

УДК 636.2.034.06.082.2

DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.71.18>

ПОПУЛЯЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНІ ПАРАМЕТРИ ЛІНІЙНИХ ОЗНАК ЕКСТЕР'ЄРНОГО ТИПУ В АСПЕКТІ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ У СЕЛЕКЦІЙНОМУ ПРОЦЕСІ УДОСКОНАЛЕННЯ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ ЗА МОЛОЧНОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ ТА ДОВГОЛІТТЯМ

Л. М. ХМЕЛЬНИЧИЙ¹, О. С. ЯРЕМЧУК¹, Б. М. КАРПЕНКО², Ю. А. ПОНОМАРЬОВ¹,
В. В. ШВЕД¹, О. Б. ШАПОВАЛ¹

¹Сумський Національний аграрний університет (Суми, Україна)

²Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут» (Ніжин, Україна)

<https://orcid.org/0000-0001-5175-1291> – Л. М. Хмельничий

<https://orcid.org/0000-0002-3283-6107> – О. С. Яремчук

<https://orcid.org/0000-0002-9942-5863> – Б. М. Карпенко

<https://orcid.org/0009-0007-3229-257X> – Ю. А. Пономарьов

<https://orcid.org/0009-0007-8238-8967> – В. В. Швед

<https://orcid.org/0009-0009-4050-7651> – О. Б. Шаповал

khmelnichy@ukr.net

Проведено літературний огляд з вивчення мінливості успадковуваності лінійних ознак екстер'єру та їхню співвідносну мінливість з молочною продуктивністю та довголіттям у селекційному процесі поліпшення корів молочної худоби різних порід та країн селекції. Більшістю досліджень, проведеними як вітчизняними, так і зарубіжними авторами, встановлено достовірний додатний зв'язок групових лінійних ознак з надоєм корів за першу лактацію з істотною мінливістю коефіцієнтів кореляції від $r = 0,017$ до $r = 0,700$ залежно від оцінки комплексу статей, породи та варіантів поєднань генеалогічних формувань. Про існування тісної та достовірної кореляційної мінливості між описовими лінійними ознаками типу та надоєм корів-первісток повідомляється великою кількістю авторів (від $r = -0,48$ до $r = 0,75$), яка також залежить від породи та країни дослідження. Аналогічно, за тих самих причин, успадковуваність лінійних ознак типу у корів молочної худоби за літературними джерелами також варіювала у значних межах. Сама низька успадковуваність описових ознак типу була отримана у корів голштинської породи Італії ($h^2 = 0,049$), а найвища – Туреччини ($h^2 = 0,62$). Наразі вирішення проблеми довголіття молочної худоби обмежується можливістю добору майбутніх матерів через те, що ознаки довголіття можна отримати лише у кінці життя корів. Тому, лінійні ознаки екстер'єрного типу лягли в основу непрямого добору на довголіття корів через те, що деякі з них мають додатну генетичну кореляцію з тривалістю життя, мають помірну, а частіше достатню для ефективною селекції успадковуваність. Особливо важливо, що оцінку лінійних ознак отримують на початку життя корів. Через це вони можуть бути використані як непрямі предиктори довголіття на ранніх етапах оцінки тварин.

Ключові слова: селекція тварин, порода, генофонд, успадковуваність, кореляція, добір, підбір, молочна продуктивність, екстер'єрний тип, ознаки довголіття

POPULATION-GENETIC PARAMETERS OF LINEAR TRAITS OF EXTERIOR TYPE IN ASPECT OF THEIR USE IN THE SELECTION PROCESS OF IMPROVING DAIRY CATTLE FOR MILK PRODUCTIVITY AND LONGEVITY

L. M. Khmelnychy¹, O. S. Yaremchuk¹, B. M. Karpenko², Yu. A. Ponomarov¹, V. V. Shved¹,
O. B. Shapoval¹

¹Sumy National Agrarian University (Sumy, Ukraine)

²*Separate subdivision of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine "Nizhyn Agrotechnical Institute" (Nizhyn, Ukraine)*

A literature review was conducted to study the variability of heritability of linear exterior traits and their correlation with milk productivity and height in the breeding process of improving dairy cows of different breeds and breeding countries. Most studies conducted by both domestic and foreign authors have established a reliable positive relationship between group linear traits and cow milk yield in the first lactation with significant variability in correlation coefficients from $r = 0.017$ to $r = 0.700$, depending on the assessment of the complex of linear traits, breed, and variants of combinations of genealogical formations. The existence of close and reliable correlation variability between descriptive linear traits of type and milk yield of firstborn cows has been reported by a large number of authors (from $r = -0.48$ to $r = 0.75$), which also depends on the breed and country of study. Similarly, for the same reasons, the heritability of linear type traits in dairy cows according to literature sources also varied significantly. The lowest heritability of descriptive type traits was obtained in Holstein cows from Italy ($h^2 = 0.049$), and the highest – from Turkey ($h^2 = 0.62$). Currently, the solution to the problem of longevity of dairy cattle is limited to the possibility of selecting future mothers due to the fact that signs of longevity can be obtained only at the end of the cows' lives. Therefore, linear traits of the exterior type have formed the basis of indirect selection for the longevity of cows due to the fact that some of them have a positive genetic correlation with life expectancy, have moderate, and often sufficient for effective selection heritability. It is especially important that the assessment of linear traits is obtained at the beginning of the cows' lives. Because of this, they can be used as indirect predictors of longevity at the early stages of animal evaluation.

Keywords: animal breeding, breed, genofond, heritability, correlation, selection, milk productivity, exterior type, signs of longevity

На кількісні ознаки молочної худоби, особливо такі, які характеризують молочну продуктивність, відтворення, загальний розвиток організму, екстер'єрний тип, довголіття та ін., впливають багато генів, з яких кожен окремий ген має незначний вплив через їх полігенне успадкування. Окремо між цими генами існують незначні відмінності, а через те, що кількість комбінацій генів у групі досить велика, виникає безперервна мінливість кількісних ознак. Крім генетичних на кількісні ознаки також суттєво впливають негенетичні чинники, які змінюють їх кінцевий прояв. Оцінка генетичних параметрів (успадкованості та кореляцій) кількісних ознак має вирішальну зацікавленість для селекціонерів, а вони є головним імперативом у селекції. Генетичний прогрес кількісних ознак досягається підвищенням точності оцінки генетичної варіації та точності добору, що залежить, серед іншого, від оцінених генетичних кореляцій між оцінюваними ознаками (Djedović et al., 2023).

У молочному скотарстві ефективно створення та відтворення високопродуктивних тварин вирішується за використання великомасштабної селекції, яка побудована на досягненнях популяційної генетики, раціональної системи племінної роботи, спрямованої на інтенсивне генетичне поліпшення масивів худоби у масштабах області, зони, країни та породи у межах усього її ареалу за інтенсивного використання бугаїв-плідників – лідерів породи (Sudyka et al., 2012; Zubets et al., 2000; Pidpala et al., 2012).

Популяційна генетика вивчає закономірності успадкування та мінливості господарськи корисних ознак у складних сукупних системах особин одного виду, які характеризуються відповідними властивостями, місцезнаходженням і пристосованістю до даних умов існування. Популяція, на відміну від окремої особини, існування якої обмежено у часі, існує необмежено, знаходиться у постійній динаміці. В процесі еволюції у ній проходить безперервна заміна одних генотипів іншими, від покоління до покоління змінюється її генетичний склад (Pidpala et al., 2012).

Успішне ведення селекційно-племінної роботи в управлінні стадом при створенні та поліпшенні порід сільськогосподарських тварин неможливо без усвідомлення селекціонерами важливості використання у цьому процесі популяційно-генетичних параметрів, чіткої орієнтації у сутності спадковості та мінливості, цих універсальних властивостей всього живого. На

відповідному рівні уявляти собі механізми дії успадкованості та співвідносної мінливості господарськи корисних ознак у селекційній справі (Eisner, 1981). Так, успадкованість, яка є часткою спадкової мінливості у загальній фенотиповій різноманітності ознаки, дозволяє істотно поліпшити її у потомства за високого ступеня успадкування. За умов низької успадкованості господарськи корисної ознаки відбудеться майже повне її повернення до середньої величини вихідного покоління. За відповідного скорочення генетичної мінливості аналогічно знижується реакція на добір, а отже й на реалізацію успадкованості (Норка et al., 2007; Campos et al., 2012; Eisner, 1981).

Наступний параметр популяційної генетики – співвідносна мінливість, яка існує між господарськи корисними ознаками і, залежно від її напрямку та сили, вирішуються конкретні питання стосовно методів добору й підбору у селекційному процесі за комплексом ознак (Норка et al., 2007; Burkat et al., 2004).

У селекційній роботі з молочною худобою, при визначенні племінної цінності корів, поряд з оцінкою показників молочної продуктивності, істотну роль відіграє їх оцінка за екстер'єрним типом (De Haas et al., 2007; Salohub & Khmelnychy, 2011a; 2011b; Khmelnychy, 2004; Khmelnychy, 2018b; Khmelnychy et al., 2011). Рівень успадкованості статей екстер'єру корів молочної худоби загалом є достатнім для ефективного добору за ними, проте існуюча мінливість залежить від досить таки багатьох чинників: породи, внутрішньопородного типу, лінії, бугаїв-плідників, генотипу, віку, паратипових факторів, ступеня консолідованості стада за типом, інтенсивності добору бугаїв-плідників, оцінюваної ознаки та методу її визначення (Duru et al., 2012; Berry et al., 2004; Boyko et al., 2015; Dubin, 2006; Ladyka et al., 2010; Salohub & Khmelnychy, 2011b; Khmelnychy, 2018b; Battagin et al., 2013; Wiggans et al., 2006; Zavadilová & Štírková, 2012). Діапазон мінливості успадкованості лінійних статей типу досить широкий як у межах аналогічних ознак у корів однієї породи за даними різних дослідників, так і між різними лінійними ознаками в одному чи різних дослідженнях одних і тих самих авторів. Більшість дослідників (Wiggans et al., 2004; De Haas et al., 2007; Ptak et al., 2011; Tapki & Guzey, 2013; Bohlouli et al., 2015; Ismael et al., 2022) знайшли середні та помірно високі значення успадкованості лінійних ознак типу молочних корів на відміну від довголіття, яке має низьку успадкованість (Raguž et al., 2014; Imbayarwo-Chikosi et al., 2016; Larroque & Ducrocq, 2001).

Ефективній селекції молочної худоби за типом сприяє існування співвідносної мінливості між лінійними та важливими господарськи корисними ознаками. Завдяки отриманим науковцями додатним кореляціям між статями екстер'єру та молочною продуктивністю (Ladyka et al., 2010; Kohut et al., 2016; Siratskyi et al., 2001; Salohub & Khmelnychy, 2011a; Khmelnychy & Vechorka, 2020; Khmelnychy et al., 2011), відтворювальною здатністю, (Almeida et al., 2017; Makgahlela et al., 2009; Pérez-Cabal & Alenda, 2002), продуктивним довголіттям (Khmelnychy et al., 2021; 2022; Povod et al., 2022; Du Toit et al., 2012) та тривалістю життя (Morek-Kopiec & Zarnecki, 2012; Kern et al., 2018; Khmelnychy & Karpenko, 2021a; 2021b), здійснюється опосередкований добір, коли селекція за однією із ознак, яка корелюється, сприяє підвищенню показників за іншою.

Показники лінійної оцінки корів за типом входять до складу селекційних індексів при визначенні комплексної оцінки корів у країнах з високим розвитком молочного скотарства (Caraviello et al., 2004; Kern et al., 2014; Murray, 2013; Terawaki & Ducrocq, 2009). Показники лінійної класифікації молочної худоби за типом включені із значною питомою вагою до комплексного підсумкового індексу для оцінки бугаїв-плідників за якістю потомства. За свідченнями перших повідомлень вони використовуються уже тривалий період часу у Канаді (LPI), США (TPI), Голландії (STIERSOM), Великобританії (PINII), Італії (UCI та ILQM), Данії (S-index), Франції (ISU), Новій Зеландії (TBI) та інших. (Burkat et al., 2004; Holstein type-production, 1999; Holstein sires, 1999; Jovanovac & Raguž, 2011; Leitch, 1994; Linear type evaluation, 1999).

Враховуючи важливість параметрів успадкованості та співвідносної мінливості у селекційному процесі поліпшення екстер'єрного типу корів молочної худоби та неабияку варіа-

бельність коефіцієнтів, які відображають їхній рівень, залежно від багатьох чинників, доцільним та вмотивованим є поглиблений аналіз результатів досліджень, проведених у цьому напрямку.

Матеріали та методи дослідження. Базою для аналітичного огляду стали публікації досліджень, проведених вітчизняними та зарубіжними авторами, які вивчали успадкованість лінійних ознак екстер'єру та їхню співвідносну мінливість з господарськи корисними ознаками у межах різних порід та країн селекції.

Результати дослідження. Практика селекції великої рогатої худоби довела, що добре виражений екстер'єрний тип породи та міцна конституція значним чином забезпечують високі показники продуктивності, життєздатності та довголіття тварин. Тому завдання лінійної класифікації забезпечувати об'єктивну оцінку корів за типом, гарантуючи ефективність селекційної роботи у цьому напрямку (Khmelnychyi, 2007). Згідно Закону України “Про племінну справу у тваринництві” лінійна класифікація корів молочних порід за типом є обов'язковою складовою комплексу визначення племінної цінності худоби (“Holos Ukrainy”, 2000). Лінійна класифікація корів базується на визначенні ступеню розвитку конкретної ознаки екстер'єру тварини у її порівнянні з бажаним (ідеальним, модельним) виразом. Згідно з останньою версією рекомендацій ICAR (Section 5 – ICAR, 2018) оцінка включає 18 стандартних описових ознак екстер'єру та п'ять додаткових за 9-ти бальною шкалою.

