

## ЧАСТОТА ДОЕНИЯ КОРОВ – ПУТЬ К УВЕЛИЧЕНИЮ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ФЕРМ

О. В. ГОРЕЛИК, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
Уральский государственный аграрный университет

(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42)

Н. А. ФЕДОСЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

Л. Ю. КИСЕЛЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

О. Л. СОЙНОВА, кандидат биологических наук, доцент,

Российский государственный аграрный заочный университет

(143907, Московская область, г. Балашиха, ул. Шоссе Энтузиастов, д. 50),

З. С. САНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,

Калужский НИИ Сельского Хозяйства

(249142, Калужская область, Перемышльский район, с. Калужская опытная сельскохозяйственная станция, ул. Центральная, д. 2)

**Ключевые слова:** роботизированное доение, удои, промежуток, частота, мастит, продолжительность доения, период лактации.

Выбор технологии машинного доения есть задача первоочередной важности при работе любого молочного комплекса, а изучение продуктивности коров при использовании современного доильного оборудования на базе одного предприятия в настоящее время своевременно и актуально. Роботизированное (в англоязычных работах – автоматизированное) доение представляет собой приемлемую альтернативу ручному и механическому доению и дает возможность получать продукцию при резком сокращении затрат ручного труда в условиях сокращения населения в сельской местности. Исследования проведены на коровах голштинской породы, завезенных из Германии, принадлежащих ООО «Калужская Нива» Ферзиковского района Калужской области, продуктивностью около 8500 кг за лактацию. Роботы фирмы GEA FARM TECHNOLOGIES (производство – Германия) имели нагрузку около 70 коров на аппарат. Коровы находились на беспривязном содержании, имели круглосуточный доступ к полнорационным кормосмесям, которые начинали раздавать в 21 час. Во время доения получали концентраты из расчета 200 г на 1 л молока. По результатам проведенных исследований выявлено, что частота доения практически равномерно была распределена по периодам суток: количество доений между периодами различалось не более чем на 20 %, и достоверными различия были только между периодами 0–4 часа и 4–8 часов. Статистически обработаны данные, полученные в течение 3 суток, разделенных на 4-часовые периоды. Число доений мало изменялось в течение суток: только в период 0–4 часа наблюдались снижение числа подоенных коров и величина разовых удоев. Величина разовых удоев практически не зависела от периода лактации и составляла 7,19–7,65 л; лишь во второй месяц лактации она повысилась до 8,72 л. По мере снижения активности молочной железы снижалась лишь частота доения.

## FREQUENCY OF COWS MILKING IS A WAY TO INCREASE DAIRY PRODUCTIVITY ON ROBOTIZED FARMES

O. V. GORELIK, doctor of agricultural sciences, professor,

Ural State Agrarian University

(42 K. Liebknekhtha Str., 620075, Ekaterinburg)

N. A. FEDOSEEVA, candidate of agricultural sciences, associate professor,

L. Yu. KISELEV, doctor of agricultural sciences, professor,

O. L. SOYNOVA, candidate of biological sciences, associate professor,

Russian State Agrarian Correspondence University,

(50 Highway Enthusiastov, 143907, Moscow region, Balashikha),

Z. S. SANOVA, candidate of agricultural sciences

Kaluga Research Institute of Agriculture

(249142, Kaluga Region, Peremyshl'sky District, Kaluzhskaya Experimental Agricultural Station, Tsentralnaya St., 2)

