

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/395717069>

Assessment of the influence of genetic and non-genetic factors on the days open in dairy cows (using the TTE-analysis)

Article in *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies* · September 2025

DOI: 10.32718/nvlvet-a10306

CITATIONS

0

READS

7

2 authors:



Alexander S Kramarenko

Mykolayiv National Agrarian University

104 PUBLICATIONS 249 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

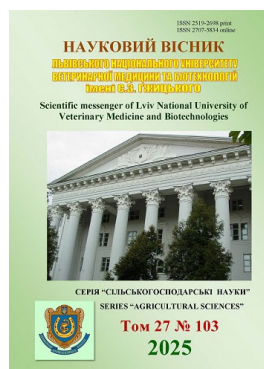


Serhii Kramarenko

Mykolayiv National Agrarian University

138 PUBLICATIONS 505 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10306

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

UDC 636.2.034 / 57.087.01

Assessment of the influence of genetic and non-genetic factors on the days open in dairy cows (using the TTE-analysis)

O. S. Kramarenko, S. S. Kramarenko✉

Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

Article info

Received 11.06.2025

Received in revised form

14.07.2025

Accepted 15.07.2025

Mykolayiv National Agrarian
University, George Gongadze Str., 9
Mykolayiv, 54008, Ukraine.
Tel.: +38-050-991-53-14
E-mail: kssnail0108@gmail.com

Kramarenko, O. S., & Kramarenko, S. S. (2025). Assessment of the influence of genetic and non-genetic factors on the days open in dairy cows (using the TTE-analysis). Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 27(103), 58–67. doi: 10.32718/nvlvet-a10306

Cow fertility is a major challenge in modern dairy farming worldwide. Low reproductive performance is one of the most common reasons for the early culling of dairy cows from the herd. It is generally accepted that a calving interval of approximately one year is an optimal indicator of both fertility and herd profitability. The primary aim of this study was to evaluate the influence of genetic and non-genetic factors on the days open (the calving to conception interval) in Holstein dairy cows using Time-to-Event analysis (the Kaplan-Meier survival curve and Cox proportional hazards model). The analysis was based on data from 463 Holstein cows calving between 2014 and 2017 at PJSC 'Stepnoy', situated in Kamiansko-Dniprovskiy district, Zaporizhzhia region. Days open ranged from 49 to 557 days, with a mean of 123.2 ± 3.5 days. The median, first (Q_1), and third (Q_3) quartiles were 98.0, 63.0, and 158.0 days, respectively. A significant effect of sire lineage was observed ($P = 0.017$). Cows sired by bull 9434213 Tandem had the shortest median days open (97.5 days), while those from bulls 7352184 Ungut and CA-94329 Rollingstone had the longest (118.0 days). Second-lactation cows had significantly longer days open than primiparous cows (median: 114.0 vs. 94.0 days; $P = 0.003$), while no significant difference was found between older cows (third lactation and beyond) and the other groups. The year of calving significantly affected days open ($P = 0.001$), with cows calving in 2017 showing a shorter duration compared to those calving in 2014–2016 ($P = 0.002$). Multivariate analysis revealed that cows calving in summer and autumn had significantly shorter days open than those calving in winter and spring – unlike in the univariate results. Improved methodologies for identifying cows with high and low fertility potential may serve as valuable tools in herd management and reproductive performance research.

Keywords: Time-to-Event-analysis, Hazard Ratio, days open, genotypic and environmental factors, dairy cows.

Оцінювання впливу генетичних та негенетичних факторів на тривалість сервіс-періоду молочних корів (з використанням ТТЕ-аналізу)

О. С. Крамаренко, С. С. Крамаренко✉

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

Фертильність корів є основною проблемою сучасного молочного скотарства в усьому Світі. Низька репродуктивна ефективність – це одна з найпоширеніших причин раннього вибракування дійних корів зі стада. Загально прийнято, що інтервал між отеленнями близько одного року є оптимальним показником плодючості та рентабельності дійного стада. Головною метою даної роботи стало оцінювання впливу генетичних та не-генетичних факторів на тривалість сервіс-періоду молочних корів із використанням методів ТТЕ-аналізу (крива виживаності Каплана-Мейєра та модель пропорційних ризиків Кокса). Матеріалом для виконання даної роботи були вихідні дані щодо корів голштинської породи, які отелились в умовах ПрАТ «Племзавод «Стенной» Кам'янсько-Дніпровського району Запорізької області протягом 2014-2017 років ($n = 463$). Для корів голштинської породи в умовах ПрАТ «Племзавод «Стенной» тривалість сервіс-періоду варіювала від 49 до 557 днів із середньою оцінкою – $123,2 \pm 3,5$ днів.

Оцінка медіани, першого (Q_1) та третього (Q_3) кuartилів порівнювали, відповідно, 98,0, 63,0 та 158,0 днів. Нами було виявлено вірогідний вплив походження корів ($P = 0,017$) на досліджувану ознаку. Найнижчу оцінку медіани тривалості сервіс-періоду мали корови, які походили від бугая-плідника 9434213 Тандем (97,5 днів), а найвищу – тварини, які походили від бугаїв-плідників 7352184 Унгут та СА-94329 Роллінгстоун (118,0 днів). При цьому, тривалість сервіс-періоду тварин по II-й лактації вірогідно відрізнялася від відповідної оцінки для корів-первісток (медіанні значення – 114,0 та 94,0, відповідно; $P = 0,003$). У той час як тривалість сервіс-періоду повновікових корів (III-я лактація та більше) вірогідно не відрізнялася ні від первісток, ні від корів по II-й лактації. Було встановлено високо вірогідний вплив року отелення корів дослідної групи на тривалість їх сервіс-періоду ($P = 0,001$). В цілому, отримані оцінки мали дуже близькі значення для тварин, які отелились протягом 2014-2016 року (95,0-99,0 днів), а ось корови, чий отелення прийшлися на 2017 рік, мали вірогідно ($P = 0,002$) коротшу тривалість сервіс-періоду. На відміну від результатів однофакторного аналізу, результати мультифакторного аналізу свідчать про те, що тварини, які отелилися влітку та восени вірогідно поступалися за тривалістю сервіс-періоду коровам із зимовими та весняними отеленнями. Методології, що уточнюють ідентифікацію корів з низьким та високим потенціалом фертильності, могли б стати цінними інструментами для досліджень у різних галузях управління.

Ключові слова: аналіз часу до певної події, відношення ризиків, тривалість сервіс-періоду, генетичні та не-генетичні фактори, молочна худоба.

Вступ

Фертильність корів є основною проблемою сучасного молочного скотарства в усьому Світі. Низька репродуктивна ефективність – це одна з найпоширеніших причин раннього вибракування дійних корів зі стада. Загально прийнято, що інтервал між отеленнями близько одного року є оптимальним показником плодючості та рентабельності дійного стада. Для досягнення цього показника у корови після отелення повинна відновитися активність яєчників та потім вона повинна бути вчасно виявлена в статевій охоті. Біологічна можливість нового запліднення в цей час заснована на скоординованій роботі гіпоталамуса, гіпофіза, яєчників та матки, що призводить до нормальної інволюції матки та раннього відновлення функції яєчників (Temesgen et al., 2022).

