

## ДОИЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО МОЛОКА

### Milking robotics and its influence on milk quality

**Е. А. Скворцов**, старший преподаватель,

**Е. Г. Скворцова**, аспирант

Уральский государственный аграрный университет

(г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42)

*Рецензент:* П. В. Михайловский, доктором экономических наук, профессором кафедры экономики, организации и проектирования строительства УГАХА

#### Аннотация

Сельскохозяйственные организации активно внедряют робототехнику, с целью снижения дефицита кадров, влияния человеческого фактора на результаты производства, повышения производительности труда. Использование робототехники оказывает существенное влияние на производительность труда, трудоемкость продукции, ее себестоимость и фондоотдачу. Целью исследования, является выявление влияния роботизированного доения на качество молока. В исследовании приняли участие 10 организаций Свердловской области, применяющих робототехнику в доении, или 100 % всех роботизированных организаций. По данным анализа качество исходного сырья зависит от микробного загрязнения сырого молока маститными патогенами, попадания бактерий в молоко с контактных поверхностей оборудования и бактерий, попадающих в молоко из вымени и сосков животного. Робототехника в доении обеспечивает снижения воздействия всех перечисленных факторов и в целом снижения влияния человеческого фактора на качество молока, позволяя получить сырье на уровне европейских стандартов. Большинство респондентов, применяющих одновременно робототехнику в доении и доение в длинный молокопровод, отмечают снижение заболеваемости коров маститом при переходе на роботизированное доение (77,8 %), повышение качества молока (88,9%), увеличение качества очистки вымени (77,8 %), эффективность работа при определении маститов на ранней стадии за счет электропроводимости молока (55,6%). Количество соматических клеток в сборном молоке снижается с 320–800 тыс./мл до 92–210 тыс./мл, или практически в 3 раза при роботизированном доении. В пяти организациях при применении роботизированного доения отмечено увеличение содержания жира в молоке на 0,07–0,15 процентных пункта, а в еще трех увеличение составило 0,26–0,44 процентных пункта по сравнению с доением в молокопровод. По содержанию белка в одной из организаций отклонений не выявлено, в трех организациях отклонение составило 0,03–0,1 в трех организациях отклонение составило 0,12–0,19 процентных пункта. Роботизированное доение позволяет получить молоко на уровне европейских стандартов качества.

**Ключевые слова:** качество молока, доильная робототехника, сельскохозяйственная робототехника

#### Summary

Agricultural organizations are actively implementing robotics in order to reduce the deficit of personnel, the impact of human factors on the results of production, increase productivity. The use of robotics has a significant impact on productivity, labor-intensive products, its cost and the return on assets. The aim of the study is to identify the impact of robotic milking on milk quality. The study involved 10 organizations of the Sverdlovsk region, in applying robotics milking, or 100 % of all robotic organizations. According to the analysis of the feedstock depends on the quality of microbial contamination of raw milk mastitis pathogens to ingress of bacteria from the milk of the contact surfaces of equipment and bacteria found in milk from the

udder and teats of the animal. Robotic milking to ensure mitigation of all these factors, and generally reduce the impact of human factors on the quality of milk, allowing to obtain raw materials at the level of European standards. Most of the respondents who use both robotics in milking and milking the milk into a long, point decrease in the incidence of mastitis cows during the transition to robotic milking (77.8 %), improving the quality of milk (88.9%), the increase in the quality of the udder cleaning (77.8 %), in determining the efficiency of the robot in an early stage of mastitis by milk conductivity (55.6 %). Number of somatic cells in the milk collecting decreases with 320-800 thousand. / MI to about 92-210 thousand. / MI, or nearly three times with robotic milking. The five organizations in the application of robotic milking was an increase in the fat content of milk at 0.07-0.15 percentage points, and in three more increase of 0,26-0,44 percentage points as compared with milking in the milk. According to the protein content in one of the companies did not reveal abnormalities in the three organization deviation was 0.03-0.1 in three organizations deviation was 0,12-0,19 percentage points. Robotic milking allows you to get milk at the level of European standards.

