

## Original researches

## Reproductive ability of Holstein cows of different ages under the industrial complex conditions

N. O. Kapshuk

*Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine*

Received: 09 April 2020

Revised: 06 May 2020

Accepted: 10 June 2020

Dnipro State Agrarian and Economic University, S. Efremov Str. 25, 49600, Dnipro, Ukraine

Tel.: +38-097-303-81-64

E-mail: kapshuk-1990@ukr.net

**Cite this article:** Kapshuk, N. O. (2020). Reproductive ability of Holstein cows of different ages under the industrial complex conditions. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(2), 146–149. doi: 10.32819/2020.20

**Abstract.** The article presents studies results on the subject of reproductive capacity indicators of different ages high-yielding Holstein cows in the conditions of an industrial complex for milk production. The study was conducted on the basis of PJSC (Private Joint Stock Company) Agro-Soyuz in the Sinelnikovskiy district of the Dnipropetrovsk region (Ukraine). The experimental groups of animals were formed in the following way: group I (n = 35) – first-calving heifers; group II (n = 35) – animals of the second lactation; group III (control), (n = 35) – animals of the third lactation; group IV (n = 35) – cows of the fourth lactation. Certain age dependence of the insemination index has been established. Young first-calving heifers and adult cows of the fourth lactation (groups I and IV) had a relatively better value of this indicator – 4.5 units. At the same time, cows of the second and third lactation (group II; group III – control) were characterized by a sharp decline in reproductive ability, therefore, for one fertilization it was necessary to carry out 5.8 artificial inseminations for them. Based on the level of the insemination index by research groups, it was logical that the calving-to-conception interval for all experimental animals was much lower than the stereotyped value (60–80 days) and averagely amounted to almost 8 months. Infertility in animals of experimental groups was directly determined by the calving-to-conception interval duration and the average value of which was within 165 days. More infertile days were recorded in the dairy complex with group III cows (control) – 195 days. The value of the adaptation index in the experimental groups was unaligned. Cows of the first two lactations (groups I and II) were characterized by this stable value of 7.6 units. After that, during the third lactation (group III – control), it was increased by 2 units – 9.6, and in adult cows of the fourth lactation (group IV), it had a tendency to rapidly decrease to 4.8 units. First-calving heifers (group I) and adult cows (group IV) had the lowest production losses because they had the fewest infertile days. Animals of the third lactation (group III – control) were characterized by the highest production losses – 0.68 calves and 3 166 kg of milk.

**Keywords:** reproduction; insemination index; calving-to-conception interval; infertility; calving interval; adaptation index; product loss.

## Відтворна здатність голштинських різновікових корів в умовах промислового комплексу

N. O. Kapshuk

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, Україна*

**Анотація.** Відображено результати досліджень на предмет показників репродуктивної здатності високопродуктивних голштинських корів різного віку в умовах промислового комплексу з виробництва молока. Дослідження проведено на базі ПрАТ «Агро-Союз» Синельниківського району Дніпропетровської області (Україна). Дослідні групи тварин були сформовані таким чином: I група (n = 35) – корови-первістки; II (n = 35) – тварини другої лактації; III (контрольна), (n = 35) – тварини третьої лактації; IV (n = 35) – корови четвертої лактації. Встановлено певну вікову залежність показника індексу осіменіння. Молоді первістки та повновікові корови четвертої лактації (I і IV групи) мають порівняно найкраще значення цього показника – 4,5 одиниці. В той же час, корови другої та третьої лактації (II і III (контрольна) групи) характеризуються різким зниженням відтворної здатності, тому на одне запліднення для них необхідно було провести 5,8 штучних осіменінь. Виходячи з рівня показника індексу осіменіння по дослідних групах, цілком логічно, що сервіс-період в усіх піддослідних тварин був набагато нижчий за стереотипне значення (60–80 діб) і складав у середньому майже 8 місяців. Безпліддя у тварин дослідних груп напряму визначалося тривалістю сервіс-періоду, середнє значення якого було в межах 165 діб. Найбільше безплідних днів на молочному комплексі утримувалися корови III (контрольної) групи – 195 діб. Значення індексу адаптації в дослідних групах було невіривняним. Корови перших двох лактацій (I і II групи) характеризуються стабільним його значенням – 7,6 одиниці, після чого у третю лактацію (III (контрольна) група) воно підвищилося на 2 одиниці – 9,6, а в повновікових корів четвертої лактації (IV група) відзначились найнижчими втратами продукції, оскільки мали найменшу кількість безплідних днів. Тварини третьої лактації (III (контрольна) група) характеризуються найвищими втратами продукції – 0,68 голови приплоду і 3 166 кг молока.

