8419	9454	8646	8580	9293
0467	9697	9258	9415	9311	9372
0452	9281	8826	9127	9109	9374
0482	8375	8575	8847	8644	8662
3525	9278	8521	8398	8432	7663
0486	8342	8273	7927	7853	8263
0459	8410	8060	8166	7929	8290
3530	8103	8041	7573	7542	7933
4079	8254	7832	7595	7909	8312
4877	7890	7720	7940	7964	7409
0478	8039	7358	7506	7250	7401
0465	7916	7251	6487	6118	6539
0453	6625	7234	7197	7088	7275
0481	8630	7209	7591	7708	7588
4898	7029	7071	6905	6923	7157
0474	7062	7059	7178	6956	7013
3501	6770	6820	6965	7035	6991
0464	5959	6359	6271	6324	6508
М	8059	7938	7874	7816	7943
ΔМ (факт-прогноз)	116	-6	-70	-127	0

Як результат оцінки індивідуальних відхилень прогнозованих показників від фактичних встановлено, що найменший (4,27 %) коефіцієнт варіації спостерігається за результатами 7-ми контрольних доїнь (табл. 3.53). На нашу думку, це свідчить про те, що застосування коефіцієнтів постійності лактації для прогнозування продуктивності первісток є доцільним лише протягом перших 7 контрольних доїнь. Варто зазначити, що для селекції важливим є не стільки фактична молочна продуктивність тієї чи іншої корови, а цінність

тварини, зумовлена її рангом у стаді, визначена якомога раніше після початку лактації.

Таблиця 3.53

**Порівняння прогнозованих показників продуктивності тварин
із фактичними за використання коефіцієнта варіації**

Порівнювані показники продуктивності	n	Cv, %	P
надій за 3 міс – фактична продуктивність за 305 днів	19	8,53	0,001
–//– 7 міс – факт –//–	19	4,27	0,001
–//– 8 міс – факт –//–	19	4,36	0,001
–//– 9 міс – факт –//–	19	4,51	0,001

Тому у цій роботі провели аналіз збігу результатів ранжування тварин на основі їх молочної продуктивності, спрогнозованої за результатами різних контрольних доїнь (в 3–9 міс.) та фактичною продуктивністю. Такий аналіз зроблений із застосуванням методу рангової кореляції Спірмена наведено у таблиці 3.54.

Проаналізувавши коефіцієнти рангової кореляції Спірмена, слід зазначити, що вони зростають у оцінок, здійснених наприкінці лактації. Так, найвищі ($r_s=0,92-0,94$) їх значення отримано між 7 та 9-м місяцями лактації. Це пояснюється зростанням ефективності прогнозу продуктивності, як основи ранжування тварин, зробленого на пізніх місяцях лактації, порівняно з ранніми. Прогноз продуктивності, отриманий після 4-го контрольного доїння має найменший коефіцієнт рангової кореляції із результатами фактичного надою.

Таблиця 3.54

**Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена (r_s) між фактичною та
прогнозованою продуктивністю після різних місяців лактації**

Параметр	Місяць лактації						
	3	4	5	6	7	8	9
r_s	0,84	0,69	0,78	0,84	0,92	0,94	0,93
p	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Якщо порівнювати ефективність прогнозування продуктивності за допомогою штучних нейронних мереж та із застосуванням коефіцієнтів

постійності лактації, стає зрозумілим, що штучні нейронні мережі показали кращі результати, оскільки дозволяють відносно точніше (з меншим коефіцієнтом варіації) прогнозувати надій корів за використання меншої кількості контрольних доїнь.

3.5. Моделювання ефективності добору залежно від його цілей (апробація розробленого індексу)

3.5.1. Економічні вагові коефіцієнти для ознак продуктивності та функціональних у великої рогатої худоби

Після аналізу результатів, отриманих від корів за три лактацій (табл. 3.55), можна відзначити, що їх надої за третю лактацію вищі ($p \leq 0,001$) від їх продуктивності за першу та другу лактації на 24,1 та 3,3 % відповідно. Показники інших ознак молочної продуктивності є найнижчими в першу лактацію. Зокрема, вихід жиру в першу лактацію значно нижчий ($p \leq 0,001$), порівняно з другою та третьою лактаціями на 83,35 та 99,14 кг відповідно. Подібну особливість було виявлено і для виходу молочного білка. Середній показник SCS у молоці всіх корів першої лактації найнижчий (2,11 бала). SCS у молоці корів другої та третьої лактації є вищим на 0,39 та 1,06 бала відповідно ($p \leq 0,001$).

Таблиця 3.55

Продуктивність корів різного віку за стандартну лактацію ($M \pm m$)

Ознака	Лактація		
	1 (n =101)	2 (n =83)	3 (n=39)
Надій, кг	7099,8 $\pm$ 128,0 ^a	8527,63 $\pm$ 158,55 ^b	8811,95 $\pm$ 231,28 ^b
Вихід молочного жиру, кг	259,27 $\pm$ 2,49 ^a	342,62 $\pm$ 6,17 ^b	358,41 $\pm$ 11,57 ^b
Вихід молочного білка, кг	200,65 $\pm$ 1,40 ^a	272,45 $\pm$ 4,67 ^b	279,11 $\pm$ 8,04 ^b
SCS, балів	2,11 $\pm$ 0,12 ^a	2,50 $\pm$ 0,13 ^c	3,17 $\pm$ 0,23 ^b
Маржинальний дохід, грн	-7443,3 $\pm$ 1532,00 ^a	5449,5 $\pm$ 1977,05 ^b	5675,5 $\pm$ 3500,54 ^b

Примітки: різні літери ^{ab} всередині рядка вказують на достовірну різницю на рівні 0,1%, різні літери ^{bc} у рядку вказують на достовірну різницю на рівні 5%

Молочна продуктивність корів підвищується з віком, хоча і кількість соматичних клітин у їх молоці також зростає. Подібну тенденцію встановили і інші автори, зокрема дослідження Kul et al., 2019 [179] вказують на збільшення денного надою молока та одночасне зростання кількості соматичних клітин у корів другої і третьої лактацій, порівняно із первістками. Zhao et al., (2015) [257] встановили, що корови голштинської породи другої лактації мають вищий надій, порівняно з першою та третьою лактацій, але у корів за третю лактацію – найвища середня кількість соматичних клітин.

Низька молочна продуктивність корів за першу лактацію призводить до негативного маржинального доходу від їх утримання. Найнижчий маржинальний дохід у -7443,3 грн отримують від корів за першу лактацію, тому їх селекція за результатами першої лактації не є ефективною. Найбільш прибутковими є тварини третьої лактації, середній маржинальний дохід, від утримання яких достовірно ($p \leq 0,001$) вищий на 13118,78 та на 226,01 грн, ніж від корів першої та другої лактацій відповідно. Незважаючи на найвищий маржинальний дохід, отриманий під час третьої лактації, було вирішено більш глибоко проаналізувати результати тварин другої лактації, а також розрахувати економічні ваги (економічні вагові коефіцієнти) за результатами другої лактації, оскільки, як правило, селекціонери використовують дані другої лактації для племінних цілей. Зазвичай в Україні як критерій вибракуння корів використовують надій за лактацію. Отримані дані показують, що молочна продуктивність корів у стаді за 2-гу лактацію є неоднорідною і могла бути покращена цілеспрямованим розведенням.

У практичній роботі щороку до 25% маточного поголів'я підлягає ремонту нетелями, тому провели порівняння 25% кращих і 25% гірших корів за результатами 2-ї лактації. Дані таблиці 3.56, свідчать, що показники продуктивності 25% кращих тварин вірогідно ($p \leq 0,001$) відрізнялися від продуктивності 25% найгірших тварин. Найкращі корови мають достовірно ($p \leq 0,001$) вищі надої за 305 днів лактації на 2941,6 кг, вихід

молочного жиру на 90,5 кг та білка на 79,2 кг, порівняно з найгіршими 25% корів.

Таблиця 3.56

Продуктивність за стандартну другу лактацію 25% найкращих і 25% найгірших корів (ранжовано за надоем) ($M \pm m$)

Показник	Ознаки			
	надій, кг	ВМЖ, кг	ВМБ, кг	SCS
25% найкращих корів за надоем за лактацію (n=21)	9770,62±226,29***	379,75±8,50***	304,07±6,56***	2,36±0,26
25% найгірших корів за надоем за лактацію (n=21)	6829,00±235,72	289,23±10,98	224,92±7,95	2,49±0,24

Примітки: *** $p \leq 0,001$

За цього як, критерій розведення можна взяти індивідуальний маржинальний дохід корів. Було виявлено, що маржинальний дохід між групами значно різниться. Зокрема, найкращі 25% тварин за своїм маржинальним доходом мали достовірно ($p \leq 0,001$) вищий надій на 2151 кг порівняно з 25% найгірших тварин (табл. 3.57).

Таблиця 3.57

Продуктивність за стандартну другу лактацію 25% найкращих і 25% найгірших корів (ранжування за маржинальним доходом) ($M \pm m$)

Показник	Надій за 305, кг	ВМЖ, кг	ВМЖ, кг	SCS	Тривалість лактації, днів
25% найкращих (n=21)	9330,67±197,62***	386,4±8,12***	301,7±4,41***	2,34±0,29	350±10,7*
25% найгірших (n=21)	7179,29±302,07	286,6±12,03	232,04±9,88	2,89±0,25	455±28,5

Примітка: * $p \leq 0,05$, *** $p \leq 0,001$

Найкращі 25% тварин також мали достовірно вищий вихід молочного жиру та білка на 99,8 та 69,7 кг відповідно ($p \leq 0,001$). За цього тварини з вищим маржинальним доходом мають нижчий SCS на 0,55 бала. Хоча дані SCS безпосередньо не враховували для розрахунку маржинального доходу, очевидно, що через їх вплив на якість молока така залежність існує. Однак вона не була знайдена за допомогою кореляційного аналізу, оскільки зв'язок між показником соматичних клітин і маржинальним доходом, який був

розрахований окремо для 1-ї, 2-ї та 3-ї лактації, не був значущим. Дисперсійний аналіз показав достовірного впливу фактора «SCS» корів 2-ї та 3-ї лактації на маржинальний дохід.

Зрозуміло, що для підвищення ефективності розведення молочної худоби необхідно проводити інтенсивну селекцію корів [44]. Головне питання: які критерії вибирати для розведення? Очевидно, що вибраккування корів лише на основі вимірюваних натуральних величин (надій молока, вихід молочного білка та жиру) не впливає безпосередньо на підвищення рентабельності виробництва. Набагато важливішим для економічної рентабельності виробництва молока є вплив селекційної роботи на збільшення маржинального доходу. Розуміючи це, було проведено розрахунок індивідуального маржинального доходу від розведення кожної корови. Отримані після такого розрахунку значення відображали грошову оцінку зміни продуктивності на одиницю і можливо розглядати як економічну вагу (економічні вагові коефіцієнти) для використання в селекційному індексі. Інструментом для цього розрахунку обрано множинний регресійний аналіз різних ознак продуктивності (незалежні змінні) на річний маржинальний дохід від виробництва молока (залежна змінна), який виявив, що коефіцієнт регресії за ознакою «вихід білка за 305 днів лактації» був найвищим і дорівнює 199,99 грн, за ознакою «вихід жиру за 305 днів лактації» – 67,50 грн. Найнижчим був коефіцієнт регресії для ознаки «надій за 305 днів лактації» – 0,99 грн (табл. 3.58).

Таблиця 3.58

Коефіцієнти регресії (економічна вага) молочної продуктивності та функціональних ознак за маржинальним доходом від виробництва молока корів 2-ї лактації

Ознаки	Економічні ваги ознак, грн
Сервіс період, днів	-37,48***
Надій за 305 днів лактації, кг	0,99
Вихід молочного жиру за 305 днів лактації, кг	67,50***
Вихід молочного білка за 305 днів лактації, кг	199,99***
SCS, балів	-710,07

Примітка: *** $p \leq 0,001$

Той факт, що за сучасних ринкових умов України економічна вага (економічний ваговий коефіцієнт) для таких ознак, як вихід білка і жиру для економіки виробництва молока набагато важливіше, ніж надій, було добре відомо [14], але точні розрахункові цифри раніше не наводили. Такий баланс між важливістю ознак характерний не лише для України, а й спостерігається іншими дослідниками [106, 176].

Подібна ситуація відображена в селекційних індексах різних країн, але в різних співвідношеннях. У індексі північних країн (Nordic Total Merit Index) для голштинської породи співвідношення між економічною цінністю жиру, білка та надоїв становить 1,28; 4,6; -0,030. Подібна тенденція (найдорожчий білок і жир) спостерігається і в інших країнах, де традиційно вживають молочні продукти (Данія, Фінляндія, Швеція), але абсолютні значення для кожної ознаки дещо відрізняються (Kargo et al., 2014)[172]. Натомість, у південних країнах, як-от Іран, співвідношення становить 1,36; -1,02; 0,15 дол. США відповідно, що можна пояснити відсутністю ринкового попиту на білок у цих країнах (Sadeghi-Sefidmazgi et al., 2012) [221].

Що стосується України, то країна орієнтована на ринки ЄС та Північної Америки й отримує генетичний матеріал із цих регіонів. Отже, розрахована економічна вага допоможе селекціонерам удосконалити національні програми селекції корів відповідно до сучасних тенденцій.

3.5.2. Обґрунтування селекційного індексу

Для розробки селекційного індексу використали дані з СК «Восток». У ньому тварини характеризувалися високою молочною продуктивністю. Значення надою за 305 днів лактації знаходилися на рівні від 7800 кг до майже 9000 кг за помірного вмісту жиру (4,02–4,07%) і невисокого вмісту білка (3,10–3,11%) в молоці. Тривалість сервіс-періоду корів є досить великою (152–173 дні), що зумовлює низький рівень відтворення (вихід телят на 100 корів становить 81 голову) і, як наслідок, недостатній рівень ремонту стада.

За урахування якісного складу реалізаційна ціна 1 кг молока в СК «Восток» становить 14,61 грн. Застосовувавши метод розрахунку економічних ваг визначили відповідні економічні ваги для ознак селекції (табл. 3.59).

