

Влияние роботизированного доения коров на эффективность производства молока

Е. Г. Скворцова¹, О. В. Чепуштанова¹✉

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: chepushtanova-ov@list.ru

Аннотация. Цель – изучение влияния технологии производства молока в СПК «Глинский» с применением роботизированных доильных установок Lely Astronaut, DeLaval и линейной доильной установки АДМ-8А на эффективность производства молока. **Методы.** Проведен анализ эффективности производства молока при различных технологиях содержания и доения коров по материалам учета молочной продуктивности, полученным за 2016–2019 гг., а также определены товарность молока, себестоимость единицы молока и рентабельность производства молока при роботизированном доении и доении в молокопровод. **Научная новизна.** Проведен анализ экономической эффективности производства молока в условиях одного хозяйства, определены различия в уровне молочной продуктивности и качестве молока, рассчитаны рентабельность и себестоимость 1 кг молока, полученного при помощи доильной установки АДМ-8 и автоматизированных доильных установок Lely и DeLaval. **Результаты.** На молочную продуктивность коров влияет большое количество факторов: как генетических, так и паратипических. Основной паратипический фактор – технология производства молока, включающая в себя содержание, кормление, доение скота. В настоящее время распространенной технологией является привязное содержание коров с доением в длинный молокопровод в стойлах, эта технология считается традиционной. Ей на смену приходит более производительная – содержание дойного стада без привязи группами с доением на автоматических доильных установках (роботизированное доение). В нашем исследовании выявлено положительное влияние технологии доения с помощью роботизированных установок на эффективность производства молока: удой за каждую лактацию увеличивается на 7–28 %, что подтверждается индексом постоянства лактации; содержание соматических клеток в молоке снижается до $2,4 \times 10^5$ клеток в 1 см³, обеспечивая увеличение товарности молока до 97,4 %, по физико-химическим показателям молоко коров при различных способах содержания находилось в пределах нормы и средних значений по стаду.

Ключевые слова: корова, надой, удой, роботизированное доение, технология производства молока, эффективность, соматические клетки.

Для цитирования: Скворцова Е. Г., Чепуштанова О. В. Влияние роботизированного доения коров на эффективность производства молока // Аграрный вестник Урала. 2022. № 01 (216). С. 66–75. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-216-01-66-75.

Дата поступления статьи: 10.11.2021, **дата рецензирования:** 25.11.2021, **дата принятия:** 03.12.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Инновации и внедрение новых технологий представляют собой два центральных элемента процесса развития бизнеса и промышленности в сельском хозяйстве. Одной из наиболее актуальных инноваций на молочных фермах является роботизация процесса доения за счет внедрения систем автоматического доения (AMS).

Увеличение производства молочной продукции высокого качества – одна из основных задач скотоводства и АПК в целом. В настоящее время в молочном скотоводстве происходит переход на интенсивные способы производства молока, к которым относится применение роботизированных установок для доения коров [1, с. 209; 2, с. 99; 3, с. 113; 4, с. 219]. Вопрос влияния интенсивных технологий производства мо-

лока на его состав и качество в нашей стране изучен недостаточно.

С тех пор как в 1992 г. появились первые системы роботизированного доения, они применяются все шире. Никакие другие новые технологии с момента появления доильного аппарата не вызвали такого большого интереса и ожиданий среди животноводов. Ручной труд частично заменяется автоматизированным управлением и контролем, и присутствие оператора больше не требуется. Визуальный контроль над состоянием здоровья коровы и вымени при доении осуществляется автоматическими системами (по крайней мере частично).

Сокращение рабочей силы, улучшение социальной жизни работников молочных ферм и увеличение надоев молока за счет более частого доения, как пра-

вило, признаются наиболее важными преимуществами автоматизированного доения. Данная технология, без сомнения, вносит изменения во многие аспекты управления фермой, поскольку меняется как характер, так и организация труда. Результаты, полученные на западных фермах, свидетельствуют о том, что качество молока несколько ухудшается, хотя количество бактерий и соматических клеток остается значительно ниже критического уровня. Что касается контроля качества, автоматизированные системы предлагают дополнительные средства для обеспечения качества молока и безопасности пищевых продуктов.

Доильные роботы – это автоматические доильные установки, в которых доение осуществляется без непосредственного участия оператора. Коровы доятся в течение всего дня. Среднее количество доек в сутки составляет 2,5–3. В результате на 10–15 % увеличиваются надои. Коровы могут посещать доильного робота добровольно. Как правило, в коровниках с доильным роботом коровы содержатся в помещении круглый год [5, с. 2404; 6, с. 2649; 7, с. 291].

Доказана высокая эффективность влияния технологии доения коров роботизированным оборудованием не только на увеличение молочной продуктивности, но и на повышение качества молока [8, с. 9; 9, с. 86; 10, с. 31; 11, с. 44; 12, с. 70; 13, с. 90].

Использование роботизированного доения напрямую влияет на повышение надоев и качества молока по сравнению с традиционными способами доения в длинный молокопровод. 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 [11, с. 44].

Целью работы является изучение влияния технологии производства молока в СПК «Глинский» с применением роботизированных доильных установок Lely Astronaut, DeLaval и линейной доильной установки АДМ-8А на эффективность производства молока.

Методология и методы исследования (Methods)

Работу выполняли на одном из предприятий Свердловской области. СПК «Глинский» Режевского района – первый в Свердловской области кооператив, применивший в 2014 г. роботизированную систему добровольного доения и использующий ее по настоящее время [14, с. 249].

