

УДК 636.03

О. С. Чеченихина*Уральский государственный аграрный университет**(г. Екатеринбург)***ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ДОИЛЬНЫХ
УСТАНОВОК В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Свердловская область входит в десятку лидеров по производству молока среди всех регионов России. Работа по выполнению всего перечня технологических операций на животноводческих фермах требует значительных затрат рабочей силы, поскольку каждая технологическая операция должна выполняться своевременно и регулярно, ежедневно в течение всего светового дня, без выходных. Следовательно, приводит к необходимости постоянного присутствия обслуживающего персонала на животноводческой ферме, и напрямую влияет на затраты при получении продукции животноводства. В России постепенно используется различного рода оборудование автоматизации работ по выполнению технологических операций на фермах по производству продукции животноводства, роботизированные доильные установки в том числе.

Цель – проанализировать опыт применения роботизированных доильных установок в Свердловской области.

Результаты. Установлено, что для того, чтобы выдоить в смену 200 голов при линейном доении в молокопровод необходимы затраты труда 6-ти человек, а для выдаивания такого же количества животных с помощью робота-дояра — 3-х человек. роботизированная технология способна обеспечить автоматическое управление процессом доения в соответствии с особенностями вымени коров с одновременным учетом молока; позволяет снизить нагрузки на оператора, сократить численность работников с сохранением фонда оплаты труда. В

группе животных при применении робота получено большее количество молока при некотором снижении доли жира и белка в молоке. Роботизированная установка «Lely Astronaut A4» позволяет получать молоко с содержанием соматических клеток не более 500 тысяч в 1 см³. Молоко большинства животных группы, где применялась роботизированная установка, имело бактериальную обсемененность до 500 тысяч 1 см³ и относилось к первому классу.

Заключение. Животные при линейном доении в молокопровод в большей степени были предрасположены к заболеванию маститом, они наблюдались у ветеринарного врача с большей регулярностью. Молоко, полученное без применения робота, подлежало менее долгосрочному хранению и было менее пригодно для технологической обработки.

Ключевые слова: *роботизированные установки, робот-дойяр, соматические клетки, бактериальная обсемененность*

Ольга Сергеевна Чеченихина – доктор биологических наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов Уральского государственного аграрного университета, 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42. E-mail: Olgachech@yandex.ru.

Для цитирования

Чеченихина О. С. Опыт применения роботизированных доильных установок в Свердловской области // Аграрное образование и наука. 2022. № 3. С. 7.

EXPERIENCE IN THE USE OF ROBOTIC MILKING MACHINES IN THE SVERDLOVSK REGION

The Sverdlovsk region is among the top ten leaders in milk production among all regions of Russia. Work on the implementation of the entire list of technological operations on livestock farms requires significant labor costs, since each technological operation must be performed in a timely and regular manner, daily throughout the

daylight hours, seven days a week. Consequently, it leads to the need for the constant presence of maintenance personnel on a livestock farm, and directly affects the costs of obtaining livestock products. In Russia, various kinds of automation equipment are gradually being used to perform technological operations on farms for the production of livestock products, including robotic milking machines.

The purpose is to analyze the experience of using robotic milking machines in the Sverdlovsk region.

Results. It was found that in order to milk 200 heads per shift with linear milking into the milk pipeline, 6 people need labor costs, and 3 people are needed to milk the same number of animals with the help of a robot milker. the robotic technology is able to provide automatic control of the milking process in accordance with the characteristics of the udder of cows with simultaneous accounting of milk; it reduces the load on the operator, reduces the number of employees while maintaining the wage fund. In the group of animals, when using the robot, a larger amount of milk was obtained with a slight decrease in the proportion of fat and protein in milk. The robotic installation "Lely Astronaut A4" allows to obtain milk with a somatic cell content of no more than 500 thousand in 1 cm³. Milk of most animals of the group where the robotic installation was used had bacterial contamination up to 500 thousand 1 cm³ and belonged to the first class.