**Keywords:** milk quality, milking robots, agricultural robots

### ***Цель исследования:***

В настоящее время переработчики молока испытывают дефицит исходного качественного сырья для переработки, поскольку качество и безопасность молочных продуктов в значительной степени зависит от молока-сырья. В свою очередь, санитарно-гигиеническое качество производимого сырого молока – комплексная проблема, определяемая рядом факторов, которые объединяются понятием «технология и культура производства». Однако можно выделить фактор, имеющий доминирующее влияние на качество, – это санитарно-гигиеническое состояние доильного оборудования [1].

Молоко из соска вымени выходит практически стерильным (за исключением первых струек, составляющих «микробную пробку», которые нужно сдаивать в отдельную посуду) [2]. Затем, по мере продвижения по доильной системе, происходит бактериальное обсеменение молока и к тому времени, когда оно попадает в молокоприемник, в нем уже формируется определенная микрофлора. Ее количественный и качественный состав, изменяясь и развиваясь со временем в зависимости от условий хранения и транспортировки молока, определяет санитарно-гигиенические показатели сырья при сдаче на переработку. Таким образом, доильное оборудование является главным источником контаминации (обсеменения молока микроорганизмами) [1].

В настоящее время сельскохозяйственные организации Свердловской области широко используют робототехнику в доении коров. Они внедряют робототехнику, с целью снижения дефицита кадров, влияния человеческого фактора на результаты производства, повышения производительности труда. Использование робототехники оказывает существенное влияние на производительность труда, трудоемкость продукции, ее себестоимость и фондоотдачу. Помимо экономических показателей представляется целесообразным проанализировать, как влияет использование робототехники на качественные характеристики молока.

Цель исследования: оценка и сравнение качества молока при роботизированном доении и доении на различных системах доения в сельскохозяйственных организациях Свердловской области. Роботизированное доение – это высокотехнологичный процесс, в котором визуальный контроль молока не представляется возможным, в отличие, от доения в молокопровод. Некоторые западные исследования показали, что качество молока ферм с роботизированным доением было ниже по сравнению с качеством молока в обычных доильных залах, особенно по содержанию свободных жирных кислот[3,4].

Объектом исследования выступили сельскохозяйственные организации Свердловской области, применяющие одновременно роботизированное доение и доение в молокопровод. В ходе исследования был проведен экспертный опрос и анкетирование руководителей сельскохозяйственных организаций Свердловской области, или 100% от всех организаций, использующих доильную робототехнику. Для интерпретации результатов опроса были использованы различные методики анализа.

**Результаты исследований:** Качество молока является серьезной проблемой на большинстве молочных ферм, переработчики молока осуществляют оплату на основе качественного исходного сырья, а потребители ожидают высокий уровень качества и безопасности молочных продуктов, которые они покупают. Хотя при роботизированном доении используются те же принципы, что и при обычном доении на линейных системах или в дольных залах, однако имеются существенные различия.

Основными показателями, характеризующими качество молока, являются: органолептические показатели, содержание жира, содержание белка, группа чистоты, бактериальная обсеменённость, содержание соматических клеток, наличие ингибиторов, термоустойчивость, точка замерзания [5].

Важнейшим показателем, характеризующим качество молока, является наличие соматических клеток. Бактериальная обсеменённость и количество соматических клеток в 1 мл молока оказывают существенное влияние на его органолептические качества, сроки хранения и пригодность к переработке. Соматические клетки - это клетки различных тканей и органов. В частности, из них состоят ткани молочных ходов и альвеол, участвующих в секреции молока.

Подсчет соматических клеток используется во многих странах для установления сорта и соответственно цены на молоко, то есть, таким образом, оценивается его качество [6].

Как видно по представленным в таблице показателям, требования к содержанию микроорганизмов в России в сотни раз ниже, а по содержанию соматических клеток допустимый уровень превышает в несколько раз уровень, принятый в европейских странах [7].