**Ключові слова:** відтворення; індекс осіменіння; сервіс-період; безпліддя; міжотельний період; індекс адаптації; втрати продукції.

## Вступ

Виробництво молока корів пов'язане з їх лактацією, яка можлива лише завдяки процесу відтворення. Висока лактаційна функція корів викликає перебудову всього організму, змінюються взаємозв'язки між різними органами та системами. Високий рівень молочної продуктивності пред'являє високі вимоги, в першу чергу, до репродуктивної системи (Berezkina, 2005; Perfilov & Bajmishev, 2006; Sudarev et al., 2012; Mylostyvyi et al., 2017).

Відсутність моціону та порушення режиму експлуатації голштинських корів посилює негативний вплив інтенсивної технології виробництва молока, що не сприяє якісній підготовці їх до отелення та його правильному проведенню і в подальшому знижує ефективність запліднення (Los, 2002; Fenchenko et al., 2005; Levchenko & Petrenko, 2008; Aminova et al., 2019).

Кількість випадків порушення репродуктивної функції корів збільшується з ростом їх молочної продуктивності, причому найбільше ускладнень і захворювань спостерігається у корів п'ятої лактації і старших. У молодих корів першої і другої лактації частота репродуктивних ускладнень не перевищує 20% по комплексу. Основна причина зниження плодючості тварин полягає у наявності гіпофункції яєчників, кіст, персистентних жовтих (Mohov, 2003; Frolova et al., 2014; Honchar, 2015; Jumaguzin et al., 2018).

Також головними причинами вибуття корів стають метаболічні розлади, технологічні ризики та захворювання вимені. В умовах інтенсивної технології виробництва молока тривалість господарського використання становить у середньому 2–3 лактації (Mitjashova et al., 2015; Ivanova, 2017; Pishhan et al., 2017).

Дослідженнями Kozyr (1975) встановлено, що первісток та корів другого і третього отелення вибраковують в основному через неблагополучні пологи і супутні гінекологічні ускладнення (42,8%). Корови старших лактацій частіше вибувають через хвороби органів травлення (63%), а для більш старшого віку – характерні хвороби шлунково-кишкового тракту і захворювання на мастит (64,7%). Внаслідок цього суттєво підвищується потреба у ремонтному молодняку для оновлення основного стада (Siratskiy & Fedorovych, 2001; Strekozov & Konopelko, 2013; Smirnova et al., 2019).

Оскільки відтворення стада – це економічно важлива складова галузі молочного скотарства, а збитки від неплідності дорівнюють чистому прибутку роботи всього молочного комплексу, дослідження відтворної здатності високопродуктивних молочних корів в умовах промислової технології наразі не втратили своєї актуальності.

Мета роботи – встановити рівень показників відтворної здатності, індекс адаптації та втрати продукції через безпліддя голштинських корів різного віку в умовах промислового комплексу.

## Матеріал і методи дослідження

Експериментальна частина досліджень виконана на базі

промислового комплексу з виробництва молока корів голштинської породи ПрАТ «Агро-Союз».

Відібране поголів'я корів було сформовано у чотири групи: I група (n = 35) – корови-первістки; II (n = 35) – тварини другої лактації; III (контрольна), (n = 35) – тварини третьої лактації; IV група (n = 35) – корови четвертої лактації.

Відтворну функцію піддослідних тварин характеризували за показниками індексу осіменіння, сервіс-, сухостійного та міжотельного періодів (діб), коефіцієнта відтворної здатності, періоду безпліддя (діб) та недоотримання продукції – телят (гол.) і молока (кг), а також установлювали індекс адаптації за методикою Siratskiy & Fedorovych (2001).

Методи біометричного опрацювання результатів наукових досліджень були націлені, перш за все, на поставлену мету і завдання досліджень. Увесь отриманий цифровий матеріал опрацьовувався методами варіаційної статистики за методиками Plokhinskiy (1969) та Merkureva (1983), з використанням стандартного пакета статистичних програм «Microsoft Office Excel». За результатами біометричної обробки отриманих даних визначали середню арифметичну величину ( $M$ ) та її похибку ( $\pm m$ ), вірогідність різниці між порівняльними даними – за критерієм Стьюдента ( $t_d$ ) з визначенням рівня ймовірності ( $P$ ) – стична вірогідність середніх величин на рівні  $P < 0,05$  і менше (Plokhinskiy, 1969; Merkureva, 1983).