Програми класифікації типів у різних країнах включають також оцінку за фенотипом, коли сумарна оцінка 3–5 груп комплексних статей будови тіла (групи лінійних ознак, які стосуються однієї конкретної області), залежно від країни, характеризує загальний розвиток тварини у їх гармонійному поєднанні цих комплексних статей екстер'єру. Корів молочних порід та комбінованого напрямку продуктивності класифікують і присвоюють оцінки від 50 до 97 балів (Section 5 – ICAR, 2018). Оцінюються групові або комбіновані ознаки за 100-бальною шкалою, які не є лінійними у біологічному сенсі. До 99 балів може отримати повновікова корова, тоді як коровам-первісткам оцінка обмежена. Суб'єктивна оцінка дається з врахуванням бажаного (модельного, ідеального) розвитку екстер'єрного типу корови відповідно до селекційної мети, яка може відрізнятися у кожній країні у межах групових ознак та їх вагового коефіцієнту у фінальній оцінці.

Співвідносна мінливість лінійних ознак з ознаками молочної продуктивності корів

Найперша і основна мета використання лінійної класифікації – це оцінка бугаїв-плідників за типом дочок, тобто за якістю потомства – генотипом. Наступна – оцінка корів матерів майбутніх бугаїв-плідників. Ефективність поліпшення молочної худоби на сучасному етапі великомасштабної селекції на 90–95% (Basovskiy et al., 1992) залежить від раціонального підбору бугаїв-плідників, особливо поліпшувачів за оцінкою екстер'єру дочок (Ladyka et al., 2015; Khmelnychyi, 2009; Khmelnychyi et al., 2015) та молочної продуктивності, оскільки ознака обмежена статтю, перш ніж проявиться у жіночої, має бути апробована у чоловічої статі (Klorenko & Rudyk, 2010; Polupan, 2000). Вмотивованість застосування оцінки та добору молочної худоби за екстер'єрним типом із самого початку її запровадження і до нині зумовлена, передусім, існуванням додатного зв'язку між розвитком більшості статей і пропорцій будови тіла із кількісними та якісними ознаками молочної продуктивності корів, тривалістю та ефективністю продуктивного використання, відтворними якостями та здоров'ям.

Про співвідносний зв'язок форми і функції, лінійних ознак екстер'єру та молочною продуктивністю повідомляється дослідженнями (Shevchenko & Khmelnychyi, 2014), згідно яких дочки голштинських плідників (Хайеса, Топрейта і Мілліама), які відрізнялися кращими оцінками за стан групових ознак молочної продуктивності (82,1–82,3 балу), тулуба (83,1–83,4 балу), вим'я (81,9–82,3 балу) та фінальною оцінкою за тип (82,2–82,4 балу) мали відповідно і вищі показники надою першої (5001–5095 кг) та третьої (5296–5511 кг) лактації.

Встановлений іншими авторами (Ladyka & Khmelnychyi, 2016) достовірний додатний зв'язок групових ознак з надоєм дочок плідників української чорно-рябої молочної породи ПЗ ПрАТ Райз-Максимко” за першу лактацію підтвердив вплив спадковості бугаїв у поліпшенні екстер'єрного типу свого потомства. Так, група лінійних ознак, що характеризують молочний

тип дочок бугаїв-плідників, склала у межах $r = 0,261-0,460$, розвиток тулуба ($r = 0,110-0,595$), морфологічні якостей вим'я ($r = 0,164-0,419$) та фінальну оцінку ($r = 0,169$ і $0,554$). Додатну кореляцію з надоем було отримано за більшістю описових статей екстер'єру у межах оцінених бугаїв-плідників. Переважно це були ознаки, що несуть функціональні навантаження, або розвиток яких зв'язаний з іншими ознаками, які впливають на продуктивність корів. До них варто віднести висоту ($r = 0,172-0,526$), глибину тулуба ($r = 0,112-0,582$), кутастість ($r = 0,232-0,430$), ширину заду ($r = 0,169-0,489$), прикріплення передніх часток вим'я ($r = 0,141-0,437$), висоту прикріплення вим'я ззаду ($0,104-0,422$).

За оцінкою екстер'єрного типу корів-первісток бурої худоби різного походження (лебединській, бурій швіцькій, українській бурій молочній) у провідних племінних господарствах Сумської області (Ladyka et al., 2017) встановлено достовірну додатну кореляцію між окремими комплексами лінійних ознак та фінальною оцінкою 100-бальної системи лінійної класифікації і надоем. Достатньо високий рівень додатного та достовірного зв'язку виявлено за комплексами статей, які характеризують стан розвитку молочного типу корів-первісток оцінених порід бурої худоби ($r = 0,284...0,415$), а також розвиток тулуба ($r = 0,374...0,468$) та якості морфологічних статей вим'я ($r = 0,335...0,522$). Фінальна оцінка за екстер'єрний тип додатно та достовірно корелювала з надоем за першу лактацію з коефіцієнтами від $r = 0,369$, по лебединській породі, до $r = 0,484$ – по українській бурій молочній. Аналогічно достовірний додатний зв'язок з надоем спостерігався за описовими ознаками екстер'єру: висотою ($r = 0,106...0,126$), шириною заду ($r = 0,205...0,252$), глибиною тулуба ($r = 0,288...0,481$), прикріпленням передніх ($r = 0,204...0,418$) та задніх часток вим'я ($r = 0,136...0,367$), глибиною вим'я ($r = 0,195...0,339$), міцністю ($r = 0,135...0,388$) та молочним характером будови тіла ($r = 0,329...0,393$). Порівняння показників лінійної класифікації показали, що краще виражений екстер'єрний тип за оцінкою лінійних ознак будови тіла та вим'я виявлено у корів бурої швіцької породи.

Лінійну оцінку можна використовувати на тваринах комбінованих порід, зокрема її застосували (Kohut & Kaplinskyi, 2020) на коровах-первістках симентальської породи стада ФГ «ПчаниДенькович» Жидачівського району Львівської області. Авторами було оцінено дочок двох бугаїв Рошелле 936647732 (лінія Редада) та Вікхта 932375771 (лінія Хоррора). За відповідної різниці між оцінками дочок залежно від походження, встановлена співвідносна мінливість між лінійними ознаками та надоем, яка склала за групою ознак, які характеризують молочний тип у потомства бугаїв Рошелле та Вікхта з коефіцієнтами відповідно $0,31$ і $0,28$, тулуб – $0,33$ і $0,30$, кінцівки та ратиці – $0,34$ і $0,33$, вим'я – $0,39$ і $0,38$. Додатна та від'ємна кореляція тримана й між описовими статтями на надоем первісток, а саме, за висотою відповідно $0,40$ і $0,37$, шириною грудей – $0,13$ і $0,10$, кутастістю – $0,40$ і $0,38$, нахилом заду – $0,03$ і $0,04$, шириною заду – $0,35$ і $0,32$, переднім прикріпленням вим'я – $0,30$ і $0,28$, прикріпленням вим'я ззаду – $0,14$ і $0,13$, центральною зв'язкою – $-0,13$ і $0,13$, глибиною вим'я – $-0,12$ і $0,14$, кутом тазових кінцівок – $-0,09$ і $0,07$ та їх поставою – $0,07$ і $0,07$.

Дослідження авторами (Povod et al., 2022) корів-первісток української червоно-рябої молочної породи у підприємстві ПСП «Пісківське» Бахмацького району, що на Чернігівщині, засвідчили високий рівень кореляції між групою лінійних ознак, які характеризують молочний тип ($r = 0,502$), тулуб ($r = 0,488$) та вим'я ($r = 0,537$) і величиною надоем корів-первісток за 305 днів. На такому ж рівні знаходяться кореляції між перерахованими групами лінійних ознак та молочним жиром ($r = 0,455-0,514$). Що стосується зв'язку між описовими ознаками та надоем, то вони відрізнялися вищою мінливістю, від середньої від'ємної ($r = -0,382$), між вгодваністю та надоем, до тісної додатної ($r = 0,564$), між переднім прикріпленням вим'я та надоем. Досить тісні кореляції виявлено між надоем та виходом молочного жиру і висотою ($r = 0,382$ та $0,331$) та глибиною тулуба ($r = 0,481$ та $0,437$). Кореляція ширини грудей ($r = 0,133$) та нахилу заду ($r = 0,236$) із надоем та молочним жиром ($r = 0,155$ і $0,212$) була додатною але дещо слабкою. Величина додатної кореляції між кутастістю і надоем та молочним жиром ($r = 0,522$ та $0,524$) у цьому дослідженні показує про потенційні можливості корів української червоно-рябої молочної породи за молочною продуктивністю. Описові статі, які характеризують роз-

виток кінцівок – кут у скакальному суглобі, постава тазових кінцівок та кут ратиць, трохи слабкіше корелюють з ознаками молочної продуктивності цього стада ($r = 0,067-0,145$). Оцінені ними морфологічні ознаки вим'я корів-первісток також тісно та додатно зв'язані з надоем та молочним жиром. До них відносяться – прикріплення передніх часток вим'я ($r = 0,564$ та $0,488$), прикріплення вим'я ззаду ($r = 0,487$ та $0,462$) і центральна зв'язка ($r = 0,466$ та $0,428$). Автори цього дослідження наголошують, що перераховані лінійні ознаки крім того, що тісно корелюють з молочною продуктивністю, вони ще й виконують досить важливу для здоров'я корів підтримуючу функцію, не дозволяють вим'я з віком звиснути нижче скакального суглоба, а це дозволяє уникнути травмування, переохолодження та інфікування вим'я.

За дослідженнями корів-первісток української чорно-рябої молочної породи за екстер'єрним типом у стадах Сумської області (АФ “Перше Травня” та “Державному підприємстві дослідного господарства Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України”) також встановлено співвідносну мінливість між лінійними ознаками та молочною продуктивністю (Samokhina et al., 2021). Додатна кореляція з величиною надою виявлена за груповими ознаками екстер'єру, які характеризують стан молочного типу корів у двох підконтрольних стадах АФ “Перше Травня” та “ДП ДГ ІСГ Північного сходу НААН України” відповідно ($r = 0,338$ та $0,279$; $P < 0,001$), розвиток тулуба ($r = 0,422$ та $0,344$; $P < 0,001$) якості морфологічних ознак вим'я ($r = 0,315$ та $0,299$; $P < 0,001$) та фінальною оцінкою ($r = 0,328$ та $0,277$; $P < 0,001$). Додатні кореляції з надоем виявлено за низкою окремих описових лінійних ознак відповідно у межах піддослідних стад: висотою ($r = 0,355$ та $0,266$), глибиною тулуба ($r = 0,326$ та $0,333$), кутастістю ($r = 0,355$ та $0,328$), шириною заду ($r = 0,398$ та $0,341$), поставою тазових кінцівок ($r = 0,402$ та $0,304$), переднім ($r = 0,312$ та $0,267$) та заднім прикріпленням вим'я ($r = 0,151$ та $0,145$), центральною зв'язкою ($r = 0,237$ та $0,263$) і переміщенням ($r = 0,253$ та $0,227$). Між вгодваністю та надоем кореляція від'ємна ($r = -0,222$ та $-0,188$).

Були проведені ґрунтовні дослідження з лінійної класифікації корів породи українська чорно-ряба молочна у межах дослідних груп, які були отримані від внутрішньолінійного підбору та кросу ліній на предмет співвідносної мінливості між лінійними ознаками типу та молочною продуктивністю (Kochuk-Yashchenko, 2017). За різних варіантів підбору бугаїв у межах лінійних поєднань було отримано додатні, різної мінливості, кореляції між лінійними ознаками та молочною продуктивністю. Високої вірогідності зв'язок між груповими ознаками і надоем був таким: молочний тип ($r = +0,017...+0,700$), тулуб ($+0,029...+0,625$), кінцівки ($+0,034...+0,442$), вим'я ($+0,036...+0,661$), фінальна оцінка ($+0,284...+0,671$). Загалом оцінених із 29 варіантів порівнянь поєднань (67%) із 45 врахованих спостерігався вірогідний додатній зв'язок між надоем та комплексами ознак 100-бальної системи лінійної класифікації.

Заслуговує на увагу серед молочних порід лінійна оцінка корів голштинської породи, яка була проведена у стаді ПЗ «Владана» Сумського району (Khmelnichyi et al., 2018). За оцінкою корів-первісток цього стада встановлено поліпшуючий вплив голштинських бугаїв-плідників на розвиток лінійних ознак екстер'єру корів української чорно-рябої молочної породи. Між груповими ознаками і надоем додатний зв'язок був такий: молочний тип ($r = 0,464$), тулуб ($r = 0,305$), кінцівки ($r = 0,198$), вим'я ($r = 0,306$) та фінальна оцінка ($r = 0,402$). За описовими ознаками мінливість кореляцій екстер'єр-надій корів-первісток за 305 днів лактації становила від середньої від'ємної $-0,168$ (вгодваність), до тісної додатної $0,474$ (кутастість).