Несприятлива (від’ємна) генетична кореляція між молочною продуктивністю та відтворювальними ознаками як за величиною, так і за напрямом показує, що будь-які зусилля щодо генетичного поліпшення ознак молочної продуктивності призведуть до негативного ефекту на відтворення високопродуктивних корів, внаслідок подовження сервіс-періоду та збільшенням індексу осіменіння (Habib et al., 2024).

Отже, на фоні складної мультифакторної природи мінливості тривалості сервіс-періоду дійних корів, що обумовлюється низкою генотипових та паратипових факторів, і тісно пов’язана із рівнем молочної продуктивності (як за попередню лактацію, так і за поточну), принципово нові методи та підходи потрібні для вирішення цієї проблеми. Одним з таких методів може бути запровадження ТТЕ-аналізу до визначення факторів ризику тривалості сервіс-періоду, основні переваги якого було описано нами раніше (Kramarenko & Kramarenko, 2025).

Оцінка запліднювальної здатності корів (відсоток тільних корів) може давати завищені значення та серйозно переоцінити репродуктивний статус стада, якщо певні корови не будуть ще осіменінні і, тим більше, не запліднені на певний день їх наступної лактації. Тому інформація щодо медіани інтервалу від отелення до запліднення (тобто, тривалості сервіс-періоду) повинні бути доповнені даними щодо частки корів, які ще не осіменінні та/або запліднені. Одним з перших досліджень, в якому було запроваджено методи ТТЕ-аналізу для оцінки відтворювальних ознак

молочної худоби, була робота Івера Тайсена, опублікована у 1988 році (Thyssen, 1988). А одним з перших досліджень, в якому було використано модель пропорційних ризиків Кокса (*the Cox proportional hazards model*) для аналізу факторів ризику (в першу чергу, впливу рекомбінантного бичачого соматотропну) на тривалість сервіс-періоду високопродуктивних молочних корів, є робота Еміліо Естебана зі співавторами, опублікована у 1994 році (Esteban et al., 1994).

В цьому ж році вийшла стаття Петера Фарина зі співавторами (Farin et al., 1994), в якій за допомогою методів ТТЕ-аналізу було проаналізовано зв’язок тривалості сервіс-періоду з рівнем молочної продуктивності на фоні впливу таких важливих факторів, як номер лактації та сезон отелення корів голштинської породи. В цій роботі було показано, що порівняно з коровами, які отелилися восени, тварини, які отелилися влітку, мали на дві третини менше шансів стати заплідненими на певний момент часу. Навпаки, корови, які отелилися взимку чи навесні, мали більше шансів запліднитися. Надої понад 8025 кг знижували ризик запліднення корів. А взаємодія сезону та рівня молочної продуктивності була незначною, що вказує на те, що ці два фактори проявляються незалежно, впливаючи на фертильність корів дійного стада. В цій роботі також було використано модель пропорційних ризиків Кокса, а також криві виживаності Каплана-Мейєра (*Kaplan-Meier survival curves*).

Теоретичні аспекти запровадження ТТЕ-аналізу для відтворювальних ознак молочної худоби (і, насамперед, тривалості сервіс-періоду), а також певні практичні поради також було розглянуто у двох публікаціях, що вийшли в кінці 90-х років минулого століття (Harman et al., 1996; Vargas et al., 1998).

За допомогою пошукових систем Google Academy (<https://scholar.google.com.ua/>) та PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) було знайдено більше 110 статей, що опубліковано за останні 25 років у рецензованих (*peer review*) виданнях, в яких методи ТТЕ-аналізу використовувалися для аналізу факторів ризику тривалості сервіс-періоду молочної худоби, і з них майже половина вийшли вже у 20-х роках XXI сторіччя.

Мета дослідження

Метою роботи стало оцінювання впливу генетичних та не-генетичних факторів на тривалість сервіс-періоду молочних корів дослідної групи із використанням методів ТТЕ-аналізу.

Матеріал і методи досліджень

Вихідними даними для даної роботи була первинна інформація щодо корів голштинської породи ($n = 463$), які отелились в умовах ПрАТ “Племзавод “Степной” Кам’янсько-Дніпровського району Запорізької області протягом 2014–2017 років. В якості залежної змінної використано тривалість сервіс-періоду, що була розрахована як різниця між датою отелення та датою наступного плідного запліднення (у днях) для відповідної корови.

При перевірці гіпотези щодо впливу певних факторів ризику на тривалість сервіс-періоду було використано наступні незалежні змінні: індивідуальний номер та класка бугая-плідника (із 14 градаціями), вік тварини у лактаціях (із трьома градаціями – перша, друга, третя та більше), рік отелення (із чотирма градаціями – 2014, 2015, 2016 та 2017 рр.), сезон отелення (із чотирма градаціями – зимовий, весняний, літній та осінній).

Було проведено чотири окремих однофакторних аналізів. Для цього було розраховано оцінки медіани та її 95 % довірчого інтервалу (CI – *confidence interval*) тривалості сервіс-періоду корів дослідної групи для кожної градації відповідних незалежних змінних окремо. Крім того, було проведено один му-

льтифакторний аналіз, в який було включено всі градації всіх незалежних змінних одночасно.

Крім того, нуль-гіпотеза щодо відсутності впливу певної незалежної змінної перевірялася на підставі оцінки відношення ризиків (HR – *hazard ratio*) та його 95 % довірчого інтервалу між тваринами референтної субгрупи та кожної із решти субгруп. Крім того, для кожної незалежної змінної було розраховано оцінку тесту відношення правдоподібностей (LTR – *Likelihood Ratio Test*). Він має розподіл, близький до розподілу критерію узгодженості Пірсона χ^2 із $k-1$ ступенями свободи, де k – кількість градацій.

Всю статистичну обробку було проведено на підставі методик, що наведено в посібниках (Klein & Moeschberger, 2003; Kleinbaum & Klein, 2005; Machin et al., 2006) за допомогою програмного забезпечення JAMOV v. 2.6.19 (Navarro & Foxcroft, 2025).

Результати та їх обговорення

В цілому для корів голштинської породи в умовах ПрАТ “Племзавод “Степной” тривалість сервіс-періоду варіювала від 49 до 557 днів із середньою оцінкою – $123,2 \pm 3,5$ днів. Гістограма розподілу вихідних даних (рис. 1) свідчить про наявність суттєвого відхилення емпіричного розподілу від нормального (Гауса-Лапласа), що підтверджується оцінками коефіцієнту асиметрії ($As \pm SE_{As} = 1,85 \pm 0,11$) та ексцесу ($Ex \pm SE_{Ex} = 4,69 \pm 0,23$). Оцінки медіани, першого (Q_1) та третього (Q_3) квантилів дорівнювали, відповідно, 98,0 63,0 та 158,0 днів.