Таблиця 3.59

Економічні ваги селекційних ознак

Ознака	Економічна вага, грн.
Кількість молочного білка, кг за лактацію	469,72
Кількість молочного жиру, кг за лактацію	361,67
Сервіс-період (днів) відповідно до вартості вирощування телички:	
450 дол. (12500,00 грн)	-11,39
850 дол. (23611,11 грн)	-21,39
1300 дол. (36111,11 грн)	-32,50
1750 дол. (48611,11 грн)	-43,89

Після розрахунків індексних ваг побудували селекційні індекси для добору корів за ознаками молочної продуктивності та відтворення залежно від вартості однієї телички. Значення індексних ваг наведено у таблиці 3.60. Кількість молочного білка має найвищу і позитивну індексну вагу (від +743,89 до +775,28), яка збільшується за підвищення вартості телички. Водночас індексні ваги кількості молочного жиру і сервіс-періоду були негативними. Найвищі відносні ваги у розроблених селекційних індексах отримав показник кількості молочного білка, що зумовлено найбільшим значенням економічної ваги цієї ознаки. Відносні індексні ваги сервіс-періоду мають найменші значення внаслідок низької успадкованості цієї ознаки.

Таблиця 3.60

Абсолютні (b, грн/од.) і відносні (rw, %) ваги ознак у селекційних індексах

Ознака	Вартість вирощування телички, грн.							
	12500,00		23611,11		36111,11		48611,11	
	Індексні ваги							
	b	rw	b	Rw	B	Rw	b	rw
Кількість молочного білка, кг	+743,89	56,9	+753,61	56,7	+764,44	56,6	+775,28	56,4
Кількість молочного жиру, кг	-453,61	42,5	-461,39	42,5	-470,00	42,6	-478,89	42,7
Сервіс-період, днів	-8,06	0,6	-9,44	0,8	-10,56	0,8	-11,94	0,9

Використовуючи індексні ваги, які розраховані для різних сценаріїв вартості телички, запропонували чотири варіанти індексів (формули 3.1–3.4):

Для вартості телички 12500,00 грн

$$I = (y_{PY} - M_{PY}) \times 743,89 + (y_{FY} - M_{FY}) \times -453,61 + (y_{DO} - M_{DO}) \times -8,06 \quad (3.1)$$

Для вартості телички 23611,11 грн

$$I = (y_{PY} - M_{PY}) \times 753,61 + (y_{FY} - M_{FY}) \times -461,39 + (y_{DO} - M_{DO}) \times -9,44, \quad (3.2)$$

Для вартості телички 36111,11 грн

$$I = (y_{PY} - M_{PY}) \times 764,44 + (y_{FY} - M_{FY}) \times -470,00 + (y_{DO} - M_{DO}) \times -10,56, \quad (3.3)$$

Для вартості телички 48611,11 грн

$$I = (y_{PY} - M_{PY}) \times 775,28 + (y_{FY} - M_{FY}) \times -478,89 + (y_{DO} - M_{DO}) \times -11,94, \quad (3.4)$$

де y_{PY} , y_{FY} , y_{DO} – фенотипові значення кількості молочного білка (PY), кількості молочного жиру (FY) та сервіс-періоду (DO) корів, відповідно;

M_{PY} , M_{FY} , M_{DO} – середні значення по стаду кількості молочного білка, кількості молочного жиру та сервіс-періоду корів, відповідно;

У таблиці 3.61 представлено середні значення розроблених селекційних індексів корів по лактаціях.

Спостерігається тенденція поступового збільшення значень селекційних індексів у корів до 5-ї лактації з їх подальшим зменшенням, що зумовлено віковою динамікою рівня молочної продуктивності тварин.

Таблиця 3.61

Середні значення селекційних індексів корів у СК «Восток» за лактаціями

Номер лактації	Вихід молочного, кг		СП, днів	Вартість телички, кг			
	жиру	білку		12500	23611	36111	48611
				Середнє значення селекційного індексу, грн			
1	311,1	238,1	130	-2970,62	-2984,45	-2998,49	-3009,23
2	340,8	262,5	122	1815,62	1820,93	1825,97	1828,54
3	341,5	263,9	120	2524,07	2539,37	2554,87	2568,16
4	345,5	266,9	124	2959,93	2968,58	2978,59	2984,21
5	329,6	254,1	121	670,55	682,68	694,31	706,83
6	344,2	266,0	124	2809,48	2818,30	2828,50	2834,60
7	287,7	221,3	130	-4787,09	-4781,15	-4774,51	-4758,02
8	265,0	205,2	119	-6438,81	-6397,77	-6358,30	-6299,50

За цього з підвищенням вартості телички від 12500,00 до 48611,11 грн величини індексів майже не змінюються. Було проведено визначення коефіцієнтів кореляції та регресії між ознаками молочної продуктивності та відтворення й значеннями селекційних індексів (табл. 3.62).

Таблиця 3.62

Коефіцієнти кореляції та регресії між ознаками молочної продуктивності/відтворення та значеннями селекційного індексу за різної вартості теличок

Ознака	Значення селекційного індексу за різної вартості вирощування телички, грн			
	12500,00	23611,11	36111,11	48611,11
	Коефіцієнт кореляції			
Кількість молочного білка	+0,7528***	+0,7576***	+0,7629***	+0,7681***
Кількість молочного жиру	+0,0925*	+0,0871*	+0,0811*	+0,0750*
Сервіс-період	+0,0164	+0,0117	+0,0065	+0,0012
	Коефіцієнт регресії			
Кількість молочного білка, кг/грн.	+0,0530	+0,0534	+0,0538	+0,0542
Кількість молочного жиру, кг/грн.	+0,0080	+0,0075	+0,0070	+0,0065
Сервіс період, днів/грн.	+0,0015	+0,0011	+0,0006	+0,0001

Примітки: * $p \leq 0,05$, *** $p \leq 0,001$

Найвищий кореляційний зв'язок (від 0,752 до 0,768, $p \leq 0,001$) встановлено між значеннями селекційних індексів і кількістю молочного білка, значно нижчий – між значенням селекційного індексу і кількістю молочного жиру. Очевидно, що зв'язок між значеннями селекційних індексів і сервіс-періодом майже відсутній, а коефіцієнти кореляції – невірогідними. У роботі було проведено оцінку бугаїв на основі селекційних індексів їх дочок (табл. 3.63).

Варто зазначити, що середня оцінка бугаїв за вартості вирощування телиці 12500,00 грн коливається в межах від -7246,7 до 9358,7 грн (для дочок Лідера UA 8011333507 та Трофея UA 6300765661 відповідно). Порівняння оцінок дочок тих самих плідників, за зміни вартості вирощування теличок від 12500,00 та 48611,11 грн, засвідчує наявність тенденції до зменшення величини селекційного індексу на 1,8 % для Зоряного та Ліптона. Індекс дочок Бізона NL 761829452, Джіпсона Ет FR 3535222528 та Ромена UA 8010591081 зменшився на 3,4, 4,2 та 14 % відповідно. У окремих плідників оцінка дочок збільшується за збільшення вартості вирощування телички, зокрема

Дарного UA 5900260662 та Рейнхарда UA 6300446717 на 1,7 та 1,9 %. Це пояснюється збільшенням відносної ваги сервіс-періоду в індексі для моделей індексів за вартості телиці 12500,00 та 48611,11 грн (дивись таблицю 3.60).

Таблиця 3.63

Оцінка бугаїв за якістю дочок за використання селекційних індексів (СІ)

Кличка плідника	n	Вартість вирощування телички, грн			
		12500,00	23611,11	36111,11	48611,11
Аскет UA 8011167205	49	1328,6±1299,80	1327,2±1299,42	1328,5±1300,40	1326,6±1298,72
Бізон NL 761829452	74	-1130,4±806,09	-1143,3±806,00	-1156,1±806,75	-1169,1±805,92
Бриз UA 6300777972	106	1076,6±848,11	1074,0±849,48	1072,6±851,38	1068,5±851,87
Герцог UA 1800619813	21	4243,3±2335,29	4243,0±2333,45	4245,8±2333,91	4239,9±2329,30
Дарний UA 5900260662	32	-2670,0±1887,16	-2655,8±1889,59	-2644,5±1893,90	-2625,1±1894,80
Джипсон FR 3535222528	21	3540,4±1491,21	3493,8±1489,81	3450,5±1489,92	3392,0±1486,93
Зоряний UA 6300447275	59	2639,9±1299,75	2624,7±1299,99	2612,4±1301,33	2591,9±1300,13
Лідер UA 8011333507	21	-7246,7±1203,42	-7249,4±1202,24	-7255,5±1202,27	-7247,8±1199,86
Ліптон UA 8000358181	29	3087,6±1479,12	3071,1±1476,98	3056,3±1475,97	3032,6±1471,73
Мажор UA 8010785745	51	-2400,1±960,22	-2406,7±960,21	-2414,4±960,91	-2418,5±959,84
Марс UA 6300661596	40	332,8±1357,12	341,5±1360,21	347,7±1364,13	355,2±1365,98
Патріот UA 6300755786	191	-205,8±616,12	-207,8±616,64	-209,6±617,59	-211,4±617,44
Портулак UA 5600607838	209	-886,3±606,21	-882,5±606,08	-880,6±606,46	-875,9±605,63
Рауль UA 3200801725	50	4427,6±1574,91	4428,3±1576,75	4433,9±1579,86	4430,2±1580,15
Рейнхард UA 6300446717	108	-2632,4±740,49	-2615,6±740,39	-2603,0±740,89	-2581,8±739,92
Річ NL 736463357	63	-2740,1±702,95	-2736,7±701,79	-2733,8±701,48	-2725,0±699,63
Ромен UA 8010591081	28	-187,2±1095,99	-196,9±1096,27	-204,3±1097,51	-213,4±1096,84
Трофей UA 6300765661	29	9358,7±1697,27	9362,2±1697,65	9375,7±1699,18	9370,0±1697,52

Вищезазначене свідчить про те, що під час планування селекційних заходів доцільно одночасно враховувати як ознаки продуктивності тварин, так і

репродуктивні. Вибір моделі індексу слід здійснювати з урахуванням вартості вирощування теличок у господарстві.

3.6. Економічна ефективність результатів досліджень

Важливим елементом оцінки селекційних заходів є оцінювання потенційної економічної ефективності використаних індексів. Оскільки переважна кількість господарств проводить вибракування корів на основі рівня їх надою, в цій роботі за мірило ефективності індексу було взято економічний потенціал корів, хибно вибракуваних за надоєм за 305 днів лактації але збережених за результатами індексної оцінки, виміряний як перевага над середнім значенням тварин, вибракуваних обома методами. Для проведених розрахунків взяли ціну 1 кг молока з базисним вмістом жиру (3,4 %) та білка (3,0 %) відповідно до діючих у період проведення досліджень цін у господарстві – 13,2 грн. Щорічний рівень виведення корів зі стаду становив 30%. Це було взято за орієнтир для проведених розрахунків. Оскільки у роботі розроблено 5 варіантів селекційних індексів, було проведено аналіз ефективності застосування кожного з них (3.64).

Щороку в господарстві планово бракують 264 корови. Для аналізу всіх корів стада вибракують одночасно різними методами: винятково за надоєм за 305 днів лактації; за селекційним індексом, який розроблено на основі економічних ваг, розрахованих за маржинальним доходом (СІ); та селекційними індексами на основі економічних ваг за різної вартості вирощування телиці СІ 12500, СІ 23611, СІ 36111 та СІ 48611. Частина корів, вибракуваних різними методами не збігається. Ці тварин стали основою оцінки економічної ефективності кожного окремого індексу. На заміну корів (оцінених за індексами), яких було вирішено залишити у стаді, вибраковували інших тварин на основі їх молочної продуктивності. Отже, кількість вибракуваних тварин у кожному випадку залишалася однаковою. Слід зазначити, що корови, яких вибракувано внаслідок використання СІ 23611, СІ 36111, не відрізняються, і тому середні значення показників продуктивності та прибутку корів

вибракуваних за використання цих індексів є однаковими, що свідчить про те, що зміна вартості вирощування телиці з 23611 тис. грн до 36111 тис. грн не впливає суттєво на середній виторг від реалізації молока. Так, порівнюючи результати бракування корів за СІ та за результатами надою, виявлено 9 корів (3,4 %). Корови, які за результатами СІ не були вибракувані переважають вибракуваних тварин за надоєм на 814,1 кг, за виходом білка на 25,3 кг, а за виходом жиру на 32,4 кг.

Таблиця 3.64

Економічна ефективність корів, які пройшли добір за індексом, але були вибракувані за надоєм

Варіант вибракування	п	Продуктивність за 305 днів лактації, кг			Сервіс період, днів	Середній виторг від реалізації молока, грн
		Надій	Молочний жир	Молочний білок		
СІ	9	6816,9±13,66	278,1±1,01	212,4±0,51	89±4,2	99216,97±239,12
За надоєм	264	6002,8±43,4	245,7±1,74	187,1±1,36	107±1,9	87547,5±627,34
СІ 12500	45	6631,8±23,52	268,1±1,08	207,6±0,63	104±3,7	96448,3±323,45
За надоєм	264	6051,7±46,42	247,8±1,85	188,4±1,45	107±2,02	88232,38±668,73
СІ 23611	46	6630,8±23,03	268,1±1,05	207,6±0,62	103±3,6	96439,99±316,45
СІ 36111	46	6630,8±23,03	268,1±1,05	207,6±0,62	103±3,6	96439,99±316,45
За надоєм	264	6052,6±46,48	247,8±1,86	188,5±1,45	107±2,0	88248,8±669,97
СІ 48611	49	6630,0±21,92	268,1±0,99	207,4±0,59	102±3,5	96389,2±301,30
За надоєм	264	6056,4±46,71	248,0±1,87	188,6±1,46	107±2,0	88311,6±673,51

Їх сервіс-період коротший на 18 днів. Така перевага у продуктивності зумовила той факт, що ці тварини, за умови збереження продуктивності, могли б принести господарству більший прибуток у середньому на 11669,47 грн за лактацію, порівняно із середнім від вибракуваних тварин. Після оцінки корів за індексом СІ 12500 стало зрозумілим, що результати бракування відрізняються у 45 тварин (17%). Корови, не вибракувані за СІ 12500 переважають в середньому вибракуваних за надоєм на 580,1 кг, за виходом білка на 19,2 кг, а за виходом жиру на 20,3 кг та мають коротшу тривалість сервіс-періоду на 3 дні. Вони могли дати потенційно більший прибуток від вибракуваних на 8215,92 грн у середньому на голову.

Результати бракування за СІ 23611 та СІ 36111 виявилися однаковими. Це свідчить про те, що зміна вартості вирощування телички від 23611 до 36111 грн

не впливає на оцінку тварин у цьому стаді. Порівняння бракування корів за зазначеними індексами та за надоем, виявило різницю в 46 голів. Тварин, які не вибракувані за індексом переважають в середньому вибракуваних тварин за надоем на 578,2 кг, за виходом білка на 19,1 кг, а за виходом жиру на 20,3 кг. Вони мають також коротший сервіс-період на 4 дні. Ці тварин потенційно дають більший на 8191,19 грн прибуток у середньому на корову, порівняно із середнім значенням вибракуваних корів.