Объект исследования – голштинизированный скот черно-пестрой породы уральского типа.

В качестве источника данных по молочной продуктивности использовались материалы учета молочной продуктивности, полученные за 2016–2019 гг., из разных форм зоотехнического и экономического учета, были взяты годовые отчеты о себестоимости молока за год, отчет по производству продукции, месячные отчеты о выполнении производственного плана, данные первичного учета, данные из структуры картотеки учетно-аналитической программы «Селэкс», журналы по учету молочной продуктивности.

В период проведения исследований были изучены молочная продуктивность (удой за 100, 200 и 305 дней и удой за законченную лактацию) и физико-химические показатели молока (плотность, массовая доля жира, массовая доля белка, сухое вещество, сухой обезжиренный молочный остаток, лактоза).

Массовая доля жира, массовая доля белка, плотность и сухой обезжиренный молочный остаток определялись путем измерения проб молока на анализаторе «Лактан 1-4 М», исполнение 500. Все работы на данном аппарате проводились согласно инструкции от производителя [15, с. 1].

Расчетным методом по Н. В. Литвиненко [16, с. 16] устанавливали содержание лактозы в молоке и сухое вещество.

Содержание соматических клеток в молоке рассчитывали по ГОСТ 23453-2014 «Молоко сырое. Методы определения соматических клеток».

Индекс постоянства лактации определяли по отношению удоя за вторые 100 дней лактации к первым 100 дням, выраженному в процентах.

Обработка результатов исследований осуществлялась в программе Microsoft Excel с расчетом основных показателей.

Экономическую эффективность производства молока рассчитывали по количеству реализованного молока высшего и первого сорта с учетом себестоимости и цены реализации молока разного сорта [17, с. 1; 18, с. 1].

Результаты (Results)

В технологию производства молока входит не только технология машинного доения, но и способ содержания скота.

Содержание коров в СПК «Глинский» на двух фермах привязное, на одной беспривязное. Исследование проводилось на двух группах коров численностью 1030 и 230 голов дойного стада, содержащихся на фермах с разными используемыми технологиями.

В отделении с доильной системой АДМ-8А коров содержат привязным способом в коровниках с четырехрядным расположением стойл. Каждый коровник рассчитан на 200 голов, всего их четыре.

Во втором отделении коров содержат беспривязным способом, доятся они при помощи роботов-дойяр в двух корпусах, в которых содержится 230 дойных коров. В первом корпусе стоят два доильных робота от компании Lely Astronaut A4, во втором – два от компании DeLaval. Все они рассчитаны на автономную работу, принцип работы у них схож: когда животное приходит на дойку, система считывает данные о нем с ошейника и решает, пускать корову или нет; после того как робот ее впускает, он дает ей комбикорм, производит мытье сосков и приступает к процессу доения. По заранее запрограммированной схеме роботизированная рука ищет соски, подцепляет к ним доильные стаканы и начинает дойку.

Кормление скота происходит по одной технологии на всех фермах – и при привязном, и беспривязном содержании. Кормораздатчик формирует кормосмесь

для всех ферм в одном кормоцехе из одних и тех же компонентов одинакового качества. Рационы животным составляют на производстве согласно их продуктивности и потребности в питательных веществах, витаминах и минералах. Раздача корма происходит два раза в сутки, утром и после обеда.

Основные положительные стороны роботизированных доильных установок в сравнении с классической установкой АДМ-8А представлены в таблице 1.

Главные преимущества роботизированных систем доения заключаются в их автономности и возможности вести точный контроль качества молока. Коровы сами решают, когда прийти на дойку, что в совокупности с трехтактовым режимом доения хорошо сочетается с физиологией животных, избавляя их от стресса, который животные часто испытывают при доении в молокопровод.

В первые 100 дней лактации дойная корова, находясь на раздое, дает практически половину всего молока. Поэтому был проведен сравнительный анализ молочной продуктивности коров двух сравниваемых групп в течение четырех лактаций (таблица 2).

Данные таблицы 2 говорят о превосходстве в 16,7 %, 19 % и 21,4 % (по показателям удоев за 100, 200 и 305 дней соответственно, в среднем за четыре лактации) группы животных, доящихся на роботизированной доильной установке, над группой, которая доилась в молокопровод.

Наибольшие различия между двумя группами пришлось на показатель удоя за 305 дней лактации и составили разницу в 1663 кг в пользу роботизированной доильной установки. Гистограмма сравнения молочной продуктивности коров по среднему показателю представлена на рис. 1.

Таблица 1
Сравнительный анализ доильных установок

Показатели	Доильная система АДМ-8А, привязное содержание	Роботизированные доильные установки (Lely и DeLaval), беспривязное содержание
Контроль маститного молока	Нет	Да
Раздельное доение долей вымени	Нет	Да
Такты доения	2	3
Автоматическое выявление крови в молоке	Нет	Да

Table 1
Comparative analysis of milking machines

Index	Milking system ADM-8A, tethered housing	Robotic milking machines (Lely and DeLaval), loose housing
Control of mastitis with milk	No	Yes
Separate milking of the udder lobes	No	Yes
Milking strokes	2	3
Automatic detection of blood in milk	No	Yes