Таблица 1

#### Допустимый химический состав молока в разных странах мира

Страна	Допустимый уровень содержания, тыс/мл		Средняя массовая доля, %	
	микроорганизмов	соматических клеток	белка	жира
Австралия	30	140-170	3,2-3,3	3,7-4,2
Австрия	25	80	3,3-3,5	4,15-4,35
Дания	30	300	3,26-3,38	3,88-4,35
Нидерланды	5	150	3,3-3,4	3,9-4,1
США	10	225	3,1	3,5
Финляндия	5-8	150-180	3,3-3,4	4,2
Россия	500-1000	300-500	2,8-2,9	3,4-3,6

В исследованиях, проведенных лабораторией качества молока ВИЖа в 2000–2001 гг. на ферме с привязной и беспривязной системой содержания на двух группах животных, аналогах по возрасту, стадии лактации, племенной ценности отцов и продуктивности матерей, установлено, что способы доения и хранения молока влияют на его санитарно-гигиенические качества. Лучшее по содержанию соматических клеток и уровню

бактериальной обсемененности молоко было получено на ферме с беспривязной системой содержания животных с доением на установке типа «Елочка» по сравнению с фермой привязного содержания с доением на установке типа АДМ-8 [8]. Необходимо оценить влияние роботизированного доения на качество молока, поскольку доение в роботизированных системах осуществляется непрерывно в течение суток и поэтому визуальный контроль над процессом доения произвести не возможно. Корова посещает доильный робот более или менее добровольно, и это приводит к большой вариации кратности доения от коровы к корове. Все эти аспекты могут влиять на качество производимого молока. Необходимо также понять, насколько отличается роботизированное оборудование в разрезе причин, вызывающих микробное загрязнение молока в процессе доения.

К трем основным причинам микробного загрязнения сырого молока следует отнести маститных патогенов, попадание бактерий в молоко с контактных поверхностей оборудования, и бактерий, попадающих в молоко с вымени и сосков животного [9,10]. Поэтому для увеличения качества молока необходимо отделять маститное молоко на стадии доения, тщательно промывать доильное оборудование и соблюдать гигиенические требования к технологии доения.

Современные технологии доения предусматривают использование доильной робототехники, предлагаем дать определение доильной робототехники. Доильная робототехника – это совокупность автоматических программируемых устройств, выполняющих все операции доильного цикла с высокой точностью, повторяемостью и низкой вариативностью результатов без участия человека, или посредством команд оператора.

Исследования показывают, что качество молока на роботизированном доении существенно выше, чем при доении в молокопровод или доильным залом [11]. Рассмотрим преимущества роботизированного доения по обеспечению качества молока по этим основным направлениям:

1. Одним из главных способов получать качественное молоко пригодное для производства сыров и детского питания – исключить попадание в общую массу молока от коров, болеющих маститом. При машинном доении маститы становятся одной из основных проблем молочного животноводства, особенно при доении коров на высокопроизводительных доильных установках. Наибольший ущерб приносят субклинические маститы. Когда маститами в разной степени тяжести переболевают до 50 % и более коров, маститное молоко часто смешивается с товарным.

По данным исследователей в США, Великобритании и Японии, где в основном применяют для доения коров высокопроизводительные установки, поражены маститами примерно 50% коров, в Германии – 35–51 %, а в России – до 70 % [12]. По данным Л.Г. Королёвой за период с 2000 по 2009 годы в Российской Федерации количество больных маститом коров увеличилось с 30 до 45–50 % [13].

Роботизированное доение обеспечивает разделение маститного молока и молока здоровых коров. В случае если корова обнаруживает подозрительные симптомы, ее молоко сразу же направляется в отдельную емкость, что отслеживает система по контролю качества молока. Эта система проверяет цвет, проводимость и поток молока для обеспечения максимального контроля качества молока. При доении роботом система запрограммирована на тщательный промыв всех поверхностей, контактирующих с молоком больной коровы. Кроме того после каждой коровы робот запрограммирован на обработку поверхностей, что предотвращает

распространение инфекции от маститной коровы. Напротив, при доении в молокопровод доярки не имеют возможности обработать оборудование после каждой коровы, и инфекция может распространяться от коровы к корове через доильные стаканы, а маститное молоко попадает в общую емкость.