**Keywords:** robotic milking, milk yield, interval, frequency, mastitis, milking duration, lactation period.

The choice of technology of machine milking is a task of primary importance at work of any dairy complex, and studying of productivity of cows, at use of the modern milking equipment, on the basis of one enterprise, now in due time and is actual. Robotic (in English – language works-automated) milking is a quite acceptable alternative to manual and mechanical milking and makes it possible to obtain products with a sharp reduction in manual labor costs in terms of population reduction in rural areas. Studies were carried out on Holstein cows imported from Germany, owned by Kaluzhskaya Niva LLC, Ferzikovsky District, Kaluga Region, with a productivity of about 8500 kg per lactation. The robots of the company “GEA FARM TECHNOLOGIES” (made in Germany) had a load of about 70 cows on the device. The cows were free-standing. They had round-the-clock access to complete feed mixtures, which began to be distributed at 21:00. During milking, concentrates were obtained at the rate of 200 g per liter of milk. According to the results of the research, it was revealed that the frequency of milking was almost evenly distributed over the periods of the day: the number of milkings between the periods differed by no more than 20 %, and the only significant difference was between the periods of 0–4 hours and 4–8 hours. Statistically processed data received within 3 days, divided into 4-hour periods. The number of milkings changed little during the day: only in the period of 0–4 hours there was a decrease in the number of milked cows and the value of one-time milk yields. The size of one-time milk yields practically did not depend on the lactation period and amounted to 7.19–7.65 l; only in the second month of lactation did it increase to 8.72 l. As the activity of the mammary gland decreased, only the frequency of milking decreased.

Положительная рецензия представлена О. М. Шевелевой, доктором сельскохозяйственных наук, профессором, проректором по научной работе Государственного аграрного университета Северного Зауралья.

**Цель и методика исследований**

Доильное оборудование является основным звеном в технологии производства молока на молочной ферме, так как, во-первых, доение – самый трудоемкий процесс молочного производства; во-вторых, именно на доильной установке работает система «человек – животное – молоко», причем доильное оборудование влияет на все факторы этой системы, начиная от правильной работы персонала, здоровья животных и заканчивая качеством получаемой продукции; в-третьих, именно здесь собирается, обновляется и фиксируется информация о продуктивных качествах молока, воспроизводстве, физиологическом состоянии животных [1–5].

Поэтому выбор технологии машинного доения есть задача первоочередной важности при работе любого молочного комплекса, а изучение продуктивности коров при использовании современного доильного оборудования на базе одного предприятия в настоящее время своевременно и актуально.

Роботизированное (в англоязычных работах – автоматизированное) доение представляет собой вполне приемлемую альтернативу ручному и механическому доению и дает возможность получать продукцию при резком сокращении затрат ручного труда в условиях сокращения населения в сельской местности. С другой стороны, роботизация, к сожалению, может объективно способствовать этому сокращению. Однако автоматизация доения привлекает в том числе и тем, что способствует росту молочной продуктивности (как минимум за счет повышения кратности доения), снижает заболеваемость коров маститами вследствие лучшей подготовки коров к доению, эффективной дезинфекции доиль-

ных стаканов и дифференцированному их снятию с сосков по мере выдаивания той или иной четверти вымени [6–11]. Далее обилие информации, фиксируемой компьютером робота, касаясь различных аспектов количества и качества молока, различных аспектов доения и здоровья вымени способствует лучшему пониманию механизмов регуляции молокообразования и молокоотдачи, факторов, влияющих на здоровье вымени, и др. [6, 10–13].

К другим достоинствам роботизированного доения можно отнести раздачу концентратов во время доения, что способствует росту удоев, а также непрерывный контроль здоровья вымени по электрической проводимости, температуре молока или численности соматических клеток [4, 6–16].

**Результаты исследований**

Предлагаемой работой мы продолжаем цикл статей по результатам поведенческих, физиологических и продуктивных реакций коров при роботизированном доении в условиях реального производства. Теоретической предпосылкой для проведения данной работы послужили данные о влиянии температуры воздуха, времени суток и факторов кормления и доения на суточную динамику секреции молока.

Исследования проведены на коровах голштинской породы, завезенных из Германии, принадлежащих ООО «Калужская Нива» Ферзиковского района Калужской области, продуктивностью около 8500 кг за лактацию. Роботы фирмы GEA FARM TECHNOLOGIES (производство – Германия) имели нагрузку около 70 коров на аппарат. Коровы находились на беспривязном содержании, имели круглосуточный доступ к полнорационным кормосмесям, которые начинали раздавать в 21 час. Во время доения получали концентраты из расчета 200 г на 1 л молока.

Таблица 1

**Данные по молокообразованию и доению в различное время суток**

Table 1

**Data on milk formation and milking at different times of the day**

Время суток, час. <i>Time of day, hours</i>	Всего доений <i>Total milking</i>	Число доений здоровых коров <i>The number of milking healthy cows</i>	Доений при субклиническом мастите <i>Milking with subclinical mastitis</i>	Разовый удой при субклиническом мастите, л <i>Single yield when subclinical mastitis, l</i>	Разовый удой здоровых коров, л <i>Single yield of healthy cows, l</i>	Период от предыдущего доения, час. <i>Period from previous milking, hours</i>
0–4	394 ± 2,9	354 ± 1,73	40 ± 1,22	4,19 ± 0,49	7,36 ± 0,20	8,06 ± 0,22
4–8	458 ± 2,9	419 ± 3,76	39 ± 1,53	4,08 ± 0,50	7,64 ± 0,09	8,34 ± 0,18
8–12	471 ± 9,1	418 ± 11,6	53 ± 2,42	5,27 ± 0,72	7,73 ± 0,08	8,99 ± 0,08
12–16	450 ± 6,4	408 ± 4,81	42 ± 1,73	4,63 ± 0,25	7,69 ± 0,12	8,82 ± 0,33
16–20	383 ± 4,7	356 ± 5,21	27 ± 2,31	5,32 ± 1,56	7,98 ± 0,12	8,51 ± 0,28
20–24	434 ± 3,2	410 ± 11,5	24 ± 2,52	4,45 ± 0,19	8,25 ± 0,17	8,80 ± 0,35
Всего <i>Total</i>	2590	2365	225	3,82	7,78	8,60

Для удобства оценки влияния времени суток на изучаемые показатели сутки разделили на шесть четырехчасовых периодов: с 0 до 4 часов, с 4 до 8, с 8 до 12, с 12 до 16, с 16 до 20 и с 20 до 24. При этом роботу были заданы ограничения по доению: не более 7 л за одно доение или не более трех доений одной коровы за сутки. При статистической обработке данных учитывали число подоенных за каждый интервал времени суток животных, в т. ч. здоровых (без признаков субклинического мастита), величину разового удоя, число дней после отела, промежутков времени между двумя последними доениями, возраст коров в отелах. Данные получали в течение трех чередующихся суток. Из статистической обработки исключали больных коров, а данные, полученные на коровах с субклиническими маститами (при электрической проводимости молока более 80 условных MQC-единиц), обрабатывали отдельно (табл. 1).

Как видно из приведенных данных, частота доения практически равномерно была распределена по периодам суток: количество доений между периодами различалось не более чем на 20 %, и достоверными различия были только между периодами 0–4 часа и 4–8 часов ( $P < 0,05$ ). Возможно, некоторое снижение частоты доений в период от 0 до 4 часов обусловлено более интенсивным потреблением свежих кормосмесей, которые начинали раздавать в 21 час. Самый низкий средний удой также наблюдался в период с 0 до 4 часов, что, возможно (хотя бы отчасти), было обусловлено относительно коротким периодом от предшествующего доения. Судя по данным, приведенным в табл. 1, трудно судить о взаимосвязи между длительностью периодов между доениями и величиной разового удоя, однако корреляционная связь между этими параметрами имеет высокую степень достоверности, особенно

при высоких удоях: коэффициент корреляции составил 0,429 ( $n = 21$ ,  $P < 0,1$ ); 0,337 ( $n = 85$ ,  $P < 0,01$ ); 0,196 ( $n = 411$ ,  $P < 0,05$ ) соответственно при разовых удоях  $\geq 18,1$  л, 14,1–18,0 л, 10,1–14,0 л; тем не менее при разовых удоях 6,1–10 л эта связь была очень слабой ( $r = 0,017$ ), а при удоях  $\leq 6$  л она оказалась отрицательной ( $r = -0,339$ ,  $n = 1004$ ,  $P < 0,01$ ), что вполне объяснимо, поскольку коровы при таких удоях уже вплотную приблизились к сухостойному периоду.

В связи с этим вызывали интерес изменения анализируемых параметров по стадиям лактации (по мере удаления от дня отела), данные о которых представлены в таблице 2.

Как видно из приведенных данных, максимальный разовый удой имел место во второй месяц лактации, что, в общем, соответствует литературным данным [2, 3]. Затем следуют третий месяц и первый. Сравнительно низкие удои в первый месяц лактации можно объяснить низким потреблением кормов, обычно наблюдаемым в первые недели лактации [1]. Однако если скорость молокообразования в первый месяц лактации была ниже, чем во второй, на 22,5 %, то разовый удой был ниже всего на 16,0 %.

Характерно, что даже при сильном снижении секреторной активности молочной железы в последние стадии лактации (301–350 дней после отела) величина разовых удоев осталась такой же, как и в самом разгаре лактации (третий и четвертый месяцы).

В настоящее время на роботизированных установках происходит автоматическое определение маститного молока, для чего в тесте на мастит используется такой показатель молока, как электропроводимость. В нашем случае значение показателя электропроводимости молока, полученного из всех четвертей вымени, равнялось 69 мА.

Таблица 2  
Показатели молокообразования и доения по стадиям лактации коров  
Table 2  
Indicators of milk formation and milking by stages of lactation of cows

Стадия лактации, дней <i>Stage of lactation, days</i>	Средний день лактации <i>Average lactation day</i>	Общее число доений за 72 часа <i>Total number of milkings in 72 hours</i>	Средний разовый удой, л <i>Average single yield, l</i>	Средний промежуток между доениями, час <i>The average interval between doses, hours</i>	Число доений в сутки на корову <i>Number of milkings per day per cow</i>	Скорость молокообразования, л/час <i>Milk formation rate, l/hour</i>
0–30	14,6	565	7,42	7,95	3,02	0,93
31–60	43,4	548	8,72	7,28	3,30	1,20
61–100	84,7	149	7,65	7,09	3,38	1,08
101–200	146,3	962	7,63	8,60	2,79	0,89
201–300	245,2	554	7,19	9,28	2,59	0,77
301–350	315,3	73	7,47	11,95	2,01	0,62

Выявлено, что после внедрения на ферме ООО «Калужская Нива» роботизированной установки доения крупного рогатого скота произошло уменьшение заболеваемости животных маститом примерно в три раза.

Проведенные наблюдения за одной коровой на протяжении одного месяца свидетельствуют, что удой молока в среднем за сутки колебался от 20,3 до 25,9 кг, животное доилось от 2 до 4 раз в сутки. Два раза в сутки корова доилась 2 суток, три раза – 24 сутки и четыре раза – 4 суток. Данное животное заходило на робот, за исключением процесса доения, еще от 1 до 9 раз. Количество доений за сутки колебалось в среднем от 2,7 до 3,4 раза, фактов отказа от доения зафиксировано от 0,4 до 2,9 раз, случаев сбоя в процессе доения не зарегистрировано.

Индивидуальные наблюдения за коровой, находящейся в первой фазе лактации, во время которой рекомендуется доение 4 раза в сутки (дойки осуществляются через каждые 6 часов), показали, что фактически животное доилось в сутки в среднем 2 раза с интервалами между последовательными дойками, составлявшими от 8 до 12 часов и более. Передние доли молочной железы выдаивались примерно от 2 до 4 минут, а задние доли – от 4 до 6 минут. Роботизированная установка уменьшает неравномерность развития четвертей молочной железы и предохраняет ее от мастита.

Наиболее продолжительный период отсутствия молока зарегистрирован у задних четвертей молочной железы. У левой задней четверти вымени он составил до 55 с., в правой задней он составил до 45 с. Быстрее всего выдаивались передние четверти молочной железы. Более высокие значения показателей электропроводимости молока отмечены у задних четвертей вымени.

Таким образом, использование роботизированных установок при доении крупного рогатого скота постепенно увеличивается. Универсальность исследуемой технологии доения способствует ее успешному применению как в крестьянских (фермерских) хозяйствах, так и в промышленных товарных хозяйствах.

Полученный за три года опыт применения роботизированных установок свидетельствует, что они

соответствуют зоотехническим и техническим требованиям. Например, наш производственный опыт показал, что:

- животные на протяжении месяца адаптируются к круглосуточному доению;
- снижается необходимость селекции крупного рогатого скота по пригодности к машинному доению, так как роботы индивидуально завершают доение четвертей, тем самым устраняет «холостое» доение, приводящее к маститам;
- роботизированная установка может успешно подготовить молочную железу для доения, в частности, она стимулирует у животного молокоотдачу, повышает раздой животных в начале лактации и постепенно подводит к запуску в конце лактации;
- роботизированная установка может применяться для доения старых коров;
- можно регулировать интервалы между последующими доениями индивидуально для каждого животного;
- на одно место доения должно быть не более 60 животных для полноценного использования возможностей крупного рогатого скота;
- роботизированная установка благоприятствует высокой продуктивности коров и получению молока высокого качества;
- в результате уменьшения ручного труда в процессе подготовки к доению и непосредственно при доении животных у специалистов хозяйства остается больше времени на выполнение других видов работ.

#### **Выводы. Рекомендации**

1. При роботизированном доении частота доений по периодам суток изменяется сравнительно слабо и опускается до минимума лишь во вторую половину ночи, что в нашем случае, возможно, связано со сравнительно поздней раздачей кормосмесей.
2. Величина разовых удоев, кроме задаваемых ограничений по величине удоев, регулируется частотой эффективных посещений робота (т. е. кратностью доения в течение суток).
3. Изменения суточных удоев по стадиям лактации происходят при практически неизменных разовых удоях за счет увеличения промежутков времени между доениями.

#### **Литература**

1. Доильные аппараты и оборудование для коров: виды и отзывы – 2018 // Zoohoz.ru – животноводство (хозяйство) своими руками. URL: <http://zoohoz.ru/korovi-i-biki/doilnyie-apparatyi-9700/#ixzz4y8rcoSKW>.
2. Доильная установка УДА-16А «Елочка» // Doilnye-apparaty.ru. URL: <http://doilnye-apparaty.ru/articles/doilnaya-ustanovka-uda16-a-elochka.html>.
3. Доильные установки типа «Елочка» помогут облегчить ручной труд // Спецтехника для Вашего бизнеса. URL: <http://allspectech.com/selhoztehnika/dlya-zhivotnovodchestva/doilnye-mashiny/elochka.html>.
4. Долбаненко В. М., Ковальчук А. Н. Машины и оборудование в животноводстве: учебное пособие для студентов по направлению «Агроинженерия». Красноярск: КрасГАУ, 2017. 185 с.

5. Иванов Ю. Г., Лапкин А. Г. Сравнительная оценка энерго-, трудо- и эксплуатационных затрат при переводе коров с доения в молокопровод на робот LelyAstronaut // Вестник ВНИИМЖ. 2013. № 3. С. 188–191.
6. Овчаренко Э. В., Решетов В. Б. Физиологические факторы, участвующие в регуляции потребления корма молочными коровами // Молочное и мясное скотоводство, 2015. № 8. С. 35–37.
7. Федосеева Н. А., Санова З. С., Мазуров В. Н. Доение коров с использованием роботизированных установок в условиях Калужской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2016. № 1. С. 56–60.
8. Федосеева Н. А., Санова З. С., Иванова Н. И., Мышкина М. С. Порода как гарант эффективного молочного производства в скотоводстве Калужской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2016. № 2. С. 70–76.
9. Федосеева Н. А., Санова З. С., Ананьева Е. В. Некоторые рекомендации доения коров на роботизированных доильных установках // Инновации и инвестиции. 2016. № 12. С. 192–194.
10. Федосеева Н. А., Санова З. С., Ананьева Е. В. Ретроспектива производства молока и автоматизации доения коров в условиях Калужской области // Инновации и инвестиции. 2017. № 2. С. 215–218.
11. Федосеева Н. А., Санова З. С., Ананьева Е. В. Роботизация – залог успешного развития молочного скотоводства Калужской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2018. № 2. С. 154–159.
12. Федосеева Н. А., Санова З. С., Ананьева Е. В. Экономическая оценка различных технологий доения коров в хозяйствах Калужской области // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2017. № 24 (29). С. 21–28.
13. Федосеева Н. А., Мазуров В. Н., Санова З. С. Основные мероприятия селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве // Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса региона в современных условиях: сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 295–299.
14. Роботизированная система доения // Сельскохозяйственные вести. 2016. № 8. URL: <http://www.lely.com/ru>.
15. Роботизированная система LelyAstronaut // Сельскохозяйственные вести. 2016. № 3.
16. Науменко О. А., Бойко И. Г. Роботизация процессов доения коров – путь к ресурсосбережению // Труды Харьковского национального технического университета сельского хозяйства им. Петра Василенко. 2017. № 8. С. 210–216.

#### References

1. Milking machines and equipment for cows: views and reviews – 2018 // Zoohoz.ru – animal husbandry (farm) with their own hands. URL: <http://zoohoz.ru/korovi-i-biki/doilnyie-apparatyi-9700/#ixzz4y8rcoSKW>.
2. Milking machine UDA-16A “Yolochka” // Doilnye-apparaty.ru. URL: <http://doilnye-apparaty.ru/articles/doilnaya-ustanovka-uda16-a-elochka.html>.
3. Milking machines of the “Yolochka” type will help to ease the manual work // Special equipment for your business. URL: <http://allspectech.com/selhoztehnika/dlya-zhivotnovodchestva/doilnye-mashiny/elochka.html>.
4. Dolbanenko V. M., Kovalchuk A. N. Machinery and equipment in animal husbandry: a training manual for students in the direction of “Agroengineering”. Krasnoyarsk: KrasSAU, 2017. 185 p.
5. Ivanov Yu. G., Lapkin A. G. Comparative assessment of energy, labor and operating costs when converting cows from milking to the milk conduit to the LelyAstronaut robot // Bulletin of All-Russian Research Institute of Animal Life Mechanization. 2013. No. 3. Pp. 188–191.
6. Ovcharenko E. V., Reshetov V. B. Physiological factors involved in the regulation of feed consumption by dairy cows // Dairy and Beef Cattle Breeding, 2015. No. 8. Pp. 35–37.
7. Fedoseeva N. A., Sanova Z. S., Mazurov V. N. Milking cows with the use of robots in the conditions of the Kaluga region // Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University. 2016. No. 1. Pp. 56–60.
8. Fedoseeva N. A., Sanova Z. S., Ivanova N. I., Myshkina M. S. Breed as a guarantor of effective dairy production in cattle breeding of the Kaluga region // Bulletin of Michurinsky State Agrarian University. 2016. No. 2. Pp. 70–76.
9. Fedoseeva N. A., Sanova Z. S., Ananyeva E. V. Some recommendations for milking cows on robotic milking machines // Innovations and investments. 2016. No. 12. Pp. 192–194.
10. Fedoseeva N. A., Sanova Z. S., Ananyeva E. V. Retrospective of milk production and automation of milking cows in the conditions of the Kaluga region // Innovations and investments. 2017. No. 2. Pp. 215–218.
11. Fedoseeva N. A., Sanova Z. S., Ananyeva E. V. Robotization is the key to successful development of dairy cattle breeding in the Kaluga region // Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University. 2018. No. 2. Pp. 154–159.

12. Fedoseeva N. A., Sanova Z. S., Ananyeva E. V. Economic evaluation of various milking technologies for cows in the farms of the Kaluga region // Bulletin of the Russian State Agrarian Correspondence University. 2017. No. 24 (29). Pp. 21–28.
13. Fedoseeva N. A., Mazurov V. N., Sanova Z. S. Main activities of breeding and breeding work in dairy cattle breeding // Actual problems of the development of the agro-industrial complex of the region in modern conditions: a collection of scientific papers based on scientific conference materials international participation. 2016. Pp. 295–299.
14. Robotic milking system // Agricultural news. 2016. № 8. URL: <http://www.lely.com/ru>.
15. LelyAstronaut Robotic System // Agricultural News. 2016. № 3.
16. Naumenko O. A., Boyko I. G. Robotization of the processes of milking cows is the path to resource saving // Proceedings of the Kharkiv National Technical University of Agriculture. Petr Vasilenko. 2017. No. 8. Pp. 210–216.