Таблица 2
Молочная продуктивность коров за четыре лактации

Системы доения	Доильная система АДМ-8А			Роботизированные доильные установки (Lely и DeLaval)		
	Удой за 100 дней, кг	Удой за 200 дней, кг	Удой за 305 дней, кг	Удой за 100 дней, кг	Удой за 200 дней, кг	Удой за 305 дней, кг
1-я	2 771	5 275	7 319	2 987	5 827	8 277
2-я	3 213	5 973	7 945	3 701	7 043	9 582
3-я	3 315	6 058	8 063	3 908	7 436	10 018
4-я	3 167	5 742	7 685	3 962	7 140	9 786
Среднее	3 117	5 762	7 753	3 640	6 862	9 416

Table 2
Milk productivity of cows in four lactations

Milking systems	Milking system ADM-8A			Robotic milking machines (Lely and DeLaval)		
Lactation	100-day milk yield, kg	200-day milk yield, kg	350-day milk yield, kg	100-day milk yield, kg	200-day milk yield, kg	350-day milk yield, kg
1 st	2 771	5 275	7 319	2 987	5 827	8 277
2 nd	3 213	5 973	7 945	3 701	7 043	9 582
3 rd	3 315	6 058	8 063	3 908	7 436	10 018
4 th	3 167	5 742	7 685	3 962	7 140	9 786
Average	3 117	5 762	7 753	3 640	6 862	9 416

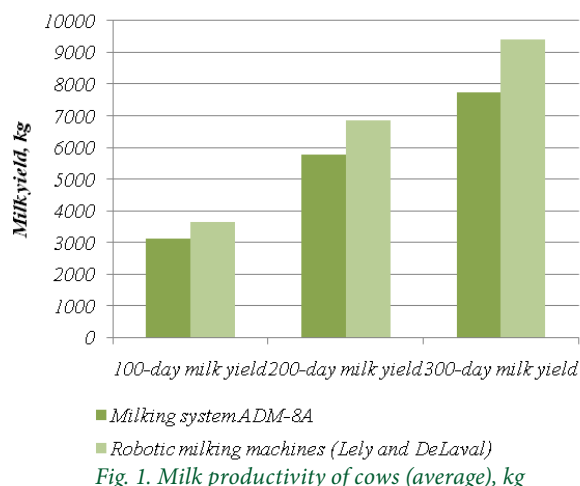
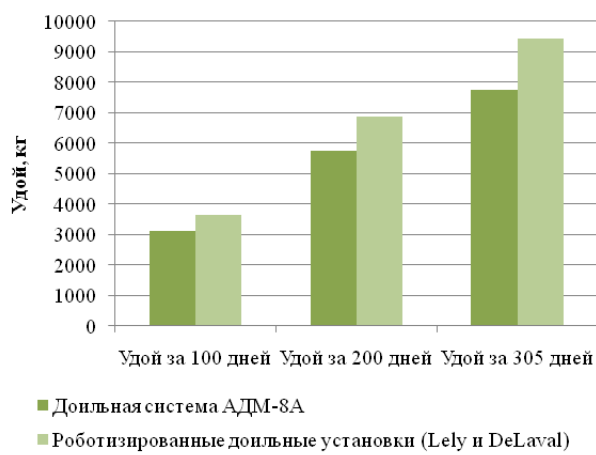


Рис. 1. Молочная продуктивность коров (по среднему показателю), кг

Fig. 1. Milk productivity of cows (average), kg

Таблица 3
Молочная продуктивность коров за всю лактацию, кг

Лактация	Доильная система АДМ-8А, привязное содержание	Роботизированные доильные установки (Lely и DeLaval), беспривязное содержание
1-я	8 109	8 706
2-я	8 469	10 238
3-я	8 560	10 395
4-я	8 247	10 619

Table 3
Milk productivity of cows for all lactation, kg

Lactation	Milking system ADM-8A, tethered housing	Robotic milking machines (Lely and DeLaval), loose housing
1 st	8 109	8 706
2 nd	8 469	10 238
3 rd	8 560	10 395
4 th	8 247	10 619

В целом группа коров, доившихся роботом и содержащихся беспривязно, показывает результат по удою за изучаемые периоды выше в среднем на 19 %, чем группа коров, доившихся в молокопровод и содержащихся на привязи.

В среднем по отделению, где используется доильная система АДМ-8А, дойные дни по последней законченной лактации составили 372 дня; там, где коровы доились роботом, – 424 дня, что привело к увеличению молочной продуктивности коров за всю лактацию (таблица 3).

Результат анализа таблицы 3 показал, что удои за всю лактацию в группе, которая содержится беспривязным способом и доится доильным роботом, выше в сравнении с удоем первой группой, которая доилась в молокопровод и содержалась на привязи. У коров первой группы удои повышаются до третьей лактации, затем снижаются, в то время как у коров второй группы он продолжает расти вплоть до четвертой лактации. Так, продуктивность коров, доение которых осуществлялось с помощью доильной системы АДМ-8А, и коров при доении с помощью роботизированных установок (Lely и DeLaval) увеличивается с первой по третью лактацию на 6 % и 19 % соответственно, а с первой по четвертую – на 2 % и 22 % соответственно. Результаты изменения удоев в течение четырех лактаций представлены на рис. 2.

Анализ графика на рис. 2 показал, что вторая группа коров, которая доилась при помощи доильного робота, показывает увеличение молочной продуктивности в течение всех четырех лактаций на 7–28 %. Таким образом, реализация генетического потенциала молочной продуктивности у коров второй группы происходит эффективнее. Технология доения на автоматизированных установках позволяет увеличивать удои до четвертой лактации в нашем случае.