При роботизированном доении осуществляются замеры электропроводности молока для каждой доли вымени. Наличие значительных изменений электропроводности помогают выявить маститное молоко. Существует значительное количество так называемых сигналов ложной тревоги, поэтому полагаться только на данные об электропроводности не следует. Значимым инструментом выявления аномалий молока и наличия мастита является датчик определения цвета молока. Это устройство определяет качество молока, выявляя желтоватые или водянистые выделения, говорящие о наличии мастита. Такие коровы идентифицируются компьютером, а полученное от них молоко направляется в емкость для хранения некачественного молока или попросту утилизируется.

Помимо разделения здорового и маститного молока робот обеспечивает снижение так называемого холостого доения, что является фактором повреждения вымени. При снижении потока молока из выменной доли, по сигналу робот снимает доильный стакан с соска.

2. Основным препятствием в повышении качества молока является увеличение микробиологической обсемененности поступающей с поверхностей доильного оборудования. У молока, загрязненного микроорганизмами, к моменту его сдачи на молочный завод повышается кислотность, изменяется плотность и оно уже не соответствует высшему или первому сорту. Молоко является хорошей средой для молочнокислых, колиформных, маслянокислых, пропионовокислых и гнилостных бактерий. Они попадают в молоко с вымени животного, из воздуха, с рук человека, посуды и т.д. [14]. В сборном молоке, надоенном от большого количества коров, кислотность изменяется незначительно при условии соблюдения санитарно - гигиенических правил. Однако на ферме с доением в молокопровод достаточно сложно обеспечить чистоту оборудования, поскольку велика длина молокопроводов и имеется множество стыков между узлами молокопровода, где скапливаются микроорганизмы.

Процесс подготовки сосков к доению доильным роботом включает следующие процедуры. Каждый сосок по отдельности очищается теплой водой, стимулируется, предварительно сдаивается и подсушивается теплым воздухом перед надеванием доильных стаканов. Доильный робот проводит полную дезинфекцию сосков всего за 20–25 секунд, что способствует быстрой молокоотдаче и получению молока высокого качества. Стакан подготовки сосков к доению подключен отдельно, чтобы первые струйки не попадали в общую молочную линию. Все стаканы доения ополаскиваются внутри и снаружи перед доением каждой коровы. Стаканы размещаются после ополаскивания вертикально, вниз головкой, чтобы остатки воды стекали и не попадали в молочную линию при доении. При падении отдельного доильного стакана робот мгновенно распознает, ополаскивает и повторно надевает доильный стакан. Таким образом, робот обеспечивает чистоту поверхностей после каждого доения, чего нельзя сказать о доении в молокопровод.

Ниже приведены сравнительные технические данные установок АДМ 8А и робота «*Lely Astronaut*» [15]. Расход воды на корову в год на 8,8 % ниже при использовании «*Lely Astronaut*». Расход энергии ниже при доении в молокопровод на 53,2 %. Среднее количество доений на одну корову в день возрастает с 2 до 2,8 при доении роботом, что в свою очередь приводит к увеличению надоев на ферме до 15%. Кроме того, рабочее вакуум- метрическое

давление при роботизированном доении ниже и составляют 44 кПа, что является более щадящим для коровы.

Таблица 2

### Сравнение технических параметров доильного оборудования

Доение	Молокопровод АДМ8А	Доильный робот
Количество обслуживаемых коров	100	80
Рабочее вакуумметрическое давление, (кПа)	48	44
Расход воды на корову в год, л	2190	1825
Расход электроэнергии на корову в год, кВт/ч	52	111
Количество доений одной коровы в день	2	2,8

Обязательным условием размещения доильного робота является непосредственная близость доильного робота к помещению молочной, чтобы длина молокопровода не превышала 30 м, потому что при большей длине получить высококачественное молоко невозможно при любом качестве промывки.

