

Среднесуточный удой молока 3,6%-й жирности от одной коровы за период опыта, потреблявшей комплексный препарат наночастиц в количестве 1% от вводимых микроэлементов с премиксом, составил 22,7 кг, или на 4,1% больше контрольного показателя. Среднесуточный удой молока 3,6%-й жирности в III опытной группе коров, потреблявшей комплексный препарат наночастиц в количестве 2% от вводимых микроэлементов с премиксом, составил 23,2 кг, или на 6,4% больше контрольных животных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks / A. Mishra [et al.] // Indian Journal of Animal Nutrition. – 2014. – Vol. 31, Issue-4. – P. 384-388.
2. Effect of nano-zinc oxide on the production and dressing performance of broiler / T. Lina [et al.] // Chinese Agricultural Science Bulletin. – 2009. – Issues 2. – P. 003.
3. Rajendran, D. Application of Nano Minerals in Animal Production System / D. Rajendran // Research Journal of Biotechnology. – 2013. – Vol. 8 (3). – P. 1-3.
4. Rajendran, D. Enhancing the milk production and immunity in Holstein Friesian crossbred cow by supplementing novel nano zinc oxide / D. Rajendran [et al.] // Research Journal of Biotechnology. – 2013. – Vol. 8, Issue 5. – P. 11-17.
5. Use of nanoparticles as feed additives to improve digestion and absorption in livestock / J. B. Surej [et al.] // Livestock Research International. – 2014. – Vol. 2, Issue 3. – P. 36-47.
6. Pankaj, K. S. Use of Nano Feed Additives in Livestock Feeding / K. S. Pankaj // International Journal of Livestock Research. – Vol. 6 (1). – P. 1-14.

УДК 636.2.034:[637.112+637.115]

### СПОСОБ ДОЕНИЯ КОРОВЫ

**К. В. Король, Д. А. Григорьев**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail:

ggau@ggau.by)

**Ключевые слова:** доение, скорость молокоотдачи, машинная стимуляция, динамическая пульсация, длительность тактов.

**Аннотация.** В статье описан авторский запатентованный способ доения коровы, при котором перед доением определяют скорости молокоотдачи  $Y_1$ ,  $Y_2$  и  $Y_3$  по уравнениям, полученным путем аппроксимации логарифмической функцией зависимостей соответственно разности между максимальной и средней скоростью молокоотдачи, средней скорости молокоотдачи и максимальной скорости молокоотдачи от среднесуточного удоя коров стада, при осуществлении машинного доения, если через 30 с после начала доения скорость молокоотдачи менее значения  $Y_1$ , осуществляют машинную стимуляцию путем увеличения частоты пульсаций на протяжении 30 с, затем при возрастании скорости молокоотдачи от значения  $Y_2$  до значения  $Y_3$  увеличи-

вают длительность такта сосания, а при уменьшении скорости молокоотдачи от значения  $Y_3$  до значения  $Y_2$  уменьшают длительность такта сосания в пределах значений от 600 мс до 1070 мс, доение прекращают, когда скорость молокоотдачи снижается до значения  $Y_4$ , равного  $0,25 Y_1$ .

## METHOD MILKING COWS

**K. V. Karol, D. A. Hryhoryeu**

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail:

ggau@ggau.by)

**Key words:** milking, speed of milk yield, machine stimulation, dynamic pulsation, duration of cycles.

**Summary.** The article describes the author's patented method of milking a cow, in which, before milking, milk yield rates  $Y_1$ ,  $Y_2$  and  $Y_3$  are determined according to the equations obtained by approximating with a logarithmic function of dependencies, respectively, between the maximum and average milk yield, average milk yield and maximum milk yield rate from the average daily milk yield herds, in the implementation of machine milking, if 30 s after the start of milking the milk yield rate is less than the  $Y_1$  value, machine stimulation is performed by increasing the frequency of pulsations for 30 s, then with an increase in the milk flow rate from  $Y_2$  to  $Y_3$ , the suction stroke increases, and as the milk flow decreases from  $Y_3$  to  $Y_2$ , the suction stroke decreases in values from 600 ms to 1070 ms, the milking is stopped when the milk flow rate drops to a  $Y_4$  value of  $0.25 Y_1$ .

(Поступила в редакцию 03.06.2019 г.)