Для определения характера лактационной кривой и степени ее снижения были посчитаны коэффициенты устойчивости лактации обеих сравниваемых групп. Результаты подсчета представлены в таблице 4.

Анализ таблицы 4 показывает, что коровы, доящиеся в первой группе, не имеют выраженного признака высокопродуктивных коров, их коэффициент устойчивости лактации имеет максимальное значение в 90,34 % в первую лактацию, в то время как во второй группе этот показатель составляет 95,06 %, что на 4,72 процентных пункта больше, чем в первой группе, следовательно, коровы, содержащиеся беспривязно и доящиеся доильным роботом, имеют лучшие результаты по данному показателю, что свидетельствует о более равномерной лактационной деятельности коров.

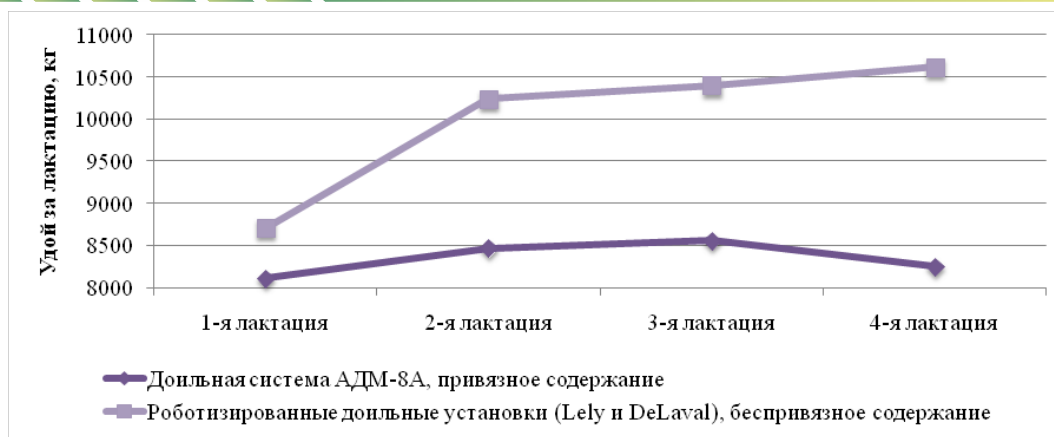


Рис. 2. Молочной продуктивности коров за все лактации, кг

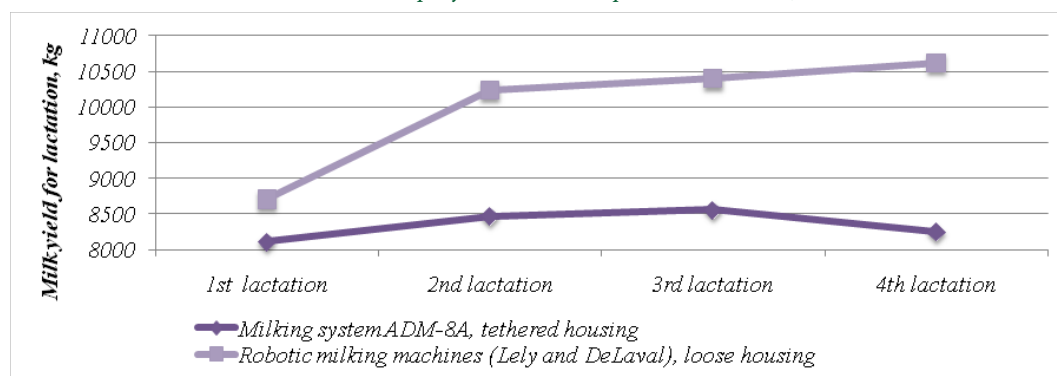


Fig. 2. Milk productivity of cows for all lactations, kg

Таблица 4

Сравнение коэффициентов устойчивости лактации, %

Лактация	Доильная система АДМ-8А, привязное содержание	Роботизированные доильные установки (Lely и DeLaval), беспривязное содержание
1-я	90,34	95,06
2-я	85,89	90,29
3-я	82,74	90,26
4-я	81,38	80,19
Среднее	84,49	88,52

Таблица 4

Comparison of lactation stability coefficients, %

Lactation	Milking system ADM-8A, tethered housing	Robotic milking machines (Lely and DeLaval), loose housing
1 st	90.34	95.06
2 nd	85.89	90.29
3 rd	82.74	90.26
4 th	81.38	80.19
Average	84.49	88.52

Доброкачественным молоком считается то, которое имеет высокие пищевые, технологические, биологические и санитарно-гигиенические свойства, соответствующие принятым стандартам [19, с. 86]. Для определения доброкачественности молока нами были проведены замеры его показателей, таких как жир, белок, лактоза, содержание СОМО и сухого вещества, плотность. Исследование проводилось на двух группах животных, численность которых составила в первой группе 1030 дойных коров, во второй – 230 дойных коров, период исследования пришелся на август и сентябрь, результаты представлены в таблице 5.

Анализ таблицы 5 показал, что процентное содержание жира в молоке незначительно больше (всего на 0,02 процентных пункта) в первой группе, содержание белка выше на 0,1 процентных пункта в первой группе, чем во второй.