Порівняння результатів бракування корів за СІ 48611 та за надоем засвідчило, що за цією моделлю спостерігається максимальна розбіжність – 49 корів. Зазначені корови переважають в середньому вибракуваних за надоем на 573,6 кг, за виходом білка на –18,8 кг, а за виходом жиру на – 28,1 кг. Перевага у прибутку на одну корову становила на 8077,6 грн. Варто зазначити, що зі зростанням вартості вирощування телички у господарстві ефективність розроблених індексів зменшується від 8215,92 грн на одну голову для індексу СІ 12500 до 8077,6 грн, для індексу СІ 48611. Водночас збільшувалась кількість тварин, які не збігались за результати оцінки. Однак найвища ефективність за порівняння результатів у такий спосіб було встановлено для індексу СІ – 11669,47 грн у середньому на одну голову. Отже виходячи із цих результатів, слід зазначити, що бракування корів винятково за надоем без врахування кількості молочного білка, жиру та сервіс-періоду, не сприяє зростанню ефективності виробництва. Застосування розроблених індексів дає можливість племінним господарствам реалізовувати вибракуваних тварин, які мають відносно високу індексну оцінку, іншим господарствам.

Водночас потрібно розуміти, що якщо господарство має намір зберегти запланований рівень бракування, однак не бажає вилучати зі стада тварин, які за індексною оцінкою не повинні бути вибракувані, то на заміну цим тваринам потрібно буде бракувати інших, гірших за індексом. Оцінювання таких двох груп тварин (залишених і вилучених) було взято за основу додаткового аналізу. Для цього було порівняно потенційний прибуток від реалізації молока за лактацію у тварин, які відрізняються за індексною оцінкою та за надоем з

урахуванням витрат на утримання корів під час подовженого сервіс-періоду. За вартість одного дня утримання корови взяли показник у господарстві, який становить 190 грн/добу. Тварини, дібрані за індексом, мають коротший сервіс-період, який за урахування вартості одного дня утримання корів дає економічну перевагу від їх розведення в середньому на 14292,2, 6654,2, 6579,8 та 7363,5 грн відповідно за різними індексами. Водночас корови, вибракувані за надоєм і залишені у стаді на підставі їх оцінки, за всіма варіантами індексу мають меншу молочну продуктивність, порівняно з вибракуваними за надоєм. Отже, їх сервіс-період суттєво коротший. Зменшення тривалості сервіс-періоду для корів, які залишаються у стаді на підставі бракування за СІ, порівняно з вибракуваними за надоєм, призводить до економії в середньому з розрахунку на одну тварину у розмірі 13567,65 грн. У випадку з іншими індексами (СІ 12500, СІ 36111 та СІ 48611) збереження рівня бракування корів стада заміною оцінених за індексами коровами, вибракованими за надоєм призводить до збитків у середньому на голову від -1584,1 грн до 1299,2 грн (рис. 3.25).

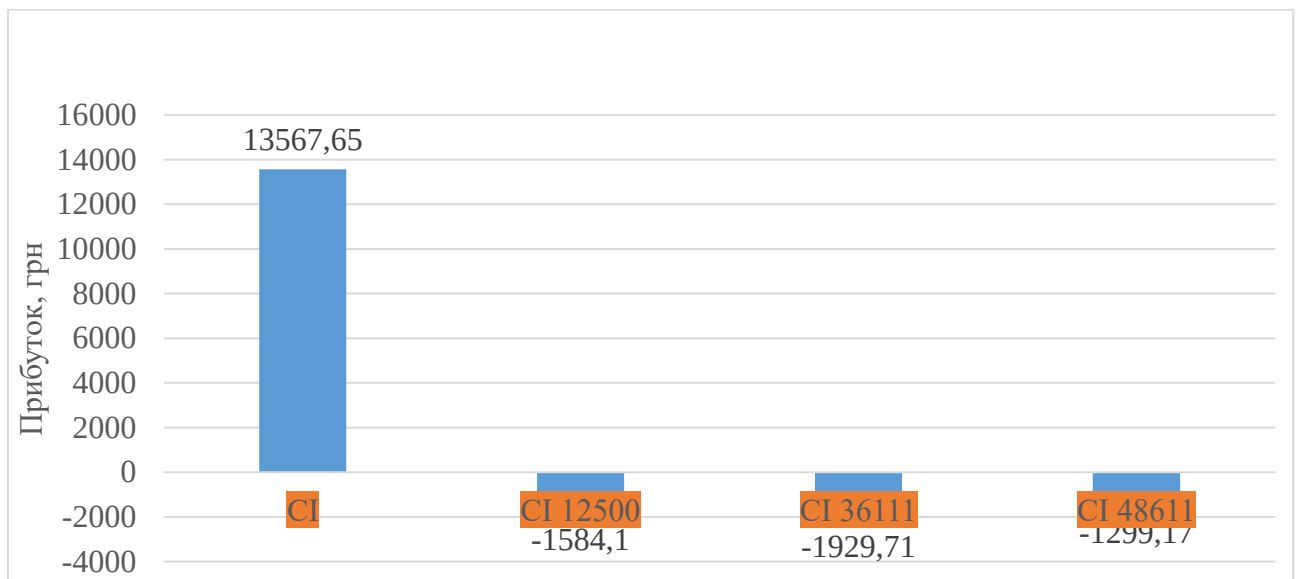


Рис. 3.25. Різниця в прибутку від корів, які вибракувані за надоєм та залишені на підставі індексної оцінки за урахування затрат на додатковий сервіс-період

За умов збереження рівня бракування у стаді на рівні 30% найбільш ефективним є індекс СІ, який надає можливість отримати додатковий прибуток у середньому на тварину у розмірі 13567,65 грн за лактацію.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Комплексна оцінка тварин є передумовою для забезпечення ефективності ведення молочного скотарства. Об'єднання різних джерел інформації та їх аналіз дозволяє врахувати різноманітні аспекти з метою формування обґрунтованого рішення щодо доцільності використання тварин у стаді. У цій роботі було проведено чотири блоки робіт, необхідних для побудови комплексного індексу: проаналізували популяційні параметри стада та визначили взаємозв'язки між ознаками. Провели облік та аналіз продуктивності з вивченням можливості здійснення прогнозу у випадку відсутності частини даних. Розраховували економічні ваги для окремих ознак з урахуванням ситуації на ринку молочної продукції. Побудували різні моделі індексів і провели їх валідацію.

Аналіз популяційних параметрів було проведено шляхом оцінки різноманітних селекційних ознак та встановлення зв'язку між ними. Проаналізовано не лише ознаки продуктивності, а й ознаки лінійної оцінки типу. Оцінка екстер'єру корів є невід'ємною частиною комплексної оцінки генетичної цінності [23, 73, 33, 69]. Цю тему всебічно досліджено на коровах різних вікових груп голштинської породи. Численними дослідженнями встановлено та оцінено велику кількість кореляційних залежностей між ознаками лінійної оцінки типу та продуктивності (див. табл. 1.7).

Більшість отриманих у нашій роботі результатів щодо перевірки кореляційних залежностей між ознаками лінійної оцінки типу та продуктивності співпадає з результатами інших дослідників, тобто отримані як результат розрахунків коефіцієнти кореляції перебувають в межах лімітів коливань відповідних показників, встановлених іншими дослідниками.

Встановлено, що кореляційні зв'язки між виходом молочного жиру та білка і сервіс-періодом у корів є прямо пропорційними і коливаються у межах 0,146–0,395 та 0,148–0,422, що є подібним до інших результатів [84]. Надій за стандартну лактацію позитивно корелює з тривалістю сервіс-періоду, що

збігається з результатами інших досліджень [84, 142, 72]. Нами виявлено вірогідний негативний кореляційний зв'язок між вмістом лактози та SCS на рівні $-0,373$, який підтверджується аналогічними дослідженнями інших авторів [84, 257], в яких кореляція між цими ознаками коливається у межах від $-0,14$ до $-0,71$ залежно від господарства. У нашій роботі знайдено вплив на окремі ознаки лінійної оцінки типу таких факторів, як номер та стадія лактації. Встановлено також значущий вплив фактору плідник та номер лактацій на надій за 305 днів лактації, що підтверджують результати інших досліджень [38, 147, 35, 74]. В даній дисертаційній роботі спостерігається тенденція, щодо збільшення надою за стандартну лактацію корів з віком, що підтверджується іншими дослідниками [36].

Величини фенотипових кореляцій між ознаками лінійної оцінки типу та сервіс-періодом у нашій роботі не збігаються із результатами, отриманими іншими [170] дослідниками. Так, для популяції голштинської породи Польщі отримані коефіцієнти кореляції, коливання яких було в межах від $-0,04$ (для переднього прикріплення вимені та глибини вимені) до $0,06$ (для молочного характеру). Інші ознаки мають проміжні величини кореляційних зв'язків. Водночас у нашій роботі встановлено, що між сервіс-періодом та окремими ознаками лінійної оцінки типу існує кореляційний зв'язок на рівні від $-0,267$ для молочного характеру до $0,226$ для ступеня вгодованості.

Значну увагу селекціонери звертають на функціональні ознаки корови. Термін «функціональні» ознаки введено для позначення фенотипових ознак, які впливають або вказують на благополуччя корови, і наразі їх активно залучають до селекційних індексів. Функціональні ознаки є різноманітною групою, яка містить рівень відтворення, здоров'я та стійкість до хвороб, споживання корму та довголіття [96]. Зважаючи на наявність кореляційних залежностей між окремими ознаками лінійної оцінки типу та продуктивністю чи функціональними ознаками, радикально високі або низькі оцінки ведуть за собою зміни, які не є оптимальними для користувальних потреб, і як наслідок, не є економічно вигідними для власника тварин. Зокрема, доведено [113], що

корови, які отримали оцінки за ознаку глибина вимені від 1 до 4 балів, мають довше життя на 176 днів, ніж із оцінкою більше 6 балів, до того ж корови із більшою оцінкою за цією ознакою мають більшу молочну продуктивність.

Цікавим є вивчення лактаційної кривої, яка відображає фенотипове вираження біологічних процесів, пов'язаних із секрецією молока під час лактації [185, 49]. За результатами цієї дисертаційної роботи встановлено, що всі досліджувані фактори (сезон отелення, тривалість сервіс-періоду, походження корів) впливають на параметри моделі Вуда, і як наслідок, на форму лактаційної кривої і стійкість лактації. Відомо, що окремі негенетичні фактори впливають на параметри моделі лактаційної кривої [233] та його склад. Корови із високими значеннями стійкості лактації мають повільну швидкість спаду продуктивності, натомість корови із швидким спадом надоїв зазвичай мають низьку стійкість лактації [114]. В наших дослідженнях кореляція між надоєм за стандартну лактацію та параметром «*a*» була позитивною, як і в аналогічних дослідженнях інших науковців [99]. Встановлено, що корови із вищим показником стійкості лактації досягають її піка пізніше, що кореспондується із даними, отриманими у дослідженні [88]. Вважаємо, що стійкість лактації, як ознаку, мають застосовувати в селекційних програмах, адже її коефіцієнт успадкованості становить 0,16, 0,19 та 0,14 для корів першої, другої та третьої лактацій відповідно [255], що є достатнім для введення до індексу.

За даними Bao & Xie, 2022 [91] починаючи із 2016, року у світі значно підвищилася кількість статей, в яких розглядається питання застосування штучного інтелекту в тваринництві. Отримані в наших дослідженнях результати підтверджують перспективність такого підходу і в Україні. За результатами аналізу виявили, що сформовані штучні нейронні мережі (ШНМ) прогнозують молочну продуктивність із різною точністю. Тобто, одні мережі краще прогнозують надій, водночас інші – вміст жиру, і навпаки.

Важливим критерієм, яким керуються фермери під час проведення оцінки тварин, є вартість її проведення. За урахування вартості одного лабораторного

аналізу якості молока на рівні 36 грн, вартість аналізу молочної продуктивності корови протягом лактації (10 контрольних доїнь) становить 360 грн. Застосовуючи ШНМ в різних варіаціях, вдається зменшити вартість оцінювання однієї корови на понад 50% (мережі ШНМ 1, ШНМ 2 та ШНМ 3). Варто відзначити, що взяття проб для аналізу на фермі є досить трудомістким процесом, який потребує додаткових витрат часу робітниками, тож реальна економія буде навіть вищою. Отримані нами результати дозволяють зробити висновок, що, застосовуючи ANN, можна скоротити кількість контрольних доїнь під час оцінювання молочної продуктивності корів за 305 днів лактації без суттєвої втрати точності оцінки.

З-поміж різних оцінених варіантів найбільш ефективною є ШНМ 1, адже з її допомогою отримано найкращий прогноз як для надою, так і для вмісту жиру за зменшеної вартості загальної оцінки.

Як результат досліджень ми виявили, що важливими чинниками, які впливають на точність прогнозу кожної мережі є кількість контрольних доїнь, включених у розрахунки, та їх порядковий місяць від початку лактації. Так, найбільш коректні результати отримали першою мережею, яка формується з даних 5-ти контрольних доїнь, рівномірно розподілених протягом лактації: перше, друге, п'яте, восьме і десяте доїння. Подібного висновку дійшли й інші дослідники [154], які вважають, що кількість контрольних доїнь суттєво впливає на точність прогнозу в усіх моделях.

Потрібно зазначити, що проблемним питанням є оцінка точності результатів розрахунку ШНМ. В нашій роботі ми порівнювали прогноз ШНМ з результатами розрахунку загальноприйнятим Test Interval Method, які ми взяли за контроль. Напевно, краще б було взяти за контроль дані щоденних контрольних доїнь, але на жаль, таких можливостей не було. Тож подальші дослідження потрібно зосередити на перевірці точності прогнозу ШНМ, адже цілком можливо, що дані прогнозу, отримані за допомогою штучних нейронних мереж за використання 10 контрольних доїнь, є навіть точнішими, ніж розрахунки загальноприйнятим методом.

Застосування індексів у селекційній роботі дає можливість враховувати різні ознаки одночасно. Під час моделювання індексу важливо правильно розрахувати економічну значимість ознак, мірилом якої виступають економічні вагові коефіцієнти [44]. Часто економічну значимість ознаки визначає рівень прибутку, який формується на основі зіставлення продуктивності та витрат на отримання продукції. Підраховані [196] у такий спосіб коефіцієнти мають нелінійну залежність від рівня продуктивності й фактично знижуються за її підвищення. Так чи інакше, але для визначення економічних ваг використовують функцію прибутку господарства. Передумовою для цього є те, що господарство працює економічно ефективно, а підвищення продуктивності тварин, що пов'язане із загальною оптимізацією виробництва, не зараховують до генетичного поліпшення [183].

На основі використання множинної моделі регресії ми встановили економічні ваги для таких ознак, як надій за стандартну лактацію, вихід молочного жиру, вихід молочного білка, сервіс-період, бальна оцінка соматичних клітин, які становили 0,99, 67,50, 199,99, -37,48 та -710,1 грн відповідно. Отримані результати є подібними до даних, які отримали Cardoso et al., 2014 [108], оскільки у них економічна цінність цих ознак відповідає нашим результатам і становить для надою молока, виходу молочного жиру і білка 0,51, 1,94 і 6,41 \$ відповідно. Потрібно зазначити, що наразі в світі спостерігається значне варіювання значень економічних ваг поміж країнами. Зокрема в Австралії, для ознаки молочний білок, значення коливаються від 4,36 до 6,76, А \$, молочний жир від 1,35 до 2,08 А \$, надій молока за стандартну лактацію від -0,11 до -0,07 А \$ [90]. Асоціації джерсейської, айрширської та швіцької порід США у своїх селекційних індексах також відводять більшу економічну вагу для виходу білка порівняно із жиром [115]. Подібна ситуація спостерігається і в Новій Зеландії, в якій економічні цінності білка на 0,03 дол. США вище, ніж для жиру, а економічні ваги для ознаки надій становлять лише - 0,0651 дол. США. [134]. В окремих країнах, зокрема в Естонії, величина економічних ваг для вмісту жиру є від'ємною [212, 43]. Такі розбіжності

пояснюються різною специфікою ринків молочної продукції в зазначених країнах.

Отримана в цій роботі економічна вага молочного білка більша за вагу молочного жиру, що збігається з результатами інших дослідників [176, 146], які робили розрахунки для ринкових умов Угорщини та Австрії, однак відрізняється від результатів, отриманих для умов Ірану, де найменшу вагу застосовують в індексі для виходу молочного білка (-1,02 дол. США), а найбільше ціниться молочний жир (1,36). Економічна вага надою молока за лактацію становить 0,15 дол. США [221]. На нашу думку, це відбувається тому, що формування ціни на молоко і смаки споживачів у Європейських країнах більше схожі до українських реалій ніж перелічені характеристики в Ірані. Встановлено, що не залежно від вартості вирощування телиці, економічна вага білка вища за економічну вагу жиру, а збільшення сервіс-періоду на один день призводить до збитків.

Як стверджують Cole & VanRaden, 2018 [118], в індекс можливо додавати будь-які ознаки, але проблемою залишається вартість реєстрації ознак та оцінка їх економічної значущості, оскільки для багатьох ознак важко розрахувати їх фактичний вплив на економічну ефективність господарювання за певних умов на молочному ринку.

Як результат виконання дисертаційної роботи встановлено, що найбільшу ефективність показав індекс, який розраховували на основі економічних ваг, розрахованих на основі маржинального доходу від виробництва молока. На підставі розрахунків економічної ефективності можна зробити висновок щодо необхідності впровадження запропонованих у цій роботі селекційних індексів для вибракування корів із стад. Водночас результати наших досліджень виявили низку недосліджених питань, які потребують подальшого вивчення.

ВИСНОВКИ

1. Для оцінювання корів, найбільш ефективним є селекційний індекс, сформований на основі виходу молочного білка і жиру та тривалості сервіс-періоду із залученням їх економічних ваг, розрахованих за використання маржинального доходу, що забезпечує отримання додаткового прибутку на тварину у розмірі 13567,65 грн за лактацію.

2. Між надоем корів за стандартну лактацію та вмістом білка і жиру коефіцієнти кореляції негативні і вірогідні. Збільшення надою корів на 100 кг за лактацію та підвищення оцінки у балах вмісту соматичних клітин (SCS) призводять до подовження тривалості сервіс-періоду.

3. Позитивні коефіцієнти кореляції існують між надоем корів та їх молочним характером, висотою і центральною зв'язкою, а негативні – між надоем та переднім прикріпленням вимені і їх кондиціями.

4. Фактор «плідник» впливає на надій корів за лактацію вміст жиру і білка, тривалість сервіс періоду, коефіцієнт масштабування (параметр a), на ознаки лінійної оцінки типу, які введені до комплексу ознак вимя (висота прикріплення вимені ззаду, центральна зв'язка, розміщення передніх дійок, розміщення задніх дійок, довжина дійок, переднє прикріплення вимені, глибина вимені, залозистість), на кондиції їх дочок, кут задніх кінцівок та ратиці.

5. Старші тварини мають нижче прикріплення вимені і «слабшу» прикріплювальну зв'язку, ніж корови молодшого віку. Довжина дійок у старших корів є більшою, ніж у молодших тварин.

6. Фактор «вік корів» впливає на їх надій на тривалість сервіс-періоду стійкість лактації та прояв низки ознак лінійної оцінки типу (молочний характер, висота в крижах, глибина тулуба, ширина грудей (міцність), нахил заду, ширина заду, розвиток сухожилля, центральна зв'язка, розміщення передніх дійок, розміщення задніх дійок, довжина дійок).

7. Фактор «сезон отелення» впливає на тривалість сервіс-періоду від 0,029 до 0,208 ($p \leq 0,001$), на всі параметри моделі Вуда (коефіцієнт масштабування, швидкість підйому лактації до піка, швидкість спаду лактації після піка надою).

8. Фактор «стадія лактації» впливає ($\eta^2 =$ від 1,5 до 11,9) на центральну зв'язку, кут нахилу задніх кінцівок, глибину вимені, довжину дійок, кут нахилу ратиці, переднє прикріплення вимені, нахил крижів, вираженість ребер (кутастість), залозистість вимені, розміщення задніх дійок, молочний характер, кондиції тіла.

9. Найбільш точно прогнозувати молочну продуктивність за допомогою штучних нейронних мереж отримують на основі використання даних за перше, друге, п'яте, восьме і десяте контрольне доїння (ШНМ-1). Застосування штучних нейронних мереж дозволяє ранжувати племінних тварин за їх продуктивністю.

10. За використання коефіцієнта множинної регресії кожної ознаки на річний маржинальний дохід доведено, що економічна вага для виходу білка є найвищою і становить 199,99 грн, для виходу жиру – 67,5 грн, а для надою – 0,99 грн. Економічні ваги для бальної оцінки вмісту соматичних клітин та для тривалості сервіс-періоду були від'ємними (-710,07 і -37,48 грн. відповідно). За розрахунків економічних ваг на основі аналізу змін доходу від реалізації додаткової умовної одиниці продукції економічні ваги є більшими і становлять для кількості молочного білка 469,72 грн, а молочного жиру 361,67 грн. Подовження тривалості сервіс-періоду на один день призводило до зменшення доходу від -11,39 до -49,89 грн за вартості телиці 12500 та 48611 грн відповідно.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. За умов підприємств України для підвищення продуктивності та у т. ч поліпшення рівня відтворення корів доцільно застосовувати комплексний підхід до їх оцінювання комбінуючи інформацію з різних джерел.

2. З метою адаптації селекційних індексів до сучасних умов ринку, доцільно застосовувати економічні ваги, які для виходу молочного білка становлять 199,99 грн, виходу молочного жиру 67,5 грн, для тривалості сервіс періоду – -37,48 грн.

3. Для прогнозування молочної продуктивності корів за умов відсутності даних щодо окремих контрольних доїнь варто використовувати алгоритм штучних нейронних мереж. Для отримання найбільш точного прогнозу слід застосовувати дані про перше, друге, п'яте, восьме і десяте контрольне доїння, що дозволить здешевити процедуру оцінки продуктивності корів більше ніж на 50 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Альшанова О. Державна підтримка тваринництва: факт 2018 та пропозиція на 2019. Матеріали семінару Нідерландсько Український Молочний Центр. Київ. 2019.
2. Альшанова О. Державна підтримка тваринництва. Тваринництво сьогодні. 2019. № 2. С. 18–25.
3. Афанасенко В. Ю. Обґрунтування методів селекції за ознаками відтворення в процесі створення і удосконалення української червоно-рябої молочної породи : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.02.01 : захист 08.06.2004 / наук. кер. С.Ю. Рубан. Харків: Інститут тваринництва УААН, 2004. 15 с.
4. Бальников А. А. Подходы к идентификации животных в различных странах. Тваринництво сьогодні. 2018. № 8. С.12–17
5. Басовський М.З. Рудик, І.А. Буркат В.П. Вирощування, оцінка і використання плідників. К.: Урожай, 1992. 216 с.
6. Борщ О. О. Борщ О. В. Вплив екстер'єрних ознак корів-первісток на продуктивність в умовах роботизованого доїння. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: збірник наукових праць. Біла Церква. 2017 № 1. С.20–25.
7. Бриль С., Карпенко А. Новий продукт АІРТ та ДПСС – персональний кабінет користувача Єдиного держреєстру ветеринарних документів: цілі, можливості, переваги і хід пілотного тестування. Вебінар «Ідентифікація ВРХ в Україні: сучасний стан, перспективи й оптимізація роботи з АІРТ в умовах карантину», 28.04.2020. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=8o3Q3fj49fU&t=473s> (дата звернення 10.06.2020)
8. Вальчук О. А. Автоматизоване робоче місце лікаря ветеринарної медицини у системі моніторингу ветеринарного благополуччя у скотарстві. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Ветеринарна медицина, якість і безпека

продукції тваринництва. 2015. Вип. 221. С. 40–45.

9. Вальчук О. А., Деркач С. С., Жук Ю. В. Центр цифрового моніторингу благополуччя у скотарстві. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Серія: Ветеринарні науки. 2017. Т. 19, № 82. С. 222–225.

10. Вернер Маркус. Виробництво продукції скотарства в Німеччині. Матеріали семінару «Лінійна оцінка молочної худоби та визначення кондицій вгодованості тварин (BCS), в рамках проекту FABU. Київ, Німішаєве 27-29 листопада 2018.

11. Вернер Маркус. Організація племінного скотарства в Федеральній Землі Баден-Вюртемберг (RBW). Матеріали семінару «Лінійна оцінка молочної худоби та визначення кондицій вгодованості тварин (BCS), в рамках проекту FABU. Київ, Німішаєве 27-29 листопада 2018.

12. Винничук Д. Т., Максимов П. Д., Коваленко В. П. Экстерьерный тип и продуктивность коров. 1994. К., 36

13. Вишневський Л. В. Автоматизована інформаційна система в тваринництві, як основа селекційного процесу з породами. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. №1–2. С. 70–73.

14. Гетя А. А., Бочков В. М., Матвєєв М. А. (2017). Розрахунок економічних вагових коефіцієнтів для вмісту жиру та білка в молоці корів. Науковий журнал НУБіП України. Серія Тваринництво та технології харчових продуктів. 271.

15. Гетя А. А. Перспективи застосування тварин голландського походження для покращення типу корів голштинської породи в Україні. Аграрний вісник Причорномор'я. 2017. №84-1. С. 3–8.

16. Гетя А. А. Перспективи удосконалення системи забезпечення племінної роботи в Україні. Таврійський науковий вісник. 2018. № 99. С. 173–179.

17. Гетя А. А., Гнатюк С. А., Незамай А. М. Роль професійних громадських об'єднань в розвитку племінної справи в Україні. Цілі сталого

розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, Україна, 23–25 травня 2018 року: матеріали конференції. Київ. 2018. Т. 3., 91–93

18. Гетя, А., Рубан, С., Матвеев, М., Даншин, В. Вплив віку корів та їх походження за батьком на ознаки лінійної оцінки типу в молочному скотарстві. Тваринництво та технології харчових продуктів. 2020. № 11(1), С. 5–16.

19. Гетя, А. А. Організація селекційного процесу в сучасному свинарстві: Монографія. Полтава: Полтавський літератор. 2009. 192 с.

20. Гончаренко І.В. Селекційні індекси у системі селекції молочних корів. К.: Аграрна наука. 2007. 74 с.

21. Гончаренко І.В. Система інформаційного забезпечення і прискорення селекційного процесу в молочному скотарстві. Збірник наукових праць. Серія: сільськогосподарські науки. Вінниця: в-во Вінницького НАУ, 2010. – Випуск 5 (45). С. 21–24.

22. Гончаренко І.В. Система селекції корів молочних порід за комплексом ознак: Автореф. дис. на здоб. вчен. ступ. доктора с.-г. наук /НУБіП України - Київ, 2009. 43 с.

23. Гончаренко І.В., Вінничук Д.Т. Екстер'єрні типи молочних корів: методи оцінки та класифікації: за матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 75-річчю від дня народження доктора с.-г. наук, професора Котенджи Г.П. Вісник Сумського нац. аграр. ун-ту. Серія: «Тваринництво». Суми: в-во Сумського НАУ. 2014. Вип. 2/1(24). С. 18–22.

24. Гончаренко І.В., Вінничук Д.Т. Технологічні аспекти роботизації молочних ферм. Науковий вісник НУБіП України. 2015. 205. – С. 264–273.

25. Гончаренко І.В., Отченашко В.В. Інформаційні технології. Навчальний посібник для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» зі спеціальності 8.130201 – «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». К.: НУБіП України, 2009. 125 с.

26. Гончаренко, І. В. Селекційні індекси в системі селекції молочних корів та методологічні аспекти їх конструювання. Вісник Сумського

національного аграрного університету. 2016. №5. С. 40–47.

27. Гочаренко І.В. Застосування методу селекційних індексів для оцінки племінної цінності молочних корів. Науковий вісник Львівської НАВМ ім. С.З. Гжицького: Зб. наук. пр.; Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. «Молоді вчені у вирішенні проблем аграрної науки і практики». Львів. 2008. Вип. 2, № 37. С. 27–38.

28. Даншин В. О., Рубан С. Ю., Афанасенко В. Ю. Оцінка племінної цінності бугаїв плідників і корів молочних порід. Біологія тварин. 2017. № 1. С.44–53.

29. Даншин В. А. Оценка генетической ценности животных. К.: Аграрна наука, 2008. 180 с.

30. Державна служба статистики. Товарна структура зовнішньої торгівлі у 2019 році. Державна служба статистики. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/zd/tsztt/tsztt_u/tsztt1219_u.ht (дата звернення 15.04.2020).

31. Державна служба статистики. URL: ukrstat.gov.ua. (дата звернення 15.12.2022).

32. Димчук А., Понько Л. Відтворна здатність та її зв'язок з молочною продуктивністю корів. Наукові доповіді НУБіП України. 2022 Вип. 3, №97.

