УДК 637.115:637.116.2
https://doi.org/10.56619/2078-7138-2026-177-5-2-8

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДОЕНИЕМ КАК ФАКТОР ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Д.А. Григорьев,
зав. каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

К.В. Король,
ст. преподаватель каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ

О.Н. Шахова,
гл. зоотехник управления по сельскому хозяйству ОАО «Агрокомбинат Дзержинский», магистрант агромеханического факультета БГАТУ

В статье обоснована возможность увеличения производительности роторной доильной установки GEA AutoRotor Magnum 40 с 200 до 240 коров/ч (на 20 %) за счет сокращения полного времени нахождения аппарата на вымени с 8 до 6 мин и продолжительности оборота платформы с 12 до 10 мин. В производственных условиях изучено влияние ограничения времени машинного доения на молочную продуктивность и молокоотдачу тугодойных коров. После первого дня наблюдений общую продолжительность доения ограничили 360 с, включая 60 с автоматической стимуляции; порог отключения доильного аппарата составлял 500 мл/мин. За семь дней наблюдений среднесуточный удой увеличился с 30,31 до 32,68 кг, средняя скорость молокоотдачи – с 1,61 до 2,19 кг/мин. В течение месяца содержание соматических клеток в молоке снизилось с 780 до 320 тыс./мл. Полученные результаты подтверждают эффективность дифференцированного управления временем доения с учетом индивидуальных особенностей молокоотдачи животных.

Ключевые слова: производительность доильного оборудования, роторная установка «карусель», цифровое управление, время доения, молочная продуктивность, скорость молокоотдачи коров.

The possibility of increasing the performance of the GEA AutoRotor Magnum 40 rotary milking parlor from 200 to 240 cows/h, or by 20%, by reducing the total unit-on time from 8 to 6 minutes and the platform rotation duration from 12 to 10 minutes is substantiated. Under production conditions, the effect of limiting machine milking time on the milk yield and milk flow of hard-to-milk cows was studied. After the first day of observation, the total milking duration was restricted to 360 seconds, including 60 seconds of automatic stimulation; the milking unit detachment threshold was set at 500 mL/min. Over seven days of observation, the average daily milk yield increased from 30,31 to 32,68 kg, and the average milk flow rate rose from 1,61 to 2,19 kg/min. Within a month, somatic cell count in milk decreased from 780 to 320 × 10^3 cells/ml. The results confirm the effectiveness of differentiated milking time management, taking into account the individual milk flow characteristics of the animals.

Keywords: milking equipment performance, rotary milking parlor, digital management, milking time, milk yield, cow milk flow rate.

Введение

Эффективность молочного животноводства, как одной из важнейших отраслей агропромышленного комплекса Республики Беларусь, определяется не только продуктивностью животных, но и рациональной организацией технологических процессов на ферме [1]. Опыт показывает, что новое оборудование машинного доения требует адаптации в условиях отечественных молочно-товарных ферм и комплексов [2, 3].

Анализ в условиях конкретного хозяйства и поиск оптимального соотношения продуктивности, скорости молокоотдачи, времени доения и производительности доильной установки является важной задачей с точки зрения реализации генетического потенциала высокопродуктивного стада и эффективного использования высокопроизводительного оборудования, важнейшим преимуществом которого является наличие цифровых инструментов управления процессами [4].

Проблема тугодойности имеет большое значение для ферм с высоким уровнем механизации. Наличие значительного числа животных с низкой интенсивностью молокоотдачи увеличивает загрузку доильного зала, повышает неравномерность потока животных и усложняет настройку оборудования. При одинаковом суточном удое коровы с длительной заключительной фазой доения занимают доильное

место дольше, а их соски подвергаются более продолжительному воздействию вакуума при низком потоке молока, что создает предпосылки для передоя и функциональных нарушений тканей. Поэтому изучение доения у тугодойных коров имеет не только производственное, но и ветеринарно-профилактическое значение [5].