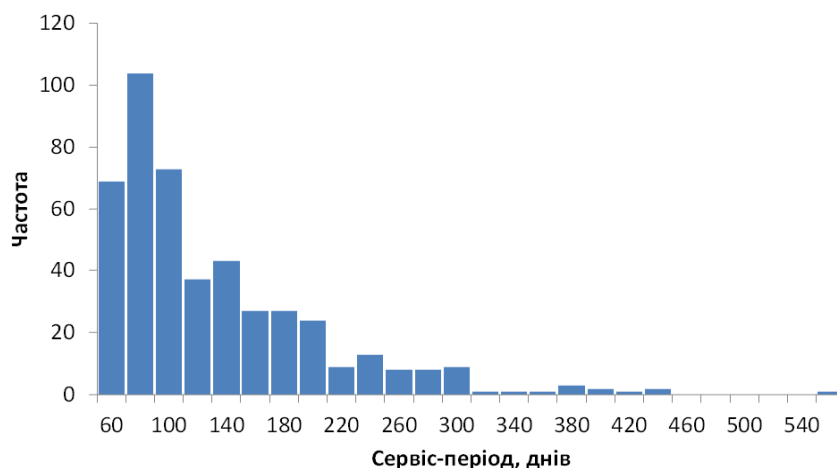


Рис. 1. Гістограма розподілу тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи ($n = 463$)

На рисунку 2 наведено криву виживаності (та 95 % CI), побудовану за методом Каплана-Мейєра, тривалості сервіс-періоду для всіх 463 отелень корів голштинської породи, яких було включено до аналізу.

Аналіз отриманої кривої виживаності дає можливість оцінити, з якою ймовірністю тварини дослідної групи були запліднені (або, відповідно, не запліднені) на певний день поточної лактації. Наприклад, на 60-й день лактації ще не були запліднені 85,1 % корів (із 95 % CI : 81,9 – 88,4 %). На 100-й день лактації ще не були запліднені 46,9 % корів (із 95 % CI : 42,5 –

51,6 %). І, нарешті, на 200-й день лактації ще не були запліднені 12,7 % корів (із 95 % CI : 10,0 – 16,2 %).

Отже, з 50-го по 70-й день лактації для тварин дослідної групи має місце дуже виска вірогідність бути заплідненими – у цей період запліднювалися майже третина всіх тварин. З 70-го по 140-й день інтенсивність запліднюваності знижується – за цей інтервал часу також запліднилися біля третини всіх тварин. І нарешті, біля 30 % тварин запліднювалися після 140-го дня лактації. Навіть на 300-й день лактації 2,6 % корів (із 95 % CI : 1,5 – 4,5 %) ще не були запліднені.

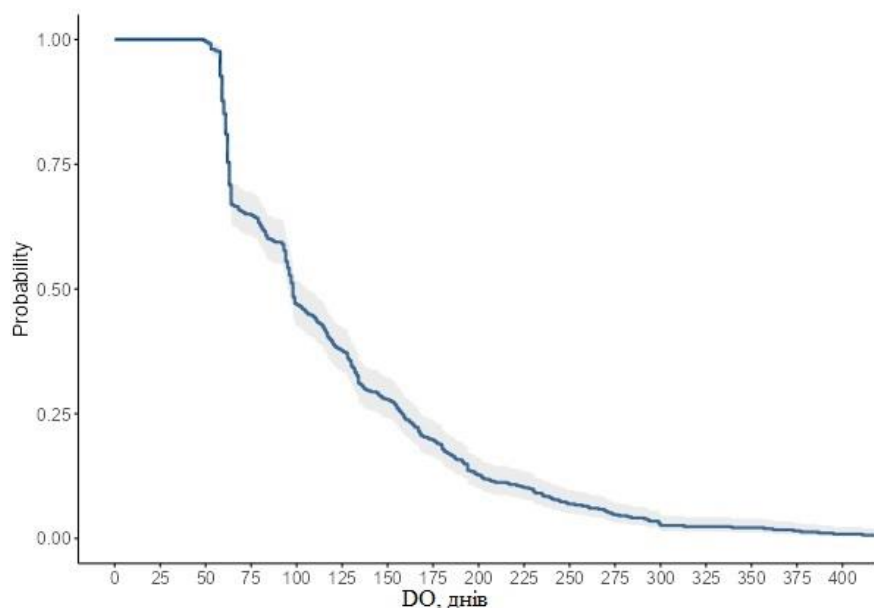


Рис. 2. Крива виживаності Каплана-Мейєра тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи ($n = 463$)

Примітки: DO – тривалість сервіс-періоду. Probability – ймовірність того, що корова ще не запліднена. Наведено 95 % довірчий інтервал для оцінок виживаності

Основною перевагою ТТЕ-аналізу є його здатність оцінити вплив факторів різної природи на ознаки, що представляють собою інтервал часу між двома подіями (у нашому випадку, між датою отелення та наступного запліднення).

В таблиці 1 наведено оцінки медіани (та 95 % CI) тривалості сервіс-періоду корів дослідної групи залежно від їх походження (тобто, впливу бугая-плідника). В цілому, було виявлено вірогідний вплив походження (тест відношення правдоподібностей: $TLR = 25,94$; $df = 13$; $P = 0,017$). Найнижчу оцінку медіани тривалості сервіс періоду мали корови, які походили від бугая-плідника 9434213 Тандем (97,5 днів), а найвищу – тварини, які походили від бугаїв

плідників 7352184 Унгут та СА-94329 Роллінгстоун (118,0 днів).

Оцінка відношення ризиків (HR) дозволяє порівнювати попарно окремі субгрупи із тією субгрупою, яку обрано в якості референтної (у нашому випадку було обрано тварин, які походили від бугая-плідника 9434213 Тандем). Як бачимо, було виявлено три пари вірогідних відмінностей. Тварини, які походили від бугая-плідника 9434213 Тандем, мали вірогідно коротшу тривалість сервіс-періоду у порівнянні із тваринами, які походили від бугаїв-плідників 9498163 Гармоні, 207184648 Самуело та СА-94329 Роллінгстоун (у всіх випадках: $P < 0,05$).

