

ВЕСЦІ НАЦЫЯНАЛЬНАЙ АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ № 3 2016
СЕРЫЯ АГРАРНЫХ НАВУК

УДК 637.116:[637.1:339.137]

В. И. ПЕРЕДНЯ¹, Ю. А. БАШКО¹, А. Ю. БАШКО²

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО МОЛОКА**

¹*Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, Минск, Беларусь,
e-mail: belagromech@tut.by*

²*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: bashkoay@mail.ru*

Рассмотрены способы содержания животных на молочных фермах, дана оценка каждому из них. Показана необходимость переоснащения существующих молочно-товарных ферм, поскольку традиционные системы машин и оборудования не могут обеспечить получение конкурентной продукции. Проанализированы варианты эффективного использования современного доильного оборудования. Результаты исследований позволяют определить направления по снижению себестоимости процесса доения коров и, следовательно, направления перспективных научно-технических работ по совершенствованию доильных установок.

Ключевые слова: доильное оборудование, технологический процесс, подготовительные операции, доение, молоко, стоимость, качество, конкурентоспособность.

V. I. PEREDNYA¹, Yu. A. BASHKO¹, A. Yu. BASHKO²

EFFECTIVE USE OF MILKING EQUIPMENT FOR PRODUCTION OF COMPETITIVE MILK

¹*The Research and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture Mechanization,
Minsk, Belarus, e-mail:belagromech@tut.by*

²*The Institute of System Research in Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk,
Belarus, e-mail: bashkoay@mail.ru*

The paper deals with the ways of livestock maintenance at dairy farms and the assessment of these ways. It's shown that it's necessary to modernize the existing dairy farms as traditional systems of machines and equipment can't ensure the production of competitive products. Different variants of the efficient use of modern milking equipment are analyzed. The results of the research enable to determine the directions for reducing the cost price of milking operations, and consequently the directions of scientific and technological work on the improvement of milking machines.

Keywords: milking equipment, technological process, preparatory operations, milking operation, milk, cost, quality, competitiveness.

Среди отраслей продуктивного животноводства молочное скотоводство занимает первое место. В Республике Беларусь на эту отрасль приходится более 50 % всех затрат труда и основных фондов. Основное количество молока пока производится на действующих фермах, построенных по типовым и индивидуальным проектам. В условиях развивающихся рыночных отношений в экономике весьма важным является повышение продуктивности молочного скота и получение качественного, конкурентоспособного молока.

Главным экономически выгодным путем развития молочного скотоводства является максимальное использование как биологического потенциала животных, так и технических возможностей молочных ферм [1]. Обеспечение высоких темпов роста объемов продукции и подъем на качественно новый уровень экономики молочного скотоводства возможны лишь на основе повышенного перехода к интенсивным методам производства.

Для широкого внедрения средств механизации и автоматизации производственных процессов наряду со строительством новых современных ферм следует осуществлять реконструкцию

и техническое переоснащение существующих ферм, поскольку при этом сокращаются первоначальные капиталовложения – более чем в 2 раза [2].

Наши исследования показывают, что при строительстве новых и реконструкции существующих ферм в области технологического и технического оснащения ферм на современном этапе возможны два принципиально отличительных подхода: человек управляет кормлением и доением; корова управляет кормлением и доением. Снижение вмешательства человека в эти процессы, по мнению большинства специалистов, – главный признак прогресса.

Большое влияние на технологию производства молока оказывает способ содержания животных: привязное и беспривязное. К первому направлению можно полностью отнести привязное содержание, когда человек управляет процессом. Привязное содержание обеспечивает благоприятные условия для индивидуального кормления и обслуживания каждой коровы в соответствии с ее продуктивностью и физиологическими особенностями, что позволяет получить большую продуктивность. Наряду с положительными сторонами привязное содержание имеет и ряд недостатков, таких как низкая производительность труда, что приводит к большим затратам труда. В большинстве хозяйств нагрузка на одного работающего на ферме не превышает 12–14 гол. [3].

Ко второму направлению следует отнести беспривязное содержание животных, которое позволяет резко уменьшить общие годовые затраты труда за счет автоматизации и роботизации технологических процессов. Зарубежный опыт и практика многих хозяйств нашей страны свидетельствуют, что при создании необходимых условий для животных можно добиться высоких положительных результатов при беспривязном содержании.

В сложившихся хозяйственных условиях, когда подобрана порода коров, определен способ содержания, установлен рацион кормления и т.д., возрастает роль механизации и автоматизации технологических процессов в получении качественного и конкурентоспособного молока.