В Республике Беларусь данное научное направление разрабатывалось такими ведущими учеными в области физиологии и техники доения, как М.В. Барановский, В.И. Передня, В.О. Китиков.

Целью исследования является обоснование возможности увеличения производительности роторной доильной установки, молочной продуктивности и молокоотдачи коров путем дифференцированного цифрового управления временем машинного доения.

Основная часть

К основным регулируемым параметрам, которые влияют на скорость молокоотдачи, полноту выдаивания и состояние тканей сосков, относятся: режим машинной стимуляции, длительность и соотношение тактов пульсации, уровень вакуума и порог потока молока для автоматического отключения аппарата [4, 5]. Машинная стимуляция осуществляется посредством изменения частоты пульсации и уровня вакуума в начале доения [4]. В заключительной фазе доения при снижении или прекращении потока молока возрастает риск передоя. При неравномерном развитии отдельных четвертей вымени воздействие аппарата на уже выдоенные соски может продолжаться до снятия всего доильного аппарата [5]. Выбор порога автоматического отключения доильного аппарата должен учитывать характеристики молокоотдачи животных и необходимость ограничения передоя [6].

Оценку расчетной производительности доильной установки выполнили с учетом технико-технологических условий, устройства ходовой части и каркасов карусели AutoRotor Magnum 40 SF, описанных в документации GEA Farm Technologies [7]. Методика по расчету доильных установок представлена в отдельной инструкции [8]. Требования к конструкции и рабочим характеристикам доильных установок регламентируются ISO 5707:2007 [9] и СТБ ISO 5707-2014 [10]. Трубопроводы, оборудование для доения и промывки описаны в инструкции по монтажу AutoRotor Magnum 40 [11]. Продолжительность операций и организация работы операторов приняты по данным хозяйства. Расчет выполнен для 40-местной установки при работе трех операторов. В исходном и новом расчетных режимах продолжительность оборота платформы принята равной соответственно 12 и 10 мин, а полное время нахождения аппарата на корове – 8 и 6 мин. Автоматическая стимуляция продолжительностью 60 с включена в полное время нахождения аппарата. Экспозиция преддоильного дезинфицирующего средства составляет не менее 30 с. Последовательность операций принята по фактической организации работы хозяйства: нанесение пены, ее экспозиция, сдаивание первых струек молока, вытирание сосков насухо, подключение аппарата, автоматическая стимуляция, основное доение и автоматическое снятие аппарата. Отдельная выдержка 60-90 с перед подключением не применяется. Аппарат подключается сразу после сдаивания первых струек и вытирания насухо. Автостимуляция начинается после подключения и уже входит в полное время нахождения аппарата (8 и 6 мин). Длительность дополнительных операций стандартного (старого) режима определяем по формуле

$$T_{aux} = T_{rot,old} - T_{unit,old} , \quad (1)$$

где T_{aux} – время на вход, подготовку, подключение, снятие, выход и технологический резерв, мин;

$T_{rot,old}$ – время полного оборота в стандартном режиме, мин;

$T_{unit,old}$ – время нахождения аппарата на корове, включая автостимуляцию, мин.

Расчет предлагаемого нового варианта

$$T_{rot,new} = T_{aux} + T_{unit,new} , \quad (2)$$

где $T_{rot,new}$ – время полного оборота в новом режиме, мин;

T_{aux} – время прочих операций и резерва, мин;

$T_{unit,new}$ – полное время нахождения аппарата на корове в новом режиме, включая 60 секунд автостимуляции, мин.

Основное доение после автостимуляции:

$$T_{milk} = T_{unit} - T_{stim} , \quad (3)$$

где T_{milk} – время доения после завершения автостимуляции, мин;

T_{unit} – полное время нахождения аппарата на корове, мин;

T_{stim} – продолжительность автоматической стимуляции после подключения, мин.