Порівняльний аналіз оцінених за типом корів-первісток українських червоно- та чорно-рябої молочних порід у стаді АФ „Маяк” Золотоніського району Черкаської області підтвердив існування співвідносної мінливості лінійних ознак з надоем (Khmelnichyi & Vechorka, 2015). Загалом достатній рівень кореляції, як і в інших дослідженнях, для ефективної селекції корів за типом, виявлено між групами ознаками, які кваліфікують сукупність ознак молочного типу ($r = 0,447$ і $0,345$), тулуба ($r = 0,309$ і $0,391$) та вим'я ($r = 0,411$ і $0,345$) і надоем за лактацію. Трохи нижча додатна кореляція встановлена між розвитком кінцівок та надоем ($r = 0,154$ і $0,128$) та тісна між фінальною оцінкою ($r = 0,474$ і $0,414$). Автори статті наголошують, що важливою умовою рекомендацій ICAR, із включених лінійних ознак до системи лінійної ква-

ліфікації, кожна із схвалених, описує статть корови як унікальну, яка існує окремо і не описується в комбінації з рештою ознак. Тому, такі ознаки мають назву описові. Додатні кореляції з надоем спостерігається за наступними описовими ознаками типу корів української червоно-чорно-рябої порід, відповідно: висотою ($r = 0,347$ і $0,343$), глибиною тулуба ($r = 0,262$ і $0,259$), кутастістю ($r = 0,539$ і $0,349$), шириною заду ($r = 0,232$ і $0,476$), поставою тазових кінцівок ($r = 0,360$ і $0,443$), переднім ($r = 0,387$ і $0,377$) та заднім ($r = 0,161$ і $0,292$) прикріпленням вим'я, центральною зв'язкою ($r = 0,336$ і $0,321$) та переміщенням ($r = 0,296$ і $0,169$) різного рівня достовірності ($P < 0,05 - 0,001$). Існують також і від'ємні та достовірні за окремими варіантами, у зв'язку з надоем, кореляції: кутом скакального суглоба ($r = -0,080$ і $-0,041$), глибиною вим'я ($r = 0,113$ і $-0,116$), розташуванням передніх ($r = -0,150^*$ і $-0,115$) і задніх дійок ($r = -0,131^*$ і $-0,124^*$), довжиною дійок ($r = -0,063$ і $-0,063$) та вгодованістю ($r = -0,422^{***}$ і $-0,265^{***}$).

Наступне дослідження за типом дочок восьми бугаїв-плідників стада з розведення української червоно-рябої молочної породи проведено у ПСП Писківське" Бахмацького району. Воно показало силу спадкового впливу лінійної оцінки батьків на рівень надою корів-первісток (Khmelnuchyi, 2018a). Співвідносна мінливість засвідчила, що надій корів-первісток стада, дочок восьми різних за походженням плідників, на 22,3–40,2% залежить від комплексу лінійних ознак, які характеризують молочний тип тварин, на 23,1–48,8 – від розвитку статей тулуба, на 22,5–38,4 – від якості морфологічних ознак вим'я і на 26,4–38,5% – від фінальної оцінки за тип. Що стосується співвідносної мінливості описових статей з надоем корів-первісток, то у більшості випадків отримано додатний зв'язок з надоем у межах бугаїв-плідників. Найперше, до них відносяться ті, які несуть будь-які функціональні навантаження чи розвиток яких зв'язаний з такими ознаками, які позитивно впливають на продуктивність тварин. За лінійними ознаками оцінювана кореляційна мінливість виявилась досить істотною, від від'ємних до додатних значень у межах дочок оцінених плідників. Наприклад: $r = 0,202 - 0,364$ за висотою у крижах, $r = -0,143 \dots 0,106$ шириною грудей, $r = 0,123 - 0,327$ глибиною тулуба, $r = 0,223 - 0,378$ кутастістю, $r = -0,134 \dots 0,122$ положенням заду, $r = 0,188 - 0,282$ шириною заду, $r = -0,205 \dots 0,166$ кутом скакального суглобу $r = 0,115 - 0,278$ поставою тазових кінцівок, $r = -0,066 \dots 0,268$ кутом ратиць, $r = 0,193 - 0,366$ прикріпленням передніх часток вим'я, $r = 0,036 - 0,198$ прикріпленням задніх часток, $r = 0,058 - 0,209$, $r = -0,131 \dots 0,120$ глибиною вим'я, $r = -0,122 \dots 0,202$ розташуванням передніх дійок, $r = -0,087 \dots 0,158$ довжиною дійок, $r = -0,177 \dots 0,165$ переміщенням та $r = -0,163 \dots -0,342$ за вгодованістю.

Досліджуючи популяційно-генетичний аспект успадкованості та кореляційної мінливості лінійних ознак типу з надоем корів-первісток української чорно-рябої молочної та голштинської породи вітчизняної селекції у господарстві ПП «Буринське» Сумського району (Khmelnuchyi & Karpenko, 2023b), встановлено, що рівень та вірогідність коефіцієнтів успадкованості комплексних лінійних статей у корів-первісток голштинської породи на 24,5–42,2%, а у ровесниць української чорно-рябої молочної – на 26,6–40,1% детермінуються походженням тварин. Ефективність добору корів за генотипом гарантовано забезпечує фінальна оцінка за типом, відповідно, на 48,2 та 45,4%. Варіабельність описових лінійних ознак голштинів варіює у межах від незначної та недостовірної ($h^2 = 0,084$; розташування передніх дійок) до достовірної і високої ($h^2 = 0,484$; кутастість). У ровесниць породи українська чорно-ряба молочна варіабельність змінилася і склала від 0,077 (розташування задніх дійок) до 0,422 (кутастість). Найвища достовірна кореляція виявилась у корів голштинської та української чорно-рябої молочної порід між ознаками молочного типу (0,428 та 0,387), тулуба (0,446 та 0,439), вим'я (0,486 та 0,478) і, особливо, фінальною оцінкою за тип (0,492 та 0,488), що дозволяє стверджувати про ефективність добору за цими ознаками. Достатньо високий рівень додатного та достовірного зв'язку з величиною надою первісток виявлено за описовими ознаками голштинської та української чорно-рябої молочної порід, що відповідно склали за: висотою ($r = 0,363$ та $0,322$), глибиною тулуба ($r = 0,468$ та $0,484$), кутастістю ($r = 0,477$ та $0,466$), шириною заду ($r = 0,366$ та $0,322$), поставою тазових кінцівок ($r = 0,369$ та $0,374$), прикріпленням

передніх ($r = 0,482$ та $0,426$) і задніх ($r = 0,371$ та $0,351$) часток вим'я, центральною зв'язкою ($r = 0,364$ та $0,375$) та переміщенням ($r = 0,363$ та $0,322$) за $P < 0,001$.

Оцінка генетичної мінливості та генетичних кореляцій голштинської худоби (Ismael, et al., 2021) між ознаками молочної продуктивності (надоем, виходом та вмістом жиру, виходом та вмістом білка) та лінійними ознаками екстер'єрного типу (кутастість, прикріплення передньої частини вим'я, висота прикріплення вим'я ззаду, переднє розташування дійок, довжина дійок та глибина вим'я) проведена на поголів'ї 10860 корів-первісток вирощених на території Республіки Сербія. Найвищі показники успадкованості отримано за надоями ($h^2 = 0,182$), виходом жиру ($h^2 = 0,134$), виходу протеїну ($h^2 = 0,170$). Найнижчі оцінки успадкованості були для довжини дійок, розташування передніх дійок, висоти вим'я ззаду та глибини вим'я, усі коефіцієнти були нижче $h^2 = 0,110$. Генетичні кореляції між досліджуваними ознаками лінійного типу та ознаками молочної продуктивності були ранжовані в інтервалі від $r = -0,131$ (вміст жиру та довжина дійок) до $r = 0,307$ (вихід жиру та переднє прикріплення вим'я). Позитивна генетична кореляція ($r = 0,282$) також була зареєстрована між переднім прикріпленням вим'я та надоем, як найважливішою ознакою для виробництва молока, тоді як найнижча кореляція для надоему була встановлена з глибиною вим'я ($r = -0,032$). Найбільша кількість ознак демонструє додатну генетичну кореляцію з ознаками молочності, що, таким чином, вказує на можливість генетичного покращення молочності великої рогатої худоби без шкоди ознакам типу або навпаки.

Численні дослідження інших авторів також повідомляли як про додатні, так і про від'ємні кореляції між продуктивністю та ознаками лінійного типу у молочних корів. Досліджуючи кореляцію лінійних ознак і надоем у корів-первісток (Short & Lawlor, 1992) отримали помірні генетичні кореляції в діапазоні від $r = -0,48$ для глибини вим'я до $r = +0,54$ для молочного характеру. Brotherstone (1994) встановив генетичні кореляції між надоем та кутастістю ($r = +0,43$), а також між надоем та глибиною вим'я ($r = -0,44$). Подібно до цього дослідження, Berry et al. (2005) отримали позитивні генетичні кореляції між продуктивними ознаками та всіма ознаками лінійного типу, крім глибини вим'я. Vallimont et al. (2010) зафіксували сильніші додатні генетичні кореляції між продуктивними та лінійними ознаками типу ($r = 0,52$ до $r = 0,63$). Досліджуючи кореляцію між лінійними ознаками типу та виробництвом молока у маточного поголів'я голштинської породи, Pantelić et al. (2012) отримали дуже слабкі генетичні кореляції щодо виробництва молока в діапазоні від від'ємної ($r = -0,12$) для задніх кінцівок вид збоку до додатної ($r = +0,23$) для центральної зв'язки. Генетичні кореляції були описані Janković et al. (2016), з коливанням від $r = -0,36$ для глибини вим'я до $r = 0,28$ для глибини тулуба, тоді як Kruszyński et al. (2013) отримали значення генетичної кореляції в діапазоні від дуже низького, що вказує на відсутність кореляції ($r = -0,09$ для розташування дійок), до високого для глибини вим'я ($0,30$). Аналізуючи генетичні параметри лише ознак вим'я, Liu et al. (2014) отримали значення генетичної кореляції між ознаками вим'я та надоем в діапазоні від $r = -0,20$ для глибини вим'я до $0,82$ для висоти прикріплення вим'я ззаду. У своїх дослідженнях кореляцій між лінійними ознаками типу та надоем Bohlouli et al. (2015) встановили додатні кореляції для всіх ознак, які варіювалися від $0,02$ для переднього розташування дійок до $r = 0,26$ для кутастості. Крім того, Khan & Khan, (2016b) отримали значення генетичної кореляції в діапазоні від від'ємної ($r = -0,23$) для глибини вим'я до додатної ($r = 0,40$) для висоти прикріплення вим'я ззаду.

Генетична кореляція з ознаками продуктивності (надій, жир та білок) та кількість соматичних клітин відрізнялася між молочними породами (De Naas et al., 2007). Найбільш помітно сильні кореляції було виявлено між кількістю соматичних клітин та деякими ознаками екстер'єру у бурій швіцької ($r = -0,02 \dots 0,03$) та червоно-рябої ($r = -0,01 \dots 0,06$), що вказує на те, що зосередження уваги на великих та більш "молочних" типах, таких як голштинська порода ($r = -0,21 \dots 0,19$) приведе до збільшення кількості соматичних клітин. Інша помітна різниця полягала у тому, що глибина тулуба, ширина крижів, молочний характер додатно корелюють з надоем у голштинської ($r = 0,56; 0,33; 0,75$), червоно-рябої ($r = 0,19; 0,08; 0,14$) та бурій швіцької ($r = 0,19; 0,03; -0,08$) порід. Результати показують, що ознаки екстер'єру загалом можуть

бути використані як прогностичні фактори для різних цілей у молочному скотарстві, але, разом з тим, можуть вимагати конкретної адаптації для кожної породи.

Фенотипові кореляції турецьких голштинських корів між лінійними ознаками типу та надоєм коливалися від -0,31 до 0,29; від -0,23 до 0,26 для виходу жиру та від -0,29 до 0,25 для виходу білка (Таркі, & Guzey, 2013). Генетичні кореляції між ознаками лінійного типу та надоями становили від -0,46 до 0,42; від -0,41 до 0,42 для виходу жиру та від -0,45 до 0,45 для виходу білка. Високі генетичні кореляції між кутастістю, глибиною вим'я, положенням задніх дійок та надоєм, вмістом жиру і білка становили 0,42, 0,40, 0,45; -0,46, -0,41, -0,45 і -0,46, -0,41, -0,45 відповідно. На додаток до високих генетичних кореляцій між цими типами ознак і низькою успадкованістю, зареєстрованою для висоти задньої частини вим'я, оцінки стану тіла, центральної зв'язки та переміщення становили -0,77, 0,61, 0,65 і 0,59 відповідно. Генетичні кореляції показали, що високопродуктивні корови були більш кутастими, мали глибше вим'я, гарне розташування задніх дійок, більшу висоту у крижах, помірну оцінку кондиції тіла, міцну центральну зв'язку та ознаки переміщення. Ці результати вказують на те, що можливість використання схем прямого та непрямого добору задля виходу молока, жиру та білка може бути досягнуто у рамках національної програми тестування потомства з використанням цих лінійних ознак типу у межах селекційного індексу.

