

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ
И ПРОИЗВОДСТВАМИ

УДК 681.5; 637.11; 636.2

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-1-111-18-27

EDN: VOTRUC

Роботизация фермы – новый критерий отбора коров-первотелок

Б. Ш. Эфендиев

Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

Аннотация. Исследования проводились на базе фермы «Жаппуева Ж.Х.» Баксанского района Кабардино-Балкарской Республики. Для исследований были использованы коровы-первотелки швицкой породы. Предложен новый способ отбора коров-первотелок швицкой породы на третьем месяце лактации. Наряду с отбором первотелок по морфологическим показателям и функциональным свойствам вымени проводили отбор первотелок по количеству посещений ими робота-дояра по следующему принципу: устанавливали среднее количество посещений доильного робота с вычислением среднеквадратического отклонения (σ) по стаду от средней арифметической величины. Коровы-первотелки с показателями меньше среднего по стаду на 1 сигму ($X-1\sigma$) подлежали исключению из стада. Распределение первотелок по этому принципу дало основание выбраковки 13 % первотелок. Первотелки, оставленные для дальнейшего использования, посещали доильную установку на 42 % больше, чем первотелки из группы выбраковки ($P < 0,001$). Оставленные в стаде по такому принципу первотелки превосходили сверстниц выбраковки по молочной продуктивности на 31,3 %. Проведен анализ технических возможностей доильной системы АДМ-8А (традиционной) и роботизированной установки «DeLaval». Использование на молочной ферме автоматизированной системы управления всеми процессами производства продукции позволяет создавать наиболее физиологичные условия для животных, что увеличивает удои молока с одновременным повышением его качества на 1218 %, снижает себестоимость производства на 2530 %, повышает количество отелов и срок использования высокопродуктивных коров.

Ключевые слова: роботы, роботизация, автоматизация, ферма, коровы, отбор первотелок, молочная продуктивность, качество молока, эффективность производства

Поступила 25.01.2023, одобрена после рецензирования 12.02.2023, принята к публикации 16.02.2023

Для цитирования. Эфендиев Б. Ш. Роботизация фермы – новый критерий отбора коров-первотелок // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 1(111). С. 18–27. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-1-111-18-27

Original article

Robotization of farms - new criteria for the selection of first-calf heifers

B.Sh. Efendiev

Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

Abstract. The study was carried out at the farm "Zhappueva Zh.Kh." in the Baksan district of the Kabardino-Balkarian Republic. Swiss-breed cows were used for the study. A new approach for the selection of Swiss breed first-calf heifers in the third month of lactation has been proposed. The selection of primary heifers is carried out according to the morphological indicators and the functional

characteristics of the udder, as well as the number of visits to the robotic milking, according to the following principle: The average number of visits to the milking robot is set by the calculation of the standard deviation (σ) of the herd from the arithmetic mean. The first-calf heifers with indicators less than the herd average by 1 sigma ($X - 1\sigma$) were subject to exclusion from the herd. The distribution of first-calf heifers according to this principle resulted in a culling rate of 13%. Heifers retained for further use visited the milking facility 42% more than those in the culling group ($P < 0.001$). The first-calf heifers left in the herd according to this principle exceeded the culling peers in terms of milk productivity by 31.3%. The technical capabilities of the milking system ADM-8A (traditional) and the installation of the robotic "DeLaval" were analyzed. The use of an automated control system for all production processes on a dairy farm allows to create the most positive physiological conditions for animals, which increases milk yield while improving its quality by 12–18%, reduces the cost of production by 25–30%, increases the number of calving and the period of use of highly productive cows.