Производительность установки рассчитываем по формуле:

$$n_{rot} = \frac{60}{T_{rot}} , \quad (4)$$

где n_{rot} – число оборотов карусели за час, об/ч;

60 – продолжительность часа, мин;

T_{rot} – продолжительность одного оборота, мин.

Пропускная способность (производительность) установки

$$Q = Nn_{rot} , \quad (5)$$

где Q – теоретическая производительность, коров/ч;

N – число доильных мест, шт.;

n_{rot} – число оборотов платформы за час, об/ч.

Приращение производительности:

$$\Delta Q = Q_{new} - Q_{old}, \quad (6)$$

где ΔQ – увеличение производительности, коров/ч;

Q_{new} – производительность нового режима, коров/ч;

Q_{old} – производительность старого режима, коров/ч.

Относительное увеличение составит:

$$I_Q = \frac{Q_{new} - Q_{old}}{Q_{old}} 100\%, \quad (7)$$

где I_Q – относительный прирост производительности, %;

100 % – коэффициент перевода отношения в проценты.

Такт поступления коров:

$$t_{takt} = \frac{3600}{Q}, \quad (8)$$

где t_{takt} – интервал между последовательными коровами, с/корову;

3600 – продолжительность часа, с;

Q – производительность карусели, коров/ч.

Фонд времени трех операторов

$$t_{labor} = N_{op} t_{takt}, \quad (9)$$

где t_{labor} – фонд операторского времени на корову, оператор·с/корову;

N_{op} – число операторов, чел.;

t_{takt} – интервал между коровами, с/корову.

Интервал экспозиции между доильными местами

$$n_{exp} = \frac{t_{exp}}{t_{takt}}, \quad (10)$$

где n_{exp} – минимальное число интервалов для экспозиции пены;

t_{exp} – принятое время экспозиции пены, с;

t_{takt} – время прохождения одного межместового интервала, с.

Между нанесением пены и последующими операциями выделяются два интервала: 36 секунд в старом режиме и 30 секунд в новом. После этого выполняются сдаивание первых струек, вытирание насухо и немедленное подключение. Зона подключения аппарата:

$$N_{unit} = \frac{T_{unit} 60}{t_{takt}}, \quad (11)$$

где N_{unit} – число мест от подключения до автоматического снятия;

T_{unit} – полное время нахождения аппарата на корове, включая автостимуляцию, мин;

60 – число секунд в минуте, с/мин;

t_{takt} – время прохождения одного места, с.

Технологический резерв платформы:

$$N_{aux} = N - N_{unit}, \quad (12)$$

где N_{aux} – эквивалентное число мест для входа, подготовки, подключения, снятия и выхода;

N – общее число мест платформы;

N_{unit} – эквивалентное число мест нахождения аппарата на корове.

Данные расчетов по двум вариантам приведены в таблице 1.

60 секунд автостимуляции включены в T_{unit}=8 минут для старого режима и T_{unit}=6 минут для нового.

Продолжительность дойки стада

$$T_{herd} = \frac{N_{herd}}{Q}, \quad (13)$$

где T_{herd} – теоретическая продолжительность пропуска стада, ч;

N_{herd} – число коров за одну дойку, голов.

Результаты расчета приведены в таблице 2.

Расчетная производительность 240 коров/ч достигается при полной загрузке 40 мест, отсутствии остановок, устойчивом входе и выходе коров и выполнении всех прямых операций тремя операторами в среднем не более чем за 45 оператор-секунд на корову.

Таблица 1. Расчетные параметры режимов доения

Показатель	Старый режим	Новый режим	Изменение
Полное время нахождения аппарата	8 мин, включая стимуляцию	6 мин, включая стимуляцию	-2 мин; -25,0%
Автостимуляция после подключения	1 мин	1 мин	без изменения
Основное доение после стимуляции	до 7 мин	до 5 мин	-2 мин
Оборот карусели	12 мин	10 мин	-2 мин; -16,7%
Оборотов в час	5	6	+20,0%
Теоретическая производительность	200 коров/ч	240 коров/ч	+40 коров/ч; +20,0%
Такт поступления коров	18 с	15 с	-3 с; -16,7%
Фонд времени 3 операторов	54 операторо-с/корову	45 операторо-с/корову	-16,7%
Экспозиция пены	2 интервала = 36 с	2 интервала = 30 с	соблюдается
Подключение аппарата	сразу после сдаивания и вытирания	сразу после сдаивания и вытирания	без дополнительной выдержки
Зона нахождения аппарата	26,67 ≈ 27 мест	24 места	-2,67 места
Технологический резерв	13,33 места	16 мест	+2,67 места

Таблица 2. Сравнение двух режимов доения

Коров за дойку	Старый режим	Новый режим	Экономия
100	30 мин	25 мин	5 мин
400	2 ч 00 мин	1 ч 40 мин	20 мин
600	3 ч 00 мин	2 ч 30 мин	30 мин
800	4 ч 00 мин	3 ч 20 мин	40 мин
1000	5 ч 00 мин	4 ч 10 мин	50 мин

Для проведения опыта была сформирована группа из семи тугодойных коров. По исходной характеристике группы среднее время доения до начала исследования составляло 8,1 мин. В первый день семидневного наблюдения среднее время доения составило 6,91 ± 0,96 мин. Начальное содержание соматических клеток в молоке составляло 780 тыс./мл. Продолжительность автоматической стимуляции для всех коров составляла 60 с, порог отключения доильного аппарата – 500 мл/мин. В конце первого дня максимальное общее время доения ограничили до 360 с (6 мин), включая автоматическую стимуляцию. Таким образом, после завершения стимуляции продолжительность основного доения ограничивалась 5 мин без учета установленной задержки снятия аппарата [12].

Ограничение времени доения задавали программно через систему управления доильным оборудованием. Изменение показателей оценивали в течение семи дней, принимая первый день за исходный уровень. Дополнительно в течение месяца контролировали содержание соматических клеток в молоке. Влияние выбранного режима оценивали по динамике удоя, времени доения и средней скорости молокоотдачи [13].

После введения ограничения времени доения среднесуточный удой снижался до четвертого дня, а затем увеличивался. Средняя скорость молокоотдачи во все последующие дни была выше исходного уровня, однако ее изменение не было монотонным. В течение месяца содержание соматических клеток в молоке снизилось с 780 до 320 тыс./мл., что подтверждает физиологичность процесса, которая обеспечена сокращением травмирующего воздействия вакуума на ткани вымени в конце доения. Ограничение времени доения уменьшает длительность негативного воздействия на вымя, когда скорость молокоотдачи снижается, уменьшаются гидравлические потери в линии и вымя подвергается воздействию максималь-ного уровня вакуума в системе. По результатам примененного химического теста на мастит, все животные группы были оценены как здоровые [14].

Показатели молочной продуктивности и молокоотдачи коров за семь дней наблюдений и распределение данных показателей отражены на диаграмме «Ящик с усами» (рис. 1). Результаты представлены как среднее значение и ошибка среднего ($\bar{X} \pm m$), $n = 7$. Сравнение каждого последующего дня с первым днем выполнено с помощью парного двустороннего критерия Стьюдента в табличном процессоре MS Excel. Приведены значения P для отдельных сравнений. При интерпретации использован уровень значимости 0,05. На седьмой день среднесуточный удой достоверно увеличился с 30,31 ± 2,12 до