Немалое значение после жира и белка в молоке имеет лактоза. В молокоперерабатывающих предприятиях она важна при создании сметаны, творога и простокваши, ее содержание в молоке обеих групп находится на одном уровне в 4,3 %, но, несмотря на ценность молочного сахара в производстве, в итоговой закупочной цене он не учитывается.

Сравнительный анализ физико-химических показателей молока

Показатель	Доильная система АДМ-8А, привязное содержание	Роботизированные доильные установки (Lely и DeLaval), беспривязное содержание
Жир, %	3,66 ± 0,05	3,64 ± 0,06
Белок, %	3,15 ± 0,03	3,05 ± 0,05
Лактоза, %	4,3 ± 0,05	4,3 ± 0,08
СОМО, %	8,27 ± 0,10	8,27 ± 0,15
Сухое вещество, %	12,3 ± 0,10	12,29 ± 0,16
Плотность, кг/м ³	1029,04 ± 0,30	1029,04 ± 0,56

Table 5

Comparative analysis of physical, chemical and indicators of milk

Index	Milking system ADM-8A, tethered housing	Robotic milking machines (Lely and DeLaval), loose housing
Fat, %	3.66 ± 0.05	3.64 ± 0.06
Protein, %	3.15 ± 0.03	3.05 ± 0.05
Lactose, %	4.3 ± 0.05	4.3 ± 0.08
Milk solid not fat (MSNF), %	8.27 ± 0.10	8.27 ± 0.15
Dry matter, %	12.3 ± 0.10	12.29 ± 0.16
Density, kg/m ³	1029.04 ± 0.30	1029.04 ± 0.56

Таблица 6

Сравнительный анализ санитарных показателей молока

Показатель	Доильная система АДМ-8А, привязное содержание	Роботизированные доильные установки (Lely и DeLaval), беспривязное содержание
Соматические клетки в 1 см ³ , шт.	< 4,5 × 10 ⁵	< 2,4 × 10 ⁵
Товарность молока, %	91,55	97,4

Table 6

Comparative analysis of physical, chemical and indicators of milk

Index	Milking system ADM-8A, tethered housing	Robotic milking machines (Lely and DeLaval), loose housing
Somatic cells in 1 cm ³ , pcs.	< 4.5 × 10 ⁵	< 2.4 × 10 ⁵
Productivity of milk, %	91.55	97.40

Плотность молока и СОМО имеют максимально схожие показатели в обеих сравниваемых группах, 1029,04 кг/м³ и 8,27% соответственно. Данные показатели в большей степени отражают то, что молоко, полученное от этих коров, соответствует требованиям установленного стандарта.

Важный показатель в молоке – это содержание соматических клеток, их количество в здоровом вымени зависит от обновления эпителиальной ткани. Данные по содержанию в молоке соматических клеток и уровень товарности молока представлены в таблице 6.

Ключевое различие в качестве молока обеих групп – высокое содержание соматических клеток в молоке коров первой группы (в количестве 450 тысяч клеток в 1 см³) в сравнении с результатом второй группы (240 тысяч в 1 см³). С таким количеством соматических клеток молоко, согласно ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия», полученное от коров, доившихся с применением доильной системы АДМ-8А, относят ко второму сорту, что говорит о сниженном качестве молока и, как следствие, к более низкой цене реализации.

Товарность молока в первой группе составляет 91,55%. Данный показатель говорит о количестве реализованного молока от всего надоенного. Именно на ферме, где применяются доильный робот и беспривязное содержание, этот показатель выше и составляет 97,4%.

В условиях рыночной экономики для полноценного покрытия большей части потребностей населения необходимо функционирование высокотоварного хозяйства с оптимальной концентрацией скота со значительным генетическим потенциалом. Подобными ресурсами обладает определенная часть хозяйств нашего региона, в частности, СПК «Глинский».

В СПК «Глинский» основной статьей дохода является продажа произведенного молока. Из-за того, что на предприятии применяют две кардинально разные технологии производства молока, такие как доение в молокопровод при привязном содержании и доение роботом при беспривязном содержании, экономические показатели в разрезе этих технологий отличаются. Нами был проведен расчет их эффективности (таблица 7).

Таблица 7

Экономические показатели производства молока за 2019 г.

Показатель	Доильная установка АДМ-8А, привязное содержание	Роботизированные доильные установки (Lely и DeLaval), беспривязное содержание
Реализовано молока, ц	66 133,33	22 413,84
Высшим сортом, ц	5 060,82	10 400,00
Первым сортом, ц	61 072,50	12 013,80
Цена реализации 1 кг молока высшего сорта, руб.	26,50	
Цена реализации 1 кг молока первого сорта, руб.	26,26	
Выручка за молоко высшего сорта, тыс. руб.	13 411,1	27 560,0
Выручка за молоко первого сорта, тыс. руб.	160 376,3	31 548,2
Выручка всего, тыс. руб.	173 787,5	59 108,2
Себестоимость 1 кг молока, руб.	20,31	21,91
Себестоимость всего надоенного молока, тыс. руб.	134 349,8	49 108,7
Рентабельность производства молока, %	29,3	20,3