Keywords: robots, robotization, automation, farm, cows, selection of first-calf heifers, milk productivity, milk quality, production efficiency

Submitted 25.01.2023,

approved after reviewing 12.02.2023,

accepted for publication 16.02.2023

For citation. Efendiev B.Sh. Robotization of farms - new criteria for the selection of first-calf heifers. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2023. No. 1(111). Pp. 18–27. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-1-111-18-27

ВВЕДЕНИЕ

В молочном скотоводстве применение цифровой, автоматизированной и роботизированной технологии решает задачи автоматизации кормоприготовления, кормления, поения, навозоудаления, доения коров с подмывом и массажем вымени, учета молока и определения его качества, выявления заболевающих (еще не больных) животных и многие другие [1].

Специалисты в области молочного животноводства утверждают, что в настоящее время увеличение продуктивности животных, улучшение качества молока и снижение себестоимости его производства возможно только с внедрением автоматизированных систем на ферме [2].

Использование роботизированной системы в молочном животноводстве способствует высвобождению производственных затрат при получении молока до 35 %, увеличивает молочность коров на 17–22 % и делает ненужным присутствие доярок при доении, снижает выбраковку коров. В целом роботизация молочной фермы осуществляет ежедневный контроль качества кормления и раннее выявление нарушения здоровья коров по биохимическому составу молока, что повышает их хозяйственное использование [3, 4].

Как отмечается в [5, 6], внедрение роботизированной системы на молочных фермах исключает человеческий фактор, снижает стрессовые ситуации в работе с животными, травмы, способствует резкому снижению маститов у дойных коров и значительно повышает качество молока.

И. С. Сереброва и др. [7, 8] в своих исследованиях установили, что роботизация молочной фермы влияет на увеличение производства молока на 7–28 %, улучшается качество молока путем снижения соматических клеток до $2,4 \times 10^5$ в 1 см³, что увеличивает товарность продукции до 97,4%.

Роботизация молочного комплекса основана на новой технологии: животные самостоятельно обслуживают себя, самостоятельно приходят на дойку, повышается количество посещений доильного бокса высокоудойных коров, что увеличивает их молочную продуктивность на 20 % [9, 10, 11].

Повышения молочной продуктивности, качества молока с одновременным улучшением здоровья дойного стада можно добиться только через внедрение в производство автоматизации и роботизации рабочих процессов на ферме [12, 13, 14].

Цель исследования – изучить возможности повышения молочной продуктивности коров и качества молока при внедрении роботизированной системы фирмы «DeLaval» изменением критерия отбора племенного стада при условии беспривязного содержания и провести сравнительный анализ различных систем доения – традиционного и автоматизированного робота-дойера. Традиционный доильный агрегат АДМ-8А с молокопроводом предназначен для машинного доения коров в стойлах, транспортирования выдоенного молока в молочное отделение, группового учета выдоенного молока от коров, фильтрации, охлаждения и сбора его в емкость для хранения. Технические возможности различных систем представлены в таблице 2.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования проводили в условиях КФХ «Жаппуева Ж.Х.» Баксанского района Кабардино-Балкарской Республики.

Предлагаемый способ отбора коров осуществлялся следующим образом.

При ежегодном отборе первотелок на третьем месяце лактации устанавливают среднее количество посещений доильного робота с вычислением среднего квадратического отклонения (σ) по стаду от средней арифметической величины. Коровы-первотелки с показателями меньше среднего по стаду на 1 сигму ($X-1\sigma$) подлежат исключению из стада.

Уровень молочной продуктивности за 305 дней, среднее содержание в молоке жира и белка, количество посещений коровами доильной установки учитывали по показателям доильного робота. Отбор молока проводили по ГОСТу 9225-84. Полученные результаты исследований были обработаны биометрически (Плохинский Н. А., 1969).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Анализ количества посещений коровами-первотелками доильной установки за первый месяц лактации показал, что большинство первотелок – 55 гол. (65 %) доились 3 раза в сутки, 21 гол. (25 %) – 2 раза, 7 гол. (8 %) – 4 раза, 2 гол. (2 %) – 5 раз. Первотелки за первый месяц лактации доились в среднем $2,87 \pm 0,04$ раза в сутки. Среднесуточное количество доения за второй месяц составило $2,89 \pm 0,15$; за третий месяц – $2,91 \pm 0,03$ (табл. 1).

Нами установлено, что с увеличением молочной продуктивности в ходе лактации первотелок увеличивается количество посещений доильного робота.

Первотелки на третьем месяце лактации доились в среднем $2,91 \pm 0,03$ раза в сутки. Вычисленный коэффициент вариации показывает, что данный показатель достаточно стабильный – 21,3 %. Средняя молочная продуктивность первотелок в сутки составила $20,76 \pm 0,35$ кг, или 7,1 кг за одно доение (табл. 1).

Таблица 1. Средний уровень молочной продуктивности первотелок и количество посещений ими доильного робота за третий месяц лактации

Table 1. The average level of milk productivity of first-calf heifers and the number of visits by them to the milking robot for the third month of lactation

Показатель	Среднесуточное количество доения за третий месяц лактации, раз	Коэффициент вариации показателя, %	Среднеквадратическое отклонение	Среднесуточный удой, кг
Значение	$2,91 \pm 0,03$	21,3	0,48	$20,76 \pm 0,35$

Анализ корреляционной связи показал, что между уровнем удоя коров и количеством доения существует прямая зависимость: пять раз доившиеся первотелки имели среднюю молочную продуктивность $29,7 \pm 0,02$ кг ($P < 0,001$), 4 раза – $26,6 \pm 0,05$ кг ($P < 0,001$), три раза – $21,3 \pm 0,21$ кг ($P < 0,01$), два раза доившиеся – $16,8 \pm 0,17$ кг ($P < 0,01$). Коэффициент корреляции между показателями составил 0,74.

В среднем коровы-первотелки посещали доильную установку 2,91 раза, среднее квадратическое отклонение (σ) составило 0,48.

Отбор с помощью автоматизированной системы доения осуществляли по следующему принципу: первотелок, посещавших доильную установку более 2,44 раза в сутки, оставляли для дальнейшего использования, животных с количеством доек 2,43 и меньше – на выбраковку.

Распределение по этому принципу дало основание выбраковки первотелок в количестве 11 голов, или 13 %. Первотелки, оставленные для дальнейшего использования, посещали доильную установку в среднем 3,04 раза в сутки, т.е. больше, чем у первотелок из группы выбраковки, на 0,90, что составляет 42% ($P < 0,001$). Молочная продуктивность первотелок основной группы превышала группу выбраковки на 6,7 кг, или на 31,3% (рис. 1).



Рис. 1. Разделение коров-первотелок по уровню молочной продуктивности и количеству посещений робота-дояра

Fig. 1. Separation of cows-first-calf heifers according to the level of milk production and the number of visits to the robot – milker

Как видно из вышеописанного, показатель количества добровольного доения за сутки на третьем месяце лактации коров-первотелок может быть использован как оптимальный критерий для отбора животных по пригодности к роботизированному доению.

В наших исследованиях было установлено, что использование роботизированного доения первотелок способствовало значительному улучшению санитарного состояния молока (табл. 2). Получению более высокого качества молока с использованием автоматизированной системы управления способствует то обстоятельство, что при роботизированном доении есть технологическая возможность контроля здоровья коров и точного контроля качества молока.

Как видно из таблицы 2, роботизированная установка DeLaval осуществляет автоматический качественный контроль молока каждой коровы.

Таблица 2. Технические возможности различных доильных систем**Table 2.** Technical capabilities of various milking systems

Показатели	Доильная система АДМ-8А	Роботизированная установка DeLaval в КФХ
Контроль маститного молока	Нет	Да
Раздельное доение долей вымени	Нет	Да
Такты доения	2	3
Автоматическое выявление крови в молоке	Нет	Да
Сдаивание первых струек молока, очищение сосков вымени	Нет	Да
Гигиеническое смазывание сосков вымени (распыление)	Нет	Да
Выбраковка коров по причине заболевания вымени, %	10-12	Нет

Нами установлено, что внедрение на ферме роботизированной системы DeLaval способствовало снижению содержания соматических клеток в молоке с 450–750 (статистические данные) до 85 тыс./см³ (данные нашего учета), бактериальная обсемененность снизилась в 10 раз, в результате повысились качество (со второго сорта до высшего) и товарность на 8–12 % (табл. 3).