Conclusion. Animals with linear milking in the milk pipeline were more predisposed to the disease of mastitis, they were observed by a veterinarian with greater regularity. Milk obtained without the use of a robot was subject to less long-term storage and was less suitable for processing.

Keywords: *robotic installations, robot milker, somatic cells, bacterial contamination*

Olga Chechenikhina – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products of the Ural State Agrarian University,

620075, Russian Federation, Yekaterinburg, Karla Libkhneta str., 42. E-mail: olgachech@yandex.ru

Введение. Потребление молока и молочных продуктов в России составляет 230 кг в год на одного человека, что составляет около 70 % от нужного количества¹ [Чеченихина, Лоретц 2018].

В последнее время, к сожалению, во многих субъектах нашей страны производство молока сократилось. Это происходит в основном из-за увеличения его себестоимости. В ряде регионов это связано со снижением уровня молочной продуктивности коров из-за снижения доступности высококачественных кормов для животных. В других регионах это связано со сложностями обслуживания оборудования, которое применяется при производстве молока² [Винницки, Романюк, Юговар 2019].

Как сообщает «Союзмолоко», резкое увеличение цен на сырое молоко произошло в конце прошлого года: по России в среднем повышение составило 10 %, а по различным регионам данные колеблются 5 – 15 % к предыдущему году. Этому поспособствовали увеличение стоимости кормов и удобрений, инфляция. Как следствие, повысились производственные затраты на переработку сырья, цена маркировки продукта, его доставки. Таким образом увеличилась полная себестоимость ассортимента молока и молочной продукции на 20 - 25 % [Симонов, Никифоров, Сереброва и др. 2020].

¹ Состав коровьего молока [Электронный ресурс] URL: <https://alternativa-sar.ru/tehnologu/mol/v-v-kuznetsov-g-g-shiler-spravochnik-tekhnologa-molochnogo-proizvodstva-syry/382-1-1-sostav-korovego-moloka> (дата обращения: 05.09.2022).

² Молочная отрасль России в 2021 году в 10 графиках [Электронный ресурс] URL: <https://milknews.ru/longridy/itogi-goda-2021-grafiki.html> (дата обращения: 05.09.2022).

Аналитики прогнозировали к 2022 году продолжение повышения цен на сырое молоко, упаковку товара и горюче-смазочные материалы. Прогнозы сбылись³ [Иванов, Скоркин, Гаджиев 2021].

На 2023 год прогнозируется рост цен на молочную продукцию. Аналитики считают что мелкие производители молочных товаров потерпят банкротство, и их прибыль будет достаточно небольшой.

Стоит отметить, что Свердловская область входит в десятку лидеров по производству молока среди всех регионов России. поголовье крупного рогатого скота по состоянию на 1 июля 2022 года составило 260 тысяч голов, надой на фуражную корову в среднем более 21 кг в сутки. Среди эффективных производителей молока-сырья стоит отметить СПК «Глинский», ЗАО «Агрофирма «Патруши», ООО «Ударник», ОАО «Косулинское», Колхоз «Урал», АО «Совхоз «Сухоложский», ООО «Агрофирма «Ирбитская», ПАО «Каменское», ООО «Некрасово-1», СПК «Колхоз имени Свердлова», СПК «Килачевский» и др⁴. [Донник, Чеченихина 2021].

Все вышеперечисленные предприятия нашего региона не только не снижают своих позиций, но и планомерно развиваются. Производители молока в большинстве своем разводят племенной продуктивный скот, закупают высокотехнологичное оборудование, привлекают для работы на производстве квалифицированные кадры и взаимодействуют с научным сообществом для развития своих технологий.

³ Непростой рынок молочных продуктов: вызовы 2021 и перспективы 2022 года [Электронный ресурс] URL: <https://dairynews.today/news/neprosto-rynok-molochnykh-produktov-vyzovy-2021-i.html> (дата обращения: 05.09.2022).