Успадкованість лінійних ознак екстер'єрного типу корів молочної худоби

Результати чималої кількості досліджень різних авторів свідчать про високу мінливість коефіцієнтів успадкованості лінійних ознак екстер'єру корів молочної худоби різних країн селекції (Admina, 2010; Wiggans et al., 2006; Wright et al., 2012; Zink et al., 2014; Khmelnychy, 2004; Khmelnychy & Vechorka, 2020). Селекціонерам та менеджерам з управління стадом дуже важливо чітко орієнтуватися у тому, яка із господарськи корисних ознак, що потребує поліпшення, має той чи інший рівень успадкування. До того ж, важливо було б мінливість успадкованості ознаки, що селекціонується, контролювати безпосередньо у стаді, оскільки від рівня коефіцієнта успадкованості залежить ефективність її розвитку.

Вітчизняними науковцями повідомляється, що успадкованість лінійних ознак корів української чорно-рябої молочної породи різних племінних господарств України коливалась у межах від 0,13 до 0,54 з вищими коефіцієнтами за глибиною грудей ($h^2 = 0,54$), ростом ($h^2 = 0,49$) й шириною заду ($h^2 = 0,36$) (Admina, 2010), від 0,128 (кут скакального суглоба) до 0,362 (переднє прикріплення вим'я) (Khmelnychy & Vechorka, 2020), від 0,069 (рух) до 0,329 (глибина тулуба) (Khmelnychy, 2004), української червоно-рябої молочної породи від 0,141 (кут ратиці да 0,367 (кутастість) (Khmelnychy & Vechorka, 2020), від 0,37 (довжина дійок) до 0,43 (глибина тулуба) (Dubin, 1999), лебединської від 0,102 (кут ратиці) до 0,304 (ширина грудей), української бурої молочної від 0,106 (кут ратиці) до 0,318 (ширина грудей), бурої швіцької від 0,115 (вгодованість) до 0,389 (переднє прикріплення вим'я) (Ladyka et al., 2019; 2020), голштинізованої чорно-рябої від 0,12 (кут ратиці) до 0,29 (ріст) (De Haas et al., 2007), від 0,04 (кут ратиці) до 0,24 (розміщення задній дійок) (Radchenko et al., 2007).

За дослідженнями лінійної класифікації типу корів-первісток української чорно-рябої молочної породи ($n = 1387$) у провідних селекційних стадах Черкаського та Сумського регіонів України (Khmelnychy et al., 2021) виявлено незначну мінливість коефіцієнтів успадкованості корів-первісток за оцінкою групових ознак, яка склала разом з фінальною оцінкою від 0,293 (ознаки кінцівок) до 0,512 (фінальна оцінка). Загалом їхній рівень свідчить про ефективність селекції за результатами добору корів за оцінкою групових ознак та, особливо, за фінальною оцінкою. Мінливість коефіцієнтів успадкованості 18 лінійних описових ознак мала істотно вищу мінливість у межах від 0,106 (кут ратиць) до 0,477 (кутастість). Проте, враховуючи економічну та функціональну цінність кожної окремої описової ознаки, варто наголосити, що вища успадкованість більшості із них співвідноситься з показниками молочної продуктивності, це: висота ($h^2 = 0,227$), глибина тулуба ($h^2 = 0,321$), кутастість ($h^2 = 0,477$), ширина заду ($h^2 = 0,249$), переднє прикріплення вим'я ($h^2 = 0,375$), висота прикріплення вим'я ззаду ($h^2 = 0,326$) та центральна зв'язка ($h^2 = 0,294$), довжина дійок ($h^2 = 0,253$) та переміщення ($h^2 = 0,238$) усі з достовірністю при $P < 0,001$.

За лінійною оцінкою типу корів голштинської породи чеської селекції успадковуваність описових ознак коливалася у межах 0,05–0,43 (Zavadilová & Štírková, 2012). За даними інших авторів (Zink et al., 2014) успадковуваність голштинських корів Чехії змінювалася від 0,17 до 0,32 за ознаками вим'я, від 0,10 до 0,16 за ознаками кінцівок, і від 0,18 до 0,45 за ознаками, які характеризують розміри тіла. Лінійна класифікація голштинів у 802 стадах Бразилії за 22 ознаками типу засвідчила рівень їхньої успадковуваності у межах 0,10–0,39 (Campos et al., 2012). У голштинів Швейцарії успадковуваність лінійних ознак варіювала від 0,08 (висота ратиці) до 0,46 (ширина заду) (Kadarmideen & Wegmann, 2003). У голштинських корів-первісток Італії ступінь успадковуваності становив 0,114 за ознакою вгодованості та 0,049 за ознакою руху (Battagin et al., 2013). Достатньою мінливістю описових ознак відрізнялися голштини Туреччини ($h^2 = 0,06–0,62$) (Duru et al., 2012), голштини ($h^2 = 0,07–0,36$) (Sabedot et al., 2018) та джерсеї ($h^2 = 0,09–0,55$) (Campos et al., 2012) Бразилії, словенської бурої швіцької ($h^2 = 0,03–0,22$) (Špehar et al., 2012), бурої швіцької ($h^2 = 0,099–0,453$) та гернзейської ($h^2 = 0,078–0,428$) порід США (Wiggans et al., 2006).

Показники успадковуваності лінійних ознак тварин великої рогатої худоби, але не молочного, а комбінованого, зебувидного типу сахівал, та стандартні похибки виявилися достатньо високими і склали за висотою $0,81 \pm 0,02$, шириною грудей $0,63 \pm 0,03$, глибиною тулуба $0,67 \pm 0,03$, кутастістю $0,51 \pm 0,04$, нахилом крижів $0,52 \pm 0,04$, шириною крижів $0,78 \pm 0,02$, кут скакального суглоба $0,72 \pm 0,02$, постава тазових кінцівок $0,76 \pm 0,02$, кут ратиці $0,74 \pm 0,02$, переднє прикріплення вим'я $0,79 \pm 0,02$, висота задньої частини вим'я $0,53 \pm 0,04$, центральна зв'язка $0,77 \pm 0,02$, глибина вим'я $0,65 \pm 0,03$, розташування задніх дійок $0,83 \pm 0,02$, довжина дійок $0,88 \pm 0,01$, ширина вим'я ззаду $0,51 \pm 0,04$ (Khan & Khan, (2016a).

У китайських голштинів оцінювалися фенотипові та генетичні параметри серед ознак вим'я (глибина вим'я, діаметр дійок, центральна зв'язка; прикріплення передніх та висота задніх часток вим'я; ширина вим'я ззаду), фінальний бал та особливості виробництва молока (надій за 305 днів та вихід молочного жиру та білка). Результати показали, що оцінки успадковуваності для оцінюваних лінійних ознак коливалися від 0,11 до 0,24 (Liu et al., 2014). За іншими дослідженнями генетичних параметрів лінійних ознак і властивостей молочної продуктивності китайської голштинської породи розрахункова успадковуваність лінійних ознак коливалася від 0,11 (кутастість) до 0,37 (висота п'ятки ратиці) (Xue et al., 2023).

Дослідження генетичних та фенотипових параметрів ознак екстер'єру і молочної продуктивності були проведені у трьох швейцарських молочних порід великої рогатої худоби (голштинської, бурої швіцької та червоно-рябої) (De Haas et al., 2007). Успадковуваність розміру росту у піддослідних порід була високою ($h^2 = 0,64–0,74$), а для лінійних ознак типу коливалася від 0,30 до 0,50.

Було проаналізовано генетичний зв'язок між типовими ознаками та довголіттям великої рогатої худоби подвійного призначення чеських сименталів. Успадковуваність лінійних ознак типу коливалася від 0,30 до 0,59, тоді як реального та функціонального довголіття становила 0,06 та 0,05 відповідно. Успадковуваність прижиттєвої продуктивності становила 0,08 (Novotný et al., 2017).

Основним завданням дослідження автора (Toghiani, 2011) було оцінити генетичні параметри та зв'язки 10 лінійних ознак типу по першій лактації молочних корів іранської голштинської породи. Особливістю цих досліджень стало визначення успадковуваності провідних лінійних ознак, які становили за вистою 0,24, глибиною тулуба – 0,34, кутастістю – 0,23, прикріпленням передніх часток вим'я – 0,20, глибини вим'я – 0,25, ширини крижів – 0,38, кута скакального суглоба – 0,075, центральної зв'язки – 0,114 та кута ратиць – 0,13.

За лінійною оцінкою південноафриканської джерсейської худоби рівень коефіцієнтів успадковуваності ознак типу вим'я варіювали в діапазоні від $0,14 \pm 0,01$ для глибини вим'я до $0,30 \pm 0,02$ для довжини передніх дійок (Dube et al., 2009).

Оцінені у джерсейських корів Бразилії коефіцієнти успадковуваності були такими: $0,22 \pm 0,01$ (висота), $0,35 \pm 0,07$ (глибина тулуба), $0,17 \pm 0,01$ (ширину заду), $0,55 \pm 0,05$ (нахил заду), $0,09 \pm 0,01$ (міцність попереку), $0,20 \pm 0,02$ (прикріплення передньої частки вим'я),

0,40 ± 0,06 (розміщення передніх дійок), 0,40 ± 0,06 (висота заднього прикріплення вим'я), 0,15 ± 0,02 (центральна зв'язка), 0,21 ± 0,02 (фінальна оцінка) і 0,16 ± 0,02 (надій). Таким чином, вищий генетичний приріст буде отримано для глибини тіла, нахилу заду, розміщення передніх дійок і висоти прикріплення вим'я ззаду, тоді як для інших ознак потрібен середньостроковий або довгостроковий період, щоб показати покращення (Sabedot et al., 2018).

Успадковуваність бразильських голштинських корів для оцінених ознак довголіття та лінійного типу становила від 0,05 до 0,07 та від 0,08 до 0,39 відповідно. Генетичні кореляції між оцінками довголіття та ознаками лінійного типу коливалися від -0,39 до 0,31. Прямий добір на довголіття не обов'язково призводить до довготривалого життя корів через низьку їх успадковуваність (Kern et al., 2015).

Проблема довголіття молочної худоби в аспекті лінійної класифікації корів за екстер'єрним типом

Програми генетичного вдосконалення молочної худоби використовують різні критерії добору для досягнення кінцевої мети збільшення виробництва молока з меншими затратами на утримання поголів'я стада. Одним із пунктів, який варто враховувати виробникам молока, є вирощування телиць і корів здоровими, міцними, з відмінним відтворенням у відповідному віці, здатними проявити свій максимальний генетичний потенціал упродовж найтривалішого продуктивного періоду (Brickell et al., 2010). Однак тривалий період часу існує одна проблема, яка все ще не вирішена у молочній худобі – це коротке продуктивне життя тварин, яке має назву довголіття. Довговічність не є тією ознакою, яку легко виміряти через отримання записів даних про її ознаки у кінці життя тварини (Kulkarni et al., 2021; Lagrotta et al., 2010). Коротке життя призводить до зменшення кількості отелень, недоотримання ремонтних телиць, безпосередньо впливаючи на рентабельність виробництва молочної продукції, обмежує можливості вибору майбутніх матерів, спричиняє високі економічні втрати (Brickell et al., 2010; Sewalem et al., 2008). Враховуючи важливість розвитку галузі молочного скотарства в усьому світі, актуально селекціонувати не тільки найбільш продуктивних тварин, але й таких, які поєднують високу продуктивність з високими відтворними якостями, довголіттям та міцним екстер'єрним типом. Важливість розведення корів з тривалим довголіттям і лінійними ознаками типу ніколи не було таким нагальним як наразі, оскільки значною кількістю досліджень встановлено, що недоліки лінійних ознак призводять до зниження продуктивності та погіршення стану здоров'я тварин, а отже, до передчасного вилучення корів із стада (Strapák et al., 2005; Zavadilova et al., 2009; Samore et al., 2010; Kern et al., 2014; Stanojević et al., 2012). Тому оцінка генетичного потенціалу великої рогатої худоби у напрямку довголіття має надзвичайну важливість, ще й через те, що вона дає тваринам можливість реалізувати свій оптимальний генетичний потенціал. Це дає змогу виробникам посилити критерії добору і, таким чином, прискорити генетичний прогрес (істотно зменшивши відсоток вибракування) (Raguž et al., 2014; Vukasinovic et al., 2002; Imbayarwo-Chikosi et al., 2016).

Лінійні ознаки екстер'єрного типу лягли в основу непрямого добору на довголіття корів. У даний час лінійні ознаки типу оцінюють у рамках програм генетичного удосконалення, спрямованого на те, щоб пов'язати тип лінійних ознак не лише з продуктивністю молока, а й з відтворенням та довголіттям (Miglior et al., 2005). Лінійні ознаки типу використовуються для селекції на довголіття, не лише через те, що деякі з них мають додатну генетичну кореляцію з тривалістю життя (Cruickshank et al., 2002), але, в основному, через те, що мають помірну, а частіше вищу успадковуваність ніж ознаки довголіття, зазвичай коливаючись від 0,08 до 0,49 (Campos et al., 2012; Daliri et al., 2008). А саме головне, що оцінку лінійних ознак отримують на початку життя корів (Sewalem et al., 2008; Kadarmideen & Wegmann, 2003; Cruickshank et al., 2002). Через це вони можуть бути використані як непрямі предиктори довголіття на ранніх етапах оцінки тварин (Cruickshank et al., 2002; Esteves et al., 2004).