**Введение.** Известен способ доения, при котором вакуумметрическое давление под соском вымени регулируют в течение всего процесса молокоотдачи в интервале 28-52 кПа прямо пропорционально упругости соска [1]. Недостатками данного способа является то, что он не предполагает возможности изменения длительности и соотношения тактов. Кроме того, упругость соска не всегда соответствует необходимой интенсивности доения, а увеличение уровня вакуума может привести к сокращению важных для физиологического доения переходных фаз работы доильного стакана, что вызывает негативную реакцию животных во время доения. Также известен способ доения, предполагающий изменение величины вакуумметрического давления и соотношения тактов в доильном стакане в зависимости от интенсивности молокоотдачи [2]. Недостатком данного способа является отсутствие возможности дифференцированного подхода к началу доения коров с различными физиологическими особенностями, что может привести к задержке выдаивания цистернальной фракции у коров с быстрым при-

пуском и негативно отразиться на всем процессе. Способ доения включает подготовку животных, надевание доильных стаканов на соски, выдаивание молока, поддержание неизменной длительности рабочего цикла и прекращение доения при снижении молокоотдачи до минимально допустимой величины. При этом время перехода от такта сосания к такту сжатия увеличено за счет уменьшения длительности такта сжатия [3]. Недостатком данного способа является отсутствие возможности изменения соотношения тактов в процессе доения в зависимости от скорости молокоотдачи, что может привести к чрезмерному воздействию вакуума на ткани вымени в начале и конце доения при низкой скорости молокоотдачи. Общим недостатком всех перечисленных способов является отсутствие алгоритма выбора значений параметров машинной стимуляции, основного доения и окончания доения, а также сложность реализации данных способов на существующем автоматизированном доильном оборудовании [4].

Известен также способ доения, который включает подготовку животных, надевание доильных стаканов на соски, выдаивание молока, бесступенчатое увеличение частоты пульсаций в зависимости от молокоотдачи при неизменной длительности рабочего такта и прекращение доения при снижении молокоотдачи до минимально допустимой величины [5]. Недостатком данного способа является отсутствие физиологичной машинной стимуляции рефлекса молокоотдачи, а также то, что бесступенчатое изменение частоты пульсаций в зависимости от потока молока происходит на протяжении всего доения, что может привести к не физиологичному выдаиванию цистернальной фракции молока в начале доения, а также медленному повышению интенсивности и увеличению времени основного доения. Кроме того, чрезмерное сокращение такта сжатия при высоком потоке молока может привести к травмированию тканей вымени и негативной реакции животных. Низкая эффективность применения данного способа обусловлена сложностью его реализации на существующем автоматизированном оборудовании, а также отсутствием алгоритма выбора значений параметров машинной стимуляции, основного доения и прекращения доения [6].

**Цель работы** – разработка алгоритма выбора дифференцированных динамических параметров пульсации сосковой резины для повышения эффективности и улучшения физиологического процесса доения.

**Материалы и методика исследований.** В ходе исследования проведены наблюдения за процессами, анализ компьютерной базы комплексов и хозяйственной отчетности. Данные были получены путем формирования отчетов с соответствующими показателями с помощью

программы менеджмента стада. Полученные показатели продуктивности, средней и максимальной скорости молокоотдачи были статистически обработаны и использованы для построения зависимостей, которые аппроксимированы при помощи табличного процессора [7].

Произведен патентный поиск, определены аналоги и прототип. После формулировки изобретения проведены научно-хозяйственные опыты по изучению влияния способа доения на функциональные свойства вымени и молочную продуктивность коров [8].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Поставленная цель достигается за счет того, что способ доения [9] осуществляется следующим образом. После проведения подготовительных операций аппарат подключается к вымени. По прошествии 30 с после начала доения принимается решение о включении (не включении) машинной стимуляции, которая реализуется путем увеличения частоты пульсаций на 30 с. Стимуляция включается в случае недостижения заданного значения скорости молокоотдачи ( $Y_1$ ). После окончания стимуляции доение переходит в основной режим. В случае достижения скорости молокоотдачи значения ( $Y_1$ ), в течение 30 с после начала доения, стимуляция не включается и доение продолжается в основном режиме. Временные интервалы и пороговое значение включения стимуляции задаются путем их изменения через программу управления оборудованием. Значение параметра ( $Y_1$ ) определяется в соответствии со значением среднесуточного удоя по уравнению, полученному путем аппроксимации логарифмической функцией эмпирической зависимости разницы между максимальной и средней скоростью молокоотдачи от среднесуточного удоя коров стада:

$$Y_1 = a_1 \cdot \ln(x) + \beta_1, \quad (1)$$

где  $Y_1$  – численное значение скорости молокоотдачи, при не достижении которого включается стимуляция, кг/мин;