33. Динько Ю.П., Ставецька Р.В., Бабенко О.І., Старостенко І.С., Клопенко Н.І. Характеристика господарсько корисних ознак корів залежно від типу конституції. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2021. № 1. С. 14–24. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2021-164-1-14-24>

34. Досвід європейських країн у становленні та розвитку баз даних у тваринництві URL: <https://www.agro-id.gov.ua/dosvid-yevropejskix-kra%D1%97n-u-stanovlenni-ta-rozvitku-baz-danix-u-tvarinnictvi/> (дата звернення 14.03.2019)

35. Климковецький А. А., Носевич Д. К. Успадковуваність та повторюваність ознак добору худоби київського заводського типу української чорно-рябої молочної породи, Наукові доповіді НУБіП України. 2019. № 6 (82).

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.06.016>

36. Климковецький А. А., Носевич Д. К. Формування молочної продуктивності та особливості довічного використання корів української чорно-рябої молочної породи в умовах господарств Київської області. Науковий журнал «Тваринництво та технології харчових продуктів. 2020. №1 (11). С. 33–42. <https://doi.org/10.31548/animal2020.01.033>

37. Кочук-Ященко О., Кучер Д., Шапран І., Мосійчук М. Ефективність індексної селекції у стаді симентальської породи за органічного виробництва молока. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво. 2020. Вип. 2, № 41. С. 47-55.

38. Крамаренко С.С., Кузьмічова Н.І., Крамаренко О.С.. Аналіз взаємодії «генотип × середовище» на молочну продуктивність корів. НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки. 2018. Вип. 20, №89. С. 27-34. <https://doi.org/10.32718/nvlvet8905>

39. Ладика В. І., Хмельничий Л. М., Калініченко Д. О. Аналіз автоматизації ведення селекційно-племінного обліку та систем управління стадом у молочному скотарстві України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво». 2016. №7 (30). С. 32–36

40. Лактационная кривая коров как инструмент работы со стадом. Р. В. Некрасов [и др.]. Достижения науки и техники АПК : теорет. и науч.-практ. журн. 2011. № 11. С. 58–60

41. Ломовських Л. О. Світовий ринок молока та молокопродукції, сучасні тенденції та перспективи. Вісник ХНАУ. Серія «Економічні науки» : зб. наук. пр. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. 2020. № 4, Т.1. С. 334–345

42. Матвеев М. А. Застосування коефіцієнту постійності лактації для перерахунку незакінченої лактації на повну (305 днів). Вісник ПДАА. 2020. № 2. С. 119–126.

43. Матвеев М. А. Розрахунок економічно-вагового коефіцієнту надою молока за лактацію в СТОВ «Агроко» Черкаської області : Магістерська робота за спеціальністю 204. Київ: НУБіП, 2018. 80 с.

44. Матвєєв М. А., Гетья А. А. Перспективи застосування економічних вагових коефіцієнтів для оцінки корів за ознаками молочної продуктивності. Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування. 2020. № 5, С. 91–45.
45. Методика розрахунку племінної цінності бугаїв, корів та молодняку і відбору їх за селекційними індексами. М. М. Майборода, С. Г. Германчук, Ю. П. Полупан, Д. М. Басовський; заг. ред. Ю. П. Полупана. Чубинське. 2019. 20 с
46. Наказ Мінагрополітики від 05.08.2003 №262 «Про затвердження Рекомендацій щодо виробництва і реалізації молока від корів, які утримуються у господарствах населення відповідно до вимог ДСТУ 3662-97»
47. Нейтер Р., Стольнікович Г., Нів'євський О. Огляд збитків від війни в сільському господарстві України. Непряма оцінка пошкоджень. Київська школа економіки. Київ, 2022. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2022/06/Damages_report_issue1_ua-1.pdf (дата звернення: 04.09.2022).
48. Нова митниця. 2020. Статистичний експорт та імпорт товарів. Митна статистика;. URL: <http://www.customs.gov.ua/?cat=4> (дата звернення 14.4.2020)
49. Оріхівський Т. В., Федорович, В. В., Мазур Н. П. Характер лактаційної діяльності корів різних виробничих типів симентальської породи. Розведення і генетика тварин. 2019. № 58. С. 23–32. <https://doi.org/10.31073/abg.58.04>
50. Полупан Ю. П., Гладій М. В., Басовський Д. М., Германчук С. Г., Бірюкова О. Д., Прийма С. В., Подоба Б. Є., Романова О. В. Каталог бугаїв молочних і молочно-м'ясних порід для відтворення маточного поголів'я в 2020 році. за редакцією С. В. Прийма і Ю. П. Полупана. Київ. 2020. 351 с.
51. Полупан Ю. П., Гладій М. В., Басовський Д. М., Германчук С. Г., Кузєбний С. В., Бірюкова О. Д., Прийма С. В., Подоба Б. Є., Романова О. В., Алейніков В. П. Каталог бугаїв молочних і молочно-м'ясних порід для відтворення маточного поголів'я в 2018 році. за редакцією Ю. П. Полупана.

Київ. 2018. 311 с.

52. Полупан Ю. П., Гладій М. В., Прийма С. В., Германчук С. Г., Басовський Д. М., Сидоренко О. В., Романова О. В. Каталог бугаїв молочних і молочно-м'ясних порід для відтворення маточного поголів'я в 2022 році. за редакцією С. В. Прийми і Ю. П. Полупана. Київ. 2022. 446 с.

53. Рішення для агробізнесу Austrian Agricultural Cluster – AAC. URL: https://issuu.com/austrianagriculturalcluster/docs/aac_brochure_ukr10x21_ebook_03 (дата звернення 05.06.2019)

54. Романова О. В. Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві за 2021 рік II том [Електронний ресурс] / О. В. Романова, Ю. П. Полупан, Д. М. Басовський, С. В. Прийма. 2022. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.minagro.gov.ua/node/25487>.

55. Рубан С. Ю. Сучасні методи селекції у тваринництві. Навчальний посібник з оцінки екстер'єру в молочному скотарстві. С.Ю. Рубан, О.О. Борщ, О.М. Федота, О.В. Борщ [та ін.]/К.: ЦП «Компринт». 2018. 149 с.

56. Рубан С. Ю. Виробництво молока (вітчизняний та світовий досвід ефективного ведення молочного скотарства): монографія С. Ю. Рубан, І. М. Кудлай, А. В. Клименко, Л. В. Мітіогло, Л. В. Центилю, В. Г. Цибенко. – Х.: ФОП Бровін О. В., 2021. – 367 с.

57. Рубан С. Ю., Даншин, В. О.; Федота, А. М.. можливості застосування показників ефективності використання корму і відтворення в молочному скотарстві України. Тваринництво та технології харчових продуктів. 2019. 10(3). 41–55. <https://doi.org/10.31548/animal2019.03.041>

58. Рубан С. Ю., Федота О. М., Матвєєв М. А., Мартинова М. Є. Стан племінного тваринництва та напрями селекції в молочному скотарстві України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2018. Вип. 289. С. 51–62.

59. Рубан С.Ю., Матвєєв М. А. Генетична детермінація ознак рівня відтворення в молочному скотарстві. Науковий журнал «Тваринництво та

технології харчових продуктів». 2021. № 1 (12). С. 28–38

60. Рубан С. Ю., Федота О. М., Даншин В. О., Мітіогло Л. М. Досвід та перспективи ціноутворення на молоко (Україна та світові тенденції). Аграрна наука та харчові технології. 2017. Вип. 1. С. 148–158.

61. Синицька, О. О. Селекційний індекс добового прибутку для оцінки племінних бугаїв молочних та молочно-м'ясних порід. Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН. 2018. № 120. С. 135-142. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2018-120-135-142>

62. Сільське господарство України: Статистичний збірник. 2018/Відп. О. М. Прокопенко. Київ Державна служба статистики, 2018. 246 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення 15.04.2020).

63. Скворцов Е. Перспективы применения технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве региона. Экономика региона. 2020 Вып.16, № 2. С. 563-576. <https://doi.org/10.17059/2020-2-17>

64. Смирнова О. Учет в молочном скотоводстве Финляндии. Сельскохозяйственные вести. 2014. № 2. URL: <https://agri-news.ru/zhurnal/2014/%E2%84%962/2014/zhivotnovodstvo/uchet-v-molochnom-skotovodstve-finlyandii.html>. (дата звернення: 13.01.2019)

65. Сотніченко Ю. М. «Сучасна організаційно-функціональна система селекції у тваринництві України» Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні методи селекції у тваринництві» присвяченої 110 річниці з дня народження Заслуженого діяча науки України, доктора сільськогосподарських наук, професора М. А. Кравченка НУБіП України, Київ, 17 жовтня 2019.

66. Спосіб прогнозування молочної продуктивності корів: пат. 30068 Україна. № 97126060; заявл 15.11.2000, Бюл. № 6. 4 с.

67. Спосіб раннього прогнозування рівня молочної продуктивності великої рогатої худоби: пат. 10535 Україна. № 97126060; заявл 25.12.1996

68. Способ прогнозирования молочной продуктивности коров: пат. 16938 СССР. № 4806828/15; заявл 07.04.92. Бюл. №13. 8 с.

69. Ставецька Р.В., Динько Ю.П., Буштрук М.В., Старостенко І.С., Бабенко О.І., Клопенко Н.І. Лінійна класифікація екстер'єрного типу первісток української чорно-рябої молочної породи залежно від типу конституції. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2019. № 1. С. 24–34. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2019-147-1-24-34>
70. Угнівенко А. М., Носевич Д. К. Селекційні індекси для оцінки м'ясних порід великої рогатої худоби. Тваринництво України. 2006. №4. С. 11–13.
71. Упровадження Персонального кабінету для роботи в ЄДРВД. Тваринництво сьогодні №5.. URL: <http://www.ait-magazine.com.ua/news/uprovadzhennya-personalnogo-kabinetu-dlya-roboti-v-iedrvd> (дата звернення 10.06.2020)
72. Федорович, Є. І., Федорович, В. В., Боднар П. В., Филь С. І., Димчук А. В., Оріхівський Т. В. Співвідносна мінливість фенотипових ознак та показників молочної продуктивності корів. НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки. 2021. № 23(95). С. 101–107. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9515>
73. Хмельничий Л., Вечорка В. Вплив лінійних ознак екстер'єру на стан молочної продуктивності корів-первісток українських чорно-рябої та червоно-рябої молочних порід. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво. 2020. № 1 (40). С. 11–16 <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2020.1.2>
74. Хмельничий Л., Вечорка В. Вплив частки спадковості голштинської породи та методів підбору на господарські корисні ознаки корів молочної худоби. Розведення і генетика тварин. 2018. Т. 55. С. 135-142. <https://doi.org/10.31073/abg.55.19>
75. Шилер, Р. Вахал, Я., Селекция в животноводческой практике: научное издание. Винш; пер. с чешского Г. Н. Мирошниченко; под ред. Д. В. Карликова. М.: Колос, 1981. 220 с.
76. Щербатий З. Є., Боднар П. В., Кропивка Ю. Г. Молочна

продуктивність та відтворна здатність корів української чорно-рябої молочної породи різних типів конституції. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Серія : Сільськогосподарські науки. 2017. Т. 19, № 74. С. 182–187

77. Advances in Dairy Products / ed. by F. Conto. Chichester, UK : John Wiley & Sons Ltd, 2017. <https://doi.org/10.1002/9781118906460>

78. AfiFeed Individual Feeding URL:
<https://www.afimilk.com/products/herd-management/afifeed-individual-feeding>
(дата звернення 16.09.2019)

79. Afimilk Highlights 2018 URL:
https://www.afimilk.com/sites/default/files/docs/Afimilk_Highlights_2018_EN_WEB%20spread.pdf (дата звернення 16.09.2019)

80. Agricultural Outlook 2018–2027. OECD-FAO. URL:
https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2018 (дата
звернення 16.08.2021)

81. Agriculture on the Web [Електронний ресурс] // Stackyard. 2019.
URL: <http://www.stackyard.com/agriservices/software.html>.

82. Alam M., Cho K. H., Lee S. S., Choy Y. H., Kim H. S., Cho C. I., Choi T. J. Effect of carcass traits on carcass prices of holstein steers in Korea. Asian-Australasian journal of animal sciences. 2013. Vol. 26, no. 10. P. 1388–1398.
<https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13109>

83. Alexandratos N. Bruinsma J. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper No. 12-03. Rome, FAO. 2012. (available at <http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf>).

84. Ali I., Muhammad Suhail S., Shafiq M. Heritability estimates and genetic correlations of various production and reproductive traits of different grades of dairy cattle reared under subtropical condition. Reproduction in Domestic Animals. 2019. Vol. 54, no. 7. P. 1026–1033. <https://doi.org/10.1111/rda.13458>

85. Alvergnas M., Strabel T., Rzewuska, K., Sell-Kubiak E. Claw disorders in dairy cattle: Effects on production, welfare and Farm Economics with possible

prevention methods. *Livestock Science*. 2019. Vol. 222. P. 54–64.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.011>

86. Amaya A., Garrick D., Martínez R., Cerón-Muñoz M. Economic values for index improvement of dual-purpose Simmental cattle. *Livestock Science*. 2020. Vol. 240. P. 104224. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104224>

87. Amer P. R., Hely F. S., Quinton C. D., Cromie A. R. A methodology framework for weighting genetic traits that impact greenhouse gas emission intensities in selection indexes. *Animal*. 2018. Vol. 12, no. 1. P. 5–11.
<https://doi.org/10.1017/S1751731117001549>

88. Appuhamy J., Cassell B., Dechow C. Cole J. Phenotypic relationships of common health disorders in dairy cows to lactation persistency estimated from daily milk weights, *Journal of Dairy Science*. 2007. Vol. 90, no. 9. P. 4424–4434.
<https://doi.org/10.3168/jds.2007-0077>.

89. Armas L. A. G., Frye C. P., Heaney R. P. Effect of Cow's Milk on Human Health. *Beverage Impacts on Health and Nutrition*. Cham, 2016. P. 131–150.
URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-23672-8_9

90. Axford M., Santos B., Stachowicz K., Quinton C., Pryce J. E., Amer P. Impact of a multiple-test strategy on breeding index development for the Australian Dairy Industry. *Animal Production Science*. 2021. Vol. 61, no. 18. P. 1940.
<https://doi.org/10.1071/an21058>

91. Bao J., Xie Q. Artificial intelligence in animal farming: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*. 2022. Vol. 331. P. 129956.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129956>

92. Battagin M., Sartori C., Biffani S., Penasa M., Cassandro M. Genetic parameters for body condition score, locomotion, angularity, and production traits in Italian Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 2013. Vol. 96, no. 8. P. 5344–5351.
<https://doi.org/10.3168/jds.2012-6352>

93. Bentley Instruments, Inc. DairySpec FT User Manual. Bentley Instruments, Inc., Minnesota, USA. 2015

94. Berry D. P., Buckley F., Dillon P., Evans R. D., Rath M., Veerkamp R.

F. Genetic relationships among body condition score, body weight, milk yield, and fertility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2003. Vol. 86, no. 6. P. 2193–2204. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73809-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73809-0)

95. Böhnner C. Schätzung wirtschaftlicher Gewichte für sekundäre Leistungsmerkmale bei Schweizerischen Zweinutzungsrindern unter Anwendung der dynamischen Optimierung. Dissertation, ETH Zürich. 1994. 127 p.