Можна навести лише малу частину із проведених величезної кількості досліджень з вивчення співвідносного зв'язку між описовими лінійними ознаками та тривалістю життя молочних корів різного походження (Khmelnuchyi & Karpenko, 2021a; 2021b; Karpenko, 2021;

Khmelnychy & Karpenko, 2023a; Khmelnychy et al., 2022; 2023a; 2023b; 2023c; Ladyka et al., 2020; Du Toit et al., 2012; Gibson & Dechow, 2018; Vukasinovic et al., 2002).

В аспекті пошуку предикторів довголіття, якими є лінійні ознаки екстер'єрного типу, існують повідомлення, які засвідчують їхній зв'язок з тривалістю та ефективністю довічного використання корів. Одне із них проведене науковцями (Cherniak & Honcharuk, 2018). на коровах української чорно-рябої молочної породи у стаді ТОВ «Вітчизна» (с. Шпотівка). За показниками цього дослідження встановлено кореляцію між груповими та описовими ознаками і довічним надоєм. Лінійні статі у комплексі додатно корелюють з довічним надоєм з коефіцієнтами $r = 0,455$ (молочний тип), $r = 0,370$ (тулуб), $r = 0,125$ (кінцівки), $r = 0,376$ (вим'я) та $r = 0,413$ (фінальна оцінка). Кореляція описових ознак з довічним надоєм варіює у широких межах. Додатно корелюють: висота ($r = 0,263$), ширина грудей ($r = 0,353$), глибина грудей ($r = 0,315$), кутастість ($r = 0,394$), нахил заду ($r = 0,257$), ширина заду ($r = 0,246$), кут тазових кінцівок ($r = 0,018$), кут ратиць ($r = 0,098$), переднє ($r = 0,169$) та заднє прикріплення вим'я ($r = 0,172$), центральна зв'язка ($r = 0,111$), від'ємно – глибина вим'я ($r = -0,195$), розташування передніх ($r = -0,208$) та задніх дійок ($r = -0,137$) та довжина дійок ($r = -0,054$).

Дослідження з вивчення зв'язку між лінійними ознаками типу та довічною продуктивністю проведено на коровах-первістках української бурої молочної породи у племінних підприємствах Сумського регіону (Khmelnychy et al., 2023). Отримані достатні для масової селекції додатні кореляції між фінальною оцінкою та тривалістю життя ($r = 0,424$), довічним надоєм ($r = 0,398$) та довічним виходом молочного жиру ($r = 0,364$). Тісно й додатно корелюють з тривалістю життя, довічним надоєм та молочним жиром серед описових ознак: висота ($r = 0,2282$; $r = 0,2893$; $r = 0,2152$), глибина тулуба ($r = 0,3743$; $r = 0,3653$; $r = 0,3423$), кутастість ($r = 0,4273$; $r = 0,4423$; $r = 0,4343$), ширина заду ($r = 0,3623$; $r = 0,3783$; $r = 0,3693$), прикріплення передніх ($r = 0,4523$; $r = 0,3863$; $r = 0,3913$) та задніх ($r = 0,3943$; $r = 0,3883$; $r = 0,3783$) часток вим'я, центральна зв'язка ($r = 0,3752$; $r = 0,3833$; $r = 0,3573$) та вгодованість ($r = -0,3853$; $r = -0,3743$; $r = -0,3593$). Отже, за висновками авторів, добір за фінальною оцінкою типу є ефективним фактором впливу на показники довголіття корів тому, що довговічність молочних корів покращується через генетичний добір. Існуючі фенотипові кореляції вказують на те, що опосередкований добір за лінійними ознаками, які тісно корелюють з ознаками довголіття, можуть призвести до ефективного поліпшення цих ознак серед корів української бурої молочної та й інших порід.

Оцінені за лінійною класифікацією корови-первістки українських чорно-рябої молочної та голштинської порід за описовими статтями, які характеризують загальну будову тіла у їхньому зв'язку з тривалістю життя (Khmelnychy & Karpenko, 2021a). Співвідносна мінливість засвідчила, що тварини з оцінкою за ширину грудей у 4–7 балів відрізнялися вищою тривалістю життя з мінливістю 2704–2844 (УЧРМ) та 2688–2789 (Г) днів. Довше тривалість життя було у корів з оцінкою за стан глибини тулуба – 6–9 балів при недостовірній різниці корів української чорно-рябої молочної породи, з найвищими показниками обох порід 2824 (УЧРМ) і 2802 (Г) днів та оцінкою дев'ять балів. Тварини з оптимальною оцінкою кутастості у п'ять балів жили найдовше – 2842 (українська чорно-ряба молочна) та 2828 (голштинська) днів, тоді як із підвищенням та зниженням оцінки за цю ознаку життя корів скорочувалася. За оцінкою ширини заду тривалість життя була найвищою у корів з оцінкою дев'ять балів – 2766 днів УЧРМ та 2832 дні Г. Найвища тривалість життя тварин з оцінкою за вгодованість у п'ять балів становила 2842 (українська чорно-ряба молочна) та 2774 (голштинська) днів. Корови з оцінкою за вгодованість нижчою за середню живуть і використовуються у стаді значно довше ніж з вищою.

Цими ж авторами (Khmelnychy & Karpenko, 2021b) за оцінкою описових ознак вим'я на предмет їхнього впливу на тривалість життя встановлено, що різниця за ознаку прикріплення передніх часток вим'я в один та дев'ять балів, досить значна і склала 841 (УЧРМ; $P < 0,001$) та 810 (Г; $P < 0,001$) днів. Різниця між найнижчою та найвищою оцінками за ознаку висоти заднього прикріплення вим'я у корів піддослідних порід склала 740 (УЧРМ; $P < 0,001$) та 810 (Г; $P < 0,001$) днів. Корови з оцінкою за стан центральної зв'язки вим'я нижчою за 1–3 бали

живуть, відповідно до оцінених порід, від 2089 до 2401 (УЧРМ) та від 2154 до 2468 (Г) днів. Корови з оцінкою дев'ять балів обох порід відрізнялися найвищою тривалістю життя – 2663 дні (УЧРМ), поступаючись коровам з самою низькою оцінкою на 754 дні ($P < 0,001$) та 2803 дні (Г) з достовірним перевищенням на 649 днів ($P < 0,001$). Різниця між тривалістю життя корів з оцінкою дев'ять балів (2636 і 2789 днів) та оцінкою в один бал (1897 і 1957 днів) за глибину вим'я становила у УЧРМ породи 739 днів ($P < 0,001$), у корів голштинської – 832 дні ($P < 0,001$).

Дослідження з вивчення залежності тривалості життя корів української червоно-рябої молочної (УЧеРМ) та української чорно-рябої молочної (УЧРМ) порід від рівня оцінки лінійних ознак, які характеризують морфологічні якості вим'я (Khmelnychyi et al., 2022) проведено у стадах Черкаського та Сумського регіонів. За ознакою прикріплення передніх часток вим'я достовірна різниця між коровами, оціненими в один (2108 і 2190 діб) та 9 (2744 і 2914 діб) балів, становила 636 (УЧеРМ; $P < 0,001$) та 721 (УЧРМ; $P < 0,001$) день. Різниця між найнижчою та найвищою оцінками за висотою прикріплення задніх часток вим'я у корів піддослідних порід становила 663 (УЧеРМ; $P < 0,001$) та 715 (УЧРМ; $P < 0,001$) діб. Тварини з оцінкою за розвиток центральної зв'язки вим'я вищою за 5–8 балів живуть довше, відповідно до оцінюваних порід, від 2402 до 2723 (УЧеРМ) та від 2572 до 2869 (УЧРМ) днів. Корови УЧРМ породи з оцінками 5–9 балів прожили довше на 141–170 ($P < 0,01$) днів у порівнянні з коровами УЧеРМ.

Дослідженнями на тему вивчення співвідносного впливу оцінки лінійних ознак, які характеризують стан кінцівок корів української чорно-рябої молочної (УЧРМ) та голштинської (Г) порід на тривалість їхнього життя встановлено, що найдовше жили у стаді корови з оцінкою п'ять балів – 2875 УЧРМ та 2732 дні – Г (Karpenko, 2021). Із поступовим збільшенням оцінки у бік шаблестості тривалість життя корів у стаді зменшувалася до 2419 (УЧРМ) і 2341 (Г) дня та за зниження оцінки статі у бік слоновості – до 2297 (УЧРМ) і 2158 (Г) днів. Корови з кращою поставою тазових кінцівок, з оцінкою 9 балів, жили довше, відповідно 2823 (УЧРМ) та 2888 днів (Г). Тварини обох порід, які отримали оцінку 9 балів за стан кута ратиць у віці першої лактації, жили найдовше – 2895 (УЧРМ) та 2882 дні (Г). У корів з оцінкою в один бал життя тривало 2259 (УЧРМ) та 2244 (Г) дні. Найбільш життєздатними виявилися корови оцінені за ознакою переміщення у 9 балів з тривалістю життя у стаді відповідно 2891 (УЧРМ) та 2864 дні (Г). Про вплив оцінки за розвиток ознаки переміщення на тривалість життя свідчить достовірна різниця між максимальною та мінімальною оцінками корів піддослідних порід, яка становила відповідно 684 (УЧРМ; $P < 0,001$) та 621 день (ГП; $P < 0,001$).

Аналогічне дослідження проведено на тваринах української бурої молочної породи у провідних господарствах Сумської області (Khmelnychyi et al., 2023b). Оцінка переднього прикріплення вим'я показала різницю між коровами, оціненими в один (2133 дні) та дев'ять (2787 днів) балів і становила 654 дні ($P < 0,001$). Різниця між оцінкою висоти прикріплення вим'я ззаду в один бал (2188 днів) та 9 балів (2798 днів) склала 610 днів ($P < 0,001$). Корови (17,3%) з оцінками за стан центральної зв'язки нижчими за середню у бік зниження (1–4 бали) мали тривалість життя 2436–2156 днів, тоді як ровесниці з найвищою оцінкою у 9 балів відрізнялися високим функціональним життям – 2786 днів. У корів з вим'ям, яке розташоване найвище відносно скакального суглоба, з оцінкою у вісім балів (2804 дні), різниця за тривалістю життя, у порівнянні з тваринами із максимально низько опущеним вим'ям (2207 днів), склала 597 днів ($P < 0,001$). Корови з ознакою розташування передніх дійок з оцінкою у п'ять балів, мали довше тривалість життя на 156–484 дні ($P < 0,001$) у порівнянні з ровесницями з оцінками від чотирьох до одного балу.

У зарубіжних країнах досить розповсюджене дослідження з вивчення зв'язку лінійних ознак екстер'єрного типу з тривалістю життя. Так, генетичний зв'язок між лінійними ознаками та функціональним життям стада джерсейської породи ($n = 46238$) вивчали у динаміці трьох лактацій Du Toit et al., 2012). Діапазон генетичних кореляцій варіював у широких межах. Кореляція у залежності від лактації між ростом та функціональним життям у стаді становила

-0,04...+0,15, шириною грудей -0,04...-0,15, глибиною тіла -0,19...+0,27, молочним характером -0,01...+0,31, положенням крижів -0,19...+0,22, шириною заду -0,01...+0,14, кутом скакального суглобу -0,16...-0,46 та кутом ратиці 0,13...0,35. Ознаки, які характеризують якість вим'я мали вищі та додатні кореляції між функціональним життям корів у стаді, на кшталт: переднє прикріплення вим'я 0,23...0,63, висота прикріплення вим'я ззаду 0,17...0,36, ширина вим'я 0,28...0,54, центральна зв'язка 0,17...0,36, розташування передніх 0,08...0,28 та задніх -0,21...0,29 дійок та довжина дійок -0,34...0,10. Більшість особливостей будови тіла мали низьку або помірну негативну генетичну кореляцію з функціональним стадним життям принаймні упродовж однієї лактації. Усі ознаки вим'я, за винятком розташування задніх дійок і довжини дійок, продемонстрували значну позитивну генетичну кореляцію з функціональним стадним життям. Автори роблять висновок, що наступні лінійні ознаки є корисними індикаторами функціонального стадного життя: глибина вим'я, переднє прикріплення та висота заднього прикріплення вим'я, центральна зв'язка, вид тазових кінцівок збоку, кут ратиці та молочний характер. Генетичні зв'язки між функціональним стадним життям і структурними ознаками корів вказують на те, що лінійні ознаки можна використовувати для підвищення точності генетичної оцінки функціонального стадного життя. Тому рекомендовано включити лінійні ознаки в поточну національну генетичну оцінку функціонального стадного життя південноафриканської джерсейської породи.

Дослідження спадковості та генетичних кореляцій між показниками продуктивності та лінійних ознак бурої швіцької породи виявило, що переднє прикріплення вим'я мало найсильнішу генетичну кореляцію з продуктивним життям ($r = 0,44$), наступними були ширина вим'я ззаду ($r = 0,40$), глибина вим'я ($r = 0,35$) і висота прикріплення вим'я ззаду ($r = 0,33$). Уся співвідносна мінливість була сприятливою, при цьому корови з більш бажаною будовою вим'я також мали довше продуктивне життя. Молочна форма, ріст, переміщення і фінальний бал також були визначені як ключові ознаки впливу на продуктивне довголіття в цьому аналізі (Gibson & Dechow, 2018). Дослідження співвідносної мінливості між лінійними ознаками та стадним життям швейцарського симентала виявило незначні кореляції між ними, які варіювали за статтями будови тіла від $r = -0,0393$ (глибина тулуба) до $r = 0,084$ (висота у холці) (Vukasinovic et al., 2002). Додатні та тісніші кореляції отримані із морфологічними ознаками вим'я, від $r = -0,409$ (довжина дійок) до $r = 0,368$ (розміщення дійок), та додатні й тісні із переднім прикріпленням вим'я ($r = 0,307$), прикріпленням вим'я ззаду ($r = 0,348$) та глибиною вим'я ($r = 0,358$) і тривалістю життя. Лінійні ознаки типу бурої швейцарської породи мали найсильнішу генетичну кореляцією з продуктивним життям: переднім прикріпленням вим'я, переміщенням та загальною оцінками ($r = 0,44$; $r = 0,50$ та $r = 0,57$, відповідно), які дозволять поліпшити генетичний добір у тварин цієї породи (Gibson & Dechow, 2018).