Повышение качества молока при использовании автоматизированной системы на ферме обусловлено еще и тем, что при этом исключаются все контакты с молоком в процессе доения, вплоть до поступления его в холодильную установку.

Нами установлено, что физико-химические показатели молока, полученного на роботизированной установке, и его технологические свойства значительно выше, чем молока, произведенного на традиционной ферме. В ходе проведения исследований качества молока были получены следующие показатели: кислотность молока – 17 °Т; плотность – 1029 кг/м³; сухое вещество – 12,7 %; группа чистоты – высшая; содержание жира в молоке – 3,9; содержание белка в молоке – 3,3%; СОМО – 8,0%. Молоко соответствовало требованиям высшего сорта.

Таблица 3. Сравнительная характеристика использования различных систем доения коров**Table 3.** Comparative characteristics of the use of different milking systems for cows

Показатели	Использование АДМ-8А (статистические данные)	Использование работа-дояра VMS «DeLaval»
Содержание соматических клеток, тыс./см ³	450-750	85
Бактериальная обсемененность, тыс./см ³	100-200	Меньше 10
Товарность молока, %	87-91	99
Количество отелов (с удоем до 7000 кг)	3	5
Повышение молочной продуктивности, %	-	+ 19-28
Среднее количество доений в сутки	2,1-2,2	3,1-3,8
Сервис-период, дни	150-200; $\bar{X}$ =175	80-90; $\bar{X}$ =85

Также количество доений коров увеличивается с 2 до 3 раз и более, что способствует повышению продуктивности коров (табл. 3).

Внедрение роботизированной системы на ферме создало лучшие условия использования коров в сравнении с традиционной механизацией (использование АДМ-8А), что способствовало повышению здоровья, выразившемуся в увеличении количества лактации с 3 до 5, снижении сервис-периода с 150-200 до 80-90 дней (табл. 3).

Сервис-период коров – один из основных показателей в производственном процессе. От этого периода во многом зависят здоровье коровы и ее потомства, а также их последующая продуктивность.

Отечественные и зарубежные специалисты считают, что наиболее эффективной продолжительностью сервис-периода является 80–90 дней, так как в стадах именно с такой продолжительностью сервис-периода молоко наиболее рентабельно.

Экономическая эффективность использования роботизированной системы в молочном животноводстве.

Полученные данные позволили сделать экономическое обоснование инвестиции для стада на каждые 100 коров.

Внедрение роботов-дояров на ферме способствует значительному снижению заболеваний коров-первотелок.

Снижение падения молочной продуктивности коров, переболевших маститом (считается, что за время болезни маститом корова теряет до 500 кг за лактацию):

$$\text{Эм} = 500 \times 30 \times 30 = 450\,000 \text{ руб.},$$

где Эм – экономическая эффективность молочной продуктивности; 30 – среднее количество коров по стаду, заболевших маститом в течение года, гол.; 30 – закупочная цена молока, руб./кг.