⁴ Разведение молочного крупного рогатого скота, производство сырого молока в Свердловской области [Электронный ресурс] URL: <https://inndex.ru/ul/region-154/okved-01.41> (дата обращения: 05.09.2022).

Как правило, работа по выполнению всех технологических операций на сельскохозяйственных предприятиях требует больших затрат рабочего времени и сил, так как каждая технологическая операция должна выполняться вовремя, регулярно, ежедневно, без выходных.

Поэтому есть необходимость постоянного присутствия операторов на ферме, что прямо влияет на снижение затрат при получении продукции животного происхождения.

Работники на любой ферме должны выполнять большие физические нагрузки и условия труда могут быть описаны как тяжелые, что приводит к дефициту рабочих кадров в отрасли животноводства [Горелик, Костомахин, Харлап и др. 2022; Никифоров, Никитин, Углин 2019].

Сейчас, во всем мире повсеместно распространено и эффективно используется множество различных устройств для механизации и автоматизации технологических операций на животноводческих производственных предприятиях.

В некоторых европейских странах, например, в Нидерландах, доля роботизированных установок на рынке составляет уже 20-80 %. При этом данный показатель в Дании и Швеции равен 60 %, в Финляндии – 80 %. Иная ситуация сложилась в других странах. Как известно, в Германии доля роботов-дойеров среди проданных установок для доения составила не более 10 %, а в 2009 году она повысилась до 50 %.

Как правило, в общем на молочных комплексах мира (в большей части это страны Западной Европы) действует около 10000 роботов-дойеров. Это развитие способствовало созданию роботов для других основных технологических операций на животноводческих предприятиях. Для выполнения других различных операций роботы имеют разнообразные конструктивные и технологические особенности.

Согласно всему разнообразию роботизированных установок, которые используются для выполнения производственных операций в молочном

животноводстве, а именно для производства молока, научные сотрудники и исследователи решили структурировать информацию и классифицировать имеющиеся в арсенале роботы по конструктивным или технологическим характеристикам⁵.

Об основных видах роботизированных систем и установок в животноводстве являются системы кормления, роботы-дояры и роботы, очищающие стойла.

На мировом рынке представлены многие компании, производящие роботов для технологических линий в молочном животноводстве. К ним относятся «Lely», «Delaval», «GEA Farm Technologies», «BouMatic». Все роботы специалисты группировали по некоторым отличительным характеристикам и особенностям, которые рекомендуют учитывать при дальнейшем развитии предприятий по производству молока – реконструкции или модернизации оборудования [Третьяков 2021; Тихомиров, Скоркин 2020; Бугай 2019].

Сегодня все чаще и чаще в молочных предприятиях используются роботы. На молочных фермах стали использоваться различные трекеры для коров, которые больше похожи на умные браслеты или часы как у людей. Это позволяет в буквальном смысле считать шаги и измерять основные физиологические и клинические показатели дойных животных в реальном времени, но также помогает наблюдать за пищеварением. Это оборудование применяется в паре с специализированными программами.

Система распознает каждую корову по датчику на ее ошейнике. Как только начинается дойка, молоко проверяется по ряду параметров. Не только качество, такое как жир, белок и соматические клетки, но и клинические показатели. Так,

⁵ Роботизированные системы в молочном животноводстве [Электронный ресурс] URL: <https://agramnyisector.ru/zhivotnovodstvo/robotizirovannyye-sistemy-v-molochnom-zhivotnovodstve.html> (дата обращения: 05.09.2022).

индекс выявления мастита находят по уровню электропроводности молока. В случае высокого показателя, животное направляют к ветеринарному специалисту.

Программное обеспечение имеет встроенный календарь, который предупреждает вас, когда каждая корова фертильна. Для кормления в программное обеспечение встроен калькулятор, который автоматически рассчитывает соответствующий рацион для каждой коровы.