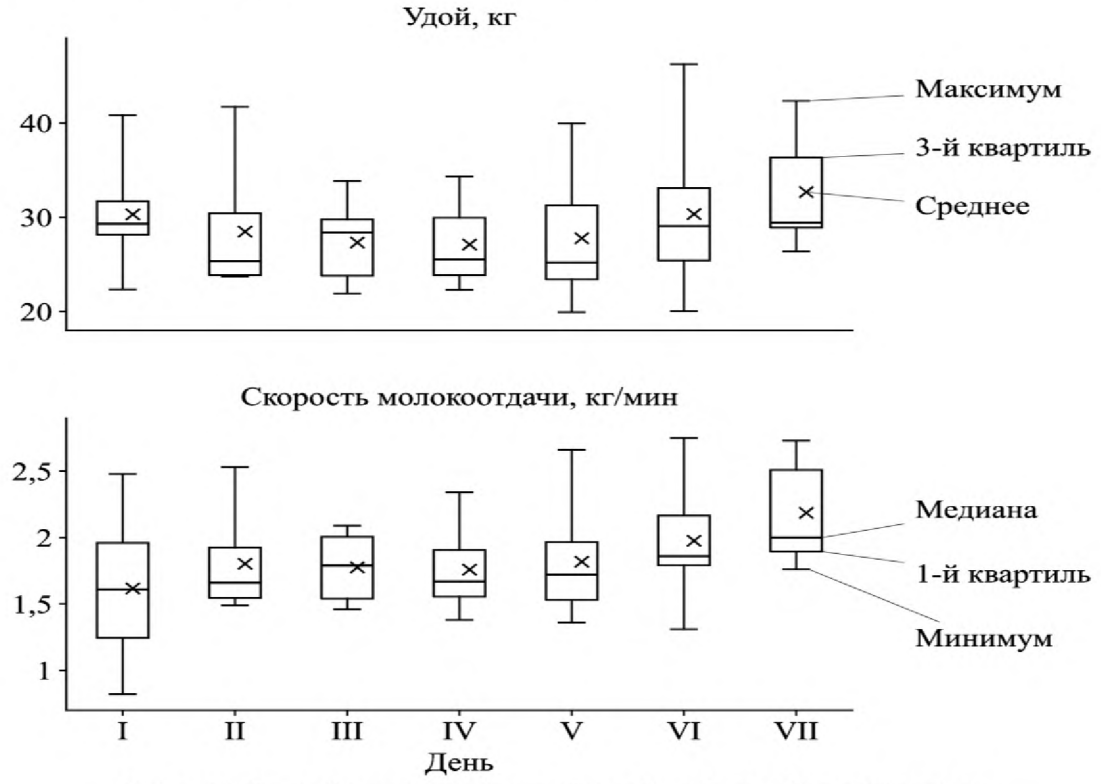

Рисунок 1. Распределение показателей молокоотдачи и удоя в ходе опыта

32,68 ± 2,19 кг – на 2,37 кг, или на 7,8 % (P = 0,03). На четвертый день удой составил 27,12 ± 1,85 кг при P = = 0,05, что с учетом округления находится на границе принятого уровня значимости. Для второго, третьего, пятого и шестого дней значения P составили соответственно 0,17; 0,12; 0,26 и 0,99 [15].

На седьмой день средняя скорость молокоотдачи достоверно увеличилась с 1,61 ± 0,22 до 2,19 ± ± 0,15 кг/мин – на 0,57 кг/мин, или на 35,4 % (P = 0,02). Для периода со второго по шестой день значения P составили соответственно 0,27; 0,38; 0,43; 0,25 и 0,08. Среднее время доения сократилось с 6,91 ± 0,96 до 5,00 ± 0,15 мин – на 1,91 мин, или на 27,7%. Для периода со второго по шестой день по времени доения значения P составили соответственно 0,14; 0,11; 0,12; 0,11 и 0,11. Статистически значимого изменения времени доения относительно первого дня не установлено ни в один из последующих дней наблюдения [16].

Относительные изменения показателей продуктивности и молокоотдачи отражены на графике (рис. 2).

Из данных, приведенных на графике, видно, что после снижения на 10,5 % относительный показатель среднесуточного удоя начал увеличиваться и к седьмому дню превысил исходный уровень на 7,8 %. Увеличение среднесуточного удоя на седьмой день относительно первого дня было статистически достоверным (P = 0,03). Относительное изменение среднесуточного удоя было меньше относительного сокращения времени доения и роста скорости молокоотдачи на 27,7 и 35,4 % соответственно.

На второй день опыта относительный показатель времени доения снизился на 24 % с одновременным уменьшением различий между коровами группы, что совпало с введением принудительного отключения аппарата по установленному ограничению продолжительности доения. Дальнейшее сокращение времени доения сопровождалось небольшим увеличением различий между отдельными животными. Средняя скорость молокоотдачи показала наибольший относительный рост среди учитываемых показателей. В начале опыта ее увеличение наблюдалось на фоне раннего отключения аппарата, а с пятого дня дальнейший рост сопровождался повышением среднесуточного удоя. По данным диаграммы, к седьмому дню относительный показатель средней скорости молокоотдачи увеличился на 35,4 % относительно первого дня. Увеличение средней скорости молокоотдачи на седьмой день было статистически достоверным (P = 0,02) [12].

После первоначального снижения удоя последовало восстановление и превышение исходного уровня. К седьмому дню статистически достоверные изменения установлены для среднесуточного удоя и средней скорости молокоотдачи. Результаты показывают перспективность использования программируе-

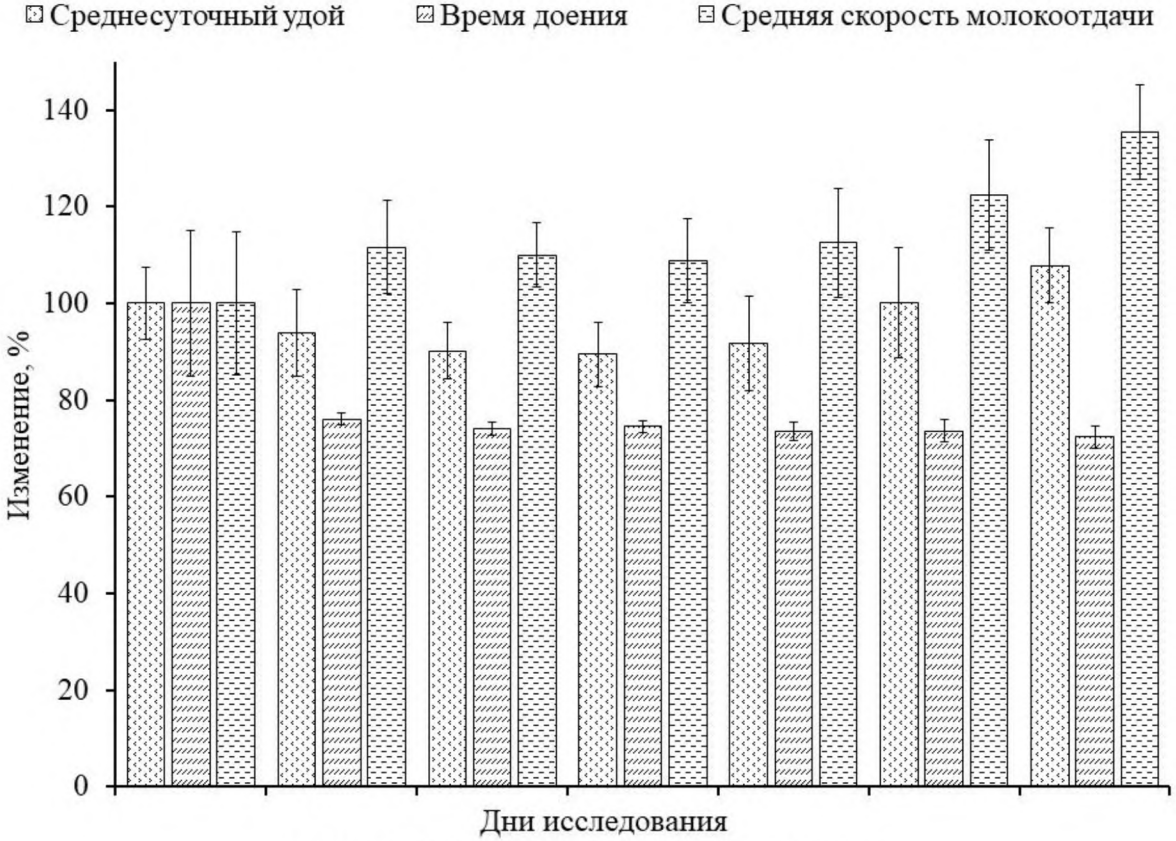

Рисунок 2. Относительное изменение показателей

мых параметров доильного оборудования для дифференцированного ограничения времени доения. В итоге использования новых параметров доения обеспечено сокращение полного времени нахождения аппарата с 8 до 6 минут, включая неизменную 60-секундную автостимуляцию, что позволяет сократить оборот с 12 до 10 минут и повысить теоретическую производительность с 200 до 240 коров/ч, или на 20 %. Для дальнейшей практической оценки необходимо одновременно учитывать молочную продуктивность, полноту выдаивания, кривые молокоотдачи и состояние молочной железы.

Заключение

1. Расчетная оценка производительности 40-местной доильной установки GEA AutoRotor Magnum 40 показала, что сокращение времени нахождения аппарата на вымени с 8 до 6 мин, включая 60-секундную автоматическую стимуляцию, позволяет уменьшить продолжительность оборота платформы с 12 до 10 мин. При полной загрузке платформы, отсутствии остановок и соблюдении принятого технологического регламента теоретическая производительность повышается с 200 до 240 коров/ч, или на 20 %.

2. В производственном опыте на группе тугодойных коров ограничение общей продолжительности машинного доения до 360 с, включая 60 с автоматической стимуляции, при пороге отключения доильного аппарата 500 мл/мин сопровождалось повышением молочной продуктивности и интенсивности молокоотдачи. На седьмой день наблюдений среднесуточный удой достоверно увеличился с 30,31 ± 2,12 до 32,68 ± 2,19 кг, то есть на 2,37 кг, или на 7,8 %. Средняя скорость молокоотдачи достоверно возросла с 1,61 ± 0,22 до 2,19 ± 0,15 кг/мин – на 0,57 кг/мин, или на 35,4 %.

3. Изменение режима доения сопровождалось первоначальным снижением среднесуточного удоя с последующим восстановлением и превышением исходного уровня. Среднее время доения за период наблюдений сократилось с 6,91 ± 0,96 до 5,00 ± 0,15 мин – на 1,91 мин, или на 27,7 %.

4. В течение месяца содержание соматических клеток в молоке коров опытной группы снизилось с 780 до 320 тыс/мл в связи со снижением травмирующего воздействия вакуума в конце доения. По результатам примененного химического теста на мастит все животные группы были оценены как здоровые.

5. Результаты исследования показывают перспективность дифференцированного управления доением коров как способа повышения интенсивности молокоотдачи и расчетной производительности доильного оборудования. Выбор предельной продолжительности доения следует осуществлять с учетом индивидуальных кривых молокоотдачи, полноты выдаивания и показателей состояния молочной железы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Попков, Н.А. Состояние и пути совершенствования научного обеспечения отраслей животноводства / Н.А. Попков, И.П. Шейко // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 7. – С. 14-18.

2. Елисеев, А.Г. Доильное оборудование молочнотоварных ферм и комплексов / А. Г. Елисеев // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 2. – С. 10-11.

3. Шуринг, Н. Концепция «разумного доения» компании GEA: иллюстрированное руководство по оптимальной технике доения коров / Норм Шуринг. – GEA Farm Technologies, Inc: GEA Copyright 2016. – 145 с.