3. К причинам низкого качества современного получения молока можно также отнести наличие длинных молокопроводов и такие субъективные факторы, как: низкая технологическая дисциплина операторов машинного доения, слабый контроль и требовательность руководства и специалистов ферм, а также безразличие потребителей к качеству производства молока. Для оценки влияния человеческого фактора на качество молока был проведен опрос и анкетирование руководителей организаций, использующих одновременно доильную робототехнику и доение в длинный молокопровод.

Как видно по результатам анкетирования, 77,8 % руководителей исследуемых организаций абсолютно не согласны с утверждением о соблюдении операторами машинного доения требований должностных инструкций. Как видно по результатам опроса, 55,6 % респондентов согласны с утверждением об эффективности данных проводимости молока при определении маститов. Также 7 из 9 респондентов (77,8 %) отмечают снижение коров заболеваемостью маститом при переходе на роботизированное доение. Некоторые респонденты отмечали снижение расходов на медикаменты (снижение на 80%), поскольку робот позволял выявлять маститных коров на ранних стадиях, и лечение обходилось значительно дешевле. Качество очистки вымени щетками робота выше, чем при ручной очистке сосков и вымени при доении в молокопровод. С этим согласны 77,8 % респондентов и абсолютно согласны еще 22,2 % опрошенных. Это подтверждается зарубежными исследованиями, согласно которым роботизированное удаление загрязнений обеспечивает 98 % удаления загрязняющих маркеров, в то время как ручное 66,5 % [16]. С утверждением о повышении качества молока согласны 22,2 % и 66,7 % в высшей степени разделяют высказывание (рис. 1).

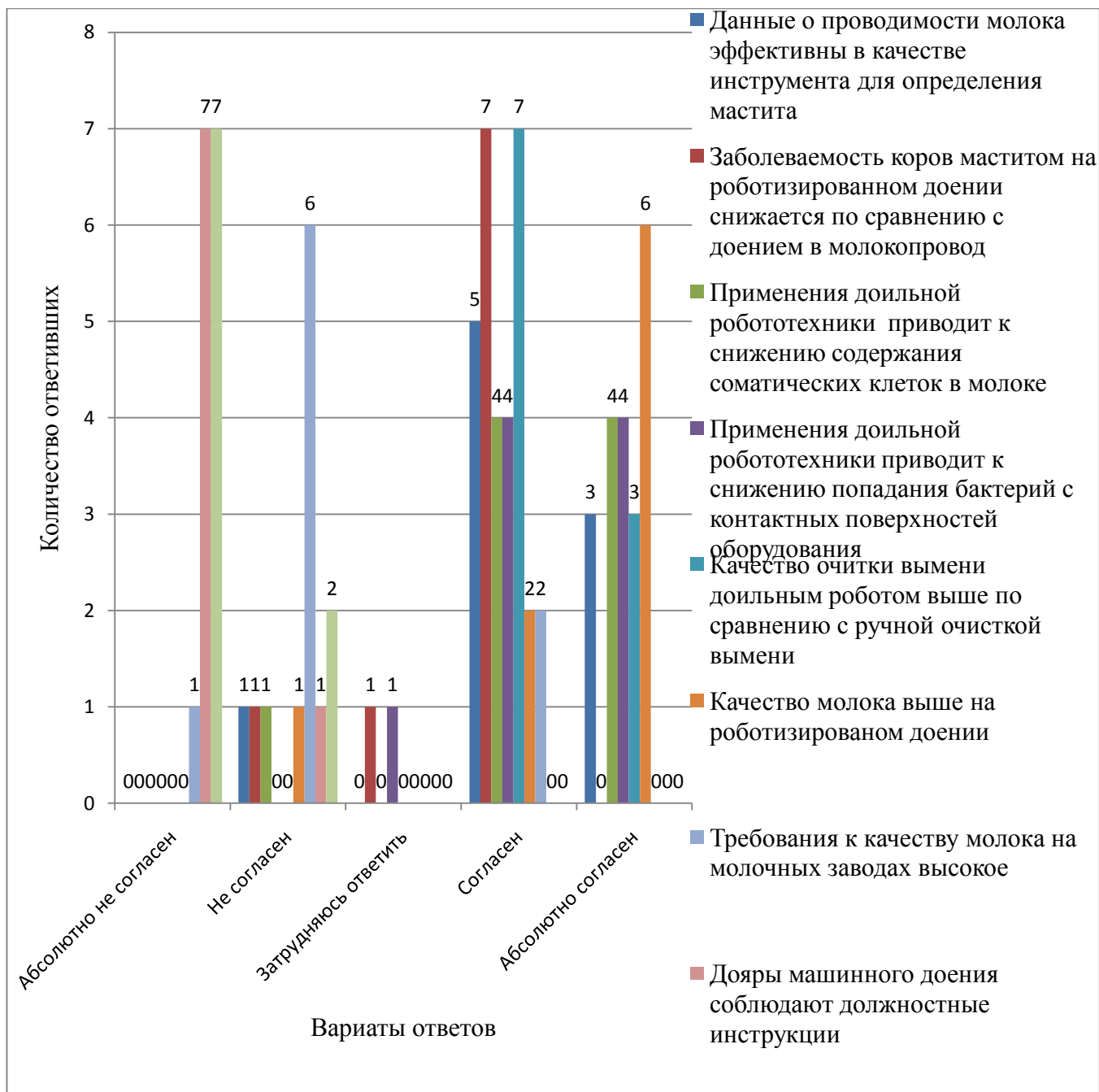


Рис. 1. Результаты опроса

Одновременно молочные заводы не всегда заинтересованы в молоке экстра класс на уровне европейских стандартов, поскольку требования существующего ГОСТа позволяют принимать молоко с широкими значениями содержания соматических клеток (от 500 до 1000 тыс/мл). Сейчас молочные заводы принимают две партии молока высшего сорта, на порядок различающиеся по содержанию соматических клеток, но формально относящиеся к одной группе по качеству. При этом одна группа проходит по критериям высшего сорта, но заведомо уступает качественным показателям, принятым в Европе, а другая партия пригодна даже для производства сыров и детского питания, но смешивается на молочном заводе с партией худшего качества. На это указывает данные экспертного опроса и анкетирования, согласно которому 66,7 % респондентов не согласны с утверждением о высоких требованиях к сырью молоку на молочных заводах. Считаем необходимым ввести изменения в существующий ГОСТ, определяющий требования к качеству молока и вести новый сорт

«Экстра», по аналогии с белорусским гостом СТБ 1598-2006 [17]. Сорт «Экстра» должен иметь наилучшие показатели качества по содержанию соматических клеток, микроорганизмов и т.д. Так, в молоке «Экстра» необходимо определить содержание микроорганизмов в пределах не более 100 тысяч на 1 мл молока и соматических клеток не более 300 тыс. в кубическом сантиметре. Новый сорт «Экстра» должен обеспечивать существенную надбавку, на уровне 3,0 р/кг к цене молока, поскольку существующая разница в закупочной цене между первым (20,0 р/кг) и высшим (20,7 р/кг) сортом не является достаточным мотиватором для увеличения качества (66,7 % опрошенных). Это позволит сельхозтоваропроизводителям получать дополнительную прибыль и обеспечить население качественными продуктами питания по европейским нормам.

Для оценки качества необходимо сравнить содержание соматических клеток в молоке при различных способах доения. Для этого мы использовали среднегодовые показатели организаций за 2015 год.

Таблица 3

**Количество соматических клеток и сорт молока при различных способах доения**

Организация	Количество соматических клеток при доении в молокопровод	Количество соматических клеток при роботизированном доении	Сорт молока на обычной ферме	Сорт молока при роботизированном доении
ПСК «Колос»	450	180	Высший	Высший
СПК «Глинский»	320	138	Высший	Высший
ООО «Никольское»	510	190	Первый	Высший
ООО «Русь Великая»	520	190	Первый	Высший
КФХ Шишкин	360	145	Первый	Высший
ИП КФХ Зиннурова Р.М.	Нет данных	Нет данных	Высший	Высший
СПК «Заря»	700-800	210	Первый	Высший
ООО «Ямовский»	350	152	Первый	Высший
ООО «Юбилейное»	430	92	Первый	Высший
Колхоз «Урал»	380	180	Высший	Высший

По данным анализа на всех роботизированных фермах получают молоко только высшего сорта, в то время как при доении в молокопровод в 6 организациях получают молоко первого сорта. При этом содержание соматических клеток при доении в молокопровод колеблется от 320–800, а на работе 92–210, то есть практически в 3 раза меньше. В одной из организаций молоко, полученное на различных фермах, сливается в общую емкость, и нет возможности провести анализ. Данные сравнительного анализа свидетельствуют о более высоком качестве молока при использовании роботизированного способа доения в 77,8 % исследуемых организациях, при этом молоко по содержанию соматических клеток соответствует стандартам Дании, Голландии, Финляндии и США.

Наиболее значимыми показателями качества молока является содержание жира и белка.



## Сравнительные показатели показателей качества молока по белку и жиру

Организация	Содержание жира, %		Отклонение, процентных пунктов	Содержание белка, %		Отклонение, процентных пунктов
	робот	молокопровод		робот	молокопровод	
ПСК «Колос»	3,96	3,7	0,26	3,0	2,9	0,1
СПК «Глинский»	3,89	3,45	0,44	3,14	3,02	0,12
ООО «Никольское»	4,09	3,8	0,29	2,99	2,8	0,19
ООО «Русь Великая»	3,2	3,1	0,1	2,78	2,75	0,03
КФХ Шишкин	3,83	3,7	0,13	3,01	2,95	0,06
ИП КФХ Зиннурова Р.М.	3,7	3,55	0,15	3,1	3,1	0
СПК «Заря»	-	-	-	-	-	-
ООО «Ямовский»	3,57	3,5	0,07	3,07	2,95	0,12
ООО "Юбилейное"	3,8	3,7	0,1	3,03	2,93	0,1
Колхоз «Урал»	-	3,7	-	-	3,1	-

Как видим, наблюдается отклонение показателей содержания жира и белка при различных способах доения. К первой группе следует отнести пять организаций, в которых содержание жира в молоке, полученным роботизированным способом было выше на 0,07...0,15 процентных пункта, а во второй группе с тремя организациями это превышение составило 0,26...0,44 процентных пункта.

По содержанию белка в одной из организаций отклонений не выявлено, в пяти организациях отклонение составило 0,03...0,12 процентных пункта, в 2 организациях отклонение составило 0,19...0,2 процентных пункта. При использовании роботизированного доения длина молокопроводов не превышает 10 метров, что позволяет снизить потери питательных веществ (жира, белка) в молоке. Чем выше подъем молока в молокопроводе и длиннее путь его к молочной, тем выше потери жира и белка [18].

**Выводы.** Применение роботизированного доения напрямую влияет на повышение качества молока по сравнению с традиционными способами доения в длинный молокопровод и способствует обеспечению населения качественными молочными продуктами питания. Анализ группы организаций Свердловской области применяющих одновременно оба способа доения показал, что количество соматических клеток при роботизированном доении колеблется на уровне 92–210 тыс./мл, а при доении в молокопровод на уровне 320–800 тыс./мл при одних и тех же условиях хозяйствования. В пяти организациях увеличение содержания жира составило 0,07...0,15 процентных пункта при роботизированном доении, а в еще трех увеличение составило 0,29...0,44 процентных пункта. По содержанию белка в одной из организаций отклонений не выявлено, в двух организациях отклонение составило 0,19...0,2 процентных пункта, в 5 организациях отклонение составило 0,03...0,12 процентных пункта.