Сам скот часто пасется под наблюдением беспилотников. Они также используются для наблюдения за посевами. Сельское хозяйство в целом является основным рынком для производителей беспилотников. Агропромышленный сектор закупает 80% производимых в мире дронов. По данным Всемирной организации беспилотных систем, экономическая эффективность использования дронов в отрасли к 2025 году составит около 82 миллиардов долларов США⁶.

Как только животное входит в кабину, активируется система идентификации, анализируются данные, и принимается решение о начале процесса выдаивания в зависимости от времени последнего визита к роботу и информации о показателях животного. Затем молочная железа обрабатывается, подготавливается специальной щеткой, и робот приступает к выдаиванию. Система контроля определяет качество молока в режиме реального времени. Высокосортное молоко поступает в резервуар, несортное - в ведро или слив. Первые струйки молока сдаиваются. После доения соски обрабатываются раствором йода, коровы возвращаются в стадо в специальную санитарную зону. Робот-дояр контролирует поток молока, температуру и электропроводность, а также содержание жира, белка, лактозы и мочевины и определяет уровень соматических клеток, если установлен дополнительный анализатор.

⁶ Роботы наступают: почему производство молока станет полностью автоматизированным [Электронный ресурс] URL: <https://milknews.ru/longridy/roboty-idut-moloko.html> (дата обращения: 05.09.2022).

Как сообщает Robotrends, доильные роботы в настоящее время успешно работают в 34 регионах и более чем на 100 фермах. Они начали использоваться в стране более десяти лет назад, когда были приобретены первые модели.

ООО «Родниковое поле» (Тульская область) начали применять роботов в 2017 году и через восемь месяцев приобрели коров пород монбельярд и джерси; два доильных робота используются для породы монбельярд, а два других - для породы джерси, каждый с немного отличающимися модификациями.

Каждая машина стоит 10 миллионов рублей. До установки роботов удой монбельярдов составлял 18,4 литра в день; через неделю после установки роботов - 22,3 литра; в это время коровы породы джерси находились в раздое и давали 18,3 литра в день. По подсчетам экспертов, на ферме трудятся всего восемь человек: один механизатор, четыре доярки и три скотника. При этом экономия составляет не в зарплате, а прежде всего в качестве работы [Можаев, Костомахин 2020; Свечникова, Блинова 2019].

В России производится сборка следующих доильных роботов:

Gea Farm: у компании GEA Farm Technologies GmbH есть собственное сборочное производство в России в городе Коломна.

De Laval: у компании De Laval были планы локализации производства доильных роботов в России, но проект не состоялся.

Совсем недавно на рынке доильных установок появился робот Lely Astronaut — это роботизированная доильная система, так называемый робот — дояр, разработанный с учетом: анатомических особенностей коровы; передовых технологий доения.

Доильные роботы Astronaut A5 и прочее оборудование производства Lely Industries NV представляет на российском рынке животноводства дилер — компания «Фермы Ясногорья». Инновационное оборудование Lely для молочных ферм обеспечивает: высокое качество, жирность и чистоту получаемого молока; максимально полный и эффективный контроль доильного процесса. Данная роботизированная установка обладает рядом преимуществ, например, бережное

доение коровы, удобная для коровы конструкция, доильные стаканы надежно размещаются в манипуляторе, более эффективная очистка и стимуляция, максимально быстрое обнаружение сосков [Чеченихина, Смирнова 2020; Кудрин, Шкляев, Шкляев и др. 2019; Комлацкий, Мельниченко, Лазарев 2020; Свечникова 2019; Кирсанов, Павкин, Рузин и др. 2020].