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. Odorčić, M. Review: Milking machine settings, teat condition and milking efficiency in dairy cows / M. Odorčić, M.D. Rasmussen, C.O. Paulrud, R.M. Bruckmaier // Animal. – 2019. – Vol. 13, suppl. 1. – P. 191-200.

6. Белякова, А.Н. Мониторинг состава молока при контрольном доении коров / А.Н. Белякова, Т.В. Богданова, Н.Г. Букаров // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 2. – С. 8-9.

7. Доильная карусель AutoRotor Magnum 40 SF. Ходовая часть и каркасы: инструкция по эксплуатации; инструкция по монтажу; перечень запасных частей: 7056-9009-062: перевод оригинальной инструкции / GEA Farm Technologies. – Бенен: GEA Farm Technologies, 2012. – 200 с.

8. Указания по расчету доильных установок для коров. Требования стандартов согласно ISO для обеспечения высокой надежности работы: инструкция по эксплуатации: 7000-9009-000: перевод оригинальной инструкции / GEA Farm Technologies. – Бенен: GEA Farm Technologies, 2011. – 50 с.

9. Milking machine installations – Construction and performance: ISO 5707:2007. – 3rd ed. – Geneva: International Organization for Standardization, 2007. – 58 p.

10. Установки доильные. Конструкция и рабочие характеристики: СТБ ISO 5707-2014. – Введ. 2015-02-01. – Минск: Госстандарт, 2014. – 47 с.

11. AutoRotor Magnum 40. Трубопроводы, оборудование для доения и промывки: инструкция по монтажу; перечень запасных частей: 7056–9009–041: перевод оригинальной инструкции / GEA Farm Technologies. – Бенен: GEA Farm Technologies, 2010. – 46 с.

12. 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.

13. Григорьев, Д.А. Порог отключения доильного аппарата / Д.А. Григорьев, К.В. Король, О.Н. Шахова //

Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 24-25 октября 2019 г. : в 2 ч. – Минск, 2019. – Ч. 1. – С. 49-52.

14. Григорьев, Д.А. Физиологичный финиш доения / Д.А. Григорьев, К.В. Король, О.Н. Шахова // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXIII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 15 июня 2020 г. / ГГАУ – Гродно, 2020. – С. 118-120.

15. Григорьев, Д.А. Порог окончания доения / Д.А. Григорьев, К.В. Король, О.Н. Шахова // «Інноваційне, технічне та технологічне забезпечення галузі тваринництва»: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Харьков, 25-26 мая 2020 г. / Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харьков, 2020. – С. 81-83.

16. Григорьев, Д.А. Молочная продуктивность коров при ограничении времени доения / Д.А. Григорьев, О.Н. Шахова, К.В. Король // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 31-37.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 14.10.2026

Опрыскиватели штанговые полевые «ОШ-2300-18» и «ОШ-2500-24» с независимой навеской и системой стабилизации штанги

Предназначены для внесения рабочих растворов пестицидов и жидких удобрений, снижения амплитуды колебаний штанги и повышения надежности ее несущей конструкции.

Штанга установлена на подвижной рамке, закрепленной на штоке гидроцилиндра, нижний конец которого крепится на пластине, соединенной с остовом опрыскивателя при помощи двух пружин. Рамка может свободно перемещаться в направляющих остова опрыскивателя. Гашение колебаний штанги в вертикальной плоскости обеспечивается пружинами и амортизаторами.






Основные технические данные

Марка машины	ОШ-2300-18, ОШ-2500-24
Рабочая ширина захвата, м	18, 24
Система навески штанги на остов опрыскивателя	Независимая
Амплитуда колебаний краев штанги, м	до 0,1
Рабочая скорость движения, км/ч	9-12
Качество выполнения технологического процесса:	
- неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не более	15
- снижение неравномерности распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не менее	5
Дорожный просвет, мм	350