96. Boettcher P. Breeding for improvement of functional traits in dairy cattle. *Italian Journal of Animal Science*. 2005. Vol. 4, sup3. P. 7–16. <https://doi.org/10.4081/ijas.2005.3s.7>

97. Bórawski P., Pawlewicz A., Parzonko A., Jayson, K. H., Holden L. Factors Shaping Cow's Milk Production in the EU. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, no. 1. P. 420. [https://doi.org/10.3390/su1201042012\(1\)](https://doi.org/10.3390/su1201042012(1))

98. Borchers M., Chang Y., Proudfoot K., Wadsworth B., Stone A., Bewley J. Machine-learning-based calving prediction from activity, lying, and ruminating behaviors in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100, no. 7. P. 5664–5674. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11526>

99. Boujenane I. Hilal B. Genetic and non genetic effects for lactation curve traits in Holstein-Friesian cows. *Archives Animal Breeding*. 2012. Vol. 55, no. 5. P. 450–457. <https://doi.org/10.5194/aab-55-450-2012>.

100. Bourbeau M. Agri-Réseau: Le savoir et l'expertise du réseau agricole et agroalimentaire. URL: https://www.agrireseau.net/bovinslaitiers/documents/Bourbeau_Alain_AR.pdf (дата звернення: 18.05.2021).

101. Bourdon R. M. Shortcomings of current genetic evaluation systems. *Journal of Animal Science*. 1998. Vol. 76, no. 9. P. 2308. <https://doi.org/10.2527/1998.7692308x>

102. Bovine population – annual data. Eurostat. 2021. URL: <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do> (дата звернення: 03.09.2021).

103. Brade W., Brade E. The stature of Holstein cows – a critical review. *Tieraerztliche Umschau*. 2017. Vol. 73, no. 3. P. 74–84.

104. Brem G. Entwicklung und Zukunft der Nutzung von Tieren für die menschliche Ernährung. *Züchtungskunde*. 2019. Vol.91, no. 1. P. 9–19.
105. Brotherstone S., Goddard M. Artificial selection and maintenance of genetic variance in the global dairy cow population. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2005. Vol. 360, no. 1459. P. 1479–1488. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1668>
106. Byrne T. J., Santos B., Amer P. R., Martin-Collado D., Pryce J. E., Axford M. New breeding objectives and selection indices for the Australian dairy industry. *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99, no. 10. P. 8146–8167. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10747>
107. Campos R. V., Cobuci J. A., Kern E. L., Costa C. N., McManus C. M. Genetic parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in holstein cows in Brazil. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2015. Vol. 28, no. 4. P. 476–484. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0288>
108. Cardoso V. L., Lima M. L. P., Nogueira J. R., Carneiro R. L. R. D., Sesana R. C., Oliveira E. J., El Faro L. Economic values for milk production and quality traits in south and southeast regions of Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2014. Vol. 43, no. 12. P. 636–642. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014001200002>.
109. Carthy T. R., Ryan D. P., Fitzgerald A. M., Evans R. D., Berry D. P. Genetic relationships between detailed reproductive traits and performance traits in Holstein-Friesian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99, no. 2. P. 1286–1297. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9825>
110. Cassandro M., Pretto D., Lopez-Villalobos N., De Marchi M., Penasa M. Estimation of economic values for milk coagulation properties in Italian Holstein-Friesian cattle. *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99, no. 8. P. 6619–6626. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10228>
111. Castañeda-Bustos V. J., Montaldo H. H., Valencia-Posadas M., Shepard L., Pérez-Elizalde S., Hernández-Mendo O., Torres-Hernández G. Linear and nonlinear genetic relationships between type traits and productive life in US

dairy goats. Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100, no. 2. P. 1232–1245. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11313>

112. Cervo H., Barcellos J., Peripolli V., Colle G., Mcmanus C. Valores econômicos para as características de produção, funcionais e de fertilidade em sistemas de produção de leite no Sul do Brasil. Archivos De Zootecnia. 2017. Vol. 66, no. 255. P. 419. <https://doi.org/10.21071/az.v66i255.2519>

113. Cielava L., Jonkus D., Paura L. Effect of conformation traits on longevity of dairy cows in Latvia. Research for rural development. 2016. Vol. 1. P. 43–49.

114. Cole J. B. Null D. J. Genetic evaluation of lactation persistency for five breeds of dairy cattle, Journal of Dairy Science. 2009. Vol. 92, no. 5. P. 2248–2258. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1825>

115. Cole J. B., Dürr J. W., Nicolazzi E. L. Invited review: The future of selection decisions and breeding programs: What are we breeding for, and who decides?. Journal of Dairy Science. 2021. Vol. 104, no. 5. P. 5111–5124. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19777>

116. Cole J. B., Ehrlich J. L., Null D. J. Short communication: Projecting milk yield using best prediction and the MilkBot lactation model. Journal of Dairy Science. 2012. Vol. 95, no. 7. P. 4041–4044. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4905>

117. Cole J. B., Newman S., Foertter F., Aguilar I., Coffey M. Breeding and Genetics Symposium: really big data: processing and analysis of very large data sets. Journal of Animal Science. 2012. Vol. 90, no. 3. P. 723–733. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4584>

118. Cole J., Vanraden P. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices. Journal of Dairy Science. 2018. Vol. 101, no. 4. P. 3686–3701. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13335>

119. Copeland L. The Old Story of Type and Production. Journal of Dairy Science. 1938. Vol. 21, no. 6. P. 295–303. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(38\)92972-8](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(38)92972-8)

120. Council on Dairy Cattle Breeding URL: <https://www.uscdcb.com/> (дата

звернення 04.03.2021)

121. Cozler Y. L., Allain C., Xavier C., Depuille L., Caillot A., Delouard J., Faverdin P. Volume and surface area of Holstein dairy cows calculated from complete 3D shapes acquired using a high-precision scanning system: Interest for body weight estimation. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2019. Vol. 165. P. 104977. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.104977>

122. Cronk, B. C. How to use SPSS: A step-by-step guide to analysis and interpretation. California: Pyrczak Pub. 2008

123. da Rosa Righi R., Goldschmidt G., Kunst R., Deon C., da Costa C. A. Towards Combining Data Prediction and Internet of Things to Manage Milk Production on Dairy Cows. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2020. Vol. 169. P. 105156. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105156>.

124. Danish Cattle Federation: Principles of Danish Cattle Breeding: Recording of Production Data, Recording of Breeding Data, Calculation Methods, Breeding Values. Eight Edition. Report The Danish Agricultural Advisory Center. 2006, 55

125. De Winter J. C., Gosling S. D., Potter J. Comparing the Pearson and Spearman correlation coefficients across distributions and sample sizes: A tutorial using simulations and empirical data. *Psychological methods*. 2016. Vol. 21, no. 3. P. 273–290. <https://doi.org/10.1037/met0000079>

126. DeLaval body condition scoring BCS - testimonial by Auke Veldman (Netherlands). Youtube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cwqxrflO7uM> (дата звернення 24.11.2019)

127. Ding X., Zhang Z., Li X., Wang S., Wu X., Sun D., Yu Y., Liu J., Wang Y., Zhang Y., Zhang S., Zhang Y., Zhang Q. Accuracy of genomic prediction for milk production traits in the Chinese Holstein population using a reference population consisting of cows. *Journal of Dairy Science*. 2013. Vol. 96, no. 8. P. 5315–5323. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6194>

128. Disease Control | myhealthyherd. myhealthyherd.com - Making Health Pay. URL: <http://www.myhealthyherd.co.uk/disease-control> (дата звернення

16.09.2019)

129. Do C. H., Jeon B. S., Sang B. C., Lee D. H., Pearson R. E. Adjustment of Lactation Number and Stage on Informal Linear Type Traits of Holstein Dairy Cattle. *Journal of Animal Science and Technology*. 2010. Vol. 52, no. 6. P. 467–473.

<https://doi.org/10.5187/jast.2010.52.6.467>

130. Dongre V.B., Gandhi R. S., Singh A., Ruhil A. P. Comparative Efficiency of Artificial Neural Networks and Multiple Linear Regression Analysis for Prediction of First Lactation 305-Day Milk Yield in Sahiwal Cattle. *Livestock Science*. 2012. Vol. 147, no. 1-3. P. 192–197.

<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.04.002>

131. Doyle J. L., Berry D. P., Walsh S. W., Veerkamp R. F., Evans R. D., Carthy T. R. Genetic covariance components within and among linear type traits differ among contrasting beef cattle breeds. *Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 96, no. 5. P. 1628–1639. <https://doi.org/10.1093/jas/sky076>

132. Dudášová S., Miluchová M., Gábor M. Milk fat as a source of bioactive compounds. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 2021. Vol. 24, no. 4.

<https://doi.org/10.15414/AFZ.2021.24.04.315-321>

133. Easy Dairy Herd Management Software. Easy Dairy URL: <https://www.easydairy.com.au/easy-dairy-herd-management-software/> (дата звернення 17.04.2020)

134. Economic values (EVs) are an estimate of the value of a trait to a NZ dairy farmer. These values are combined with Breeding Values to calculate an animal's Breeding Worth. DairyNZ. 2022. URL: <https://www.dairynz.co.nz/animal/animal-evaluation/interpreting-the-info/economic-values/>. (дата звернення 20.04.2022)

135. EID solution. Agridata. URL: <http://www.agridata.co.uk/Download/Brochures/Agridata%20EID%20Brochure.pdf>. (дата звернення 20.08.2021)

136. Ekmekcioglu C., Wallner P., Kundi M., Weisz U., Haas W., Hutter H. Red meat, diseases, and healthy alternatives: A critical review. *Critical reviews in*

food science and nutrition. 2017. Vol. 58, no. 2. P. 247–261.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1158148>

137. EUROSTAT. Bovine population - annual data. 2020. Available online: <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do> (дата звернення 20.06.2020).

138. EUROSTAT. Milk and milk product statistics: Milk production. 2020. Available online: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk_and_milk_product_statistics#Milk_production (дата звернення 20.06.2020).

139. Falconer D. S., Mackay T. F., Introduction to Quantitative Genetics. Length: Pearson Education. 1996. 464 p. – (Ed 4).

140. FAO. The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture. Food & Agriculture Org.; 2015.

141. Federal Association of Austrian Cattle Breeders Austrian URL. https://www.aac.or.at/member_companies/member-company-1/ (дата звернення 12.05.2019)

142. Fernandes A. M., Oliveira C. D., Tavolaro P Relationship between somatic cell counts and composition of milk from individual Holstein cows. Arquivos do Instituto Biológico. 2004. Vol. 71, no. 4. P.163-166.

143. Fogh A., Aamand G.P., Hjorto L. Lauritsen U. Recording of data and identification issues. ICAR-Technical Workshop, Aarhus, Denmark. 2013

144. Folla F., Sartori C., Guzzo N., Pigozzi G., Mantovani R. Genetics of linear type traits scored on young foals belonging to the Italian Heavy Draught Horse breed. Livestock Science. 2019. Vol. 219. P. 91–96.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.11.019>

145. Foote R. H. The History of Artificial Insemination: Selected Notes and notables1. Journal of Animal Science. 2002. Vol. 80, E-suppl_2. P. 1–10.
https://doi.org/10.2527/animalsci2002.80e-suppl_21a

146. Fuerst-Waltl B., Fuerst C., Obritzhauser W., Egger-Danner C.

Sustainable breeding objectives and possible selection response: Finding the balance between economics and breeders' preferences. . Journal of Dairy Science. 2016. Vol. 99, no. 12. P. 9796–9809. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11095>

147. Funk D. C., Hansen L. B., Funk D. A. Adjustment of Linear Type Scores from Holstein Classification for Age and Stage of Lactation. Journal of Dairy Science. 1991. Vol. 74, no. 2. P. 645–650. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78212-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78212-x)

148. Gates M. C. Evaluating the reproductive performance of British beef and dairy herds using national cattle movement records. Veterinary Record. 2013. Vol. 173, no. 20. P. 499. <https://doi.org/10.1136/vr.101488>

149. Geno group of companies. URL :<https://www.norwegianred.com/Start/About-Geno/Geno-group-of-companies/> (дата звернення 12.05.2019)

150. Getya A. Current state of Ukrainian animal husbandry and availability of genetic recourses / Gyvulių veislininkystės pasiekimai ir iššūkiai Lietuvos plėtos kaimo 2014-2020 m. programos kontekste / 2016 m. rugsėjo 8 d. Lietuvos žemės ūkio Konsultavimo tarnybos patalpose, Stoties g.5, Akademija, Kėdainių

151. Ghiasi H., Pakdel A., Nejati-Javaremi A., González-Recio O., Carabaño M. J., Alenda R., Sadeghi-Sefidmazgi A. Estimation of economic values for fertility, stillbirth and milk production traits in Iranian holstein dairy cows. Iranian Journal of Applied Animal Science. Vol. 6, no. 4. P. 791-795

152. Gibson JP, Dekkers JCM. Design and Economics of Animal Breeding Strategies. Course notes. Armidale, University of New England 2006; 282.

153. González-Recio O., López-Paredes J., Ouatahar L., Charfeddine N., Ugarte E., Alenda R., Jiménez-Montero J. A. Mitigation of greenhouse gases in dairy cattle via genetic selection: 2. Incorporating methane emissions into the breeding goal. Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103, no. 8. P. 7210–7221. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17598>

154. Gorgulu O. Prediction of 305-day milk yield in Brown Swiss cattle using artificial neural networks. South African Journal of Animal Science. 2012. Vol. 42,

no. 3. <https://doi.org/10.4314/sajas.v42i3.10>

155. Groen A. F. Cattle breeding goals and production circumstances. PhD Thesis. Wageningen Agricultural Univ., Wageningen, the Netherlands. 1989. 168 p.

156. Hansen M. F., Smith M. L., Smith L. N., Jabbar K. A., Forbes D. Automated monitoring of dairy cow body condition, mobility and weight using a single 3D video capture device. Computers in Industry. 2018. Vol. 98. P. 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.011>

157. Hazel LN. The Genetic Basis for Constructing Selection Indexes. . Genetics. 1943. Vol. 28, no. 6. P. 476–490. <https://doi.org/10.1093/genetics/28.6.476>

158. Heikkinen M. Understanding Milk Fat and Protein Variation in Your Dairy Herd 2017. – Режим доступа до пецыпцы: [https://www.pikk.ee/upload/files/Milja%20Heikkinen%20Milk%20components%207_11_2017\(1\).pdf](https://www.pikk.ee/upload/files/Milja%20Heikkinen%20Milk%20components%207_11_2017(1).pdf). (дата звернення 12.05.2019)

159. Henderson C. R. Application of linear models in Animal Breeding. University of Guelph. 1984. 544 p.p.

160. Henderson C. R. Selection Index and Expected Genetic Advance. Statistical Genetics and Plan Breeding. NAS-NRC 982. 1963. p. 141–163.

161. Hietala P., Wulfová M., Wolf J., Kantanen J., Juga J. Economic values of production and functional traits, including residual feed intake, in Finnish milk production. . Journal of Dairy Science. 2014. Vol. 97, no. 2. P. 1092–1106. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7085>

162. Holstein Australia How to Register in Holstein Australia URL: <https://www.holstein.com.au/services/registration/how-to-register> (дата звернення 12.05.2019)

163. Hudson C., Kaler J., Down P. Using big data in cattle practice. In Practice. 2018. Vol. 40, no. 9. P. 396–410. <https://doi.org/10.1136/inp.k4328>

164. ICAR (International Committee for Animal Recording). (2020). ICAR Recording Guidelines. URL: <https://www.icar.org/Guidelines/02-Procedure-2-Computing-Lactation-Yield.pdf> (дата звернення 05.09.2021)

165. ICAR (International Committee for Animal Recording). 2018. ICAR

Recording Guidelines. Accessed June, 2018. URL: <https://www.icar.org/Guidelines/05-Conformation-Recording.pdf> (дата звернення 12.12.2020)

166. ICAR (International Committee for Animal Recording). 2022. Section 2 - Guidelines for Dairy Cattle Milk Recording. URL: <https://www.icar.org/Guidelines/02-Overview-Cattle-Milk-Recording.pdf> (дата звернення 12.12.2022)

167. Imbayarwo-Chikosi V. E., Ducrocq V., Banga C. B., Halimani T. E., Van Wyk J. B., Maiwashe A., Dzama K. Impact of conformation traits on functional longevity in South African Holstein cattle. *Animal Production Science*. 2018. Vol. 58, no. 3. P. 481. <https://doi.org/10.1071/an16387>

168. Inchaisri C., Jorritsma R., Vos P., Weijden G. V., Hogeveen H. Analysis of the economically optimal voluntary waiting period for first insemination. *Journal of Dairy Science*. 2011. Vol. 94, no. 8. P. 3811–3823. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3790>

169. IT Software. ProAgria Maatalouden Laskentakeskus. URL: <https://proagria.fi/en/products-and-software/it-software>. (дата звернення: 13.01.2019)

170. Jagusiak W., Ptak E., Żarnecki A., Satoła A. The relationship between fertility and intermediate optimum type traits in Polish Holstein-Friesian cows. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2014. Vol. 23, no. 1. P. 23–28. <https://doi.org/10.22358/jafs/65712/2014>.

171. Jesse E, Cropp A. Basic milk pricing concepts for dairy farmers. Madison, WI: University of Wisconsin Extension. Cooperative Extension. 2008. URL: https://www.kydairy.org/uploads/2/4/0/0/24007917/session_3_resources_milk_pricing.pdf

172. Kargo M., Hjortø L., Toivonen M., Eriksson J. A., Aamand G. P., Pedersen J. Economic basis for the Nordic Total Merit Index. *Journal of Dairy Science*. 2014. Vol. 97, no. 12. P. 7879–7888. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7694>

173. Kern E. L., Cobuci J. A., Costa C. N., McManus C. M., Braccini Neto J. Genetic association between longevity and linear type traits of Holstein cows. *Scientia Agricola*. 2015. Vol. 72, no. 3. P. 203–209. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0007>
174. Kinghorn B. P. *Desire* manual. 2000. URL: <http://metz.une.edu.au/~bkinghor/desire.htm>
175. Kingma, D. P.; Ba, J. Adam: A method for stochastic optimization. arXiv preprint 268 arXiv:1412.6980, 2014.
176. Komlósi I., Wolfová M., Wolf J., Farkas B., Szendrei Z., Béri B. Economic weights of production and functional traits for Holstein-Friesian cattle in Hungary. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 2010. Vol. 127, no. 2. P. 143–153. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2009.00822.x>
177. Krupová Z., Krupa E., Michaličková M., Wolfová M., Kasarda R. Economic values for health and feed efficiency traits of dual-purpose cattle in marginal areas *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99, no. 1. P. 644–656. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9951>
178. Krupová Z., Krupa E., Peskovicová D. Methods for calculating economic weights of important traits in sheep. *Slovak J. Anim. Sci.* 2008. Vol. 41, no. 1 P.24–29
179. Kul E., Şahin A., Atasever S., Uğurlutepe E., Soydaner M. The effects of somatic cell count on milk yield and milk composition in Holstein cows. *Veterinarski Arhiv*. 2019. Vol. 89, no. 2. P. 143–154. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.0168>
180. Lac-T: The solution for decision makers [Електронний ресурс] // About Lac-T. URL: <http://www.lac-t.com/en/lac-t>. (дата звернення 12.07.2021)
181. Liakos K., Busato P., Moshou D., Pearson S., Bochtis D. Machine Learning in Agriculture: A Review. *Sensors*. 2018. Vol. 18, no. 8. P. 2674. <https://doi.org/10.3390/s18082674>
182. List of supplying markets for a product imported by Ukraine, Bovine semen. Trade statistics for international business development. 2021. URL: <https://www.trademap.org/Index.aspx> (дата звернення: 04.09.2021).

183. Logvynenko S. Bestimmung des Grenznutzens verschiedener Merkmale für in der Ukraine. Masterarbeit. 2004. 55 s
184. López S., France J., Odongo N. E., McBride R. A., Kebreab E., AlZahal O., McBride B. W., Dijkstra J. On the analysis of Canadian Holstein dairy cow lactation curves using standard growth functions. *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98, no. 4. P. 2701–2712. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8132>
185. Macciotta N.P.P., Dimauro C., Rassu S.P.G., Steri R., Pulina G. The mathematical description of lactation curves in dairy cattle, *Italian Journal of Animal Science*. 2011. Vol. 10, no. 4. P. e51. <https://doi.org/10.4081/ijas.2011.e51>
186. Mahony N., Campbell S., Carvalho A., Krpalkova L., Riordan D., Walsh J. 3D Vision for Precision Dairy Farming. *IFAC-PapersOnLine*. 2019. Vol. 52, no. 30. P. 312–317. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.555>.
187. Mancin E., Mantovani R., Tuliozi B., Sartori C. Economic weights for restriction of selection index as optimal strategy for combining multiple traits. *Journal of Dairy Science*. 2022. Vol.105, no. 12. P. 9751–9762. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22085>
188. Manzanilla-Pech C. I. V., Veerkamp R. F., Tempelman R. J., van Pelt M. L., Weigel K. A., VandeHaar M., De Haas Y. Genetic parameters between feed-intake-related traits and conformation in 2 separate dairy populations—the Netherlands and United States. *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99, no. 1. P. 443–457. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9727>
189. Mao I., Sloniewski K., Madsen P., Jensen J.. Changes in body condition score and in its genetic variation during lactation. *Livestock Production Science*. 2004. Vol. 89, no. 1. P. 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2003.12.005>
190. March M. D., Haskell M. J., Chagunda M. G., Langford F. M., Roberts D. J. Current trends in British dairy management regimens. *Journal of dairy science*. 2014. Vol. 97, no. 12. P. 7985–7994. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8265>
191. Meyer K., Brotherstone S., Hill W., Edwards M. Inheritance of linear type traits in dairy cattle and correlations with milk production. *Animal Science*. 1987. Vol. 44, no. 1. P. 1–10. <https://doi.org/10.1017/S0003356100028014>

192. Miglior F, Muir B. L., Van Doormaal B. J. Selection Indices in Holstein Cattle of Various Countries. *Journal of Dairy Science*. 2005. Vol. 88, no. 3. P. 1255–1263. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72792-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72792-2)
193. Miglior F., Fleming A., Malchiodi F., Brito L. F., Martin P., Baes C. F. A 100-Year Review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100, no. 12. P. 10251–10271. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12968>
194. Milk recording surveys on cow, sheep and goats. ICAR. URL: <https://my.icar.org/stats/list> (дата звернення 20.10.2022)
195. Mistro. Mistro farm. URL: <http://www.hico.com.au/mistro/mistro-farm-5/> (дата звернення 02.07.2021)
196. Moav R., Moav J. Profit in a broiler enterprise as a function of egg production of parent stocks and growth rate of their progeny . *Journal British Poultry Science*. *British Poultry Science*. 1966. Vol. 7, no. 1. P. 5–15.
197. MOOC 2_EN. Gross margin calculation. (2019). ima.hswt.de. URL: at <https://ima.hswt.de/de/ressource/mooc/mooc-topas-1> (дата звернення 12.07.2021).
198. MOOML – унікальна он-лайн система для управління і аналізу стада КРС. SCHAUMANN. URL: <http://www.mooml.eu/?lng=en> (дата звернення 08.08.2020)
199. Mullins I. L., Truman C. M., Campler M. R., Bewley J. M., Costa J. H. Validation of a Commercial Automated Body Condition Scoring System on a Commercial Dairy Farm. *Animals*. 2019. Vol. 9, no. 6. P. 287. <https://doi.org/10.3390/ani9060287>.
200. Murphy M. D., O'Mahony M. J., Shalloo L., French P., Upton J. Comparison of modelling techniques for milk-production forecasting. *Journal of Dairy Science*. 2014. Vol. 97, no. 6. P. 3352–3363. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7451>
201. Nash D. L., Rogers G. W., Cooper J. B., Hargrove G. L., Keown J. F., Hansen L. B. Heritability of clinical mastitis incidence and relationships with sire transmitting abilities for somatic cell score, udder type traits, productive life, and

protein yield. Journal of Dairy Science. 2000. Vol. 83, no. 10. P. 2350–2360.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75123-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75123-X)

202. National Milk Production. ICAR. 2021. URL:
<https://my.icar.org/stats/list> (viewed on: 03.09.2021).

203. NAV routine genetic evaluation of Dairy Cattle – data and genetic models. NAV. 2013. C. 64.

204. Neirurerová P., Strapák P., Strapáková E., Juhás P. Impact of Claw Disorders in Dairy Cattle on Health, Production and Economics and Practicable Preventive Methods. Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun. 2021. Vol. 69, no. 3. P. 429–442. <https://doi.org/10.11118/actaun.2021.038>

205. Nielsen H., Groen A., Pedersen J., Berg P. Stochastic simulation of economic values and their standard deviations for production and functional traits in dairy cattle under current and future danish production circumstances. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science. 2004. Vol. 54, no. 3. P. 113–126. <https://doi.org/10.1080/09064700410032022>

206. Nielsen P. Electronic recording of data from hoof trimmers. ICAR technical workshop 29 - 31 May 2013. Aarhus. Denmark

207. Norman H. Duane Suzanne M., Hubbard Paul M. VanRaden. Dairy Cattle: Breeding and Genetics. Encyclopedia of Animal Science, Second Edition. 2010 1: 1, 901.

208. Novotný L., Frelich J., Beran J., Zavadilová L. Genetic relationship between type traits, number of lactations initiated, and lifetime milk performance in Czech Fleckvieh cattle Czech Journal of Animal Science. 2017. Vol. 62, No. 12. P. 501–510. <https://doi.org/10.17221/60/2017-cjas>

209. NTM Unlocked. Vikinggenetics. URL:
<http://www.vikinggenetics.com/?show=anvp>.

210. Oyegbile B., Akinsola O., Obioma O., Atanda A., Paul B., Oladipo M., Abba Z. Neural Network and Regression Based Model for Cows' Milk Yield Prediction in Different Climatic Gradients. Annual Research & Review in Biology. 2018. Vol. 28, no. 2. P. 1–9. <https://doi.org/10.9734/arrb/2018/41947>

211. Pantheon Farming [Електронний ресурс] // Datalab Agro AG. URL: <https://www.datalab.ch/uk/>
212. Pärna E., Kiiman H., Viinalass H., Vallas M. Bio-economical model application in cattle breeding. *Acta agriculturae Slovenica*. 2005. Vol. 86. P. 117–124.
213. Philipsson J., Lindhé B. Experiences of including reproduction and health traits in Scandinavian dairy cattle breeding programmes. *Livestock Production Science*. 2003. Vol. 83, no. 2-3. P. 99–112. [https://doi.org/10.1016/s0301-6226\(03\)00047-2](https://doi.org/10.1016/s0301-6226(03)00047-2)
214. Piwczyński D., Sitkowska B., Kolenda M., Brzozowski M., Aerts J., Schork P. M. Forecasting the milk yield of cows on farms equipped with automatic milking system with the use of decision trees. *Animal Science Journal*. 2020. Vol. 91, no. 1. <https://doi.org/10.1111/asj.13414>
215. Ponzoni R. W. The derivation of economic values combining income and expense in different ways: An example with Australian Merino Sheep. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 1988. Vol. 105, no. 1-6. P. 143–153.
216. Rawlings J. O.; Pantula S. G.; Dickey D. A. *Applied regression analysis: a research tool*. Springer, 1998.
217. Richardson C. M., Baes C. F., Amer P. R., Quinton C., Martin P., Osborn V. R., Pryce J. E., Miglior F. Determining the economic value of daily dry matter intake and associated methane emissions in dairy cattle. *Animal*. 2020. Vol. 14, no. 1. P. 171–179. <https://doi.org/10.1017/S175173111900154X>
218. Roveglia C., Niero G., Bobbo T., Penasa M., Finocchiaro R., Visentin G., Cassandro M. Genetic parameters for linear type traits including locomotion in Italian Jersey cattle breed. *Livestock Science*. 2019. Vol. 229. P. 131–136. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.09.023>
219. Ruban S., Danshyn V., Matvieiev M., Borshch O.O., Borshch O.V., Korol-Bezpala L. Characteristics of Lactation Curve and Reproduction in Dairy Cattle. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun.* 2022. № 70(6). P. 373–381.
220. Sabedot M. A., Romano G. D. S., Pedrosa V. B., Pinto L. F. B. Genetic

parameters for type score traits and milk production in Brazilian Jersey herds. *Revista Brasileira De Zootecnia*. 2018. Vol. 47. <https://doi.org/10.1590/rbz4720170093>

221. Sadeghi-Sefidmazgi A., Moradi-Shahrbabak M., Nejati-Javaremi A., Miraei-Ashtiani S. R., Amer P. R. Breeding Objectives for Holstein Dairy Cattle in Iran. *Journal of dairy science*. 2012. Vol. 95, no. 6. P. 3406-3418.

222. Satoła A., Ptak E., Jagusiak W., Otwinowska-Mindur A. Genetic relationship of conformation traits with lactose percentage and urea concentration in milk of Polish Holstein-Friesian cows. *Animal science papers and reports*. 2017. no. 35. P. 241-252.

223. Schaeffer L. R., Jamrozik J. Multiple-trait prediction of lactation yields for dairy cows. *Journal of dairy science*. 1996. Vol. 79, no. 11. P. 2044–2055. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76578-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76578-5)

224. Sen O., Ruban S., Getya A., Nesterov. Y. Current state and future outlook for development of the milk and beef sectors in Ukraine. *Cattle husbandry in Eastern Europe and China*. 2014. EAAP publication №. 135. P. 169–179.

225. Sewalem A., Kistemaker G. J., Miglior F., Van Doormaal B. J. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Canadian Holsteins using a Weibull proportional hazards model. *Journal of dairy science*. 2004. Vol. 87, no. 11. P. 3938–3946. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73533-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73533-X)

226. Shahinfar S., Mehrabani-Yeganeh H., Lucas C., Kalhor A., Kazemian M., Weigel K. A. Prediction of Breeding Values for Dairy Cattle Using Artificial Neural Networks and Neuro-Fuzzy Systems. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. 2012. Vol. 2012. P. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2012/127130>

227. Sjaunja L.O., L.Baevre, L.Junkkarinen, J.Pedersen and J.Setala (1990) A Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. *Comite international pour le controle de la productivite laitiere du betail*, 27eme session, 2-6 Juillet, Paris, France.

228. Smith P. E., Waters S. M., Kenny D. A., Kirwan S. F., Conroy S.; Kelly A. K. Effect of divergence in residual methane emissions on feed intake and efficiency, growth and carcass performance, and indices of rumen fermentation and

methane emissions in finishing beef cattle. Journal of Animal Science. 2021. Vol. 99, no. 11. <https://doi.org/10.1093/jas/skab275>

229. Sneddon N., Lopez-Villalobos N., Davis S., Hickson R., Shalloo L., Garrick D., Geary U. Responses in lactose yield, lactose percentage and protein-to-protein-plus-lactose ratio from index selection in New Zealand dairy cattle. New Zealand Journal of Agricultural Research. 2016. Vol. 59, no. 1. P. 90–105. <https://doi.org/10.1080/00288233.2015.1131724>

230. Sørensen L. P. et al. Review of Nordic total merit index full report November 2018. – 2018

231. Statistical presentation [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dst.dk/en/Statistik/dokumentation/documentationofstatistics/milk-and-dairy-products/statistical-presentation>.

232. Stavetska R., Babenko O., Starostenko I., Cherniak S. Main trends of dairy industry in Ukraine. Bulg.J. Agric. Sci. 2022. Vol. 28 (Supplement 1). P. 14–20

233. Tekerli M., Akinci Z., Dogan I., Akcan A. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from the Balikesir Province of Turkey. Journal of Dairy Science. 2000. Vol. 83, no. 6. P. 1381–1386. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75006-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75006-5).

234. The evolution of valacta atlantic dairy production [Електронний ресурс] // Valacta stats & tips. 2017. URL: <http://www.valacta.com/EN/publications/Documents/DAIRY%20EVOLUTION/DE%20-%202017/Stats.pdf>.

235. Thompson-Crispi K. A., Sewalem A., Miglior F., Mallard B. A. Genetic parameters of adaptive immune response traits in Canadian Holsteins. Journal of dairy science. 2012. Vol. 95, no. 1. P. 401–409. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4452>

236. Thorning T. K., Raben A., Tholstrup T., Soedamah-Muthu S. S., Givens I., Astrup A. Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. Food & nutrition research. 2016. Vol. 60, no. 1. P. 32527. <https://doi.org/10.3402/fnr.v60.32527>

237. Tierbeurteilungsbogen. Deutsche Holsteins. (2016). <https://www.lwk->

238. Török E., Komlósi I., Szőnyi V., Béri B., Mészáros G., Posta J. Combinations of Linear Type Traits Affecting the Longevity in Hungarian Holstein-Friesian Cows. *Animal*. 2021. Vol. 11, no. 11. P. 3065. <https://doi.org/10.3390/ani11113065>
239. United Nations. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, World Population Prospects 2017. [Электронный ресурс] URL: <https://www.tendencias21.net/attachment/867922/>
240. Vacek M., Štípková M., Němcová E., Bouška J. Relationships between conformation traits and longevity of Holstein cows in the Czech Republic. *Czech J. Anim. Sci.* 2006. Vol. 51, No. 8. P. 327–333. <https://doi.org/10.17221/3946-CJAS>
241. Valacta Overview [Электронный ресурс]. Valacta. 2019. URL: <http://www.valacta.com/EN/our-company/Pages/valacta-overview.aspx>.
242. Van Raden P. M. Net merit as a measure of lifetime profit: 2017 revision. Animal Improvement Program, Animal Genomics and Improvement Laboratory, Agricultural Research Service, USDA, Beltsville, MD – 20705–2350, 2017. – URL: <https://www.aipl.arsusda.gov/reference/nmcalc-2017.htm>
243. VanRaden P. M. Lactation Yields and Accuracies Computed from Test Day Yields and (Co)Variances by Best Prediction. *Journal of Dairy Science*. 1997. Vol. 80, no. 11. P. 3015–3022. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(97\)76268-4](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76268-4)
244. Wasana N., Cho G., Park S., Kim S., Choi J., Park B., Do C. Genetic relationship of productive life, production and type traits of Korean Holsteins at early lactations. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2015. Vol. 28, no. 9. P. 1259–1265. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0034>
245. Wasana N., Cho G., Park S., Kim S., Choi J., Park B., Do C. Genetic Relationship of Productive Life, Production and Type Traits of Korean Holsteins at Early Lactations *Anim Biosci* 2015. Vol. 28, no. 9. P. 1259–1265. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0034>
246. Weaber R. L. (Bob) Introduction to Indexes *J. Anim. Sci.* No. 65. 2010. p.211–224

247. Weller J.I., Ezra E., Leitner G. Genetic analysis of persistency in the israeli holstein population by the multitrait animal model, *Journal of Dairy Science*. 2006. Vol. 89, no. 7. P. 2738–2746. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72350-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72350-5).
248. White J. Genetic Parameters of Conformational and Managemental Traits. *Journal of Dairy Science*. 1974. Vol. 57, no. 10. P. 1267–1278. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(74\)85051-4](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(74)85051-4)
249. Wiggans G. R. National genetic improvement programs for dairy cattle in the United States². *Journal of Animal Science*. 1991. Vol. 69, no. 9. P. 3853–3860. <https://doi.org/10.2527/1991.6993853x>
250. Wiggans G.; Shook G. A Lactation measure of somatic-cell count. *Journal of Dairy Science*, v.70, p.2666-2672, 1987. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-3190302\(87\)80337-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-3190302(87)80337-5)
251. Wilmink J. Comparison of different methods of predicting 305-day milk yield using means calculated from within-herd lactation curves. *Livestock Production Science*. 1987. Vol. 17. P. 1–17. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(87\)90049-2](https://doi.org/10.1016/0301-6226(87)90049-2)
252. Wolf J., Wolfová M. Krupa E. (2013). Users Manual for the program Package ECOWEIGHT (C Programs for Calculating Economic Weights in Livestock), Version 6.0.4. Part 1: Programs EWBC (Version 3.0.4) and EWDC (Version 2.2.3). Research Institute of Animal Production. Prague-Uhřetěves. 222 p.
253. Wolfová M., Wolf J., Kvapilík J., Kica J. Selection for profit in cattle: I. Economic weights for purebred dairy cattle in the Czech Republic. *Journal of dairy science*. 2007. Vol. 90, no. 5. P. 2442–2455. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-614>
254. Wood P.D.P. Algebraic Model of the Lactation Curve in Cattle, *Nature*. 1967. Vol. 216, no. 5111. P. 164–165. <https://doi.org/10.1038/216164a0>.
255. Yanizaki T., Hagiya K., Takeda H., Yamaguchi S., Osawa T., Nagamine Y. Genetic correlations among female fertility, 305-day milk yield and persistency during the first three lactations of Japanese Holstein cows, *Livestock Science*. 2014. Vol. 168. P. 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.08.005>.
256. Yokoo M. J., Seno L. O., Oliveira L. C., Costa P., Silva G., Suñé R. W.,

Cardoso F. F. Economic selection index in small rural dairy farms. *The Journal of dairy research*. 2019. Vol. 86, no. 1. P. 25–33.
<https://doi.org/10.1017/S0022029918000894>

257. Zhao F., Guo G., Wang Y., Guo X., Zhang Y., Du L. Genetic parameters for somatic cell score and production traits in the first three lactations of Chinese Holstein cows. *Journal of Integrative Agriculture*. 2015. Vol. 14, no. 1. P. 125–130..
[https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(14\)60758-9](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(14)60758-9)

258. Zink V., Zavadilová L., Lassen J., Štípková M., Vacek M., Štolc L. Analyses of genetic relationships between linear type traits, fat-to-protein ratio, milk production traits, and somatic cell count in first-parity Czech Holstein cows. *Czech J. Anim. Sci.* 2014. Vol. 59, No. 12. P. 539–547 <https://doi.org/10.17221/7793-CJAS>

ДОДАТКИ

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Стаття у науковому міжнародному виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази даних Scopus

1. Ruban S., Danshyn V., Matvieiev M., Borshch O.O., Borshch O.V., Korol-Bezpal L. Characteristics of Lactation Curve and Reproduction in Dairy Cattle. Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun. 2022. № 70(6). P. 373–381. *(Доведено вплив комплексу факторів на лактаційну криву та її стійкість, обґрунтовано необхідність та принципи використання лактаційної кривої як елементу, який характеризує перебіг продуктивності корів та зумовлює тривалість сервіс-періоду).*

Статті у наукових фахових виданнях України

2. Рубан С. Ю., Федота О. М., Матвєєв М. А., Мартинова М. Є. Стан племінного тваринництва та напрями селекції в молочному скотарстві України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2018. № 289. С. 51–62. *(Обґрунтовано доцільність одночасного використання в індексах ознак молочної продуктивності (виходу молочного жиру і білка) та сервіс-періоду).*

3. Матвєєв М. А., Гетья А. А. Перспективи застосування економічних вагових коефіцієнтів для оцінки корів за ознаками молочної продуктивності. Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування. 2020. № 5, С. 91–45. *(Обґрунтовано оптимальний варіант моделі розрахунку економічних ваг для ознак селекції за різного вмісту жиру та білка у молоці).*

4. Матвєєв М. А. Застосування коефіцієнту постійності лактації для перерахунку незакінченої лактації на повну (305 днів). Вісник ПДАА. 2020. № 2. С. 119–126.

5. Гетья А., Рубан С., Матвєєв М., Даншин В. Вплив віку корів та їх походження за батьком на ознаки лінійної оцінки типу в молочному скотарстві. Тваринництво та технології харчових продуктів. 2020. № 11(1), С. 5–16.

(Обґрунтовано необхідність проведення лінійної класифікації типу корів як елементу комплексної оцінки їх племінної цінності).

6. Рубан С.Ю., Матвеев М. А. Генетична детермінація ознак рівня відтворення в молочному скотарстві. Науковий журнал «Тваринництво та технології харчових продуктів». 2021. № 1 (12). С. 28–38 *(Обґрунтовано необхідність використання сервіс-періоду із комплексу ознак відтворення (сервіс-період, період добровільного очікування та осіменіння) як критерію добору тварин в молочному скотарстві).*

Тези доповідей

7. Матвеев М. А., Гетя А. А. Методологія збору та обробки селекційної інформації в молочному скотарстві. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: Зб. тез доп. 73 Всеукр. наук.- практ. конф. з міжн. участю. Київ: НУБіП України, 2019. 158 с. *(Здобувач проаналізував джерела літератури та обґрунтував необхідність використання баз даних для добору корів).*

8. Матвеев М.А. Застосування різних варіантів розрахунку селекційної цінності корів для формування високопродуктивного стада. Науково-інформаційний вісник біолого- технологічного факультету. 12. Херсон: ХДАУ. ВЦ «Колос». 2019. С. 51–54 с.

9. Матвеев М. Перспективи використання зоотехнічних даних для оцінювання стану благополуччя тварин в умовах промислових технологій. Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference AWC GCC, April 21–22, 2020. Dnipro, 2020, С. 95–97

10. Матвеев М. Вплив віку корів на їх молочну продуктивність. III Міжнародна науково-практична конференція «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» Київ: Науково-методичний центр ВФПО, 2020. С. 177– 178.

11. Матвеев М. Генетична детермінація ознак лінійної оцінки типу в молочному скотарстві. Міжнародна науково-практична конференція «Наукові

і технологічні виклики тваринництва у ХХІ столітті», присвячена 90-річчю від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка УААН і РААН Г. О. Богданова, м. Київ, НУБіП України, 12–14 березня 2020 року. 74 с.

12. Матвеев М. А., Гетья А. А. Вплив стадії лактації корів на зміну показників лінійної оцінки типу. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: 36. тез доп. 74 Всеукр. наук.- практ. конф. К.: НУБіП України, 2021. 255 с. *(Доведено вплив стадії лактації корів на їх лінійну оцінку типу).*

13. Рубан С. Ю., Матвеев М. А. Використання значень компонентів молока для оцінки ефективності виробництва. Збірник праць за підсумками Х Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів (м. Київ, 22 квітня 2021 р. – 23 квітня 2021 р.). Київ.: РВВ НУБіП України, 2021. 326 с. *(Обґрунтовано необхідність використання енергетично скорегованого молока (ЕСМ), в якості ознаки добору корів).*

14. Рубан С. Ю., Гетья А. А., Матвеев М. А. Визначення генетичної компоненти фертильності на основі стану контрольних періодів у лактуючих корів. Актуальні питання сучасної медицини: тези доповідей XVIII Міжнародної наукової конференції студентів, молодих вчених та фахівців, яка присвячена 25-річчю заснування кафедри загальної та клінічної патології медичного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. (22–23 квітня 2021 р., м. Харків, Україна). Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2021. 400 с. *(Здобувачем проведено математичну обробку та підготовлено матеріали до публікації).*

15. Matvieiev M., Romasevych Yu., Getya A. Use of artificial neural networks for prediction of milk yield of dairy cows. Book of Abstracts of the 73st Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. EAAP – 73nd Annual Meeting. Porto. Portugal. 2022. *(Здобувачем запропоновано різні варіанти баз даних продуктивності для досліджень, проведено інтерпретацію результатів дослідження та підготовлено матеріали до публікації).*