За счет рождения теленка на 90 дней раньше в хозяйстве будет дополнительно получено прироста живой массы:

$$\text{Эжм} = 0,8 \times 90 = 72 \text{ кг},$$

где Эжм – экономическая эффективность прироста живой массы; 0,8 – среднесуточный прирост массы телят, 90 – на столько увеличивается сервис-период, 250 – стоимость 1 кг живой массы телят; 100 – количество полученных телят.

$$72 \times 250 \times 100 = 1\,800\,000 \text{ руб.}$$

За счет сокращения продолжительности сервис-периода в хозяйстве дополнительно будет получено молока:

$$\text{Эсп} = 22,9 \times 90 = 2061 \text{ кг} \times 30 = 61830 \times 100 = 6\,183\,000,$$

где Эсп – экономическая эффективность сокращения продолжительности сервис-периода; 22,9 – средняя молочная продуктивность коровы в сутки; 30 – закупочная цена молока, руб./кг.; 100 – количество коров, гол.

Повышение товарности производимого молока:

$$\text{Эт} = 30 \times 12 \times 22,9 \times 30 = 247\,320 \text{ руб.},$$

где Эт – экономическая эффективность повышения товарности молока; 30 – количество коров, заболевших маститом, гол.; 12 – период лечения, дней; 22,9 – среднесуточный удой на одну корову, кг; 30 – закупочная цена молока, руб./кг.

Увеличение сортности молока:

$$\text{Эс} = 7000 \times 30 - 7000 \times 27 = 21000 \times 100 = 2\,100\,000 \text{ руб.},$$

где Эс – экономическая эффективность увеличения сортности молока; 7000 – валовой надой, кг; 30 – цена молока за высший сорт, руб.; 27 – цена молока за 2-й сорт, руб., 100 – количество коров, гол.

Снижение выбытия высокопродуктивных коров за счет оздоровления стада (считается, что ежегодно выбраковывается до 12 % коров по причине заболевания вымени):

$$\text{Эв} = 11\,000 \times 12 = 1\,320\,000 \text{ руб.},$$

где Эв – экономическая эффективность снижения выбытия коров; 110 000 – стоимость воспроизводства одной коровы, руб.; 12 – количество выбракованных коров, гол.

Внедрение на ферме автоматизированной системы в комплексе с роботом-доярком повышает молочную продуктивность коров минимально на 12–15 %.

Повышение молочной продуктивности коров за лактацию:

$$\text{Эп} = 0,12 \times 7000 \times 30 = 25\,200 \times 100 = 2\,520\,000 \text{ руб.},$$

где Эп – экономическая эффективность повышения молочной продуктивности коров; 7000 – валовой надой, кг; 30 – закупочная цена молока, руб.

Сокращение количества непродуктивных кормодней:

$$\text{Экд} = 90 \times 100 \times 55 = 495\,000 \text{ руб.},$$

где Экд – экономическая эффективность сокращения количества непродуктивных кормодней; 90 – снижение сервис-периода, дней; 100 – количество коров, гол.; 55 – себестоимость содержания коровы в день, тыс. руб.

Итог: внедрение роботизированной системы доения в молочном животноводстве позволяет получить экономический эффект:

$$\begin{aligned} \text{Э} &= \text{Эм} + \text{Эжм} + \text{Эсп} + \text{Эт} + \text{Эс} + \text{Эв} + \text{Эп} + \text{Экд} = \\ &450\,000 + 1\,800\,000 + 6\,183\,000 + 247\,320 + 2\,100\,000 + 1\,320\,000 + 2\,520\,000 + 495\,000 \\ &= 15\,115\,320 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Выводы

1. Показатель количества добровольных доений за сутки на третьем месяце лактации коров-первотелок может быть использован как оптимальный критерий для отбора животных по пригодности к роботизированному доению. Коровы-первотелки с показателями меньше среднего по стаду на 1 сигму ($X-1\sigma$) подлежат исключению из стада.

2. Коровы-первотелки, выделенные в основную группу по предложенному критерию отбора, имеют молочную продуктивность на 31,3 % выше, чем коровы-первотелки группы выбраковки.

3. Внедрение роботизированной системы доения коров-первотелок повышает товарность молока на 8–12 %, увеличивает количество лактаций с 3 до 5 и рентабельность производства молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Ю. А., Новиков Н. Н. Автоматизация процессов как фактор повышения эффективности производства животноводческой продукции // Сборник научных докладов ВИМ. 2006. Т. 1. С. 104–109.