Роботизированная доильная система Astronaut Lely в СПК «Глинский» Режевского района Свердловской области установлена с 2014 года. Деятельность предприятия направлена на разведение молочных коров и производство молока-сырья. Компания имеет статус племенного репродуктора и считается крупнейшим производителем молока в своем городском округе. В 2012 году был отремонтирован животноводческий комплекс и увеличено количество голов крупного рогатого скота. В результате этих мер повысилась продуктивность животных. В настоящее время на ферме содержится 2761 голов КРС, в том числе 1260 коров, с удоем 7667 кг молока с массовой долей жира 3,68% и белка 3,13%. От поголовья, использующего роботизированную систему (230 коров), ферма получает 1004 кг молока с массовой долей жира 3,64% и белка 3,05%.

Цель – проанализировать опыт применения роботизированных доильных установок в Свердловской области.

Материал и методы исследований. Исследования проводились на базе СПК «Глинский» Режевского района Свердловской. Для проведения исследований сформировано 2 группы коров черно-пестрой породы по 20 голов в каждой в зависимости от технологии получения молока. В первую группу вошли животные, содержащиеся без привязи с применением роботизированной доильной системы «Lely Astronaut A4»; во вторую группу отнесены коровы, которые содержались на привязи и доились в молокопровод аппаратами ДА-2М «Майга».

Молочную продуктивность животных оценивали в соответствии с «Правила оценки молочной продуктивности коров молочно-мясных пород СНПплем Р23-97». Массовая доля жира и белка в молоке, количество соматических клеток в

молоке и бактериальная обсемененность оценивались в лаборатории предприятия в соответствии с ГОСТ Р 52054-2003 Молоко натуральное коровье - сырье. Технические условия. Количество соматических клеток определяли визуальным методом 1 раз в неделю в соответствии с ГОСТ 23453-2014 Молоко сырое. Методы определения соматических клеток. Бактериальную обсемененность определяли с помощью редуктазной пробы с резазурином, описанной в ГОСТ 32901-2014 Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа. Частота определения - 1 раз в неделю. В ходе научной работы проводили хронометрические наблюдения затрат рабочего времени операторов машинного доения, где отслеживали время осуществления операций доения и интенсивности использования доильного оборудования.

Биометрическая обработка результатов опыта проводилась с использованием персонального компьютера в программе «Microsoft Excel».

Результаты исследований. В ходе научной работы проводили хронометрические наблюдения затрат времени осуществления операций доения и интенсивности использования оборудования (рисунок 1). Распределение продолжительности доения коров показывает, что максимальное его время на работах достигает 9,96 мин., а минимальное составляет 9,48 мин. При этом основная часть коров выдаивается в течение 9,72 мин. При доении в молокопровод максимальное время доения коров составляет 10,02 минуты, а минимальное — 9,28 минут, среднее — 9,65 минут.