Таблиця 1

Оцінки медіани (та 95 % CI) тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи залежно від походження

Код	ID та кличка бугая-плідника	n	ME (днів)	95 % CI Low (днів)	95 % CI High (днів)	Hazard Ratio (HR)	P
A	9434213 Тандем	38	97,5	63,0	119,0	Ref	-
B	60700461 Хіатт	32	77,5	63,0	110,0	1,02 (0,64 – 1,64)	ns
C	us 40841 Клевеланд	30	70,0	63,0	115,0	1,09 (0,68 – 1,76)	ns
D	7418701 Твістер	26	82,5	62,0	118,0	1,13 (0,69 – 1,87)	ns
E	СА8641364 Пагевайр	26	92,5	64,0	115,0	0,83 (0,50 – 1,37)	ns
F	СА-10785322 Ломакс	10	62,5	59,0	NaN	1,13 (0,56 – 2,27)	ns
G	101709244 Нірвана	35	102,0	95,0	157,0	0,69 (0,44 – 1,10)	ns
H	7352184 Унгут	52	118,0	101,0	154,0	0,67 (0,44 – 1,02)	ns
I	СА 948124 Сідней	24	112,5	78,0	134,0	0,66 (0,40 – 1,11)	ns
J	9498163 Гармоні	36	105,5	93,0	155,0	0,59 (0,37 – 0,94)	0,027
K	207184648 Самуело	61	111,0	98,0	139,0	0,57 (0,38 – 0,86)	0,007
L	US 90982 Бахелор	32	96,5	66,0	152,0	0,64 (0,40 – 1,03)	ns
M	СА-94329 Роллінгстоун	48	118,0	84,0	155,0	0,60 (0,39 – 0,92)	0,020
N	UA948 Кінгли	13	112,0	80,0	NaN	0,54 (0,29 – 1,02)	ns

Примітки: n – кількість записів; ME – оцінка медіани. 95 % CI Low, 95 % CI High – верхня та нижня межі 95 % довірчого інтервалу оцінки медіани. NaN – оцінку розрахувати неможливо. HR – відношення ризиків. ns – $P > 0,05$. Ref – референтна субгрупа

Оцінки відношення ризиків (HR) для останніх трьох субгруп були вірогідно нижче нуля (0,59, 0,57

та 0,60), що свідчить про більш низький шанс для тварини цих підгруп стати заплідненою на певний

день поточної лактації. Для ілюстрації цієї закономірності на [рисунку 3](#) наведено криві виживаності тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи, які походили від бугаїв-плідників 9434213 Тандем та 207184648 Самуело.

В [таблиці 2](#) наведено оцінки медіани (та 95 % *CI*) тривалості сервіс-періоду корів дослідної групи залежно від номеру лактації.

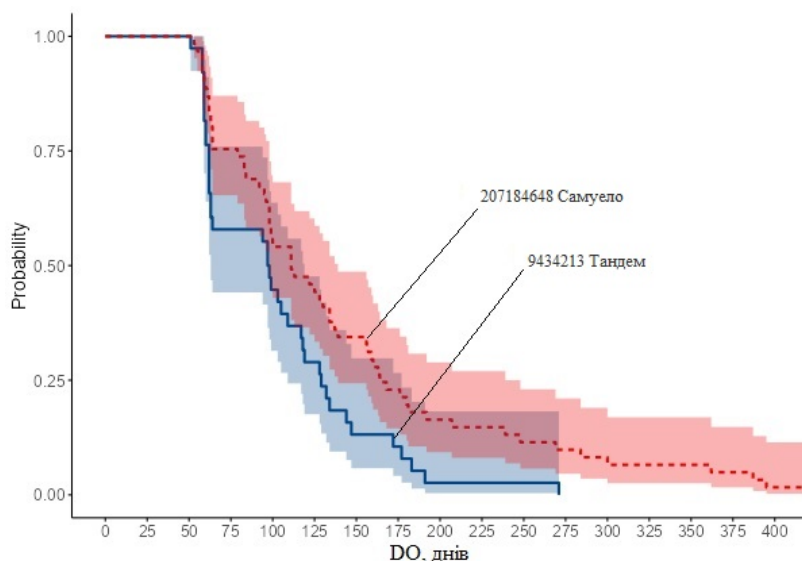


Рис. 3. Криві виживаності тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи різних бугаїв-плідників ($n = 99$).
Примітки: DO – тривалість сервіс-періоду. Probability – ймовірність того, що корова ще не запліднена. Наведено 95 % довірчий інтервал для оцінок виживаності обох субгруп

Таблиця 2

Оцінки медіани (та 95 % *CI*) тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи залежно від номеру лактації

Номер лактації	n	ME (днів)	95 % CI Low (днів)	95 % CI High (днів)	Hazard Ratio (HR)	P
I	237	94,0	83,0	97,0	Ref	-
II	165	114,0	98,0	129,0	0,74 (0,61 – 0,90)	0,003
III	61	105,0	96,0	128,0	0,89 (0,67 – 1,17)	ns

Примітки: n – кількість записів; ME – оцінка медіани. 95 % CI Low, 95 % CI High – верхня та нижня межі 95 % довірчого інтервалу оцінки медіани. HR – відношення ризиків. ns – $P > 0,05$. Ref – референтна субгрупа. I – перша лактація; II – друга лактація; III – третя та більше лактація

Було встановлено вірогідний вплив номеру лактації на тривалість сервіс-періоду корів дослідної групи (тест відношення правдоподібностей: $TLR = 8,82$; $df = 2$; $P = 0,012$). При цьому, тривалість сервіс-періоду тварин по II-й лактації вірогідно відрізнялася від відповідної оцінки для корів-первісток (медіанні значення – 114,0 та 94,0, відповідно; $P = 0,003$). У той час як тривалість сервіс-періоду повновікових корів (III-я лактація та більше) вірогідно не відрізнялися ані від первісток, ані від корів за II-у лактацію. Знову ж, оцінка відношення ризиків (HR), яка менше 1,0 для корів за II-у лактацію, свідчить про те, що вони мали більш низькі шанси стати заплідненими на певний день поточної лактації. Про це свідчать і результати, наведені на [рисунку 4](#) із кривими виживаності тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи залежно від номеру лактації.

У [таблиці 3](#) наведено оцінки медіани (та 95 % *CI*) тривалості сервіс-періоду корів дослідної групи залежно від року отелення. Як бачимо, встановлено високо вірогідний вплив року отелення корів дослідної групи на тривалість їх сервіс-періоду (тест відношення правдоподібностей: $TLR = 15,63$; $df = 3$; $P = 0,001$).

В цілому, отримані оцінки мали дуже близькі значення для тварин, які отелилися протягом 2014-2016 року (95,0–99,0 днів), а ось корови, чий отелення прийшлися на 2017 рік, мали вірогідно ($P = 0,002$) коротшу тривалість сервіс-періоду. Оцінка відношення ризиків для цієї субгрупи ($HR = 1,94$) свідчить про те, що вони мали шанси запліднитися в певний момент лактації у 1,94 рази вище, ніж тварин, інших субгруп, що і обумовило суттєве зниження тривалості їх сервіс-періоду.

Знову ж, це добре ілюструють результати, наведені на [рисунку 5](#) із кривими виживаності тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи залежно від року отелення.

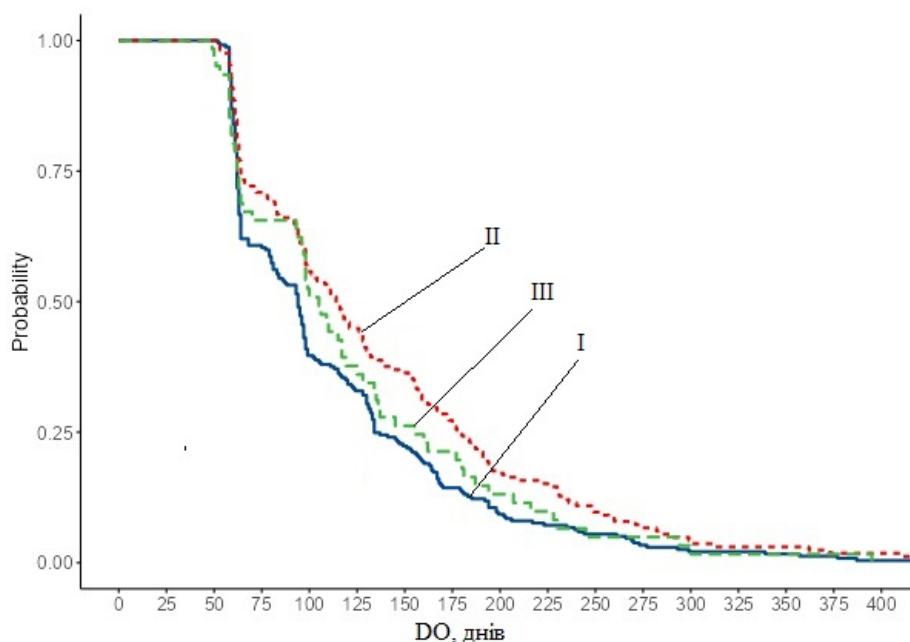


Рис. 4. Криві виживаності розподілу тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи залежно від номеру лактації ($n = 463$)

Примітки: DO – тривалість сервіс-періоду. Probability – ймовірність того, що корова ще не запліднена. I – перша лактація; II – друга лактація; III – третя та більше лактація

Таблиця 3

Оцінки медіани (та 95 % CI) тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи залежно від року отелення

Код	Рік отелення	n	ME (днів)	95 % CI Low (днів)	95 % CI High (днів)	Hazard Ratio (HR)	P
1	2014	63	95,0	84,0	131,0	Ref	-
2	2015	165	98,0	96,0	115,0	1,17 (0,87 – 1,57)	ns
3	2016	197	99,0	95,0	121,0	0,92 (0,69 – 1,22)	ns
4	2017	34	71,0	63,0	105,0	1,94 (1,27 – 2,96)	0,002

Примітки: n – кількість записів; ME – оцінка медіани. 95 % CI Low, 95 % CI High – верхня та нижня межі 95 % довірчого інтервалу оцінки медіани. HR – відношення ризиків. ns – $P > 0,05$. Ref – референтна субгрупа

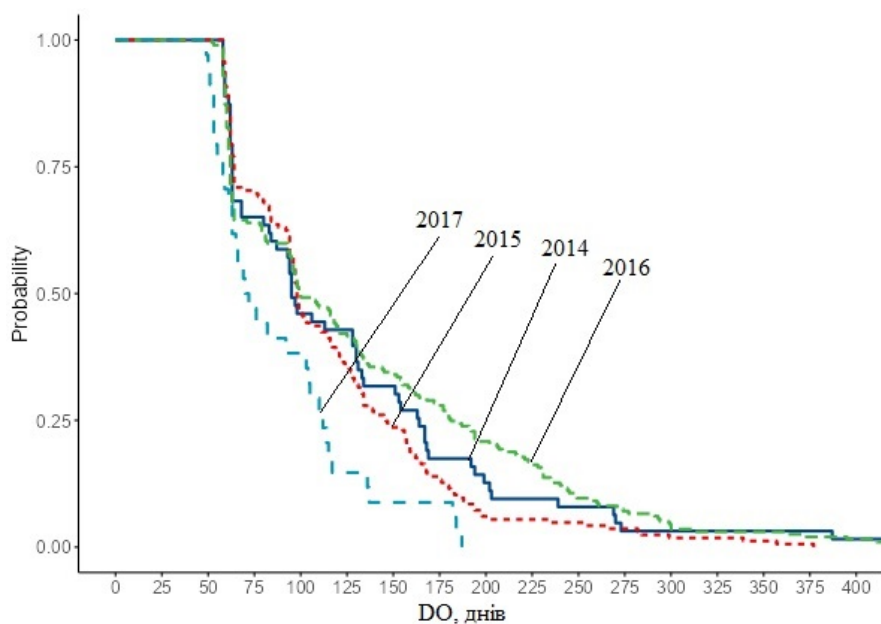


Рис. 5. Криві виживаності розподілу тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи залежно від року отелення ($n = 459$)

Примітки: DO – тривалість сервіс-періоду. Probability – ймовірність того, що корова ще не запліднена

А ось у відношенні сезону отелення, нами не було виявлено вірогідних відмінностей оцінок медіани тривалості сервіс-періоду корів дослідної групи (табл. 4). Відповідні оцінки для тварин, які отелилися в різні сезони року, варіювали у дуже вузьких межах

– від 93,0 днів (осінні отелення) до 111,0 днів (весняні отелення).

Відсутність суттєвих відмінностей для кривих виживаності тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи залежно від сезону отелення можна відмітити на [рисунку 6](#).

Таблиця 4

Оцінки медіани (та 95 % CI) тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи залежно від сезону отелення

Код	Сезон отелення	<i>n</i>	<i>ME</i> (днів)	95 % <i>CI</i> Low (днів)	95 % <i>CI</i> High (днів)	Hazard Ratio (<i>HR</i>)	<i>P</i>
1	зимовий	87	100,0	93,0	117,0	Ref	-
2	весняний	125	111,0	97,0	132,0	1,01 (0,76 – 1,33)	ns
3	літній	166	98,0	93,0	113,0	1,12 (0,86 – 1,46)	ns
4	осінній	85	93,0	71,0	98,0	1,23 (0,91 – 1,66)	ns

Примітки: *n* – кількість записів; *ME* – оцінка медіани. 95 % *CI* Low, 95 % *CI* High – верхня та нижня межі 95 % довірчого інтервалу оцінки медіани. *HR* – відношення ризиків. ns – $P > 0,05$. Ref – референтна субгрупа

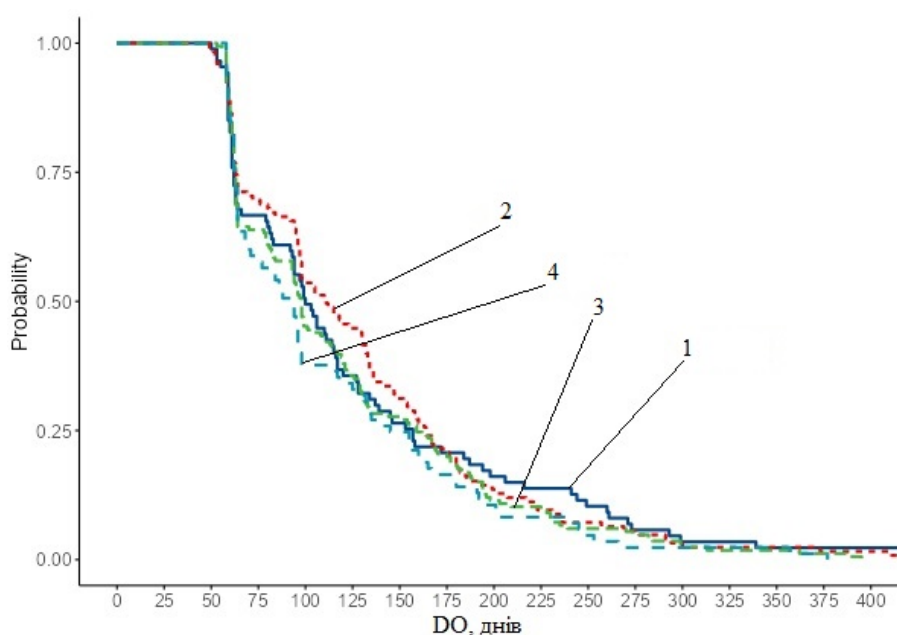


Рис. 6. Криві виживаності тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи залежно від сезону отелення ($n = 463$)
Примітки: DO – тривалість сервіс-періоду. Probability – ймовірність того, що корова ще не запліднена. 1 – зимовий сезон; 2 – весняний сезон; 3 – літній сезон; 4 – осінній сезон

При побудові мультифакторної моделі тривалості сервіс-періоду нами було включено в аналіз всі градації всіх незалежних змінних – 14 градацій відповідно до бугая-плідника, три градації відповідно до номеру лактації, чотири градації відповідно до року отелення та чотири градації відповідно до сезону отелення. Не зважаючи на це, оцінка відношення ризиків для кожного фактора все одно була розрахована по відношенню до референтної групи, як і у випадку чотирьох незалежних однофакторних аналізів. Отримані результати цієї мультифакторної моделі наведено на [рисунку 7](#).

Як бачимо, у випадку мультифакторної моделі відмічається певна взаємодія окремих факторів і в деяких випадках результати мультифакторної моделі відрізняються від результатів, отриманих для незалежних однофакторних моделей.

Так, для мультифакторної моделі вже більш суттєвим виявляється вплив бугаїв-плідників; на відміну однофакторної моделі, де лише три субгрупи корів різного походження вірогідно відрізнялися від тварин, які походили від бугая-плідника 9434213 Тандем (див. [таблицю 1](#)), для мультифакторної моделі вірогідні відмінності тривалості сервіс-періоду відмічено вже для шести субгруп та ще для однієї мала місце суттєва тенденція ($P = 0,058$).

Більше виражений був і вплив номеру лактації. Всі повновікові корови (II-ї лактації та більше) вірогідно переважали первісток за тривалістю сервіс-періоду.

Було ще раз підтверджено вплив року отелення. Тварини, які отелилися протягом 2017 року значно поступалися за тривалістю сервіс-періоду коровам із отеленнями у 2014–2016 рр.

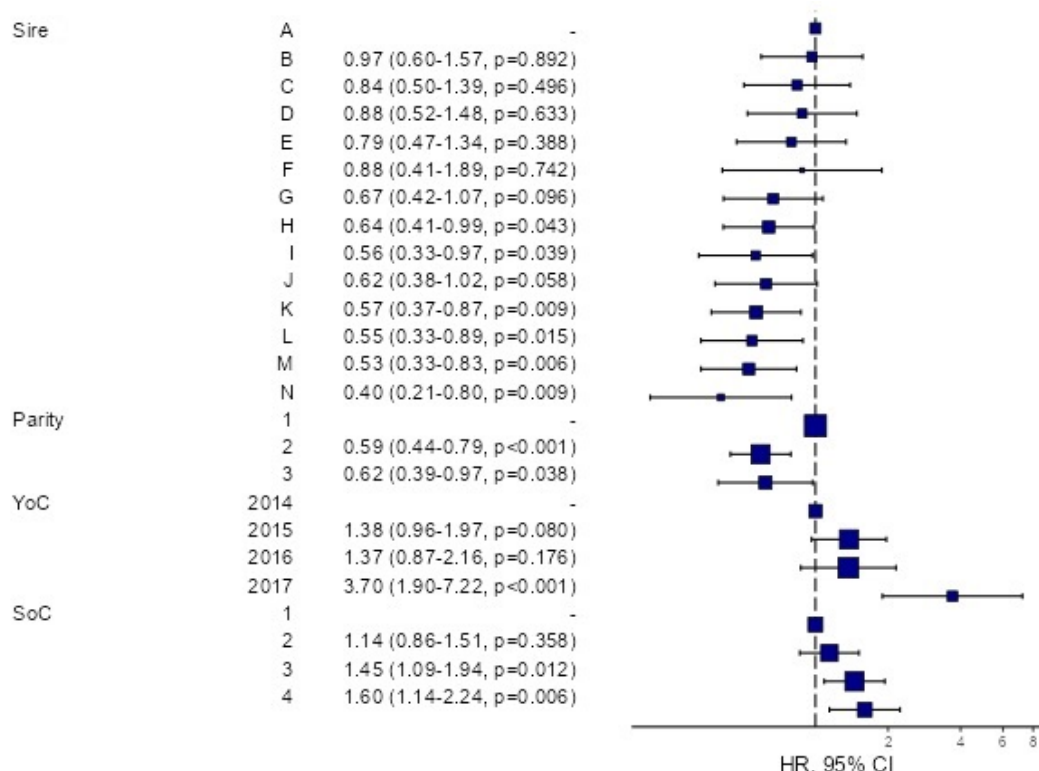


Рис. 7. Оцінки відношення ризиків ($HR \pm 95\% CI$) виживаності розподілу тривалості сервіс-періоду корів голштинської породи для мультифакторної моделі

Примітки: DO – тривалість сервіс-періоду. Probability – ймовірність того, що корова ще не запліднена. Sire – код бугая-плідника, як у табл. 2. Parity – номер лактації; 1 – перша; 2 – друга; 3 – третя та більше. YoC – рік отелення. SoC – сезон отелення: 1 – зимовий сезон; 2 – весняний сезон; 3 – літній сезон; 4 – осінній сезон

І, на відміну від результатів однофакторного аналізу, результати мультифакторного аналізу свідчать про те, що тварини, які отелилися влітку та восени вірогідно поступалися за тривалістю сервіс-періоду коровам із зимовими та весняними отеленнями.

Якщо розглядати отримані нами результати у порівнянні з результатами інших дослідників, які також використовували для аналізу факторів ризику тривалості сервіс-періоду молочної худоби методи ТТЕ-аналізу, то можна відмітити наступні закономірності.

В роботі [N. Saranjam et al. \(2020\)](#) було показано, що для молочної худоби сезон першого штучного осіменіння (AI) мав вірогідний вплив ($HR = 0,47$; $P = 0,037$) на тривалість сервіс-періоду корів-первісток. А в роботі [F. M. Sahwan et al. \(2021\)](#) було показано, що для корів голштинської породи в умовах Єгипту не було доведено вірогідного впливу номеру лактації на ймовірність запліднення на 400-й день поточної лактації, на відміну від сезону отелення; вірогідні відмінності ($P = 0,025$) було відмічено між зимовими та весняними отеленнями. Характерно, що в цій роботі також було доведено вірогідний вплив на дою за 305 днів попередньої лактації на ймовірність запліднення корів на 400-й день поточної лактації. Так, у порівнянні із низькопродуктивними тваринами, корови з помірною та високою молочною продуктивністю мали менший ризик ($HR = 0,77$ та $HR = 0,67$, відповідно) запліднення на 400-й день поточної лактації і, відповідно, на 21 ($P < 0,05$) та 31 ($P < 0,01$) днів триваліше сервіс-період. Високо вірогідний вплив на цю

ознаку було встановлено також для відмічених у тварин хвороб, таких як кульгавість, мастит та репродуктивні порушення. У порівнянні зі здоровими коровами, для корів з цими хворобами, ризик запліднення на 400-й день поточної лактації (HR) складав лише 0,72, 0,56 та 0,74 і, відповідно, вони мали триваліший сервіс-період (у всіх випадках: $P < 0,001$).

Крім того, в роботі [M. Y. Temesgen et al. \(2022\)](#) було показано, що для молочних корів в умовах Ефіопії головними факторами, що вірогідно ($P < 0,05$) впливали на тривалість сервіс-періоду, були сезон запліднення, система розведення та рівень молочної продуктивності в стаді. Відповідно, корови, які були осімененні восени ($HR = 4,45$), взимку ($HR = 2,12$) та навесні ($HR = 1,93$) мали вірогідно вищий ризик запліднення, у порівнянні із тваринами, яких було осіменено влітку. Відповідно, тривалість сервіс-періоду для тварин із літніми, осінніми, зимовими та весняними осіменіннями складала 69, 142, 154 і 151 днів, відповідно.

В роботі [D. F. Pipino et al. \(2023\)](#) було показано, що для тварин голштинської породи та помісних корів Swedish Red and White $\times$ Holstein не було доведено вірогідних відмінностей у тривалості сервіс-періоду для корів-первісток та повновікових корів ($P > 0,05$). Але при цьому було встановлено вірогідний вплив генотипового фактора (порода/породність корів), а також сезону отелення корів на тривалість їх сервіс-періоду. Оцінка HR для помісних корів Swedish Red and White $\times$ Holstein складала 1,4 ($P < 0,001$), тобто,

помісні тварини мали у 1,4 рази вище «ризик» запліднення, ніж чистопородні голштинські корови. Оцінки медіани тривалості сервіс-періоду у цих групах тварин складала 105,0 до 140,0 днів, відповідно. Крім того, оцінка HR складала 1,2 ($P < 0,005$) для корів, які отелилися в холодний сезон року у порівнянні із тваринами, які отелилися у теплий.

В роботі [G. Constantin & R. Mihaela \(2023\)](#) на коровах голштино-фризької породи (Румунія) було відмічено вірогідний вплив на тривалість сервіс періоду таких важливих характеристик, як стать теляти ($HR = 0,93$; $P = 0,003$), вік корови у лактаціях ($HR = 0,89$; $P < 0,01$) та наявність мертвонароджених телят ($HR = 0,74$; $P < 0,001$). Так, медіана тривалості сервіс-періоду для корів, які народили живих телят, складала 146,0 днів, у той час як для тварин із мертвонародженнями ця оцінка була значно вищою (178,0 днів).

В роботі [T. W. Alemu et al. \(2023\)](#) на канадських коровах голштинської породи також було встановлено вірогідний вплив номеру лактації, сезону отелення та рівня молочної продуктивності за попередню лактацію на тривалість їх сервіс-періоду. Так, «ризик» запліднення (тобто, оцінка HR) була нижчою (а тривалість сервіс-періоду, відповідно, вищою) для корів із середнім ($P = 0,004$) та високим ($P < 0,001$) рівнем молочної продуктивності за попередню лактацію у порівнянні із тваринами із низьким рівнем. Із збільшенням номеру лактації, оцінки HR також зменшувалися, а медіанна оцінка тривалості сервіс-періоду зростала – 120,0 днів (II-а лактація), 127,0 днів (III-я лактація), 139,0 днів (IV-а та більше лактація) у порівнянні із коровами-первістками (у всіх випадках: $P < 0,001$). Нарешті, корови, які отелилися навесні мали більш тривалий сервіс-період ($P = 0,002$), а корови, які отелилися влітку, навпаки, коротший ($P = 0,007$) у порівнянні із тваринами, які отелилися восени. Крім того, ці автори також встановили і вірогідний вплив року отелення на тривалість сервіс-періоду ($P < 0,001$), що також було відмічено і в нашому дослідженні.

В роботі [L. Nan et al. \(2023\)](#) було проведено аналіз впливу номеру лактації та сезону отелення китайських молочних корів на тривалість їх сервіс-періоду. Авторами було доведено вірогідний вплив як сезону отелення (лог-ранговий тест: $P < 0,001$), так і номеру лактації (лог-ранговий тест: $P = 0,023$). Медіанні оцінки тривалості сервіс-періоду складала 103,0, 91,0, 67,0 та 68,0 днів для корів, які отелилися навесні, влітку, восени та взимку, відповідно. Різниця оцінок тривалості сервіс-періоду в різні сезони року може бути викликана різним співвідношенням P/AI при першому TAI. Оскільки найчастіше перше TAI у стадах, що використовують стратегію синхронізації, в основному, відбувається на 50-70-й день лактації, це збігається з часовим вікном, що показало різке падіння кривої виживаності (див. рис. 1).

З іншого боку, в роботі [U. Yáñez et al. \(2024\)](#) було показано, що для іспанських корів голштинської породи не було доведено вірогідних відмінностей у тривалості сервіс-періоду залежно сезону отелення. Що стосується номеру лактації, то коровам по четвер-

тій та п'ятій або наступних лактаціях потрібно було вірогідно більше ($P < 0,05$) часу для запліднення.

Висновки

Для корів голштинської породи в умовах ПрАТ “Племзавод “Степной” тривалість сервіс-періоду варіювала від 49 до 557 днів із середньою оцінкою – $123,2 \pm 3,5$ днів. Оцінка медіани, першого (Q_1) та третього (Q_3) квантилів дорівнювали, відповідно, 98,0 63,0 та 158,0 днів. Нами було виявлено вірогідний вплив походження корів ($P = 0,017$). Найнижчу оцінку медіани тривалості сервіс-періоду мали корови, які походили від бугая-плідника 9434213 Тандем (97,5 днів), а найвищу – тварини, які походили від бугаїв-плідників 7352184 Унгут та СА-94329 Роллінгстоун (118,0 днів). При цьому, тривалість сервіс-періоду тварин за II-у лактацію вірогідно відрізнялася від відповідної оцінки для корів-первісток (медіанні значення – 114,0 та 94,0, відповідно; $P = 0,003$). У той час як тривалість сервіс-періоду повновікових корів (III-я лактація та більше) вірогідно не відрізнялися ані від первісток, ані від корів за II-у лактацію. Було встановлено високо вірогідний вплив року отелення корів дослідної групи на тривалість їх сервіс-періоду ($P = 0,001$). В цілому, отримані оцінки мали дуже близькі значення для тварин, які отелилися протягом 2014-2016 року (95,0–99,0 днів), а ось корови, чий отелення прийшлися на 2017 рік, мали вірогідно ($P = 0,002$) коротшу тривалість сервіс-періоду. На відміну від результатів однофакторного аналізу, результати мультифакторного аналізу свідчать про те, що тварини, які отелилися влітку та восени вірогідно поступалися за тривалістю сервіс-періоду коровам із зимовими та весняними отеленнями.

Перспективи подальших досліджень стосуються запровадження ТТЕ-аналізу для інших ознак молочної худоби, що мають відповідний формат вихідних даних (тривалість лактації, сухостійного періоду, між отельного періоду, тривалості господарського використання, тощо).

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу результатів досліджень.

References

- [Alemu, T. W., Santschi, D. E., Cue, R. I., & Duggavathi, R. \(2023\). Reproductive performance of lactating dairy cows with elevated milk \$\beta\$ -hydroxybutyrate levels during first 6 weeks of lactation. *Journal of Dairy Science*, 106\(7\), 5165–5181. DOI: 10.3168/jds.2022-22406.](#)
- [Constantin, G., & Mihaela, R. \(2023\). Causes and Effects of Stillbirths on Days Open and Cow Herd Survival in Holstein Friesian Cows. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 13\(3\), 23–32. DOI: 10.4236/ojvm.2023.133003.](#)
- [Esteban, E., Kass, P. H., Weaver, L. D., Rowe, J. D., Holmberg, C. A., Franti, C. E., & Troutt, H. F. \(1994\). Interval from calving to conception in high producing dairy cows treated with recombinant bovine somato-](#)

- tropin. *Journal of Dairy Science*, 77(9), 2549–2561. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77196-4.
- Farin, P. W., Slenning, B. D., Correa, M. T., & Britt, J. H. (1994). Effects of calving season and milk yield on pregnancy risk and income in North Carolina Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 77(7), 1848–1855. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77126-5.
- Habib, A. A., Gouda, G. F., El-Sayed, M., & Shemeis, A. R. (2024). Partial restricted selection indexes to fix the length of days open in high – yielding dairy cows. *International Journal of Veterinary Science*, 13(6), 833–840. DOI: 10.47278/journal.ijvs/2024.177.
- Harman, J. L., Casella, G., & Gröhn, Y. T. (1996). The application of event-time regression techniques to the study of dairy cow interval-to-conception. *Preventive Veterinary Medicine*, 26(3–4), 263–274. DOI: 10.1016/0167-5877(95)00553-6.
- Klein, J. P., & Moeschberger, M. L. (2003). *Survival Analysis: techniques for censored and truncated data*. New York : Springer. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/b97377>.
- Kleinbaum, D. G., & Klein, M. (2005). *Survival Analysis: a self-learning text*. New York : Springer, 590 p.
- Kramarenko, O. S., & Kramarenko, S. S. (2025). Assessment of the influence of genetic and non-genetic factors on the gestation length in dairy cows (using the TTE analysis). *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 27(102), 10–18. DOI: 10.32718/nvlvet-a10202.
- Machin, D., Cheung, Y. B., & Parmar, M. (2006). *Survival Analysis: A Practical Approach*. John Wiley & Sons Ltd. URL: <https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-580322-6dd58d8343.pdf>.
- Nan, L., Du, C., Fan, Y., Liu, W., Luo, X., Wang, H., Ding, L., Zhang, Y., Chu, C., Li, C., Ren, X., Yu, H., Lu, S. & Zhang, S. (2023). Association between days open and parity, calving season or milk spectral data. *Animals*, 13(3), 509. DOI: 10.3390/ani13030509.
- Navarro, D. & Foxcroft, D. R. (2025). *Learning Statistics with JAMOVİ : A Tutorial for Beginners in Statistical Analysis*. Cambridge, UK : Open Book Publishers. DOI: 10.11647/OBP.0333.
- Pipino, D. F., Piccardi, M., Lopez-Villalobos, N., Hickson, R. E., & Vazquez, M. I. (2023). Fertility and survival of Swedish Red and White × Holstein crossbred cows and purebred Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 106(4), 2475–2486. DOI: 10.3168/jds.2022-22403.
- Sahwan, F. M., Elmaghraby, M. M., Ngounndji, A., & Fathalla, M. M. (2021). Factors Affecting Days Postpartum to First Service, Days Open and Pregnancy Hazard in Holstein Cows Kept under the Subtropical Conditions of Egypt. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 71(2), 45–55. DOI: 10.5455/ajvs.29722.
- Saranjam, N., Moghaddam, M. F., Akbari, G., Moham-madsadegh, M., & Farzaneh, N. (2020). Associations between milk fat, protein and fat-to-protein ratio with some reproductive indices in dairy cows. *Indian Journal of Animal Sciences*, 90(5), 764–767. DOI: 10.56093/ijans.v90i5.104622.
- Temesgen, M. Y., Assen, A. A., Gizaw, T. T., Minalu, B. A., & Mersha, A. Y. (2022). Factors affecting calving to conception interval (days open) in dairy cows located at Dessie and Kombolcha towns, Ethiopia. *PLoS ONE*, 17(2), e0264029. DOI: 10.1371/journal.pone.0264029.
- Thysen, I. (1988). Application of event time analysis to replacement, health and reproduction data in dairy cattle research. *Preventive Veterinary Medicine*, 5(4), 239–250. DOI: 10.1016/0167-5877(88)90010-4.
- Vargas, B., Van der Lende, T., Baaijen, M., & Van Arendonk, J. A. M. (1998). Event-time analysis of reproductive traits of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 81(11), 2881–2889. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75848-5.
- Yáñez, U., Álvarez, J., Lorenzo, G., Caínzos, J., Dubuc, J., Becerra, J. J., Herradón, P. G., Peña, A. I., & Quintela, L. A. (2024). Effect of recombinant bovine granulocyte colony-stimulating factor treatment during the peripartum period on postpartum diseases, reproductive performance, and milk production in Holstein cattle. *Research in Veterinary Science*, 177, 105368. DOI: 10.1016/j.rvsc.2024.105368.