2. Герасименко И. В. К вопросу повышения эффективности роботизации системы доения коров // Техника. Технологии. Инженерия. 2017. № 2. С. 4–6.
3. Скворцов Е. А., Скворцова Е. Г. Доильная робототехника и ее влияние на качество молока [Электронный ресурс] // Аграрное образование и наука. 2016. № 4. URL: http://aes.urgau.ru/images/2016/04/08_04_2016.pdf (дата обращения: 01.11.2021).
4. Цой Ю. А., Кирсанов В. В. Функционально-стоимостной анализ роботизированных систем и выбор альтернативных вариантов добровольного доения коров // Техника и оборудование для села. 2014. № 8. С. 33–36.
5. Кормановский Л. П. Перспективы применения доильных роботов на фермах России // 14 Межд. симп. по машинному доению с.-х. животных. Углич, 2008. С. 46–55.
6. Науменко А. Роботизированные системы в молочном животноводстве // Вестник ХТУСХ. 2014. № 144.
7. Сереброва И. С., Углин В. К., Никифоров В. Е. Производство и качество молока при различных технологиях доения и способах содержания // Farm Animals. 2016. № 2(12). С. 10–12.
8. Тихомиров И. А., Скоркин В. К. Опыт использования доильных роботов в молочном скотоводстве на примере хозяйств Калужской области // Вестник ВНИИМЖ. 2019. № 1(33). С. 160–165.
9. Коробейникова Л. П., Симакова К. С. Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы при разных технологиях содержания и доения // Разработки и инновации молодых исследователей: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых исследователей. Ижевск, 2018. С. 209–212.
10. Федосеева Н. А. Применение современных промышленных технологий доения высокопродуктивных голштинизированных коров: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.10. Балашиха: Российский государственный аграрный заочный университет, 2018. 280 с.
11. Кулибеков К. К. Совершенствование технологии производства молока при доении коров-первотелок в условиях роботизированной фермы: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10. Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. 131 с.
12. Лоретц О. Г., Горелик О. В., Харлан С. Ю., Неверова О. П., Павлова Я. С. Влияние роботизации доения на эффективность производства молока на промышленном комплексе [Электронный ресурс] // Вестник биотехнологии. 2019. № 2 (19). URL: http://bio.urgau.ru/images/02_2019/Lorets_OG.pdf (дата обращения: 01.11.2021).
13. Тихомиров И. А., Скоркин В. К., Рахманова Т. А. Соблюдение технологии машинного доения – залог повышения качества молока и продуктивного долголетия коров // Вестник ВНИИМЖ. 2017. № 4. С. 57–60.
14. Чеченихина О. С., Смирнова Е. С. Биологические и продуктивные особенности коров черно-пестрой породы при различной технологии доения // Молочнохозяйственный вестник. 2020. № 1 (37). С. 90–102.
15. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 256 с.

Информация об авторе

Эфендиев Беслан Шамсадинович, д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории «Интеллектуальные распределительные сельскохозяйственные системы» научно-инновационного центра «Интеллектуальные системы и среды производства и потребления продуктов питания», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360000, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

beslanefendiev@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5189-998X>

REFERENCES

1. Ivanov Yu.A., Novikov N.N. Automation of processes as a factor of increasing the efficiency of livestock production. *Sbornik nauchnykh dokladov VIM* [Collection of scientific reports VIM]. 2006. Vol. 1. Pp. 104–109. (In Russian)
2. Gerasimenko I.V. On the issue of increasing the efficiency of robotization of the cow milking system. *Tekhnika. Tekhnologii. Inzheneriya* [Technique. Technologies. Engineering]. 2017. № 2. Pp. 4–6. (In Russian)
3. Skvortsov E.A., Skvortsova E.G. Milking robotics and its influence on milk quality [Electronic resource]. *Agrarnoye obrazovaniye i nauka* [Agrarian education and science]. 2016. No. 4. URL: http://aes.urgau.ru/images/2016/04/08_04_2016.pdf (01.11.2021). (In Russian)
4. Tsoi Yu.A., Kirsanov V.V. Functional and cost analysis of robotic systems and the choice of alternative options for voluntary milking of cows. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* [Machinery and equipment for the village]. 2014. No. 8. P. 33–36. (In Russian)
5. Kormanovsky L.P. *Perspektivy primeneniya doil'nykh robotov na fermakh Rossii* [Prospects for the use of milking robots on farms in Russia]. 14 Mezhd. simp. po mashinnomu doyeniyu s.-kh. zhivotnykh. Uglich, 2008. Pp. 46–55. (In Russian)
6. Naumenko A. Robotic systems in dairy cattle breeding. *Vestnik KNTUSKh* [Bulletin of KNTUSKh]. 2014. No. 144. (In Russian)
7. Serebrova I.S., Uglin V.K., Nikiforov V.E. Milk production and quality at different milking technologies and housing methods. *Farm Animals*. 2016. № 2(12). Pp. 10–12.
8. Tikhomirov I.A., Skorkin V.K. Experience of milking robots in dairy cattle breeding on the example of farms in Kaluga region. *Vestnik VNIIMZh* [Bulletin of VNIIMZh]. 2019. No. 1(33). Pp. 160–165. (In Russian)
9. Korobeynikova L.P., Simakova K.S. *Molochnaya produktivnost' korov cherno-pestroy porody pri raznykh tekhnologiyakh soderzhaniya i doyeniya* [Milk productivity of black-and-motley cows with different technologies of keeping and milking]. *Razrabotki i innovatsii molodykh issledovateley* [Developments and innovations of young researchers]: *materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh issledovateley*. Izhevsk, 2018. Pp. 209–212. (In Russian)
10. Fedoseyeva N.A. Application of modern industrial milking technologies for highly productive Holsteinized cows: Ph. ... Doctor of Agricultural Sciences: 06.02.10. Balashikha: Rossiyskiy gosudarstvennyy agrarnyy zaochnyy universitet, 2018. 280 p. (In Russian)
11. Kulbekov K. K. Improvement of milk production technology during milking of first-calf cows in the conditions of a robotic farm: Diss. ... Candidate of Agricultural Sciences: 06.02.10. Cheboksary: Chuvashskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya, 2015. 131 p. (In Russian)
12. Loretz O.G., Gorelik O.V., Kharlap S.Yu., Neverova O.P., Pavlova Ya.S. The influence of robotization of milking on the efficiency of milk production in the industrial complex [Electronic resource]. *Vestnik biotekhnologii* [Bulletin of Biotechnology]. 2019. No. 2 (19). URL: http://bio.urgau.ru/images/02_2019/Lorets_OG.pdf (01.11.2021). (In Russian)
13. Tikhomirov I.A., Skorkin V.K., Rakhmanova T.A. Compliance with the technology of machine milking – the key to improving milk quality and productive longevity of cows. *Vestnik VNIIMZh* [Bulletin VNIIMZh]. 2017. No. 4. Pp. 57–60. (In Russian)

14. Chechenikhina O.S., Smirnova E.S. Biological and productive features of black-and-white cows with different milking technology. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik* [Dairy Bulletin]. 2020. No. 1 (37). Pp. 90–102. (In Russian)

15. Plokhinsky N.A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* [Guide to biometrics for zootechnicians]. Moscow: Kolos, 1969. 256 p. (In Russian)

Information about the author

Efendiev Beslan Shamsadinovich, Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of "Intelligent Agricultural Distribution Systems" of the Scientific and Innovation Center "Intellectual systems and environments for the production and consumption of food products", Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand street;

beslanefendiev@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5189-998X>