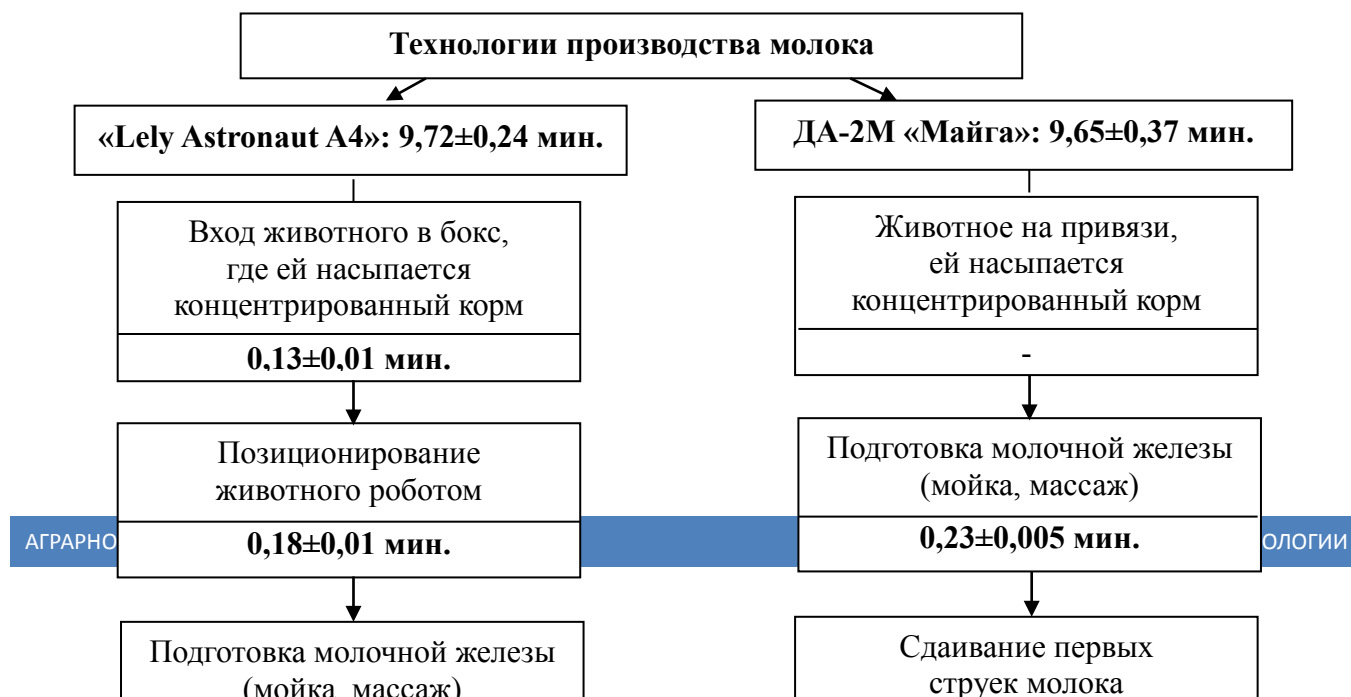


Рисунок 1 – Распределение времени выполнения отдельных операций при различных технологиях производства молока, минуты ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Интенсивность нагрузки на 1 доильный аппарат при доении на привязи и при использовании робота составляет 6,2 короводоек в час. Таким образом, в течение часа на привязи 4 оператора с тремя доильными аппаратами могут подоить до 75 коров, а при роботизированной технологии доения четырьмя роботами – до 25 коров.

С этой точки зрения наиболее эффективным можно считать линейное доение в молокопровод. Но роботизированная технология более предпочтительна, поскольку:

1. обеспечивает автоматическое управление режимом доения в соответствии с морфологическими и функциональными особенностями долей вымени животного с одновременным учетом молока;

2. осуществляет индивидуальный подход к животному, оценивает здоровье молочной железы путем отдельного выдаивания долей. Именно это позволяет при выявлении воспаления отделять молоко из больной доли железы в отдельную емкость. Оценивается здоровье молочной железы по изменению физических свойств молока - при заболевании повышается его электропроводность;

3. оценивает качества молока и собирает данные по каждому животному индивидуально и по отдельным четвертям вымени;

4. позволяет сократить расходы на оплату труда работников и снизить нагрузки на оператора, что может компенсировать более высокие издержки на приобретение роботов.

Численность доярок в отделении комплекса СПК «Глинский» составляет 5 человек, из них 4 человека — основная группа, 1 — подменный. То есть каждый день фактически работает только 4 доярки. В отделении числится 220 голов молочного стада. Произведем расчет нагрузки на 1 доярку: $220 \text{ голов} / 4 \text{ чел} = 55 \text{ гол.}$

Таким образом, средняя продолжительность всех операций доения коров составляет при доении в молокопровод меньше, чем при помощи робота, всего лишь на 0,07 минуты (42 секунды). В течение часа на привязи 4 оператора с тремя доильными аппаратами могут подоить до 75 коров, а при роботизированной технологии доения четырьмя роботами – до 25 коров. Для того, чтобы выдоить в смену 200 голов при линейном доении в молокопровод необходимы затраты труда 6-ти человек, а для выдаивания такого же количества животных с помощью робота-дояра — 3-х человек.