## Результати досліджень

Аналізуючи відтворну функцію корів різного віку, необхідно зазначити, що індекс осіменіння (табл. 1) мав певну вікову залежність. Так, у тварин I і IV груп на одне плідне запліднення припадало 4,5 штучних осіменіння, тоді як у тварин II і III (контрольної) груп запліднюваність стрімко знизилася і становила в середньому 5,8 осіменіння, що більше показника тварин I і IV груп у 1,29 раза або на 28,9% ( $P < 0,001$ ).

Сервіс-період у всіх голштинських корів був досить подовженим і становив у середньому 8,8 доби. Так, тварини III (контрольної) групи характеризувалися найдовшим сервіс-періодом, який становив у середньому 261,9 доби, що було у 1,19 раза або на 16,2% вище порівняно з тваринами IV групи. Що стосується сервіс-періоду у тварин I і II груп, він був нижчим показника тварин III (контрольної) групи відповідно на 14,1% і 7,2%.

Безпліддя у голштинських корів напряму визначалося тривалістю сервіс-періоду, тому впродовж експлуатації коливалася незначною мірою і становило у середньому у тварин I і II груп 168,6 і 167,6 доби, що було вище відповідно на 23,2% і 22,7%, порівняно з тваринами IV групи. Найвищим періодом безпліддя відзначалися тварини III (контрольної) групи, у яких він становив 195,2 доби, що було більше у 1,51 раза ( $P < 0,05$ ) порівняно з тваринами IV групи, у яких він становив 129,5 доби.

Високопродуктивним голштинським коровам усіх чотирьох груп притаманний досить тривалий міжотельний період, найкоротше значення якого було у тварин IV групи, у яких показник перебував на рівні 455,1 доби, що менше за такий у корів II і III (контрольної) груп відповідно на 11,2% і 16,8% ( $P < 0,01$ ), а

Таблиця 1. Відтворна функція голштинських корів різного віку ( $M \pm m$ , n = 35)

Група тварин за віком у лактаціях	Показник відтворної функції				
	індекс осіменіння	сервіс-період, діб	безпліддя, діб	МОП, діб	КВЗ
I	4,5 ± 0,34***	229,6 ± 22,57	168,6 ± 23,26	498,3 ± 23,40	0,79 ± 0,039
II	5,8 ± 0,12	244,3 ± 18,66	167,6 ± 10,04	505,9 ± 18,99	0,75 ± 0,021
III (контрольна)	5,8 ± 0,14	261,9 ± 16,47	195,2 ± 14,68*	531,4 ± 15,35**	0,71 ± 0,020
IV	4,5 ± 0,30***	219,5 ± 26,60	129,5 ± 20,81	455,1 ± 22,38	0,87 ± 0,042***

Примітка: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ , порівняно з контролем.

Таблиця 2. Індекс адаптації та втрати продукції через безпліддя корів ( $M \pm m$ ,  $n = 35$ )

Група тварин за віком у лактаціях	Індекс адаптації	Недоотримано продукції через безпліддя:	
		телят, гол.	молока, кг
I	$7,6 \pm 1,43$	$0,59 \pm 0,082$	$2161,4 \pm 411,95$
II	$7,6 \pm 1,02$	$0,59 \pm 0,063$	$2795,4 \pm 242,09$
III (контрольна)	$9,6 \pm 1,00$	$0,68 \pm 0,051^*$	$3166,0 \pm 213,53^*$
IV	$4,8 \pm 1,33$	$0,45 \pm 0,073$	$2235,5 \pm 295,31$

Примітка: \* –  $P < 0,05$  порівняно з контролем

порівняно з тваринами I групи – на 9,5%.

Коефіцієнт відтворної здатності у корів чотирьох груп відзначався стабільністю та майже однаковим значенням у тварин I, II, і III (контрольної) групи, у яких він не опускався нижче 0,71 одиниці, хоча і не зростав вище 0,87 одиниці. Низький показник коефіцієнта відтворної здатності у тварин III (контрольної) групи на рівні 0,71 одиниці був меншим за такий у корів I і II груп відповідно на 11,3% і 5,6%, а порівняно з тваринами IV групи – на 22,5% ( $P < 0,001$ ).

Відповідно до потреб організму тварин у конкретних умовах експлуатації корови чотирьох груп відрізнялися за показником індексу адаптації (табл. 2). Так, індекс адаптації був додатним та однаковим у тварин I і II груп і становив у середньому 7,6 одиниці, що перевищувало показник тварин IV групи у 1,58 раза, але був нижчий за показник корів III (контрольної) групи у 1,26 раза.

Відносно найнижчий показник індексу адаптації був у корів IV групи, у яких він становив у середньому 4,8 одиниці, що було менше показника корів III (контрольної) групи вдвічі ( $P < 0,01$ ), а значення тварин I і II групи – у 1,26 раза.

Безпліддя як фактор процесу відтворення викликає недоотримання як приплоду, так і молока. У проведених дослідженнях найнижчим показником втрат телят від неплідності характеризувалися корови IV групи, де на одну тварину недоотримано всього 0,45 голови приплоду та 2 235,5 кг молока. У тварин III (контрольної) групи цей показник був вищим та становив 0,68 голови, що було більше показника тварин IV групи на 33,82% ( $P < 0,05$ ), а за показником втрат молока така перевага складала 29,39% ( $P < 0,05$ ).

Суттєві втрати продукції через безпліддя відмічалися у піддослідних тварин I і II груп, від яких за увесь період експлуатації недоотримано 0,59 голови приплоду та, відповідно, 2 161,4 кг і 2 795,4 кг молока.

Найбільшими втратами продукції характеризувалися тварини III (контрольної) групи, від яких недоотримано в середньому 0,68 голови приплоду і 3 166,0 кг молока. Ці показники були вищими значення тварин I і II груп відповідно на 31,73% ( $P < 0,05$ ) і 11,7%.

Отже, найнижчими втратами приплоду через безпліддя характеризуються корови IV групи у четверту лактацію, а найвищими – піддослідні корови III (контрольної) у третю лактацію, у яких втрати молока становили 3 166 кг.

### Обговорення

Один із головних показників, які характеризують корів на промисловому комплексі, – це їх відтворна функція. У проведеному ретроспективному аналізі встановлено, що корови-матері характеризувалися досить високим індексом осіменіння та тривалим сервіс-періодом, найвищі значення яких були у тварин II і III (контрольної) груп. При цьому період безпліддя у всіх тварин був досить тривалим і найдовшим у корів-матерів III (контрольної) групи, а відносно найкоротшим – у тварин IV групи. Загалом, за інтенсивної технології експлуатації у високопродуктивних корів-матерів першої – четвертої лактації коефі-

цієнт відтворної здатності становив 0,71–0,87, що відповідає нормальним як фізіологічним, так і технологічним показникам репродуктивної функції на підприємстві з виробництва молока.

Отримані дані підтверджуються іншими дослідженнями вчених та практиків. Установлено, що у разі підвищення молочної продуктивності у корів зменшується концентрація тироїдних гормонів у крові, сповільнюється післяпологове відновлення статевої циклічності, скорочується тривалість еструсу і знижується результативність запліднень (Levchenko & Petrenko, 2008). При цьому помічено вплив сезонних змін на репродуктивні функції молочних корів, і ефект сезону був приписаний до теплового стресу, а не до змін у раціонах годівлі (West, 2003). На дію теплового стресу на репродуктивну функцію корів вказують дослідження багатьох учених (Barash et al., 2001; Jordan, 2003; Bruno et al., 2009).

За промислової технології експлуатації корів важливого значення набуває їх адаптація до середовища існування, що визначає їх продуктивні та відтворні якості. В результаті адаптації підвищується стійкість організму тварин до чинників, пов'язаних з особливостями утримання тварин. Загалом адаптаційні здатності тварин лежать в основі пристосування до конкретних умов існування упродовж декількох поколінь. Тож рання ідентифікація корів, пов'язана з проблемами адаптації, може дозволити застосувати стратегію управління стадом у цілому (Loog et al., 2013, Bertoni & Trevisi, 2013, Steeneveld et al., 2013). На сьогодні існує величезна кількість відомостей про ранню діагностику різних захворювань у тварин, проте про ідентифікацію корів із розвинутою здатністю пристосовуватися до нової лактації відомо дуже мало.

Для оцінювання адаптивних здатностей великої рогатої худоби запропоновано використати коефіцієнт адаптації, за якого враховуються такі показники як скороспілість, удій, вік, фізіологічна зрілість тварини тощо. Siratskyi & Fedorovych, (2001) запропонували індекс адаптації тварин, який дозволяє оцінити рівень розвитку специфічних особливостей однієї особини або цілої популяції загалом. У голштинських корів-матерів чотирьох груп індекс адаптації мав додатне значення, причому найнижчий показник був у тварин IV групи, а найвищий – у корів III (контрольної) групи, що належало до нормальних показників. Так, низка вчених указує, що максимальне значення індексу може становити +37,0, а мінімальне – -192,0. В ідеалі за МОП у 365 діб індекс адаптації повинен дорівнювати нулю. Від'ємний знак індексу адаптації вказує на порушення балансу між організмом і середовищем.

### Висновки

1. Індекс осіменіння характеризувався досить високим значенням у всіх дослідних групах (понад 5 одиниць у середньому по групах), хоча і мав певну вікову залежність – коровам I і IV груп для запліднення було необхідно на 1,3 штучних осіменіння менше, ніж тваринам II і III (контрольної) груп.

2. З огляду на рівень індексу осіменіння, сервіс-період у корів дослідних груп був значно подовженим. Значення цього показника у тварин усіх дослідних груп було більшим за 200

дiб (у середньому по стаду – 239 дiб).

3. Рiвень безплiддя прямо пропорційно пов'язаний iз тривалiстю сервіс-перiоду, а тому найбільшу кiлькiсть безплiдних днiв мали корови III (контрольної) групи – майже 195 дiб при сервіс-перiодi 262 доби.

4. iндекс адаптації корiв усiх дослiдних груп був додатним, найнижчим значенням якого характеризувались корови четвертої лактації – 4,8. Стабiльнiстю цей показник вiдзначився у корiв перших двох лактацій (I i II групи) i становив 7,6 одиниць.

5. Втрати молока i приплоду через безплiддя корiв були найнижчими у тварин I i IV груп вiдповiдно. Найбiльшими втратами продукції характеризувались корови III (контрольної групи) – 0,68 голови приплоду i 3 166 кг молока.

## References

- Aminova, A. L., Yumaguzin, I. F., Fenchenko, N. G., Khairullina, N. I., & Shamsutdinov, D. H. (2019). Reproduktyvnyj status korov v zavisimosti ot produktivnosti i kolichestva laktacij [The reproductive status of cows, depending on productivity and the number of lactations]. *Molochnoe i Miasnoe Skotovodstvo*, (6), 29–31.
- Barash, H., Silanikove, N., Shamay, A., & Ezra, E. (2001). Interrelationships among ambient temperature, day length, and milk yield in dairy cows under a Mediterranean climate. *Journal of Dairy Science*, 84(10), 2314–2320.
- Bruno, R. G. S., Rutigliano, H., Cerri, R. L., Robinson, P. H., & Santos, J. E. P. (2009). Effect of feeding yeast culture on reproduction and lameness in dairy cows under heat stress. *Animal Reproduction Science*, 113(1-4), 11–21.
- Bertoni, G., & Trevisi, E. (2013). Use of the liver activity index and other metabolic variables in the assessment of metabolic health in dairy herds. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29(2), 413–431.
- Berezkina, G. Ju. (2005). Growth, development and productive qualities of black-motley cattle with different levels of functional activity. Thesis. Izhevsk Agrarian University (in Russian).
- Fenchenko, N. G., Hajrullina, N. I., & Husainov, V. R. (2005). Vlijanie razlichnyh faktorov na molochnuju produktivnost' korov [The influence of various factors on the milk production of cows]. *Dairy and Beef Cattle Breeding*, 5, 1–7 (in Ukrainian).
- Frolova, E. M., Evstafev, D. M., & Gavrikov, A. M. (2014). Vlijanie nekotoryh faktorov na vosproizvoditelnye sposobnosti vysokoproduktivnyh korov i telok [The influence of some factors on the reproductive ability of highly productive cows and heifers]. *Livestock*, 10, 28–29 (in Russian).
- Honchar, A. O. (2015). The function of highly productive measles for stimulation of hunting and synchronization of ovulation in the minds of a fishing complex is visible. Thesis. Dnipro State Agrarian and Economic University (in Ukrainian).
- Ivanova, L. S. (2017). Molochne skotarstvo: suchasnyi stan ta problemy vyrishennia [Dairy farming: current status and problems to be solved]. *Agrarian World*, 22, 23–27 (in Ukrainian).
- Jordan, E. R. (2003). Effects of heat stress on reproduction. *Journal of Dairy Science*, 86, 104–114.
- Jumaguzin, I. F., Aminova, A. L., & Valitov, F. R. (2018). Prodolzhitel'nost' hozjajstvennogo ispol'zovanija korov v zavisimosti ot urovnja molochnoj produktivnosti za pervuju laktaciju [The duration of the economic use of cows, depending on the level of milk productivity during the first lactation]. *Bulletin of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 3 (6), 80–82 (in Russian).
- Kozyr, V. (1975). Korov nado ispol'zovat' racionalno [Cows must be used rationally]. *Dairy and Beef Cattle Breeding*, 8, 9–11 (in Russian).
- Levchenko, V. I., & Petrenko, O. S. (2008). Patohenez i profilaktyka pisliarodovoi hipokaltsiemii koriv [Pathogenesis and efficacy of postpartum hypocalcemia in cows]. *Animal Biology*, 1-2, 49–63 (in Ukrainian).
- Loor, J. J., Bertoni, G., Hosseini, A., Roche, J. R., & Trevisi, E. (2013). Functional welfare – using biochemical and molecular technologies to understand better the welfare state of peripartur dairy cattle. *Animal Production Science*, 53(9), 931.
- Los, N. F. (2002). Produktivnost korov v zavisimosti ot vozrasta i prodolzhitel'nosti servis-perioda [Cow productivity based on age and length of service period]. *Livestock*, 7, 2–4 (in Russian).
- Merkureva, E. K. (1983). Genetika s osnovami biometrii [Genetics with the basics of biometrics]. Moscow, Kolos (in Russian).
- Mokhov, B. P. (2003). Adaptacionnye sposobnosti korov raznyh porod [Adaptive abilities of cows of different breeds]. *Zootehnija*, 3, 22–24 (in Russian).
- Mitjashova, O., Oborin, A., & Chomaev, A. (2015). Vosproizvodstvo v vysokoproduktivnyh stadah [Reproduction in highly productive herds]. *Livestock*, 1, 13 (in Russian).
- Mylostyvyi, R. V., Kalynychenko, O. O., & Vasylenko, T. O. (2017). Problematic issues of adaptation of Holstein cows in the conditions of industrial technology of milk production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 73, 28–32 (in Ukrainian).
- Perfilov, A. A., & Bajmishev, H. B. (2006). Vosproizvoditel'nye sposobnosti korov v zavisimosti ot urovnja molochnoj produktivnosti [Reproductive abilities of cows depending on the level of milk productivity]. *Bulletin of Altai State Agrarian University*, 5 (25), 27–32 (in Russian).
- Pishchan, S. H., Lytvyschenko, L. O., & Honchar, A. O. (2017). Realizatsiia henetychnoho potentsialu molochnoi produktivnosti holshynskoi khudoby za intensyvnoi tekhnologii ekspluatatsii [Realization of the genetic potential of milk productivity of the Holstein thinness for intensive technological exploitation]. *Grain Culture*, 1, 147–153 (in Ukrainian).
- Plokhinskiy, N. P. (1969). Rukovodstvo po biometrii dlya zootehnikov [Biometrics Guide for Livestock Specialists]. Moscow, Kolos (in Russian).
- Siratskyi, Y. Z., & Fedorovych, Ye. I. (2001). Adaptatsiini osoblyvosti tvaryn ukrainskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Adaptive features of animals of the Ukrainian black-spotted dairy breed]. *Bulletin of Agricultural Science*, 9, 24–28 (in Ukrainian).
- Smirnova, Y. M., Platonov, A. V., Sedunova, T. V., & Kudrin, A. G. (2020). Pokazateli estestvennoj rezistentnosti korov cherno-pestroj porody v zavisimosti ot urovnja molochnoj produktivnosti [Indices of natural resistance of black-motley breeds of cows, depending on the level of dairy productivity]. *Molochnoe i Miasnoe Skotovodstvo*, (8), 36–40.
- Strekozov, N. I., & Konopelko, E. I. (2013). Optimal'naja struktura vysokoproduktivnogo stada molochnogo skota i intensivnost' vyrashhivaniya telok [The optimal structure of a highly productive herd of dairy cattle and the intensity of heifer]. *Achievements of Science and Technology of Agribusiness*, 3, 5–7 (in Ukrainian).
- Sudarev, N. P., Abylkasymov, D., & Ionova, L. V. (2012). Vosproizvoditel'naja sposobnost korov molochnyh porod i ih jekonomicheskaja ocenka [Reproductive ability of dairy cows and their economic assessment]. *Livestock*, 7, 27–28 (in Russian).
- Steenefeld, W., Schukken, Y. H., van Knegsel, A. T. M., & Hogeveen, H. (2013). Effect of different dry period lengths on milk production and somatic cell count in subsequent lactations in commercial Dutch dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 2988–3001.
- West, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2131–2144.