Зв'язок між лінійними ознаками екстер'єру і довговічності були проаналізовані у 41489 голштинських корів чеської селекції (Vasek et al., 2006). Виявлені кореляції між життям стада або продуктивним життям і лінійними ознаками типу знаходилися в діапазоні від -0,061 (нахил крижів) до 0,160 (оцінка за груповими ознаками вим'я). Від'ємні кореляції за стадним життям та тривалістю продуктивного життя відповідно були виявлені для нахилу крижів ($r = -0,037$ і $r = -0,061$), постави тазових кінцівок ($r = -0,019$ і $r = -0,074$), глибини вим'я ($r = -0,055$ і $r = -0,021$) і довжини дійок ($r = -0,0139$ і $r = -0,058$). У більшості ознак тулуба були позитивні зв'язки з життям стада, що вказує на те, що крупніші корови живуть довше. Однак глибина тулуба ($r = 0,040$ і $r = 0,003$) і ширина грудної клітини ($r = 0,065$ і $r = 0,002$) не мали лінійного зв'язку з ознаками довголіття. Найдовше продуктивне життя було виявлено у корів, низькорослих по ширині грудей і глибині тулуба ($P < 0,01$). Корови з добре прикріпленою передньою частиною вим'я ($r = 0,087$ і $r = 0,026$), високим прикріпленням задньої частини вим'я ($r = 0,076$ і $r = 0,083$) показали найдовше функціональне продуктивне життя ($< 0,05-0,001$). Були знайдені лінійні зв'язки між ознаками довговічності і загальними характеристиками екстер'єру.

Не дивлячись на те, що наразі селекціонери світу оснащені більш точними інструментами добору та оцінки, ніж будь-коли в минулому, однак, обґрунтоване прийняття рішень все

ще залежить від чудового вигляду корови та хорошого гармонійного розвитку ознак екстер'єру, особливо стосовно їхньої мобільності (руху у просторі). Незважаючи на те, що завдяки генетичному добору було досягнуто значного прогресу щодо продуктивності сучасних молочних корів, у певних аспектах розвитку у галузі, утриманні та обладнанні чи сучасних технологіях, що використовуються на молочних підприємствах, не встигає за ним, що призводить до таких проблем, як неоптимальні за типом корови, недостатні рівень комфорту або годівлі. Отже, для негайного, короткострокового покращення мобільності, доцільно звернути увагу на відповідне управління стадом, створених рівнях комфорту для корів і їхньої годівлі. Генетичний добір для отримання гарного переміщення та розвитку ратиць і кінцівок, відіграє, однак, важливу роль у довгостроковому зниженні рівня кульгавості, тому рекомендується ретельна лінійна оцінка як частина загального покращення розведення корів у стаді (Atkins et al., 2008).

Висновки. 1. Існуюча додатна та, у більшості випадків, високо достовірною співвідносна мінливість між лінійними статтями екстер'єру та ознаками молочності – важливий чинник в аспекті ефективності селекції молочної худоби, яка дозволяє покращувати генетичний потенціал продуктивності опосередкованим добром корів за лінійними ознаками типу.

2. Наведені показники успадкованості лінійних ознак екстер'єрного типу корів різних порід та країн селекції показують, що в одних випадках успадкованість окремих лінійних ознак типу є достатньо високою, тоді як у інших помірною, іноді навіть низькою, проте загалом достатньою, особливо за більшістю функціональних ознак, задля ефективної селекції корів великої рогатої худоби за будовою тіла та вим'я завдяки цілеспрямованій селекційній роботі в управлінні стадом.

3. Виявлені у численних дослідженнях додатні кореляції між лінійними ознаками екстер'єру та довголіттям корів різних порід свідчать про те, що вони є хорошими непрямими предикторами тривалості продуктивного життя, а достатній ступінь успадкованості лінійних статей забезпечує ефективну селекцію у напрямку молочної типу.

REFERENCES

- Admina, N. H. (2010). Otsinka buhaiv za eksteriernymy osoblyvostiamy dochok [Evaluation of bulls based on the exterior characteristics of daughters] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 44, 28–29. [In Ukrainian].
- Almeida, T. P., Kern, E. L., Daltro, D. dos S., Neto, J. B., McManus, C., Neto, A. T., & Cobuci, J. A. (2017). Genetic associations between reproductive and linear-type traits of Holstein cows in Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46 (2), 91–98. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000200002>
- Atkins, G., Shannon, J. & Muir, B. (2008). Using Conformational Anatomy to Identify Functionality & Economics of Dairy Cows. *WCDS Advances in Dairy Technology*, 20, 279–295.
- Basovskyi, M. Z., Rudyk, I. A., & Burkat, V. P. (1992). *Vyroshchuvannia, otsinka i vykorystannia plidnykiv* [Growing, evaluating and using fruit trees]. Urozhai. [In Ukrainian].
- Battagin, M., Sartori, C., Biffani, S., Penasa, M., & Cassandro, M. (2013). Genetic parameters for body condition score, locomotion, angularity, and production traits in Italian Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 96 (8), 5344–5351.
- Berry, D. P., Harris, B. L., Winkelman, A. M., & Montgomerie, W. (2005). Phenotypic associations between traits other than production and longevity in New Zealand dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 88, 2962–2974. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72976-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72976-3)
- Berry, D. P., Buckley, R., Dillon, P., Evans, R. D., & Veerkamp, R. R. (2004). Genetic relationships among linear type traits, milk yield, body weight, fertility and somatic cell count in primiparous dairy cows. *Irish J. Agr. Food Res.*, 43, 161–176.
- Bohlouli, M., Alijani, S., & Varposhti, M. R. (2015). Genetic relationships among linear type traits and milk production traits of Holstein dairy cattle. *Ann. Anim. Sci.*, 15, 903–917.
- Boyko, O. V., Sotnichenko, Yu. M., & Tkach, Ye. F. (2015). Uspadkuvannia ta spivvidnosna minlyvist statey eksteryeru koriv molochnykh porid [Inheritance and comparable of variability of

- articles exterior dairy breed cows] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 49, 69–75. [In Ukrainian].
- Brickell, J. S., McGowan, M. M., & Wathes, D. C. (2010). Association between Neospora caninum seropositivity and perinatal mortality in dairy heifers at first calving. *Vet. Rec.*, 167, 82–85.
- Brotherstone, S. (1994). Genetic and phenotypic correlations between linear type traits and production traits in Holstein Friesian dairy cattle. *Animal Production*, 59 (2), 183–187.
- Burkat, V. P., Polupan, Y. P., & Yovenko, I. V. (2004). *Liniina otsinka koriv za typom* [Linear evaluation of cows by type]. *Ahrarna nauka*. [In Ukrainian].
- Campos, R. V., Cobuci, J. A., Costa, C. N., & Neto, J. B. (2012). Genetic parameters for type traits in Holstein cows in Brazil. *R. Bras. Zootec.*, 41, 2150–2161.
- Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., & Gianola, D. (2004). Analysis of the Relationship between type traits and functional survival in US Holstein cattle using a Weibull proportional Hazards model. *J. Dairy Sci.*, 87 (8), 2677–2686. DOI:10.3168/jds.S0022-0302 (04) 73394-9
- Cherniak, N. H., & Honcharuk, O. P. (2018). Zv'язok eksterieru z tryvalistiu ta efektyvnistiu do-vichnoho vykorystannia koriv [The relationship between conformation and the duration and efficiency of lifetime use of cows] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 55, 143–148. [In Ukrainian].
- Cruickshank, J., Weigel, K. A., Dentine, M. R., & Kirkpatrick, B. W. (2002). Indirect prediction of herd life in Guernsey Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 85, 1307–1313.
- Daliri, Z., Hafezian, S. H., Shad Parvar, A., & Rahimi, G. (2008). Genetic relationships among longevity, milk production and linear type traits in Iranian Holstein Cattle. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7, 512–515.
- De Haas, Y., Janss, L. L. G., & Kadarmideen, H. N. (2007). Genetic and phenotypic parameters for conformation and yield traits in three Swiss dairy cattle breeds. *J. Anim. Breed. Genet.*, 124 (1), 12–19. DOI:10.1111/j.1439-0388.2007.00630.x
- Djedović, R., Vukasinovic, N., Stanojević, D., Bogdanović, V., Ismael, H., Janković, D., Gli-gović, N., Brka, M., & Štrbac, L. (2023). Genetic Parameters for Functional Longevity, Type Traits, and Production in the Serbian Holstein. *Animals*, 13, 534. <https://doi.org/10.3390/ani13030534>
- Du Toit, J., Van Wyk, J. B., & Maiwashe, A. (2012). Relationships between functional herd life and conformation traits in the South African Jersey breed. *South African Journal of Animal Science*, 42 (1), 47–54. DOI: 10.4314 / sajas.v42i1.6
- Dube, B., Dzama, K., Banga, C. B., & Norris, D. (2009). An analysis of the genetic relationship between udder health and udder conformation traits in South African Jersey cows. *Animal*, 3 (4), 494–500. <https://doi.org/10.1017/S175173110800390X>
- Dubin, A. M. (1999). Otsinka eksterieru koriv ta buhaiv-plidnykiv [Evaluation of the exterior of breeding cows and bulls] *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 1, 41–44. [In Ukrainian].
- Dubin, A. M. (2006). *Populiatsiino-henetychni osnovy v selektsii velykoi rohatoi khudoby za typom budovy tila* [Population-genetic bases in breeding cattle by body type]. Elton. [In Ukrainian].
- Duru, S., Kumlu, S., & Tuncel, E. (2012). Estimation of variance components and genetic parameters for type traits and milk yield in Holstein cattle. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 36 (6), 585–591. doi: 10.3906/vet-1012-660.
- Eisner, F. F. (1981). *Teoriia ta praktyka plemynnoi spravy u skotarstvi* [Theory and practice of breeding in livestock breeding]. Urozhai. [In Ukrainian].
- Esteves, A. M., Bergmann, J. A. G., Durães, M. C., Costa, C. N., & Silva, H. M. (2004). Genetic and phenotypic correlations between type traits and milk production in Holstein cattle. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 56, 529–535.
- Genetic evaluations in Canada. Who's Who. Holstein sires proven in Canada. 1999, august. 4–5.
- Gibson, K. D., & Dechow, C. D. (2018). Genetic parameters for yield, fitness, and type traits in US Brown Swiss dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 101 (2), 1251–1257. doi: 10.3168/jds.2017-13041.

- Hopka, B. M., Kovalenko, V. P., Melnyk, Yu. F., Naidenko, K. A., Nezhlukchenko, T. I., Pelykh, V. H., Rudyk, I. A., Sakhatskyi, M. I., Trofymenko, O. L., Uhnivenko, A. M., Tsytsiurskyi, L. M., & Sheremeta, V. I. (2007). *Selektsiia silskohospodarskykh tvaryn* [Breeding of farm animals]. K.: 554 p. [In Ukrainian].
- Imbayarwo-Chikosi, V. E., Ducrocq, V., Banga, C. B., Halimani, T. E., Van Wyk, J. B., Maiwashe, A., & Dzama, K. (2016). Impact of conformation traits on functional longevity in South African Holstein cattle. *Anim. Prod. Sci.*, 58, 481–488.
- Interbull MACE for conformation. (1999). Holstein type-production Sire Summaries, 3, 8–10.
- Ismael, H., Djedović, R., Bogdanović, V., Stanojević, D., Trivunović, S., Janković, D., & Stamenić, T. (2022). Genetic and phenotypic trends for udder traits and angularity of Holstein Friesian cows. *J. Anim. Plant Sci.*, 32, 1176–1184.
- Ismael, H., Janković, D., Stanojević, D., Bogdanović, V., Trivunović, S., & Djedović, R. (2021). Estimation of heritability and genetic correlations between milk yield and linear type traits in primiparous Holstein-Friesian cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 50, e20200121. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200121>
- Janković, D., Djedović, R., Trivunović, S., Ivanović, D., Štrbac, Lj., Kučević, D., Stanojević, D., & Radinović, M. (2016). Variability and effects of farms, classifiers and lactation stage on linear type traits scores of primiparous Holstein-Friesian cows. *Proceedings of the International Symposium on Animal Science*. (p. 150–158). Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia.
- Jovanovac, S., & Raguž, N. (2011). Analysis of the relationships between type traits and longevity in Croatian Simmental cattle using survival analysis. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 76 (3), 249–253.
- Kadarmideen, H. N., & Wegmann, S. (2003). Genetic parameters for body condition score and its relationship with type and production traits in Swiss Holsteins. *J. Dairy Sci*, 86, 3685–3693.
- Karpenko, B. M. (2021). Vplyv otsinky liniinykh oznak, yaki kharakteryzuiut stan kintsivok, na tryvalist zhyttia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi ta holshtynskoi porid [Influence of linear traits assessment that characterize limbs condition on the cows duration lifetime of Ukrainian Black-and-White dairy and Holstein breeds] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 3 (46), 52–60. [In Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.3.8>
- Kern, E. L., Cobuci, J. A., Costa, C. N., & Pimente, C. M. M. (2014). Factor analysis of linear type traits and their relation with longevity in Brazilian Holstein cattle. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 27 (6), 784–790.
- Kern, E. L., Cobuci, J. A., Costa, C. N., McManus, C. M., & Neto, J. B. (2015). Genetic association between longevity and linear type traits of Holstein cows. *Sci. Agric.*, 72 (3), 203–209. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0007>
- Kern, E. L., Cobuci, J. A., Costa, C. N., & Ducrocq, V. (2018). Phenotypic relationships between type traits and productive life using a piecewise Weibull proportional hazard model. *Sci. Agric.*, 75 (6), 470–478. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-992X-2017-0153>
- Khan, M. A., & Khan, M. S. (2016a). The heritability estimates of linear type traits in sahiwal cows. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 26 (1), 25–33.
- Khan, M. A., & Khan, M. S. (2016b). Genetic and phenotypic correlations between linear type traits and milk yield in Sahiwal cows. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 53, 483–489. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/16.3369>
- Khmelnychyi, L. M. (2004). Uspadkovuvaniist liniinykh oznak eksterieru [Inheritance of linear exterior traits] *Naukovyi visnyk Lvivskoi natsionalnoi akademii veterynarnoi medytsyny imeni S.Z. Hzhitskoho. Silskohospodarski nauky – Scientific Bulletin of the Lviv National Academy of Veterinary Medicine named after S.Z. Gzhitsky*. Agricultural Sciences, 6 (3), 5, 58–62. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M. (2007). *Otsinka eksterieru tvaryn v systemi selektsii molochnoi khudoby: monohrafiia* [Evaluation of animal conformation in the dairy cattle breeding system: monograph]. Mriia-1. [In Ukrainian].