В условиях рыночной экономики основная цель производственной деятельности любого предприятия – получение высококачественной продукции с минимальной себестоимостью. Стоимость производимого на фермах молока и его качество зависят от многих факторов, что можно видеть из уравнения

$$C = ax_1 + bx_2 + cx_3 + dx_4 + px_5, \quad (1)$$

где C – стоимость 1 л или 1 ц молока; a, b, c, d, p – коэффициенты, учитывающие процентную оценку входящих факторов в стоимость молока; x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 – факторы, обслуживающие производственные операции и технологические процессы при получении молока: x_1 – стоимость кормов; x_2 – стоимость машин и оборудования, выполняющих все технологические процессы на молочно-товарной ферме; x_3 – зарплата обслуживающего персонала; x_4 – стоимость топлива и электроэнергии; x_5 – прочие затраты, составляющие по многолетним наблюдениям не более 1–4 %.

Стоимость молока, получаемого на механизированных фермах без автоматизации технологических процессов и операций, можно определить по формуле

$$C = (0,45 \div 0,65)x_1 + (0,09 \div 0,13)x_2 + (0,11 \div 0,13)x_3 + (0,08 \div 0,12)x_4 + (0,01 \div 0,04)x_5. \quad (2)$$

Как следует из уравнения (2), основным фактором в себестоимости молока являются корма, которые порой составляют 65 % и более от общих затрат на молочно-товарных фермах. Стоимость машин и оборудования не превышает 13 % от общих затрат, а зарплата обслуживающего персонала составляет не более 13 %.

Острейшей экономической проблемой в молочном животноводстве в большинстве хозяйств продолжает оставаться низкая конкурентоспособность получаемой продукции, обусловленная высокими затратами ресурсов при невысоких показателях по качеству молока и при низких показателях продуктивности. Становится все более очевидным, что традиционные способы содержания животных с применяемой существующей системой машин и оборудования не могут обеспечить получения конкурентоспособной продукции. Это может быть достигнуто только при реконструкции и техническом переоснащении ферм или при строительстве новых ферм.

При этом надо иметь в виду, что и строительство новых ферм, и реконструкция старых приводит к увеличению капиталовложений и себестоимости продукции. Поэтому в обоих случаях это будет

оправдано только при условии, если будет происходить увеличение продуктивности животных и повышение качества молока с одновременным снижением затрат труда и топливно-энергетических затрат. Только в этом случае можно рассчитывать на получение конкурентоспособной продукции.

В новых технологиях получения молока на ферме ключевым звеном является доильное оборудование, так как:

- 1) доение диктует способ содержания животных;
- 2) именно на доильной установке проявляется интеграция системы «животное – машина – человек», поскольку она влияет на все факторы этой системы, начиная от эргономики работы персонала, здоровья животных и заканчивая качеством получаемого молока;
- 3) именно здесь собирается и обновляется информация о продуктивности, воспроизводстве, физиологическом состоянии животных, качественных показателях молока и т. д.

Таким образом, выбор типа систем доения – задачи первоочередной важности при реконструкции или строительстве молочной фермы.

В исследованиях многих авторов отмечается, что доение коров в доильных залах позволяет значительно сократить затраты труда на производство 1 ц молока. Так, при доении в молокопровод затраты труда составляют 39–47 чел.-ч на корову в год, при доении в доильных залах на установках типа «Елочка» или «Параллель» – 30–32 чел.-ч/гол. [3], а на автоматизированных доильных установках этого типа затраты труда можно снизить до 16–21 чел.-ч/гол.

В большинстве развитых стран мира, а в последние годы и в Беларуси, начинают использовать доильные установки «Робот», в которых выполнение всех операций по подготовке вымени к доению и санобработка вымени, учет качества молока от каждой доли вымени производится в автоматическом режиме. Робот обеспечивает четкое выполнение всего комплекса операций в строго определенной последовательности.

Однако робот имеет и недостатки, прежде всего это его высокая стоимость. В Европе цена доильных роботов, способных обслуживать 50–70 коров, колеблется от 80 до 170 тыс. евро [4]. Кроме того, он требует высококвалифицированных специалистов в обслуживании и более сложной системы охлаждения молока, поскольку в этом случае молоко может поступать на охлаждение в течение 21 ч/сут.