$a_1$  и  $\beta_1$  – коэффициенты аппроксимирующей функции;

$x$  – численное значение среднесуточного удоя на корову стада, кг.

Во время основного режима машинного доения в заданном интервале значений скорости молокоотдачи, границы которого определяются нижним ( $Y_2$ ) и верхним ( $Y_3$ ) значениями, происходит изменение длительности и соотношения тактов. При этом увеличение скорости молокоотдачи от нижнего ( $Y_2$ ) до верхнего ( $Y_3$ ) значений обуславливает изменение длительности такта сосания от 600 до 1070 миллисекунд, а уменьшение скорости молокоотдачи от верхнего ( $Y_3$ ) до нижнего ( $Y_2$ ) значений обуславливает изменение длительности такта сосания от 1070 до 600 миллисекунд. Нижнее значение ( $Y_2$ ) скорости молокоотдачи определяется в соответствии со значением среднесуточного удоя по

уравнению, полученному путем аппроксимации логарифмической функцией эмпирической зависимости средней скорости молокоотдачи от среднесуточного удоя коров стада:

$$Y_2 = \alpha_2 \cdot \ln(x) \pm \beta_2, \quad (2)$$

где  $Y_2$  – численное значение скорости молокоотдачи, при котором начинают изменяться длительность и соотношение тактов, кг/мин;

$\alpha_2$  и  $\beta_2$  – коэффициенты аппроксимирующей функции;

$x$  – численное значение среднесуточного удоя на корову стада, кг.

Верхнее значение ( $Y_3$ ) скорости молокоотдачи определяется в соответствии со значением среднесуточного удоя по уравнению, полученному путем аппроксимации логарифмической функцией эмпирической зависимости максимальной скорости молокоотдачи от среднесуточного удоя коров стада:

$$Y_3 = \alpha_3 \cdot \ln(x) \pm \beta_3, \quad (3)$$

где  $Y_3$  – численное значение порога скорости молокоотдачи, при котором заканчивается изменение длительности и соотношения тактов и начинается обратное их изменение, кг/мин;

$\alpha_3$  и  $\beta_3$  – коэффициенты аппроксимирующей функции;

$x$  – численное значение среднесуточного удоя на корову стада, кг.

Доение прекращается, когда скорость молокоотдачи снижается до значения ( $Y_4$ ), равного  $0,25 \cdot Y_1$ .

$$Y_4 = 0,25 \cdot Y_1, \quad (4)$$

где  $Y_4$  – численное значение порога скорости молокоотдачи, при котором происходит остановка доения и отключение аппарата, кг/мин.

Эмпирические зависимости средней и максимальной скорости молокоотдачи, а также разницы между ними от среднесуточного удоя получаются путем измерения указанных величин для коров стада, доение которых осуществляется данным способом [10].

Процесс доения осуществляется двухкамерным доильным стаканом, работающим по принципу двух тактов и имитирующим сосание теленком матери [11]. После выдаивания цистернальной фракции у тугодойных коров скорость молокоотдачи резко снижается, и до возобновления интенсивного выделения молока вымя подвергается негативному воздействию вакуума. У коров с высокой скоростью молокоотдачи, напротив, интенсивность потока молока сразу после выдаивания цистернальной фракции резко увеличивается, при этом доильный аппарат в обоих случаях оказывает негативное воздействие на вымя [12].

Разработанный способ может быть реализован на современном оборудовании, обеспечивающем возможность дифференцированного использования машинной стимуляции, которая не включается в случае

достижения установленного порога скорости молокоотдачи в заданный период времени, если же порог не достигнут, то стимуляция реализуется путем увеличения частоты пульсаций, что позволяет повысить скорость доения животных и полноту выдаивания и, как следствие, увеличить удой. Процесс машинного доения начинается в основном режиме при заданном соотношении и длительности тактов [13].