- Khmelnychyi, L. M. (2009). Realizatsiia spadkovosti buhaiv-plidnykiv u spivvidnosnii minlyvosti liniinoi otsinky z molochnoiu produktyvnistiu koriv u vikovii dynamitsi laktatsii [Realization of the heredity of breeding bulls in the relative variability of the linear estimate with milk productivity of cows in the age dynamics of lactations] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 43, 329–339. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M. (2018a). Formuvannia eksteriernoho typu koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody za vykorystannia buhaiv-plidnykiv, otsinenykh za metodykoiu liniinoi klasyfikatsii [Formation of the exterior type of Ukrainian red-motley dairy cows using breeding bulls evaluated using the linear classification method] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Tvarynnytstvo – *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 2 (34), 10–20. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M. (2018b). Uspadkovuvannist ta koreliatsiina minlyvist liniinykh oznak eksterieru koriv-pervistok ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody Cherkashchyny [Heritability and correlation variability of linear exterior traits of first-born cows of the Ukrainian red-and-pigmented dairy breed of Cherkasy region] *Naukovo-informatsiyni Visnyk Khersonskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu – Scientific and Information Bulletin of the Kherson State Agrarian University*, 11, 73–75. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M., & Karpenko, B. M. (2021a). Tryvalist zhyttia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi ta holshtynskoi porid zalezho vid rivnia otsinky opysovykh oznak, yaki kharakteryzuiut rozvytok tuluba, u zahalnyi systemi liniinoi klasyfikatsii eksteriernoho typu [Life expectancy of cows of the Ukrainian black-spotted dairy and Holstein breeds depending on the level of assessment of the descriptive features that characterize the development of the body, in the general system of linear classification of the exterior type] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Tvarynnytstvo – *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 1 (44), 11–22. [In Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.1.2>
- Khmelnychyi, L. M., & Karpenko, B. M. (2021b). Tryvalist zhyttia koriv molochnoi khudoby zalezho vid otsinky liniinykh oznak vymeni [Lifetime of dairy cows depending on the assessment of the udder linear traits] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Tvarynnytstvo – *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 2 (45), 16–28. [In Ukrainian] DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.2.3>
- Khmelnychyi, L. M., & Karpenko, B. M. (2023a). Spivvidnosna minlyvist finalnoi otsinky liniinoi klasyfikatsii ta pokaznykamy dovichnoi produktyvnosti koriv chorno-riaboi molochnoi khudoby riznykh porid [Correlation between the final linear classification score and lifetime productivity indicators of Black-and-White dairy cows of different breeds] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 66, 129–136. [In Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.66.13>
- Khmelnychyi, L. M., & Karpenko, B. M. (2023b). Uspadkovuvannist ta spivvidnosna minlyvist liniinykh oznak eksterieru koriv-pervistok chorno-riaboi khudoby z nadoiem [Heritability and relative variability of linear exterior traits of first-born Black-and-white dairy cows] *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva – Animal Husbandry Products Production and Processing*. Bila Tserkva, 2. 51–63. doi: 10.33245/2310-9289-2023-182-2-51-63 [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M., Vechorka, V. V., & Khmelnychyi, S. L. (2018). Osoblyvosti eksteriernoho typu molochnoi khudoby riznoho pokhodzhennia ta spivvidnosna minlyvist liniinykh oznak z nadoiem koriv holshtynskoi porody [Features of the exterior type of dairy cattle of different origins and the correlation of linear trait variability with milk yield of Holstein cows] *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Animal Breeding and Genetics*. Kyiv, 56, 77–83. [In Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.56.10>
- Khmelnychyi, L. M., & Vechorka, V. V. (2015). Osoblyvosti eksteriernoho typu koriv ukrainskykh chervono- ta chorno-riaboi molochnykh porid [Features of the exterior type of Ukrainian Red and Black-and-White dairy breeds of cows] *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky – Taurida Scientific Herald*. Rural Sciences. Kherson, 90, 163–168. [In Ukrainian].

- Khmelnychyi, L. M., & Vechorka, V. V. (2020). Vplyv liniinykh oznak eksterieru na stan molochnoi produktyvnosti koriv-pervistok ukrainskykh chorno-riaboi ta chervono-riaboi molochnykh porid [The influence of linear exterior traits on the state of milk productivity of first-born cows of Ukrainian Black-and-white and Red-and-white dairy breeds] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Tvarynnytstvo – *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 1 (40), 11–16. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M., Salohub, A. M., & Shevchenko, A. P. (2011). Seleksiino-henetychni parametry oznak eksterieru koriv otsinenykh za metodykoiu liniinoi klasyfikatsii [Selection and genetic parameters of exterior traits of cows evaluated using the linear classification method] *Problemy zootekhnologii ta veterynarnoi medytsyny : zb. nauk. prats Kharkivskoi derzh. zoovet. akademii – Problems of zooengineering and veterinary medicine : collection of scientific works of the Kharkiv state zoovet. academy*, 22, 1, 1, 77–80. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M., Salohub, A. M., Vechorka, V. V., & Samokhina Ye. A. (2015). Otsinka realizatsii plemynnoi tsinnosti buhaiv-plidnykiv na poholivi koriv ukrainskykh chorno- ta chervono-riaboi molochnykh porid. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Assessment of the implementation of the breeding value of breeding bulls in the population of Ukrainian Black and Red-and-white dairy breeds] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Tvarynnytstvo – *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 6 (28), 13–19. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M., Samokhina, Ye. A., & Khmelnychyi, S. L. (2023). Liniina klasyfikatsiia koriv ukrainskoi buroi molochnoi porody za eksteriernym typom ta spivvidnosna minlyvist opysovykh oznak za pokaznykamy dovolittia [Linear classification of Ukrainian Brown dairy cows by exterior type and relative variability of descriptive traits by longevity indicators] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Tvarynnytstvo – *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 1(52), 66–75. [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M., Samokhina, E. A., & Khmelnychyi, S. L. (2023a). Liniini oznaky typu, yaki kharakteryzuiut rozvytok tuluba – predyktory dovolittia koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi ta holshtynskoi porid [Linear type traits that characterize body development as the predictors of lifetime of Ukrainian Black-and-White dairy and Holstein cows]. *Vyrobnytstvo i pererobka produktsii tvarynnytstva – Technology of production and processing of animal husbandry products*. Bila Tserkva, 1 (178), 19–28. doi: 10.33245/2310-9289-2023-178-1-19-28 [In Ukrainian].
- Khmelnychyi, L. M., Samokhina, E. A., Khmelnychyi, S. L., & Kuchkova, T. P. (2023b). Lifespan of Ukrainian Brown cows of dairy breed depending on the evaluation level of udder linear traits. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Tvarynnytstvo – *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 1(52), 66–75. [In Ukrainian]. DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.1.1>
- Khmelnychyi, L., Karpenko, B., & Kuchkova, T. (2023c). The lifespan of dairy cattle depending on the level of evaluation of udder linear traits. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Tvarynnytstvo – *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Livestock, 3(54), 3–10. [In Ukrainian]. DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.3.1>
- Khmelnychyi, L., Khmelnychyi, S., Samokhina, Y., Rubtsov, I. (2022). Lifespan of cows of dairy cattle depending on the udder linear traits evaluation. *Scientific Papers. Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22, 4, 313–322. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20230047422>
- Khmelnychyi, L., Vechorka, V., Khmelnychyi, S., & Samokhina E. (2022). Researches on the relationship between linear type traits and productive longevity of cows of Ukrainian Brown dairy Breed. *Scientific Papers. Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22, 1, 303–312.
- Khmelnychyi, L., Vechorka, V., Khmelnychyi, S., Rubtsov, I., Samokhina, E., & Smolyarov, C. (2021). Genetic parameters of linear traits and the effect of cow's final type assessment on the

- longevity of Ukrainian Black-and-White dairy breed. *Scientific Papers. Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 21, 1, 413–421.
- Klopenko, N. I., & Rudyk, I. A. (2010). Vykorystannia selektsiino-henetychnykh parametriv u selektsii stada molochnoi khudoby [The use of selection and genetic parameters in the breeding of dairy herds] *Tekhnolohiia vyrobnytstva ta pererobky produktiv tvarynnytstva – Animal Husbandry Products Production and Processing*. Bila Tserkva, 3 (72), 180–182. [In Ukrainian].
- Kochuk-Yashchenko, O. A. (2017). Osoblyvosti eksteriernoho typu ta molochnoi produktyvnosti koriv-pervistok ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody za riznykh variantiv pidboru [Features of the exterior type and milk productivity of first-born cows of the Ukrainian black-and-white dairy breed under different selection options] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 5/1(31), 90–96. [In Ukrainian].
- Kohut, M. I., Bratiuk, V. M., & Dankiv, V. Ya. (2016). Zv'язok eksterieru i molochnoi produktyvnosti u koriv symental'skoi porody [The relationship between conformation and milk production in Simmental cows] *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. Lviv-Obroshyno, 59, 199–204. [In Ukrainian].
- Kohut, M., & Kaplinskyi, V. (2020). Spivvidnoshennia pokaznykiv liniinoi otsinky za typom ta molochnoi produktyvnosti koriv symental'skoi kombinovanoi porody [Correlation between linear assessment indicators by type and milk productivity of Simmental combined breed cows] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten DNDKI veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn – Scientific and Technical Bulletin of the State Research Control Institute of Veterinary Drugs and Feed Additives and the Institute of Animal Biology*, 21 (1), 79–87. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.36359/scivp.2020-21-1.09>
- Kruszyński, W., Pawlina, E. & Szewczuk, M. (2013). Genetic analysis of values, trends and relations between conformation and milk traits in Polish Holstein-Friesian cows. *Archiv Tierzucht*, 56, 536–546. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-56-052>
- Kulkarni, P., Mourits, M., Nielen, M., Jan van den Broek, & Steeneveld, W. (2021). Survival analysis of dairy cows in the Netherlands under altering agricultural policy. *Preventive Veterinary Medicine*, 193, 105398. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105398>
- Ladyka, V. I., & Khmelnychy, S. L. (2016). Liniina otsinka buhaiv-plidnykiv za eksterierom yikhnikh dochok sumskoho vnutrishnoporodnogo typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Linear evaluation of breeding bulls based on the exterior of their daughters of the Sumy intrabreed type of the Ukrainian black and white dairy breed] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 7 (30), 3–12. [In Ukrainian].
- Ladyka, V. I., Khmelnychy, L. M., Khmelnychy, S. L., Salohub, A. M., & Vechorka, V. V. (2020). Association between linear traits of legs and longevity of Ukrainian brown dairy cows. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 30(2), 312–318. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2020.2.0046>
- Ladyka, V. I., Khmelnychy, L. M., & Khmelnychy, S. L. (2019). *Conformation types of brown cattle of Sumy region of Ukraine*. Lublin.
- Ladyka, V. I., Khmelnychy, L. M., & Salogub, A. M. (2010). Spoluchna minlyvist statei eksterieru koriv z molochnoiu produktyvnistiu [Correlative variability of the cows' conformation traits with milk productivity] *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktiv tvarynnytstva – Animal Husbandry Products Production and Processing*. Bila Tserkva, 3(72), 9–11. [In Ukrainian].
- Ladyka, V. I., Khmelnychy, L. M., & Shevchenko, A. P. (2015). Liniina otsinka buhaiv-plidnykiv holshhtynskoi ta ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porid za eksteriernym typom yikhnikh dochok [Linear evaluation of Holstein and Ukrainian black and white dairy bulls based on the exterior type of their daughters] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 2 (27), 3–8. [In Ukrainian].
- Ladyka, V. I., Khmelnychy, L. M., Burkat, V. P., & Ruban, S. Yu. (2010). Registration of the ICAR. Reference book. Sumy National Agrarian University, p. 457. [In Ukrainian].