При этом роботизированная технология способна обеспечить автоматическое управление процессом доения в соответствии с особенностями вымени коров с одновременным учетом молока; позволяет снизить нагрузки на оператора, сократить численность работников с сохранением фонда оплаты труда.

В результате исследований установлено (таблица 1), что суточное количество молока, полученное в среднем от одного животного с помощью робота, на 2,4 кг ($p < 0,01$) больше по сравнению с линейной технологией с помощью аппаратов ДА 2М «Майга».

Таблица 1 — Количество и качество молока в зависимости от технологии его получения, $\bar{X} \pm S\bar{x}$

| Показатель | Экспериментальная группа животных, применяемая технология | |
|---------------------------------|---|----------------------------|
| | I, роботизированная установка «Lely Astronaut A4» | II, аппараты ДА-2М «Майга» |
| Количество молока, кг/сут | 22,1±0,5** | 19,7±0,5 |
| Массовая доля жира в молоке, % | 3,59±0,02 | 3,70±0,04** |
| Массовая доля белка в молоке, % | 2,94±0,01 | 2,95±0,04 |

Примечание: здесь и далее * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$

При этом массовая доля жира и белка в молоке, полученном на роботизированной установке, несколько меньше. Так, доля жира меньше на 0,11 % ($p < 0,01$), доля белка – на 0,01 %.

Следовательно, в экспериментальной группе животных при применении робота получено большее количество молока при некотором снижении доли жира и белка в молоке. При этом стоит отметить, что массовые доли жира и белка во всех оцениваемых группах животных отвечают стандарту черно-пестрой породы.

Важным показателем при оценке качества молока является количество в нем соматических клеток. Нами установлено (таблица 2), что роботизированная установка «Lely Astronaut A4» позволяет получать молоко 1 условной группы по количеству соматических клеток (не более 500 тысяч в 1 см³ сырого молока). При смешивании сырого молока с препаратом «Мастоприм» визуально мы наблюдали однородную жидкость или слабый сгусток, который слегка тянулся за палочкой.

Таблица 2 — Количество соматических клеток в молоке в зависимости от технологии его получения, $\bar{X} \pm S\bar{x}$

| Экспериментальная группа животных | Применяемая технология | Соматические клетки в молоке, условная группа молока |
|-----------------------------------|--|--|
| I | Роботизированная установка «Lely Astronaut A4» | 1,0±0,0 |
| II | Аппараты ДА-2М «Майга» | 1,2±0,001*** |

При этом во второй экспериментальной группе встречались животные, от которых получено молоко с количеством соматических клеток от 500 тыс. до 1 млн в 1 см³.

Следовательно, животные второй экспериментальной группы в большей степени были предрасположены к заболеванию маститом, они наблюдались у ветеринарного врача с большей регулярностью.

Еще одним немаловажным критерием оценки качества молока является его бактериальная обсемененность. В результате оценки установлено (таблица 3), что молоко большинства животных первой экспериментальной группы, где применялась роботизированная установка, через один час выдержки было с окраской от серо-сиреневого до сиреневого со слабым серым оттенком, имело ориентировочную бактериальную обсемененность до 500 тысяч 1 см³ и относилось к первому классу.

Таблица 3 — Бактериальная обсемененность молока в зависимости от технологии его получения, $\bar{X} \pm S\bar{x}$

| Экспериментальная группа животных | Применяемая технология | Бактериальная обсемененность молока, класс |
|-----------------------------------|------------------------|--|
| | | |

| | | |
|----|--|---------|
| I | Роботизированная установка «Lely Astronaut A4» | 1,2±0,2 |
| II | Аппараты ДА-2М «Майга» | 1,8±0,3 |

При этом во второй экспериментальной группе молоко от большинства животных отнесено ко второму классу бактериальной обсемененности (более 500 тысяч 1 см³ молока).

Следовательно, можно с уверенностью полагать, что молоко второй группы, полученное без применения робота, подлежало менее долгосрочному хранению и было менее пригодно для технологической обработки.

Заключение. Роботизированная технология доения коров позволяет автоматически управлять процессом и проводить одновременный учет молока в соответствии с характеристиками вымени, снижая нагрузку на оператора и уменьшая количество сотрудников при сохранении общего фонда заработной платы сотрудников предприятия. Животные при доении роботом в меньшей степени были предрасположены к заболеванию маститом, они наблюдались у ветеринарного врача с меньшей регулярностью. Молоко, полученное с применением робота, подлежало более долгосрочному хранению и было пригодно для технологической обработки.

Список литературы

Бугай Т. Организация использования доильных роботов на молочно-товарном комплексе ЧСП «Ольшанское» // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. 2019. № 122. С. 50-59.

Винницки С., Романюк В., Юговар Л. и др. Управление стадом коров при доении роботом // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 4 (36). С. 134-140.

Горелик О.В., Костомахин Н.М., Харлап С.Ю. и др. Принципы и эффективность работы роботизированной системы доения коров / // Главный зоотехник. 2022. № 2 (223). С. 41-48.

Донник И.М., Чеченихина О.С. Система отбора коров черно-пестрой породы при интенсивной технологии производства молока // В сборнике: От импортозамещения к экспортному потенциалу: научное обеспечение инновационного развития животноводства и биотехнологий. 2021. С. 166-168.

Иванов Ю.А., Скоркин В.К., Гаджиев А.М. Инновационные технологии - перспективное направление развития молочного скотоводства // Зоотехния. 2021. № 8. С. 7-11.

Курсанов В.В., Павкин Д.Ю., Рузин С.С. и др. Сравнительная технико-экономическая оценка автоматизированных и роботизированных доильных установок / // Агроинженерия. 2020. № 3 (97). С. 39-43.

Комлацкий Г.В., Мельниченко А.А., Лазарев Д.О. Перспективы использования роботизированного доения в малых формах хозяйствования // Аграрный научный журнал. 2020. № 11. С. 117-120.

Кудрин М.Р., Шкляев А.Л., Шкляев К.Л. и др. Механизация процесса доения коров с помощью робота-дояра // Вестник НГИЭИ. 2019. № 5 (96). С. 21-33.

Можяев Е.Е., Костомахин Н.М. Экономическая эффективность роботизированного доения коров // Главный зоотехник. 2020. № 11 (208). С. 52-59.

Никифоров В.Е., Никитин Л.А., Углин В.К. Условия получения качественного молока при применении автоматизированных технологий доения Delaval // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 1 (33). С. 190-195.

Свечникова Т.М. Эффективность использования роботодоильных систем при организации производства молока // Российский экономический интернет-журнал. 2019. № 2. С. 72.

Свечникова Т.М., Блинова Н.В. Применение современных технологий в организации производства молока в условиях импортозамещения // Наука среди нас. 2019. № 6 (22). С. 212-215.

Симонов Г.А., Никифоров В.Е., Сереброва И.С. и др. Влияние роботизированного доения на качество молока // Наука в центральной России. 2020. № 2 (44). С. 117-124.

Тихомиров И.А., Скоркин В.К. Технологические особенности использования доильных роботов в молочном скотоводстве // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 1 (37). С. 32-37.

Третьяков Е.А. Молочная продуктивность коров и качество молока при различных технологиях содержания и доения // Молочнохозяйственный вестник. 2021. № 4 (44). С. 88-102.

Чеченихина О.С., Лоретц О.Г. Показатели продуктивного долголетия коров черно-пестрой породы при привязном и беспривязном способах содержания // Вестник АПК Ставрополя. 2018. № 3 (31). С. 55-59.

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.

Рецензент: О. В. Горелик, Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург