

УДК 636.27.082/57.087.01

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.26>

## АНАЛІЗ ВТОРИННОГО СПІВВІДНОШЕННЯ СТАТЕЙ У СТАДІ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ<sup>1</sup>

**Крамаренко О.С.** – к.с.-г.н., старший викладач кафедри технології переробки, стандартизації і сертифікації продукції тваринництва, Миколаївський національний аграрний університет

**Крамаренко С.С.** – д.б.н., професор, професор кафедри генетики, годівлі тварин та біотехнології, Миколаївський національний аграрний університет

Механізм регуляції вторинного співвідношення статей молочної та м'ясної худоби має вагомe значення з фінансової точки зору. Основними цілями цього дослідження є такі: 1) проаналізувати вторинне співвідношення статей у стаді дійних корів, 2) оцінити, якою мірою рівень продуктивності за лактацію зумовлюється статтю (чоловіча/жіноча) приплоду.

У дослідження були включені 132 дійні корови червоної степової породи великої рогатої худоби (ДП «Племрепродуктор «Степове» Миколаївської області, Україна). Дані, що представлені номером отелення корови і статтю приплоду, отримані для 321 лактації за період із 2014 р. до 2017 р. Показники молочної продуктивності, як-от тривалість лактації (дів), загальний надій за лактацію (кг), надій за 305 днів лактації (кг), вміст жиру в молоці (%) та жива маса (кг), були використані для корів за 1–3-ю лактації.

Жива маса тіла телиць у віці 9, 12, 15 та 18 місяців, висота в холці, ширина заду в сідничних горбах і коса довжина тулуба у віці 1-го отелення використовувалися для прогнозування ймовірності народження теляти чоловічої/жіночої статі з використанням моделі бінарної логістичної регресії.

У процесі дослідження співвідношення серед новонароджених телят чоловічої та жіночої статі складало 57,6% та 42,4% відповідно. Вторинне співвідношення статей у телят-одинаків корів 1–3-го отелення не виявило вірогідного (у всіх випадках:  $P > 0,05$ ) відхилення від рівномірного, тобто 1 : 1. Відмінності оцінок вторинного співвідношення статей за 1-го (54,5%), 2-го (57,3%) та 3-го (63,3%) отелень були не зовсім вірогідними (критерій  $\chi^2$ -квадрат:  $\chi^2 = 1,56$ ;  $df = 2$ ;  $P = 0,455$ ), хоча спостерігалася деяка тенденція до підвищення вторинного співвідношення статей у нащадків повновікових корів.

Лише для корів-первісток під час отелення або самцем, або самокою було відзначено приблизно однаковий вміст жиру в молоці. Однак оцінки загального надоя за лактацію та за 305 днів лактації були вірогідно вищими для корів, які отелилися теличкою ( $P < 0,05$ ).

Аналіз із використанням бінарної логістичної регресії показав, що ймовірність народження теляти чоловічої/жіночої статі значно пов'язана з масою тіла телиць у віці 9, 12, 15 та 18 місяців, висотою в холці, шириною заду та косою довжиною тулуба у віці 1-го отелення. Згідно з результатами цієї моделі дійні корови в хорошому фізіологічному стані (більш важкі та крупні особини) з більшою ймовірністю дають потомство чоловічої статі.

**Ключові слова:** вторинне співвідношення статей, отелення, жива маса тіла, модель бінарної логістичної регресії, молочна худоба.

**Kramarenko A.S., Kramarenko S.S. Analysis of the secondary sex ratio in a dairy cow herd**

The mechanism for regulating the secondary sex ratio in dairy and beef cattle is financially attractive. The objectives of this study were 1) to examine the secondary sex ratio in a dairy cow herd, 2) to estimate if the effect in a given lactation was mainly due to the sex of offspring.

One hundred thirty-two dairy cows representing the Red Steppe cattle breed (State enterprise Stepev pedigree multiplication farm, Mykolaiv region, Ukraine) were included in the study. Data on the parity of cow and sex of calf were available for 321 lactations between the years

<sup>1</sup> Робота виконана в межах фінансування за держбюджетними тематиками Міністерства освіти і науки України (номера державної реєстрації – 0119U001042 та 0121U109492).

2014 and 2017. Records of DIM (day), total milk yield (kg), 305-day milk yield (kg), milk fat percentage (%) and live weight (kg) were available for cows from 1st to 3rd lactations.

The heifers body weight at 9, 12, 15 and 18 months of age, the withers height, hips width and oblique trunk length at age at 1st calving were used for predicting the probability of a male/female calf being born based on the binary logistic regression model.

Across the entire study, the ratio of male to female calves was 57.6% vs. 42.4%. The secondary sex ratio of single calves from cows at 1st- 3rd parity revealed no significant (in all cases:  $P > 0.05$ ) deviation from the expected 1:1 ratio. Differences in the secondary sex ratio at the 1st (54.5%), 2nd (57.3%) and 3rd (63.3%) calving were not significant (chi-squared test:  $\chi^2 = 1.56$ ;  $df = 2$ ;  $P = 0.455$ ), although a small upward trend in the secondary sex ratio with increasing parity was observed.

Considering only 1st lactation, after calving a male or a female, cows roughly produced the same milk fat percentage. However, the total milk yield and 305-day milk yield were significant higher when they calved females ( $P < 0.05$ ).

The binary logistic regression analysis indicated that the probability of a male/female calf being born was significantly associated with the heifer's body weight at 9, 12, 15 and 18 months of age, the withers height, hips width and oblique trunk length at the age of the 1st calving. According to the results of this model, dairy cows in good physiological condition (heavier and bigger individuals) are more likely to produce male offspring.

**Key words:** secondary sex ratio, parity, body weight, binary logistic regression model, dairy cow.

**Постановка проблеми.** Механізми, що впливають на співвідношення статей телят під час народження, мають суттєву фінансову роль під час оцінки рентабельності галузі скотарства. У м'ясному скотарстві вагоме значення має отримання пісного м'яса бугайців, тоді як у молочному більше значення мають телички для отримання молока та ремонту основного стада [3]. Крім того, зазначалось збільшення рівня надою коровами, що отелилися теличками [1; 8].

Загалом, частка бугайців та теличок серед новонароджених телят очікується 50% : 50%. Однак згідно з результатами багатьох досліджень, проведених на тваринах молочних порід, найчастіше це співвідношення відхиляється у бік збільшення частки телят чоловічої статі, причому ця закономірність спостерігалася серед як одинаків, так і двійнят [5; 11; 18; 20]. Для м'ясних порід (як-от абердин-ангус та шароле) це співвідношення було близьким до 50% : 50% [2; 4].

Висунуто декілька гіпотез щодо факторів, що впливають на **вторинне співвідношення статей** (ВСС, тобто частку самців серед новонароджених), включаючи рН піхви та матки, зрілість ооциту, час штучного осіменіння [14].

Серед характеристик, пов'язаних із материнським ефектом, на оцінку ВСС впливали сезон запліднення, вік першого отелення та міжотельний період. Так, телиці, що були запліднені протягом березня-червня та отелилися у більш старшому віці, з більшою ймовірністю народжували телят чоловічої статі. Аналогічний ефект мало подовження тривалості міжотельного періоду, особливо більше 390 діб [20].

Крім того, оцінки ВСС можуть значно коливатися в різних стадах, як-от під час дослідження корів голштинської породи Ірану, частка бугайців серед новонароджених телят-одинаків варіювала від 50,6% до 53,9% [11].

Рік та місяць отелення також впливали на оцінку ВСС. Частка бугайців серед новонароджених телят корів голштинської породи Ірану протягом 1996–1999 рр. складала 52,5%, тоді як протягом 2004–2007 рр. вона зменшилася до 48,5%. Найвища оцінка ВСС була виявлена для корів, які отелилися навесні, а найменша – серед корів, які отелилися влітку та восени [10]. Збільшення частки бугайців серед отелень у теплі місяці року було також відмічено для інших молочних та м'ясних порід худоби. До того ж використання штучного осіменіння збільшує ймовірність народження бугайця [3].

Соціальний ієрархічний статус корови також впливав на стать приплоду. Так, було встановлено, що корови з більш високим соціальним рангом у стаді рідше отелювалися нащадками чоловічої статі [9].

Отримані численні результати вказують на те, що у дійних корів рівень молочної продуктивності може бути пов'язаним зі статтю приплоду, однак він може змінюватися, надаючи перевагу тій чи іншій статі, а інколи жодній [15; 19].

До того ж стать плоду під час 1-ої тільності має стійкі наслідки для синтезу молока за подальшого отелення. Так, тільність теличкою зв 1-го отелення збільшувала виробництво коровою голштинської породи США молока за перші дві лактації [8]. Для корів голштинської породи Португалії показано, що після отелення бугайцем чи теличкою корови продукували приблизно однакову кількість молока з однаковим вмістом білку. Однак уміст жиру в молоці був дещо вищим під час народження теличок ( $P < 0,001$ ) [16].

**Постановка завдання.** Основною метою роботи є оцінювання вторинного співвідношення статей серед новонароджених телят корів дійного стада.

Для вирішення цієї мети було поставлено такі завдання:

1. Оцінити частку бугайців серед приплоду залежно від номеру отелення.
2. Визначити, чи впливає стать новонародженого теляти на рівень молочної продуктивності корови.
3. Побудувати модель, що дозволяє прогнозувати стать приплоду на підставі даних щодо живої маси та екстер'єру матерів.

**Матеріали і методи досліджень.** Матеріалом для дослідження були дані зоотехнічного обліку корів червоної степової породи, які утримувалися у ДП «Племрепродуктор «Степове» Миколаївської області протягом 2014–2017 рр. Усього була проаналізована 321 лактація у 132 корів. Умови утримання та годівлі тварин були подібними.

Для кожної тварини фіксувалася стать приплоду (бугаєць/теличка) та номер лактації. Перевірка гіпотези щодо відповідності емпіричного ВСС рівномірному (тобто 1 : 1) проведено за допомогою критерію хі-квадрат Пірсона з корегуванням Йетса для чотирьохпільних таблиць ( $\chi^2$ ).

Перевірка гіпотези щодо відсутності впливу номеру отелення на оцінку ВСС та відсутність зв'язку між статтю приплоду за послідовні отелення також проведено за допомогою критерію хі-квадрат Пірсона ( $\chi^2$ ).

Крім того, враховано основні показники молочної продуктивності: кількість дійних днів (діб), загальний надій за лактацію (кг), надій за 305 діб лактації (кг), уміст жиру в молоці (%) та жива маса корови (кг). Перевірка гіпотези щодо відсутності впливу статі народженого теляти на подальшу молочну продуктивність корови перевірено за допомогою критерію Стьюдента ( $t$ ) для незалежних вибірок.

Як предикторами статі приплоду за 1-го отелення були використані ознаки живої маси телиць у віці 9, 12, 15 та 18 міс. (кг). Крім того, використано три основні проміри будови тіла (см): висота в холці, ширина заду в сідничних горбах та коса довжина тулуба.

Для побудови моделі прогнозування статі приплоду на підставі певних предикторних змінних використано алгоритм бінарної логістичної регресії:

$$Y = \exp(a + b \times X) / [1 + \exp(a + b \times X)], \quad (1)$$

де  $Y$  – вірогідність народження бугайця/телички під час 1-го отелення;  $X$  – предикторна змінна (жива маса в різному віці чи промір будови тіла);  $a$  та  $b$  – коефіцієнти регресії.

Прогностична цінність моделі була оцінена як частка правильних прогнозів (окремо для бугайців та теличок).

Усі статистичні розрахунки проведено на підставі алгоритмів, що описано в посібнику С. Крамаренка та співавторів [13] за допомогою програмного забезпечення MS Excel, PAST v. 2.14 [6] та STATISTICA v.7 (Stat Soft Inc.).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Частка бугайців серед новонароджених телят під час 1–3-го отелень складала 54,5, 57,3 та 63,3%, відповідно (табл. 1). Оцінки ВСС вірогідно не відхилялися від рівномірного (критерій  $\chi^2$ -квадрат: у всіх випадках  $P > 0,05$ ). Якщо проаналізувати співвідношення бугайців та теличок за три отелення разом, то спостерігається певна тенденція до збільшення частки телят чоловічої статі над жіночою – 57,6 та 42,4%, відповідно ( $\chi^2 = 3,61$ ;  $df = 1$ ;  $P = 0,058$ ).

Таблиця 1  
Вторинне співвідношення статей під час 1–3-го отелень, %

| Ознака                                 | Номер отелення        |                       |                      |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|
|  | 1-е                   | 2-е                   | 3-є                  |
| Частка бугайців серед приплоду ( $n$ ) | 54,5<br>( $n = 132$ ) | 57,3<br>( $n = 110$ ) | 63,3<br>( $n = 79$ ) |
| $\chi^2$ ( $P$ )                       | 0,38 (ns)             | 0,90 (ns)             | 2,57 (ns)            |

Примітка: тут і далі ns –  $P > 0,05$

Деяке переважання бугайців серед новонароджених телят уже відмічалось раніше. Так, для корів норвезької червоно-рябої худоби (Norwegian Red and White cattle) оцінка ВСС складала 52,2% та не залежала від порядкового номеру отелення [20]. Середню оцінку в 52% для ВСС також отримано під час аналізу корів голштинсько-фризької породи Новій Зеландії [18]. Для корів голштинської породи Мінесоті (США) частка бугайців серед новонароджених телят-одинаків складала 53,3%, а серед двійнят – 51,9% [5].

В умовах посушливого клімату (Саудівська Аравія) для повновікових корів голштинсько-фризької породи спостерігалася більша оцінка частки бугайців серед новонароджених телят-одинаків – 54,1%, а серед двійнят їх частка підвищувалася навіть до 55,0% [17].

У нашому дослідженні стать приплоду за подальшого отелення визначалася випадково й не залежала від статі за попереднього отелення (1-ше vs 2-ге отелення:  $\chi^2 = 0,98$ ;  $df = 1$ ;  $P = 0,321$ ; 2-е vs 3-тє отелення:  $\chi^2 = 0,07$ ;  $df = 1$ ;  $P = 0,785$ ; 1-ше vs 3-тє отелення:  $\chi^2 = 0,04$ ;  $df = 1$ ;  $P = 0,841$ ). Хоча раніше було встановлено, що вірогідність народження бугайця збільшувалася у корів, які раніше також телилися бугайцем [3].

Вірогідного впливу номера отелення на оцінку ВСС не встановлено ( $\chi^2 = 1,56$ ;  $df = 2$ ;  $P = 0,455$ ). Відсутність вірогідного впливу номера отелення раніше також було відмічено серед голштинських корів США [5], тоді як у дослідженні [17] рівномірний розподіл статей відмічено лише під час отелення корів-первісток, а серед повновікових корів (лактації 2+) відмічалось вірогідне переважання бугайців.

Підвищення частки бугайців серед приплоду повновікових корів також було відмічено для інших молочних та м'ясних порід худоби [3]. Хоча ці результати суперечать даним, отриманим для голштинських корів Ірану, для яких доведено вірогідне ( $P < 0,001$ ) зменшення частки бугайців від 1-го до 4-го отелень [10].

Стать приплоду впливала на рівень молочної продуктивності, але вірогідні відмінності було встановлено лише для первісток (табл. 2).

Таблиця 2

**Показники мінливості (Mean  $\pm$  SE) ознак молочної продуктивності матерів-первісток залежно від статі приплоду**

| Ознака                     | Стать приплоду    |                   | t (P)                   |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
|                            | бугайці (n = 72)  | телички (n = 60)  |                         |
| Кількість дійних днів, діб | 313,6 $\pm$ 6,0   | 325,1 $\pm$ 6,0   | 1,35 (ns)               |
| Загальний надій, кг        | 3795,0 $\pm$ 83,5 | 4085,1 $\pm$ 97,4 | <b>2,27</b> (P = 0,025) |
| Надій за 305 діб, кг       | 3653,3 $\pm$ 63,1 | 3863,2 $\pm$ 76,9 | <b>2,13</b> (P = 0,035) |
| Уміст жиру в молоці, %     | 3,70 $\pm$ 0,01   | 3,68 $\pm$ 0,01   | 0,98 (ns)               |
| Жива маса, кг              | 465,6 $\pm$ 1,5   | 462,3 $\pm$ 1,3   | 1,61 (ns)               |

У цьому разі тварини, які отелилися теличкою, характеризувалися більш високими оцінками надою (як загальним за всю лактацію, так і за 305 діб лактації) порівняно з ровесницями, які отелилися бугайцями (в обох випадках: P < 0,05). Ця різниця складала 290,1 та 209,9 кг молока відповідно (див. табл. 2).

Аналіз впливу статі приплоду тварин голштинської породи Ірану показав, що у корів із телятами жіночої статі надій і вміст жиру в молоці були вищими, а також більша тривалість лактації, тоді як у корів, які народили телят чоловічої статі, була довшою тривалість продуктивного довголіття. Крім того, у корів із теличками був вищим добовий надій протягом перших двох лактацій, тоді як серед повновікових корів (лактації 3+) ця різниця була відсутня [7].

Під час аналізу біля 2,4 млн. лактацій корів голштинської породи США було встановлено, що стать приплоду під час 1-ої тільності впливала на надій корів і під час подальшої лактації [8].

Загалом, механізми, за допомогою яких стать теляти може впливати на виробництво молока, до кінця не вивчені. Одним із припущень є те, що стать теляти *in utero* впливає на ендокринний контроль мамогенезу. Хоча загально визнано, що пролактин та плацентарні лактогени відіграють важливу роль у мамогенезі та лактогенезі, точні механізми такого впливу ще залишаються предметом дискусій. Це складний процес, на який впливає широкий спектр факторів, зокрема умови годівлі та генетика тварин [12].

Жива маса телиць частково впливала на стать приплоду під час 1-го отелення, при цьому вірогідний зв'язок нами було встановлено для маси у віці 9, 12, 15 та 18 місяців (табл. 3).

Таблиця 3

**Результати логістичної бінарної регресії залежності статі приплоду під час 1-го отелення від живої маси телиць**

| Ознака              | $\chi^2$    | P     | Результати вірної класифікації статі, % |         |
|---------------------|-------------|-------|---|---------|
|                     |             |       | бугайці                                 | телички |
| Жива маса у 9 міс.  | <b>5,63</b> | 0,018 | 93,1                                    | 18,3    |
| Жива маса у 12 міс. | <b>8,85</b> | 0,003 | 88,9                                    | 26,7    |
| Жива маса у 15 міс. | <b>5,20</b> | 0,023 | 93,1                                    | 15,0    |
| Жива маса у 18 міс. | <b>6,04</b> | 0,014 | 80,6                                    | 41,7    |

Точність прогнозування для різних моделей варіювала в межах 57,6–62,8%, при цьому отримані моделі точніше прогнозували народження теляти чоловічої статі – точність прогнозування в цьому разі складала 80,6–93,1% (див. табл. 3).

Загалом, найвищу прогностичну цінність мала модель, що розглядала вплив живої маси телиць у віці 18 місяців (X) на вірогідність народження бугайця/телички (Y) під час 1-го отелення та мала такий вигляд:

$$Y = \exp(20,8985 - 0,0599 \times X) / [1 + \exp(20,8985 - 0,0599 \times X)].$$

Вона правильно прогнозувала народження первісткою бугайця у 80,6% та телички у 41,7% випадків (див. табл. 3).

При цьому нами встановлено, що первістки, які отелилися бугайцями, переважали своїх ровесниць за живою масою у віці 9–18 місяців (табл. 4).

Таблиця 4

**Показники мінливості (Mean  $\pm$  SE) живої маси телиць залежно від статі приплоду за 1-го отелення, кг**

| Ознака              | Стать приплоду   |                  | t (P)                   |
|---------------------|------------------|------------------|-------------------------|
|                     | бугайці (n = 72) | телички (n = 60) |                         |
| Жива маса у 9 міс.  | 203,9 $\pm$ 1,3  | 198,1 $\pm$ 2,2  | <b>2,39</b> (P = 0,018) |
| Жива маса у 12 міс. | 254,1 $\pm$ 0,9  | 248,0 $\pm$ 2,0  | <b>2,98</b> (P = 0,003) |
| Жива маса у 15 міс. | 304,7 $\pm$ 0,6  | 300,1 $\pm$ 2,2  | <b>2,23</b> (P = 0,027) |
| Жива маса у 18 міс. | 353,8 $\pm$ 1,0  | 349,5 $\pm$ 1,5  | <b>2,49</b> (P = 0,014) |

Серед промірів будови тіла зі статтю теляти за 1-го отелення були пов'язані висота в холці, ширина заду в сідничних горбах та коса довжина тулуба (табл. 5).