Как отмечалось выше, доильное оборудование на современных молочно-товарных фермах является наиболее дорогим и ключевым. Если в предыдущие годы средства механизации (2) составляли не более 13 %, то на полностью автоматизированных и роботизированных фермах – более 25 %. Стоимость получаемого молока на роботизированной ферме будет определяться уже из уравнения (3):

$$C = (0,45 \div 0,60)x_1 + (0,18 \div 0,27)x_2 + (0,07 \div 0,12)x_3 + (0,09 \div 0,12)x_4 + (0,01 \div 0,03)x_5. \quad (3)$$

Как видно из уравнения (3) на роботизированных фермах резко увеличивается стоимость доильного и холодильного оборудования, несколько снижается зарплата, также наблюдается снижение цен на корма (затраты на корма ниже, так как концентраты скармливаются строго по продуктивности). Снизить расход электроэнергии не представляется возможным, поскольку доильная роботизированная установка вместо 2–4 ч/сут при использовании установок типа «Елочка» должна работать в течение 19–20 ч. Поэтому выбор доильного оборудования крайне сложный, и требует учета всех положительных и отрицательных факторов.

В условиях развивающихся рыночных отношений в экономике весьма важным требованием является получение конкурентоспособного молока. Рынок производства молока является одним из главных источников поступления в страну валютных средств, поэтому решение задачи получения конкурентоспособной молочной продукции крайне важно. Анализ мировых тенденций развития молочного скотоводства показывает, что основными направлениями эффективного развития ферм и комплексов являются повышение продуктивности животных, качества получаемого молока и снижение его стоимости.

Исходя из уравнения (3), в котором заложены основные денежные составляющие, входящие в себестоимость молока, можно спрогнозировать выбор более эффективного доильного оборудования. Нами проведен расчет доильного оборудования для молочно-товарной фермы на 400 коров с использованием доильного оборудования типа «Елочка» и робота Fullwood (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Показатели производства молока на молочно-товарной ферме на 400 коров, долл/т

Показатель	Годовой удой, тыс. л					
	5	6	7	8	9	10
<i>Доильная установка «Елочка» (2×16)</i>						
Стоимость затрат на молоко от доильной установки	5,83	4,86	4,15	3,64	3,23	2,9
Стоимость всех затрат по ферме на молоко	108,0	90,0	77,0	67,5	54,0	48,6
<i>Доильная установка-робот Fullwood</i>						
Стоимость затрат на молоко от доильной установки	78,5	65,4	64,0	56,0	37,2	33,5
Стоимость всех затрат по ферме на молоко	484,6	403,7	395,8	346,3	229,8	206,8

Из табл. 1 видно, что молоко, получаемое на доильной установке «Елочка», по стоимостным показателям вполне конкурентоспособное при годовом удое 5 тыс. л в год и более. В то же время молоко, получаемое на роботе Fullwood, может быть конкурентоспособным по стоимости только при годовом удое более 9 тыс. л.

Проведенные исследования выбора наиболее значимых показателей для оценки качества молока показали, что основными показателями для характеристики качества молока могут быть следующие: содержание жира в молоке (при неполном выдаивании коровы оператором, высокой бактериальной обсемененности молока – снижается); кислотность (при высокой механической загрязненности – повышается); соматические клетки (при заболевании животных субклиническим и клиническим маститом уровень соматических клеток в молоке повышается). Изложенные показатели характеризуют качество молока, показывают, что они в определенной степени зависят от соблюдения технологического регламента по доению коров операторами машинного доения и состояния механизации.

Таким образом, чтобы получить молоко высокого качества на доильных установках типа «Елочка», «Параллель», необходимо строго выполнять все технологические операции при доении коров.

Поскольку при доении коров на роботизированных установках можно получать высококачественное молоко, что очень важно в рыночных условиях, были проведены исследования по эффективному использованию доильного оборудования.

На рис. 1 представлены зоны эффективного использования автоматизированных доильных установок типа «Елочка» и роботизированных доильных установках Astronaut и Fulwood в зависимости от себестоимости производимого молока и годового удоя. Как видно из графика, автоматизированные доильные установки типа «Елочка», «Параллель» эффективно можно использовать практически на любой ферме с годовым удоем на корову от 4 тыс. л в год, роботы эффективно можно применять только на фермах с годовым удоем более 9 тыс. л в год.

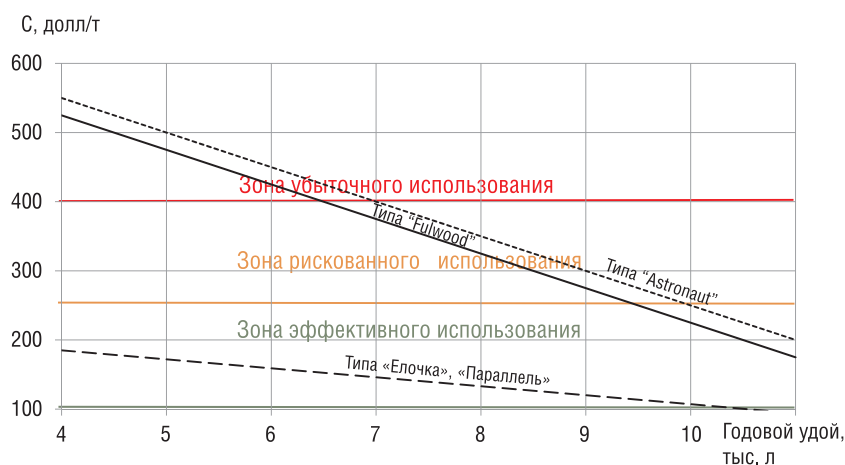


Рис. 1. Зависимости себестоимости производимого молока на молочно-товарных фермах от годового удоя при доении коров на различных доильных установках

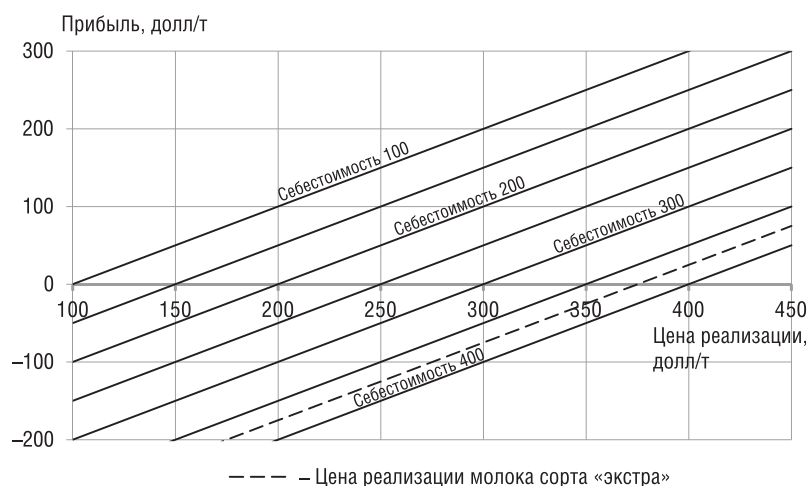


Рис. 2. Зависимость величины прибыли от цены реализации молока при различной себестоимости

Зависимость величины прибыли от цены реализации молока при различной себестоимости молока представлена на рис. 2. Как видно из графика, себестоимость получаемого молока на автоматизированных доильных установках типа «Елочка» и «Параллель» не превышает 150 долл/т. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, цена реализации молока сорта «экстра» не превышает 285 долл/т, т. е. получать молоко на таких установках всегда прибыльно. Себестоимость молока на роботизированных доильных установках находится в пределах 245–330 долл/т, и получать прибыль в этом случае крайне рискованно.

Проведенные исследования функционально-стоимостного анализа технологических операций доения, выполняемых на основе литературных данных [5, 6] (рис. 1, 2) и экспертной оценки стоимости, представлены в табл. 2. Для оценки эффективности технологических операций использован показатель «капиталоемкость роботизации», равный отношению стоимости узла робота, выполняющего ту или иную операцию, к затратам времени при ручном ее выполнении.

На основании анализа полученных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее капиталоемким в роботизации доения коров являются подготовительно-заключительные операции (очистка сосков, надевание доильных стаканов, сдаивание первых струек молока, гигиеническая обработка вымени), выполняемые манипулятором и системой управления робота. Продолжительность ручного выполнения этих операций в доильных установках «Елочка» и «Параллель» составляет 0,74 мин., робот – 1,47–2,29 мин. Доля стоимости манипулятора и системы управления этими операциями одноместного доильного робота составляет 56–59 % от его общей стоимости.

2. Количество коров при доении в расчете на одного робота составила на исследуемых фермах от 53 до 61 гол/сут, коровы за это время доились от 2,41 до 2,74 раза. Работа робота продолжалась 15,6–19,6 ч/сут. Затраты труда при доении роботом с учетом подгона коров составили около

Т а б л и ц а 2. Продолжительность выполнения операций при доении коров за одно доение, мин

Технологическая операция	Однобуксовый станок Lely	Однобуксовый станок Fulwood	Мультибуксовый модуль GEA-3Boxen	«Тандем»	«Елочка»	Доля стоимости узла, %
Заход и позиционирование коровы (впуск)	0,18	0,15	0,12	0,17	0,09	7–8
Ожидание надевания доильных стаканов	–	–	1,42	0,21	0,16	–
Очищение сосков и сдаивание первых струек	0,84	1,11	0,78	0,38	0,38	56–59
Надевание доильных стаканов	0,53	1,08	1,05	0,15	0,15	
Время машинного доения	4,78	4,45	6,72	–	–	
Гигиеническая обработка сосков	0,10	0,10	–	0,17	0,09	23–25
Контроль качества молока от долей вымени	а	а	а	н/д	н/д	

6 ч/гол. в год. Вся информация о физиологических процессах, протекающих в каждой четверти вымени, определяется роботом и передается на компьютер. На основании этих данных можно принять обоснованное решение о состоянии здоровья каждой коровы, продуктивности, охоте и т.д.

3. Продолжительность выполнения подготовительно-заключительных операций при доении коров роботом в разы превышает аналогичные при выполнении их оператором, в связи с этим количество обслуживаемого поголовья составляет 60–70 гол. Это ограничение не позволяет повысить эффективность одноместного робота.

4. Доение коров с применением робота позволяет получить высококачественное молоко за счет выполнения подготовительно-заключительных операций, почетвертного доения с одновременным мониторингом качества молока. Капиталоемкость роботизации этой важной операции составляет около 25 % от стоимости всех машин и оборудования фермы.

5. Стремление повысить эффективность использования наиболее капиталоемкой части робота-манипулятора и системы управления привело к созданию многоместных роботов [6]. Предполагалось осуществить экономию в этом случае за счет использования одного манипулятора, единой вакуумной системы, единого резервуара для сбора, охлаждения и хранения молока. Однако, как следует из табл. 1, в многобоксовых роботах возникают простои в ожидании надевания доильных стаканов (например, в 1,43 мин. на 3-боксовой установке). Дальнейшее увеличение количества боксов будет приводить лишь к увеличению простоев животных в ожидании надевания доильных стаканов, а не к увеличению производительности.

Выводы

1. В век рыночных отношений производимое молоко будет конкурентоспособным только тогда, когда оно будет хорошего качества и иметь небольшую стоимость.

2. Получать качественное молоко можно на существующих доильных установках типа «Робот», поскольку он строго выполняет все подготовительно-заключительные операции.

3. Наиболее капиталоемкими операциями в роботизированных доильных установках являются подготовительные операции, составляющие около 60 % от стоимости доильной установки.

4. Необходимо ускорить научно-технические работы по усовершенствованию или разработке принципиально нового способа проведения подготовительно-заключительных операций и операции одевания доильных стаканов.

5. В настоящее время в Беларуси получать конкурентоспособное молоко можно только на автоматизированных установках типа «Елочка» или «Параллель» с обязательным строгим выполнением подготовительных операций.

Список использованных источников

1. Шейко, И.П. Перспективы развития молочного скотоводства в Республике Беларусь / И.П. Шейко // Новые направления развития технологий и технических средств в молочном животноводстве: материалы 13-го Междунар. симп. по вопросам машинного доения животных. – Минск, 2006. – С. 5–10.

2. Передня, В.И. Малозатратная технология производства молока на реконструируемых фермах / В.И. Передня, Ю.А. Башко, Э.П. Сорокин // Материалы 16-го Междунар. симп. по вопросам машинного доения животных. – Минск, 2012. – С. 60–65.

3. Кормановский, П.П. Опыт реконструкции и технологической модернизации молочных ферм / П.П. Кормановский. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 130 с.

4. Скоркин, В.К. Состояние и пути повышения эффективности производства молока в России / В.К. Скоркин // Механизация, автоматизация и машинные технологии в животноводстве. – 2014. – № 4 (16). – С. 30–35.

5. Самосюк, В.Г. Особенности современного механизированного доения коров / В.Г. Самосюк, В.В. Азаренко, В. Бурдыко // Материалы 16-го Междунар. симп. по вопросам машинного доения животных. – Минск, 2012. – С. 40–45.

6. Машуров, Н.П. Современные роботы в сельском хозяйстве / Н.П. Машуров, Н. Соловьев, Ю. Цой // Техника и оборудование для села. – 2010. – № 5. – С. 3–8.

7. Кирсанов, В.В. Методы и модели создания новых типов автоматизированных и роботизированных доильных аппаратов / В.В. Кирсанов, В. Щукин, В. Лечеза // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: тр. 8-й междунар. науч.-практ. конф. / ГНУ ВИЭСХ. – М., 2012. – С. 101–104.

Поступила в редакцию 23.11.2015