- Ladyka, V. I., Khmelnychy, L. M., Vechorka, V. V., & Khmelnychy, S. L. (2017). Stan ta perspektyva selektsii buroi khudoby sumskoho rehionu za molochnoi produktyvnistiu ta eksteriernym typom [The state and prospects of selection of cattle breeds of the Sumy region for milk productivity and exterior type] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 7 (33), 3–17. [In Ukrainian].
- Lagrotta, M. R., Euclides, R. F., Verneque, R. S., Santana Júnior, M. L., Pereira, R. J., & Torres, R. A. (2010). Relationship between morphological traits and milk production in Gir cows. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45, 423–429.
- Larroque, H., & Ducrocq, V. (2001). Relationships between type and longevity in the Holstein breed. *Gen. Sel. Evol.*, 33, 39–59.
- Leitch, H. W. (1994). Globally: How similar are sire selection decisions? *Holstein Journal*, 10, 98–100.
- Linear type evaluations. (1999). Holstein type-production Sire Summaries, 3, 10–16.
- Liu, S., Tan, H., Yang, L., & Yi, J. (2014). Genetic parameter estimates for selected type traits and milk production traits of Holstein cattle in southern China. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 38, 552–556. <https://doi.org/10.3906/vet-1107-37>
- Makgahlela, M. L., Mostert, B. E., & Banga, C. B. (2009). Genetic relationships between calving interval and linear type traits in South African Holstein and Jersey cattle. *South African Journal of Animal Science*, 39 (Supplement 1), 90–92.
- Miglior, F., Muir, B. L., & Van Doormaal, B. J. (2005). Selection indices in Holstein cattle of various countries. *J. Dairy Sci.*, 88, 1255–1263
- Morek-Kopec, M., & Zarnecki, A. (2012). Relationship between conformation traits and longevity in Polish Holstein Friesian cattle. *Livestock Science*, 149, 53–61.
- Murray, B. (2013). Finding the tools to achieve longevity in Canadian dairy cows. *WCDS Advances in Dairy Technology*, 25, 15–28.
- Novotný, L., Frelich, J., Beran, J., & Zavadilová, L. (2017). Genetic relationship between type traits, number of lactations initiated, and lifetime milk performance in Czech Fleckvieh cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 62, 501–510. doi: 10.17221/60/2017-CJAS
- Pantelić, V., Nikšić, D., Ostojić-Andrić, D., Novaković, Ž., Ružić-Muslić, D., Maksimović, N., & Lazarević, M. (2012). Phenotypic and genetic correlations of milk and type traits of Holstein-Friesian bull dams. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28, 1–10. <https://doi.org/10.2298/BAH1201001P>
- Pérez-Cabal, M. A., & Alenda, R. (2002). Genetic relationships between lifetime profit and type traits in Spanish Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 85, 3480–3491.
- Pidpala, T. V., Voinalovych, S. A., Nazarenko, V. H., Herasymenko, V. V., Strikha, L. O., & Tskhvitava, O. K. (2012). *Selektsiia molochnoi khudoby i svynei* [Breeding of dairy cattle and pigs]. MNAU. [In Ukrainian].
- Polupan, Yu. P. (2000). Otsinka buhaiv za typom dochok [Evaluation of bulls by type of daughters] *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 5, 45–49. [In Ukrainian].
- Povod, M. H., Samokhina, Ye. A., & Khmelnychy, S. L. (2022). Uspadkovuvannist liniinykh oznak typu koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody ta yikhni zviazok z oznakamy produktyvnosti y dovolittia [Heritability of linear traits of the type of Ukrainian red-and-white dairy breed of cows and their relationship with traits of productivity and longevity] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 51, 23–32. [In Ukrainian]. DOI <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2022.4.4>
- Ptak, E., Jagusiak, W., Zarnecki, A., & Otwinowska-Mindur, A. (2011). Heritabilities and genetic correlations of lactational and daily somatic cell score with conformation traits in Polish Holstein cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 56, 205–212.
- Radchenko, N. P., Skliarenko, Yu. I., Doroshenko, N. O., & Nesin, I. V. (2007). Vyznachennia vymia-maso-metrychnoho indeksu u koriv-pervistok sumskoho vnutriporidnogo typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Determination of udder-mass-metric index in first-born cows of Sumy intrabreed type of Ukrainian black-spotted dairy breed] *Zbirnyk naukovykh prats*

- Luhanskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu. Сільськогосподарські науки – Collection of scientific works of Luhansk National Agrarian University. Agricultural Sciences*, 77(100), 220–223. [In Ukrainian].
- Raguž, N., Jovanovac, S., Mészáros, G., & Sölkner, J. (2014). Linear vs. piecewise Weibull model for genetic evaluation of sires for longevity in Simmental cattle. *Mljekarstvo*, 64, 141–149.
- Sabedot, M. A., Romano, G. de S., Pedrosa, V. B., & Pinto, L. F. B. (2018). Genetic parameters for type score traits and milk production in Brazilian Jersey herds. *R. Bras. Zootec.*, 47, e20170093. <https://doi.org/10.1590/rbz4720170093>
- Salohub, A. M., & Khmelnychi, L. M. (2011a). Osoblyvosti uspadkovuvanosti ta spoluchnoi minlyvosti oznak eksterieru koriv ukrainskoi chervono-riaboi molochnoi porody [Peculiarities of heredity and associated variability of external characteristics of cows of the Ukrainian Red-and-White dairy breed] *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho universytetu. Ahrarni nauky – Collection of scientific works of Vinnytsia National University of Science and Technology. Agricultural sciences*, 8 (48), 59–62. [In Ukrainian].
- Salohub, A. M., & Khmelnychi, L. M. (2011b). Osoblyvosti uspadkuvannia statei budovy tila koriv sumskoho vnutrishnoporodnoho typu ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Peculiarities of gender inheritance of body structure in cows of the Sumy intrabreed type of the Ukrainian Black-and-White dairy breed] *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky – Taurida Scientific Herald. Rural Sciences. Kherson*, 69, 126–130. [In Ukrainian].
- Samokhina, Ye. A., Avramenko, L. P., Kuzmenko, O. M., & Chubar, A. V. (2021). Otsinka eksterieru koriv ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody Sumskoho rehionu za vykorystannia metody liniinoi klasyfikatsii [Evaluation of the exterior of cows of the Ukrainian Black-and-White dairy breed of the Sumy region using the linear classification method] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 44, 86–91. [In Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.1.12>
- Samore, A. B., Rizzi, R., Rossoni, A., & Bagnato, A. (2010). Genetic parameters for functional longevity, type traits, somatic cell scores, milk flow and production in the Italian Brown Swiss. *Ital. J. Anim. Sci.*, 9, e28.
- Selection 5 – ICAR Guidelines for Conformation Recording of Dairy Cattle, Beef Cattle, Dual Purpose Cattle and Dairy Goats. Section 5 – Conformation Recording. Version January, 2023. <https://www.icar.org/Guidelines/05-Conformation-Recording.pdf>
- Sewalem, A., Miglior, F., Kistemaker, G. J., Sullivan, P., & Van Doormaal, B. J. (2008). Relationship between reproduction traits and functional longevity in canadian dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 91, 1660–1668.
- Shevchenko, A. P., & Khmelnychi, S. L. (2014). Liniina otsinka buhaiv-plidnykiv holshtynskoi ta ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porid za eksteriernym typom yikhnikh dochok [Linear evaluation of Holstein and Ukrainian black and white dairy bulls based on the exterior type of their daughters] *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Tvarynnytstvo – Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Livestock*, 2/2 (25), 114–120. [In Ukrainian].
- Short, T. H., & Lawlor, T. J. (1992). Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 75, 1987–1998. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77958-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77958-2)
- Siratskyi, Y. Z., Danylkiv, Ya. N., Danylkiv, O. M., Fedorovych, Ye. I., Merkushyn, V. V., Melnyk, Yu. F., Chupryna, O. P., Kadysh, V. O., & Liubynskyi, O. I. (2001). *Eksterier molochnykh koriv: perspektyvy otsinky i seleksii* [Exterior of dairy cows: prospects for evaluation and breeding]. *Ahrarna nauka*. [In Ukrainian].
- Špehar, M., Štepec, M., & Potočnik, K. (2012). Variance components estimation for type traits in Slovenian Brown Swiss cattle. *Acta agriculturae Slovenica*, 100 (2), 107–115.
- Stanojević, D., Djedović, R., Bogdanović, V., Raguž, N., Kučević, D., Popovac, M., Stojić, P., & Samolovac, L. (2018). Genetic trend of functional productive life in the population of black and white cattle in Serbia. *Genetika*, 50, 855–862.
- Strapák, P., Candrák, J., & Aumann, J. (2005). Relationship between longevity and selected production, reproduction and type traits. *Czech J. Anim. Sci.*, 50, 1–6.

- Sudyka, V. V., Bushtruk, M. V., Starostenko, I. S., & Tytarenko, I. V. (2012). Modeliuvannia alternatyvnykh variantiv prohramy selektsii populiatsii molochnoi khudoby [Modeling alternative dairy cattle breeding programs] *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky – Taurida Scientific Herald. Rural Sciences. Kherson*, 78, 2, 1, 195–199. [In Ukrainian].
- Tapki, I., & Guzey, Y. Z. (2013). Genetic and Phenotypic Correlations between Linear Type Traits and Milk Production Yields of Turkish Holstein Dairy Cows. *Greener J. Agric. Sci.*, 3, 755–761.
- Terawaki, Y., & Ducrocq, V. (2009). Nongenetic effects and genetic parameters for length of productive life of Holstein cows in Hokkaido. *Japan. J. Dairy Sci.*, 92(5), 2144–2150.
- Toghiani, S. (2011). Genetic parameters and correlations among linear type traits in the first lactation of Holstein Dairy cows. *Afr. J. Biotech.*, 10(9), 1507–1510. <https://www.researchgate.net/publication/228653571>
- Vacek, M., Štípková, M., Němcová, E., & Bouška, J. (2006). Relationships between conformation traits and longevity of Holstein cows in the Czech Republic. *Czech J. Anim. Sci.*, 51(8), 327–333.
- Vallimont, J. E., Dechow, C. D., Daubert, J. M., Dekleva, M. W., Blum, J. W., Barlieb, C. M., Liu, W., Varga, G. A., Heinrichs, A. J., & Baumrucker, C. R. (2010). Genetic parameters of feed intake, production, body weight, body condition score, and selected type traits of Holstein cows in commercial tie-stall barns. *Journal of Dairy Science*, 93, 4892–4901. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3189>
- Vukasinovic, N., Schleppe, Y., & Kunzi, N. (2002). Using Conformation Traits to Improve Reliability of Genetic Evaluation for Herd Life Based on Survival Analysis. *Journal of Dairy Science*, 85, 1556–1562. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74225-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74225-2)
- Wiggans, G. R., Gengler, N., & Wright, J. R. (2004). Type Trait (Co)Variance Components for Five Dairy Breeds. *J. Dairy Sci.*, 87, 2324–2330.
- Wiggans, G. R., Thornton, L. L. M., Neitzel, R. R., & Gengler, N. (2006). Genetic Parameters and Evaluation of Rear Legs (Rear View) for Brown Swiss and Guernseys. *Journal of Dairy Science*, 89, 12, 476–484.
- Wright, J. R., Wiggans, G. R., Muenzenberger, C. J., & Neitzel, R. R. (2012). Genetic evaluation of mobility for Brown Swiss Dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 96 (4), 2657–2660. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-6193>
- Xue, X., Hu, H., Zhang, J., Ma, Y., Han, L., Hao, F., Jiang, Y., & Ma, Y. (2023). Estimation of Genetic Parameters for Conformation Traits and Milk Production Traits in Chinese Holsteins. *Animals*, 13, 100. <https://doi.org/10.3390/ani13010100>
- Zakon Ukrainy “Pro vnesennia zmin do Zakonu Ukrainy “Pro pleminne tvarynnytstvo” [Law of Ukraine “On Amendments to the Law of Ukraine “On Breeding Livestock”] *Holos Ukrainy (25 sichnia 2000 r. № 13 (2260)) – Voice of Ukraine (January 25, 2000 No. 13 (2260))*. С. 4–5. [In Ukrainian].
- Zavadilová, L., & Štípková, M. (2012). Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech J. Anim. Sci.*, 57(3), 125–136.
- Zavadilova, L., Štípkova, M., Nemcova, E., Bouška, J., & Matejičkov, J. (2009). Analysis of the relationships between type traits and functional survival in Czech Fleckvieh cows. *Czech J. Anim. Sci.*, 54, 521–531.
- Zink, V., Zavadilová, L., Lassen, J., Štípková, M., Vacek, M., & Štolc, L. (2014). 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.*, 59(12), 539–547.
- Zubets, M. V., Burkat, V. P., Yefimenko, M. Ya., Polupan, Yu. P., & Kruhliak, A. P. (2000). Praktychna rezultatyvnist novitnikh teorii ta metodolohii selektsii [Practical effectiveness of the latest breeding theories and methodologies] *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 12, 73–77. [In Ukrainian].

Одержано редколегією 08.11.2025 р.

Прийнято до друку 30.01.2026 р.