Таблиця 5

**Результати логістичної бінарної регресії залежності статі приплоду під час 1-го отелення від промірів будови тіла матерів**

| Ознака                         | $\chi^2$    | P     | Результати вірної класифікації, % |         |
|--------------------------------|-------------|-------|-----------------------------------|---------|
|                                |             |       | бугайці                           | телички |
| Висота в холці                 | <b>7,30</b> | 0,007 | 77,8                              | 38,3    |
| Ширина заду в сідничних горбах | <b>6,33</b> | 0,012 | 73,6                              | 48,3    |
| Коса довжина тулуба            | <b>7,36</b> | 0,007 | 80,6                              | 36,7    |

При цьому отримані моделі, як і у випадках із живою масою, більш точно прогнозували народження теляти чоловічої статі (точність прогнозу для різних предикторних ознак становила 73,6–80,6%), ніж жіночої (36,7–48,3%). Як і варто було очікувати, бугайці частіше народжувалися у первісток, що мали більші лінійні проміри (табл. 6).

У ссавців, згідно з моделлю Р. Трайверса та Д. Уїлларда [21], матері, які мають кращий фізіологічний стан, будуть вкладати більше ресурсів у більш репродуктивно стабільну стать для забезпечення продовження генетичної лінії. Таким чином, ця модель передбачає, що дійні корови, що перебувають у кращому фізіологічному стані, частіше народжуватимуть нащадків чоловічої статі (бугайців).

Таблиця 6

**Показники мінливості (Mean  $\pm$  SE) промірів будови тіла матерів  
залежно від статі приплоду за 1-го отелення, см**

| Ознака                            | Стать приплоду           |                          | <i>t</i> ( <i>P</i> )           |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
|                                   | бугайці ( <i>n</i> = 72) | телички ( <i>n</i> = 60) |                                 |
| Висота в холці                    | 129,4 $\pm$ 0,4          | 127,6 $\pm$ 0,5          | <b>2,73</b> ( <i>P</i> = 0,007) |
| Ширина заду<br>в сідничних горбах | 52,6 $\pm$ 0,3           | 51,4 $\pm$ 0,4           | <b>2,51</b> ( <i>P</i> = 0,013) |
| Коса довжина тулуба               | 157,2 $\pm$ 0,8          | 154,1 $\pm$ 0,9          | <b>2,65</b> ( <i>P</i> = 0,009) |

На коровах голштинсько-фризької породи (Нова Зеландія) було відмічено, що зменшення втрати живої маси тварин між отеленням та заплідненням, а також більший приріст живої маси між послідовними отеленнями, збільшувала ймовірність народження бугайців, що узгоджується з гіпотезою Трайверса-Уїлларда [18].

У нашому дослідженні корови, що протягом 1-го та 2-го отелень отелилися бугайцями, (*t* = 2,96; *P* = 0,004) переважали за живою масою під час 2-го отелення тварин, що обидва рази телилися телочками (на 13,3  $\pm$  4,5 кг).

**Висновки і пропозиції.** Частка бугайців серед новонароджених телят під час 1–3-го отелень становила 54,5, 57,3 та 63,3%, відповідно. Оцінка ВСС не відхилялася від рівномірного. Вірогідного впливу номеру отелення на оцінки ВСС не встановлено. Стать теляти за подальшого отелення визначалася випадково й не залежала від статі теляти за попереднього отелення.

Стать приплоду впливала на рівень молочної продуктивності, але вірогідні відмінності було встановлено лише для первісток. Тварини, які отелились телочкою, характеризувалися більш високими оцінками надою (як загальним за всю лактацію, так і за 305 дів лактації) порівняно з ровесницями, які отелились бугайцями.

Жива маси телиць та проміри будови тіла частково впливали на стать приплоду під час 1-ого отелення. Бугайці частіше народжувалися у первісток, які мали більшу живу масу у віці 9–18 місяців та більші лінійні проміри будови тіла, що погоджується з гіпотезою Трайверса-Уїлларда.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Baradar M.A., Karimi K., Tabatabaie S. H. Investigation of relationship between some productive and reproductive factors with calf sex in dairy cattle. *Animal Production*. 2019. V. 20(4). P. 641–648.
2. Berger P.J., Cubas A.C., Koehler K.J., Healey M.H. Factors affecting dystocia and early calf mortality in Angus cows and heifers. *Journal of Animal Science*. 1992. V. 70(6). P. 1775–1786.
3. Berry D.P., Cromie A.R. Artificial insemination increases the probability of a male calf in dairy and beef cattle. *Theriogenology*. 2007. V. 67(2). P. 346–352.
4. Crews Jr. D.H. Age of dam and sex of calf adjustments and genetic parameters for gestation length in Charolais cattle. *Journal of Animal Science*. 2006. V. 84(1). P. 25–31.
5. Del Río N.S., Stewart S., Rapnicki P., Chang Y.M., Fricke P.M. An observational analysis of twin births, calf sex ratio, and calf mortality in Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2007. V. 90(3). P. 1255–1264.
6. Hammer Ø., Harper D.A., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. # 4. P. 1–9.

7. Hess M.K., Hess A.S., Garrick D.J. The effect of calf gender on milk production in seasonal calving cows and its impact on genetic evaluations. *PLoS ONE*. 2016. V. 11(3). e0151236.
  8. Hinde K., Carpenter A.J., Clay J.S., Bradford B. J. Holsteins favor heifers, not bulls: biased milk production programmed during pregnancy as a function of fetal sex. *PLoS ONE*. 2014. V. 9(2). e86169.
  9. Hohenbrink S., Meinecke-Tillmann S. Influence of social dominance on the secondary sex ratio and factors affecting hierarchy in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2012. V. 95(10). P. 5694–5701.
  10. Hossein-Zadeh N.G. Factors affecting secondary sex ratio in Iranian Holsteins. *Theriogenology*. 2012. V. 77(1). P. 214–219.
  11. Hossein-Zadeh N.G., Nejati-Javaremi A., Miraei-Ashtiani S.R., Kohram H. An observational analysis of twin births, calf stillbirth, calf sex ratio, and abortion in Iranian Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 2008. V. 91(11). P. 4198–4205.
  12. Gillespie A.V., Ehrlich J.L., Grove-White D.H. Effect of calf gender on milk yield and fatty acid content in Holstein dairy cows. *PLoS ONE*. 2017. V. 12(1). e0169503.
  13. Крамаренко С.С., Луговий С.І., Лихач А.В., Крамаренко О.С. *Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин* : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2019. 226 с.
  14. Pursley J.R., Silcox R.W., Wiltbank M.C. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1998. V. 81(8). P. 2139–2144.
  15. Quaresma M., Payan-Carreira R. Calf-sex influence in bovine milk production. In: *Animal reproduction in veterinary medicine*. IntechOpen, 2020. P. 1–23.
  16. Quaresma M., Rodrigues M., Medeiros-Sousa P., Martins A. Calf-sex bias in Holstein dairy milk production under extensive management. *Livestock Science*. 2020. V. 235. 104016.
  17. Ryan D.P., Boland M.P. Frequency of twin births among Holstein-Friesian cows in a warm dry climate. *Theriogenology*. 1991. V. 36(1). P. 1–10.
  18. Roche J.R., Lee J.M., Berry D.P. Pre-conception energy balance and secondary sex ratio – partial support for the Trivers-Willard hypothesis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2006. V. 89(6). P. 2119–2125.
  19. Sawa A., Jankowska M., Glowska M. Effect of some factors on sex of the calf born, and of sex of the calf on performance of dairy cows. *Acta Scientiarum Polonorum. Zootechnica*. 2014. V. 13(3). P. 75–84.
  20. Skjervold H., James J.W. Causes of variation in the sex ratio in dairy cattle. *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie*. 1978. V. 95(1-4). P. 293–305.
  21. Trivers R.L., Willard D.E. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science*. 1973. V. 179(4068). P. 90–92.
-