Table 7

Economic indicators of milk production for 2019

Index	Milking system ADM-8A, tethered housing	Robotic milking machines (Lely and DeLaval), loose housing
Milk sold, c	66 133.33	22 413.84
The highest grade, c	5 060.82	10 400.0
The first variety, c	61 072.50	12 013.80
Sales price of 1 kg of milk of the highest grade, rubles	26.50	
Sales price of 1 kg of first grade milk, rubles	26.26	
Revenue for the highest grade milk, thousand rubles	13 411.1	27 560.0
Revenue for first grade milk, thousand rubles	160 376.3	31 548.2
Total revenue, thousand rubles	173 787.5	59 108.2
The cost of 1 kg of milk, rubles	20.31	21.91
The cost of all milk, thousand rubles	134 349.8	49 108.7
Milk production profitability, %	29.3	20.3

По данным таблицы 7 видно, что большая часть молока получена на ферме, где используется доильная установка АДМ-8А, и оно в основном продается первым сортом (92,4 %). На автоматических доильных установках около 50 % надоенного молока имеет высший сорт. Разница в цене реализации молока высшего и первого сортов незначительна. Себестоимость 1 кг молока, полученного на автоматизированной доильной установке, выше на 1,6 руб.

Таким образом, рентабельность производства молока на фермах с доением в молокопровод и доением роботом составила 29,3 и 20,3 %. Разницу в показателе формирует высокая амортизация оборудования на роботизированной ферме – 468,28 руб. на 1 ц молока в сравнении с 192,61 руб. на традиционной ферме.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В целом группа коров, доившихся роботом, показывает результат по удоям за изучаемый период в

среднем выше на 19 %, чем группа коров, которые доились в молокопровод.

Молочная продуктивность первой группы начинает снижаться уже после третьей лактации, а ее рост происходит только до второй, так как результаты удоев за вторую и третью лактации практически не отличаются, находясь в границах 8469 и 8560 кг надоенного молока.

Анализ физико-химических показателей молока коров обеих изучаемых групп показал слабое отличие таких показателей, как жир, белок, СОМО, сухое вещество и лактоза. Ключевые различия пришлись на содержание соматических клеток (их было больше в первой группе на 53 %), товарность молока была выше во второй группе и составила 97,4 % в отличие от первой с показателем в 91,55 %.

Ключевое различие в качестве молока обеих групп – высокое содержание соматических клеток в

молоке первой группы (450 тысяч клеток в 1 см³), в то время как результат второй группы – 240 тысяч в 1 см³.

Расчет экономической эффективности показал себестоимость молока на роботизированной ферме, равную 21,91 руб. за 1 кг. Сюда включена амортизация на дорогостоящее оборудование, что повысило себестоимость в сравнении с первой группой на 7,3 %. Рентабельность в первой группе и во второй составила 29,3 % и 20,3 % соответственно.

Использование современных технологий производства молока, таких как доение при помощи автоматических доильных установок и беспривязное содержание, в совокупности с полноценным и правильно организованным кормлением позволяет раскрыть генетический потенциал современного высокопродуктивного скота, а контроль качества молока, производимый автоматическими доильными установками, позволяет его регулировать.

Библиографический список

1. 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.
2. Ананьева Е. В. Влияние различных технологических процессов доения коров-первотелок на их раздой и молочную продуктивность: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10. Балашиха: Российский государственный аграрный заочный университет, 2018. 130 с.
3. 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.
4. 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.
5. Tse C., Barkema, H. W., DeVries T. J., et al. Effect of transitioning to automatic milking systems on producers' perceptions of farm management and cow health in the Canadian dairy industry // Journal of Dairy Science. 2016. Vol. 100. Iss. 3. Pp. 2404–2414.
6. Tse C., Barkema H. W., DeVries T. J., Rushen J., Pajor E. A. Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality // Animal. 2018. Vol. 12. No. 12. Pp. 2649–2656. DOI: 10.1017/S1751731118000654.
7. Skvortsov E. A., Bykova O. A., Mymrin V. S., Skvortsova E. G., Neverova O. P., Nabokov V. I., Kosilov V. I. Determination of the applicability of robotics in animal husbandry // The Turkish Online Journal of Design Art and Communication. 2018. T. 8. No. S-MRCHSPCL. Pp. 291–299.
8. Лоретц О. Г., Горелик О. В., Харлап 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).
9. Горелик О. В., Харлап С. Ю. Молочная продуктивность коров в зависимости от условий содержания // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (54). С. 86–91.
10. 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).
11. Скворцов Е. А., Скворцова Е. Г., Орешкин А. А., Потехин В. Н. Влияние применения доильной робототехники на качество молока // Агропродовольственная политика России. 2016. № 9. С. 44–47.
12. Чеченихина О. С., Степанова Ю. А., Андрюкова Н. А. Молочная продуктивность и свойства вымени коров черно-пестрой и симментальской пород при использовании роботизированной системы доения // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 1. С. 70–76.
13. 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.
14. Скворцов Е. А., Скворцова Е. Г., Набоков В. И., Кривоногов П. С. Применение доильной робототехники в регионе // Экономика региона. 2017. Т. 13. Вып. 1. С. 249–260.
15. Руководство по эксплуатации анализатора молока Лактан 1-4 исп. 500 [Электронный ресурс]. URL: <https://partner-ufo.ru/doc/109-instruktsii/294-rukovodstvo-po-ekspluatatsii-analizatora-moloka-laktan-1-4-isp-500.html> (дата обращения: 01.11.2021).
16. Литвиненко Н. В. Молочное дело: учебно-методическое пособие к лабораторно-практическим занятиям для студентов направления «Зоотехния». Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2018. 65 с.
17. Рентабельность: формулы расчета эффективности бизнеса и советы эксперта [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20210819/rentabelnost-1746456716.html> (дата обращения: 09.11.2021).
18. Товарность продукции и методика ее расчета [Электронный ресурс]. URL: <https://zavtrasessiya.com/index.php?act=PRODUCT&id=2855> (дата обращения: 09.11.2021).

19. Родионов Г. В., Остроухова В. И., Табакова Л. И. Технология производства и оценка качества молока: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 140 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/180822> (дата обращения: 09.11.2021).

Об авторах:

Екатерина Геннадьевна Скворцова¹, кандидат экономических наук, доцент кафедры зооинженерии, ORCID 0000-0001-9341-4453, AuthorID 896242; +7 912 223-33-90, uralmash91@list.ru

Ольга Викторовна Чепуштанова¹, кандидат биологических наук, доцент кафедры зооинженерии, ORCID 0000-0002-5214-4212, AuthorID 654892; +7 912 632-74-81, chepushtanova-ov@list.ru

¹Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

The influence of robotic milking of cows on the efficiency of milk production

E. G. Skvortsova¹, O. V. Chepushtanova¹✉

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: chepushtanova-ov@list.ru

Abstract. Purpose is to study the effect of milk production technology in the SPK “Glinskiy” with the use of robotic milking machines Lely Astronaut, DeLaval and linear milking machine ADM-8A, on the efficiency of milk production. **Methods.** An analysis of the efficiency of milk production with various technologies of keeping and milking cows was carried out on the basis of materials for accounting for milk productivity obtained for 2016–2019, and also the marketability of milk, the cost per unit of milk and the profitability of milk production during robotic milking and milking in a milk pipeline were determined. **Scientific novelty.** The analysis of the economic efficiency of milk production in the conditions of one farm is carried out, the differences in the level of milk productivity and milk quality are determined. Calculated: the cost price of 1 kg of milk obtained using the milking machine ADM-8 and automated milking machines Lely and DeLaval, profitability. **Results.** A large number of factors, both genetic and paratypical, affect the milk production of cows. The main paratypical factor is milk production technology, which includes keeping, feeding and milking livestock. Nowadays, the widespread technology is tethering cows with milking in a long milk pipe in stalls, this technology is considered traditional. She is being replaced by a more productive one – keeping a milking herd without a tether in groups with milking on automatic milking machines (robotic milking). Feeding with these two technologies is organized according to different principles. Our study revealed the influence of milking technology on the efficiency of milk production. As a result of the study, differences in the level of milk productivity and milk quality were determined. Our study revealed a positive effect of milking technology with the help of robotic installations on the efficiency of milk production: milk yield for each lactation increases by 7–28 %, which is confirmed by the lactation constancy index, the content of somatic cells in milk decreases to 2.4×10^5 cells per 1 cm³ providing an increase in the marketability of milk to 97.4 %, in terms of physical and chemical indicators, milk of cows, with different methods of keeping, was within the normal range and average values for the herd.

Keywords: cow, milk yield, milk yield, robotic milking, milk production technology, efficiency, somatic cells.

For citation: Skvortsova E. G., Chepushtanova O. V. Vliyanie robotizirovannogo doeniya korov na effektivnost' proizvodstva moloka [The influence of robotic milking of cows on the efficiency of milk production] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 01 (216). Pp. 66–75. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-216-01-66-75. (In Russian.)

Date of paper submission: 10.11.2021, **date of review:** 25.11.2021, **date of acceptance:** 03.12.2021.

References

1. Korobeynikova L. P., Simakova K. S. Molochnaya produktivnost' korov cherno-pestroy porody pri raznykh tekhnologiyakh soderzhaniya i doeniya [Milk productivity of black-and-white cows with different technologies of keeping and milking] // Razrabotki i innovatsii molodykh issledovateley: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh issledovateley. Izhevsk, 2018. Pp. 209–212. (In Russian.)
2. Anan'eva E. V. Vliyanie razlichnykh tekhnologicheskikh protsessov doeniya korov-pervotelok na ikh razdoy i molochnyuyu produktivnost': dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.02.10 [Influence of various technological processes of milking first-calf cows on their milk production and milk productivity: dissertation ... candidate of agricultural sciences: 06.02.10]. Balashikha: Rossiyskiy gosudarstvennyy agrarnyy zaochnyy universitet, 2018. 130 p. (In Russian.)
3. Kulibekov K. K. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva moloka pri doenii korov-pervotelok v usloviyakh robotizirovannoy fermy: dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.02.10 [Improving the technology of milk production when

milking first-calf heifers in a robotic farm: dissertation ... candidate of agricultural sciences: 06.02.10]. Cheboksary: Chuvashskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya, 2015. 131 p. (In Russian.)

4. Fedoseeva N. A. Primenenie sovremennykh promyshlennykh tekhnologiy doeniya vysokoproduktivnykh golstinizirovannykh korov: dis. ... d-ra s.-kh. nauk: 06.02.10 [Application of modern industrial technologies for milking highly productive Holstein cows: dissertation ... doctor of agricultural sciences: 06.02.10] Balashikha: Rossiyskiy gosudarstvennyy agrarnyy zaochnyy universitet, 2018. 280 p. (In Russian.)

5. Tse C., Barkema, H. W., DeVries T. J., et al. Effect of transitioning to automatic milking systems on producers' perceptions of farm management and cow health in the Canadian dairy industry // Journal of Dairy Science. 2016. Vol. 100. Iss. 3. Pp. 2404–2414.