При неизменной длительности такта сжатия в середине доения интенсивный поток приводит к возврату молока из подсосковой камеры через сфинктер в цистерну соска при сжатии резины, что обуславливает раздражение вымени, приводит к замедлению физиологически обусловленной скорости доения, а также увеличивает риск обсеменения болезнетворной микрофлорой внутренних поверхностей соска и вымени [14]. Когда поток молока наиболее интенсивный, необходимо ускорить доение. Увеличение длительности такта сосания повышает интенсивность доения, в то же время при низком потоке молока длительное воздействие вакуума может быть вредным для тканей вымени. В начале и конце доения необходимо уменьшить длительность такта сосания до общепринятого значения [15]. Способ может быть реализован на современном оборудовании, в котором предусмотрена динамическая пульсация в зависимости от потока молока, обеспечивающая увеличение длительности такта сосания при повышении скорости молокоотдачи и обратное его уменьшение при снижении потока молока. При этом длительность такта сжатия остается неизменной [16].

Разработанный способ содержит представленный в виде математических зависимостей алгоритм выбора значений скорости молокоотдачи, соответствующих включению машинной стимуляции, динамически изменяемых параметров пульсации, а также прекращения доения путем отключения аппарата [10]. Значения включения стимуляции, начала и остановки динамического изменения длительности такта сосания [13], а также прекращения доения могут быть изменены через программу управления оборудованием [17].

Определенные на основе продуктивности и молокоотдачи коров с помощью описанного алгоритма численные значения параметров исключают влияние особей с нестандартными показателями продуктивности и молокоотдачи. При этом учитываются особенности молокоотдачи коров стада, а не текущая ситуация на ферме, что позволяет легко корректировать значения [18]. Полученный алгоритм выбора параметров процесса доения апробирован в производственных условиях. Заявляемый способ доения реализован с использованием возможностей автоматизированной системы доильных установок на фермах, где проводились исследования [19, 20].

**Заключение.** Разработанный способ доения коровы заключается в том, что перед доением определяют скорость молокоотдачи  $Y_1$  по уравнению, полученному путем аппроксимации логарифмической функцией зависимости разности между максимальной и средней скоростью молокоотдачи от среднесуточного удоя коров стада; скорость молокоотдачи  $Y_2$  по уравнению, полученному путем аппроксимации логарифмической функцией зависимости средней скорости молокоотдачи от среднесуточного удоя коров стада; скорость молокоотдачи  $Y_3$  по уравнению, полученному путем аппроксимации логарифмической функцией зависимости максимальной скорости молокоотдачи от среднесуточного удоя коров стада. При осуществлении машинного доения регистрируют скорость молокоотдачи и, если через 30 с после начала доения она менее значения  $Y_1$ , осуществляют машинную стимуляцию путем увеличения частоты пульсаций на протяжении 30 с, после чего доение продолжают в основном режиме, затем при возрастании скорости молокоотдачи от значения  $Y_2$  до значения  $Y_3$  увеличивают длительность такта сосания от 600 мс до 1070 мс, после чего при уменьшении скорости молокоотдачи от значения  $Y_3$  до значения  $Y_2$  уменьшают длительность такта сосания от 1070 мс до 600 мс и доение прекращают, когда скорость молокоотдачи снижается до значения  $Y_4$ , равного  $0,25 Y_1$  [9].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Способ машинного доения: пат. № 2157619 РФ: МПК А 01 J 5/04 / С. А. Соловьев, Е. М. Асманкин, А. М. Асманкин, В. Ю. Соколов, А. А. Черкасов, А. С. Подурьев, Ю. А. Обухов, Н. А. Маловский; дата публ.: 20.10.2000. БИ. № 29.
2. Способ доения животных доильным аппаратом: а. с. № 1135467 СССР: МПК А 01 J 5/04 / Л. А. Киряцев; дата публ.: 23.01.1985 БИ. № 3.
3. Способ доения животных: пат. № 2236782 РФ : МПК А 01О 5/04 / Л. П. Карташов, З. В. Макаровская, Е. С. Башкатов, Р. С. Кусапак, А. П. Фризен; дата публ.: 27.09.2004 БИ. № 27.
4. Григорьев, Д. А. Технология машинного доения коров на основе конвергентных принципов управления автоматизированными процессами: монография / Д. А. Григорьев, К. В. Король. – Гродно: ГГАУ, 2017. – 216 с.
5. Способ доения животных: а. с. № 1091885 СССР: МПК А 01 J 5/04 / Н. В. Нюшков, Н. А. Трусов, К. С. Шаповалов, М. Л. Пейнович, Л. З. Филин, А. А. Ащеулов; дата публ.: 15.05.1984. БИ. № 18.
6. Григорьев, Д. А. Машинное доение – «гравитационный» центр технологии производства молока / Д. А. Григорьев, К. В. Король // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 8 (160). – С 16-23.
7. Григорьев, Д. А. Разработка алгоритма выбора параметров машинного доения коров / Д. А. Григорьев, К. В. Король // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: матер. Междунар. научно-практической конференции (Воронеж, 25 декабря 2015 г.) / ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ». – Воронеж, 2015. – Ч. 2 – С. 68-74.
8. Способ доения: заявка № а 20150234 Респ. Беларусь: МПК А01J 5/007 <sup>(2006.01)</sup> / К. В. Король, Д. А. Григорьев, П. Ф. Богданович; дата публ.: 27.04.2015.

9. Способ доения коровы: пат. 22301 Республика Беларусь: МПК А 01J 5/007<sup>(2006.01)</sup> / К. В. Король, Д. А. Григорьев, П. Ф. Богданович; дата публ.: 30.12.2018. БИ. № 6.
10. Король, К. В. Способ доения / К. В. Король, Д. А. Григорьев // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международ. научно-практической конференции, (Минск, 21-23 ноября 2018 года). – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 513-516.
11. Король, К. В. Инновационные принципы работы доильного оборудования / К. В. Король, Д. А. Григорьев // Передовые технологии и техническое обеспечение сельскохозяйственного производства: матер. Междунар. научно-практической конференции, (Минск, 30-31 марта 2017 года). – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 157-159.
12. Григорьев, Д. А. Влияние порога включения машинной стимуляции на молочную продуктивность коров / Д. А. Григорьев, К. В. Король // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сборник научных трудов / ГГАУ. – Гродно, 2015. – Т. 31: Зоотехния. – С. 17-23.
13. Король, К. В. «Умное» доильное оборудование / К. В. Король, Д. А. Григорьев // «Цифровизация агропромышленного комплекса»: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, (Тамбов, 10-12 октября 2018 года). – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ГГТУ», 2018. – Т. 2. – С. 60-62.
14. Король, К. В. Молочная продуктивность коров при различных параметрах динамического изменения длительности такта сосания / К. В. Король // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / ГГАУ. – Гродно, 2016. – Т. 35: Зоотехния. – С. 72-78.
15. Король, К. В. Динамическое изменение такта сосания как фактор повышения эффективности доения / К. В. Король, Д. А. Григорьев // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: матер. Междунар. научно-практической конференции (Воронеж, 10 января 2017 года) / ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2017. – Ч. 1. – С. 180-185.
16. Король, К. В. Молочная продуктивность и молокоотдача коров при использовании дифференцированных динамических параметров доения / К. В. Король, Д. А. Григорьев // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / ГГАУ. – Гродно, 2018. – Т. 41: Зоотехния. – С. 107-113.
17. Шахова, О. Н. Доить до конца или пусть живет / О. Н. Шахова, Д. А. Григорьев, К. В. Король // Наше сельское хозяйство. – 2019. – № 10 (210). – С. 66-70.
18. Григорьев, Д. А. Скорость молокоотдачи как важнейший показатель пригодности коров к машинному доению / Д. А. Григорьев, К. В. Король // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / ГГАУ. – Гродно, 2015. – Т. 31: Зоотехния. – С. 17-23.
19. Король, К. В. Молочная продуктивность коров при дифференцированной динамической пульсации в процессе доения / К. В. Король, Д. А. Григорьев // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / ГГАУ. – Гродно, 2017. – Т. 37: Зоотехния. – С. 113-119.
20. Король, К. В. Морфофункциональные свойства вымени при дифференцированной динамической пульсации в процессе доения / К. В. Король, Д. А. Григорьев // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / ГГАУ. – Гродно, 2017. – Т. 37: Зоотехния. – С. 106-112.