Роботизированное доение обеспечивает качество молока на уровне европейских стандартов за счет отделения здорового молока от маститного, стародойного и молока карантинных животных, тщательной промывки оборудования после каждого посещения оборудования коровой, устранение человеческого фактора, связанного с низкой

технологической дисциплиной операторов машинного доения.

Установлено, что во всех исследуемых организациях качество молока на роботизированных фермах высшего сорта, а в 77,8 % случаев в этих же организациях с доением в молокопровод качество молока только первого сорта.

### Библиографический список

1. Дегтерев Г. П. Зависимость качества молока от санитарного состояния доильного оборудования/ Молочная промышленность. 2000. № 4 С. 23–25.
2. Беленький Н. Г., Королева Н. С., Даниленко В. П. Санитарно-гигиеническое качество заготавливаемого молока и пути его улучшения / Улучшение качества молока и молочных продуктов. – М. : Колос. 1980. – 270 с.
3. Billon, P., 2001. Les robots de traite en France; impact sur la qualité du lait en le système de production. Proceedings Symposium II Robot di Mungitura in Lombardia; October 26, 2001, Cremona, Italy
4. Klungel, G.H., Slaghuis, B.A., Hogeveen, H., 2000. The effect of the introduction of automatic milking on milk quality, J. Dairy Sci. 83:1998-2003.
5. Молоко коровье сырое. Технические условия. ГОСТ 52054-2003
6. Викинг У. Удаление соматических клеток из молока центрифугированием // Молочная промышленность. 2006. № 5. – 44 с.
7. Брусилковский Л. П., Шидловская В. П. Ионметрический метод контроля нормального молока // Молочная промышленность. 1996. № 6. С. 24–26
8. Данкверт, А. Пути улучшения качества молока / А. Данкверт, Л. Зернаева // Молочное и мясное скотоводство. 2002. № 3. С. 16–20
9. Slaghuis, B., 1996. Sources and significance of contaminants on different levels of raw milk production. Proceedings of the IDF Symposium on Bacteriological Quality of Raw Milk. Wolfpassing, Austria, pp. 19–27.
10. Sumner, J., 1996. Farm production influences on milk hygiene quality. Proceedings of the IDF Symposium on Bacteriological Quality of Raw Milk. Wolfpassing, Austria, pp. 94-102.,
11. Абрамова Н. И., Сереброва И. С. Молочнохозяйственный вестник. – № 4. 2015. С. 7–11
12. Кэмбелл, Дж. Р. Производство молока / Дж. Р. Кэмбелл, Р. Т. Маршалл. – Москва: Колос, 1980. – 670 с
13. Королева, Л. Г. Пути повышения санитарного качества сырого молока и опыт получения продукции высокого качества / Л. Г. Королева // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2010. № 2. С. 4–12.
14. Бредихин С. А., Космодемьянский Ю. В., Юрин В. Н. Технология и техника переработки молока. – М. : Колос. 2001. – 400 с.
15. Иванов Ю. Г., Лапкин А. Г. Сравнительная оценка энерго, трудо и эксплуатационных затрат при переводе коров с доения в молокопровод на робот «Lely Astronaut» / Вестник ВНИИМЖ 3 № – 2013. – С. 188–191.
16. Melin, M., H. Wiktorsson and A. Christiansson, 2002. Teat cleaning efficiency before milking in DeLaval VMS TM versus conventional manual cleaning, using Clostridium tyrobutyricum spores as marker. Proceedings of The First North American Conference on Robotic Milking, March 20-22, 2002, Toronto, Canada, II 60-63
17. СТБ 1598-2006. Государственный стандарт республики Беларусь. «Молоко коровье Требования при закупках»

18. *Галичева М. С., Головань В. Т., Дахужев Ю. Г.* Прогрессивная технология производства молока в СПК «Родина» Красногвардейского района республики Адыгея и влияние молокопровода на качество молока/ Новые технологии. 2009. №2. С. 1–4.