6. Tse C., Barkema H. W., DeVries T. J., Rushen J., Pajor E. A. Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality // Animal. 2018. Vol. 12. No. 12. Pp. 2649–2656. DOI: 10.1017/S1751731118000654.

7. Skvortsov E. A., Bykova O. A., Mymrin V. S., Skvortsova E. G., Neverova O. P., Nabokov V. I., Kosilov V. I. Determination of the applicability of robotics in animal husbandry // The Turkish Online Journal of Design Art and Communication. 2018. T. 8. No. S-MRCHSPCL. Pp. 291–299.

8. Loretts O. G., Gorelik O. V., Kharlap S. Yu., Neverova O. P., Pavlova Ya. S. Vliyanie robotizatsii doeniya na effektivnost' proizvodstva moloka na promyshlennom komplekse [Influence of robotization of milking on the efficiency of milk production in an industrial complex] [e-resource] // Bulletin of biotechnology. 2019. No. 2 (19). URL: http://bio.urgau.ru/images/02_2019/Loretts_OG.pdf (date of reference: 01.11.2021).

9. Gorelik O. V., Kharlap S. Yu. Molochnaya produktivnost' korov v zavisimosti ot usloviy sodержaniya [Milk productivity of cows depending on the conditions of detention] // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2019. No. 1 (54). Pp. 86–91. (In Russian.)

10. Skvortsov E. A., Skvortsova E. G. Doil'naya robototekhnika i ee vliyanie na kachestvo moloka [Milking robotics and its impact on milk quality] [e-resource] // Agrarian education and science. 2016. No. 4. URL: http://aes.urgau.ru/images/2016/04/08_04_2016.pdf (date of reference: 01.11.2021).

11. Skvortsov E. A., Skvortsova E. G., Oreshkin A. A., Potekhin V. N. Vliyanie primeneniya doil'noy robototekhniki na kachestvo moloka [Influence of the use of milking robotics on milk quality] // Agro-food policy in Russia. 2016. No. 9. Pp. 44–47. (In Russian.)

12. Chechenikhina O. S., Stepanova Yu. A., Andryukova N. A. Molochnaya produktivnost' i svoystva vymeni korov cherno-pestroy i simmental'skoy porod pri ispol'zovanii robotizirovannoy sistemy doeniya [Milk productivity and properties of the udder of cows of black-motley and Simmental breeds using a robotic milking system] // Molochnokhozyaystvenny Vestnik. 2017. No. 1. Pp. 70–76. (In Russian.)

13. Chechenikhina O. S., Smirnova E. S. Biologicheskie i produktivnye osobennosti korov cherno-pestroy porody pri razlichnoy tekhnologii doeniya [Biological and productive features of black-motley cows with various milking techniques] // Molochnokhozyaystvenny Vestnik. 2020. No. 1 (37). Pp. 90–102. (In Russian.)

14. Skvortsov E. A., Skvortsova E. G., Nabokov V. I., Krivonogov P. S. Primenenie doil'noy robototekhniki v regione [Application of milking robotics in the region] // Ekonomiy of regions. 2017. T. 13. Vol. 1. Pp. 249–260. (In Russian.)

15. Rukovodstvo po ekspluatatsii analizatora moloka Laktan 1-4 isp. 500 [Operating manual for milk analyzer Laktan 1-4 version 500] [e-resource]. URL: <https://partner-ufo.ru/doc/109-instruktsii/294-rukovodstvo-po-ekspluatatsii-analizatora-moloka-laktan-1-4-isp-500.html> (date of reference: 01.12.2021). (In Russian.)

16. Litvinenko N. V. Molochnoe delo: uchebno-metodicheskoe posobie k laboratorno-prakticheskim zanyatiyam dlya studentov napravleniya "Zootekhniya" [Dairy business: teaching aid for laboratory and practical exercises for students of the direction "Zootechnics"]. Blagoveshchensk: Dal'nevostochnyy GAU, 2018. Pp. 16–20. (In Russian.)

17. Rentabel'nost': formuly rascheta effektivnosti biznesa I sovery eksperta [Profitability: formulas for calculating business efficiency and expert advice] [e-resource]. URL: <https://ria.ru/20210819/rentabelnost-1746456716.html> (date of reference: 09.11.2021).

18. Tovarnost' produktsii i metodika ee rascheta [Marketability of products and the method of its calculation] [e-resource]. URL: <https://zavtrasessiya.com/index.pl?act=PRODUCT&id=2855> (date of reference: 09.11.2021).

19. Rodionov G. V., Ostroukhova V. I., Tabakova L. I. Tekhnologiya proizvodstva i otsenka kachestva moloka: uchebnoe posobie dlya vuzov [Production technology and milk quality assessment: a textbook for universities]. 3rd edition, ster. Saint Petersburg: Lan', 2021. 140 p. URL: <https://e.lanbook.com/book/180822> (date of reference: 10.11.2021).

Authors' information:

Ekaterina G. Skvortsova¹, candidate of economic sciences, associate professor of the department of zooengineering, ORCID 0000-0001-9341-4453, AuthorID 896242; +7 912 223-33-90, uralmash91@list.ru

Olga V. Chepushtanova¹, candidate of biological sciences, associate professor of the department of zooengineering, ORCID 0000-0002-5214-4212, AuthorID 654892; +7 912 632-74-81, chepushtanova-ov@list.ru

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia