

ISSN 1817-7204 (print)
УДК 631.15:637.116(476)

Поступила в редакцию 10.08.2016
Received 10.08.2016

В. О. Китиков

*Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства,
Минск, Республика Беларусь*

АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА

Республика Беларусь занимает 4-е место в мире по производству молока на душу населения и имеет ведущие позиции по темпам развития молочной отрасли. Однако, несмотря на достаточно высокие количественные результаты, отечественная молочная отрасль характеризуется высоким уровнем затрат и относительно низкой продуктивностью. В связи с этим для повышения рентабельности и, следовательно, конкурентоспособности молочной продукции на мировом рынке существует необходимость снижения удельных затрат и перевода отечественного молочно-товарного производства на новый качественный уровень. На основе анализа тенденций в молочно-товарном производстве и новых научных знаний о биосинтезе молока в статье предложен концептуальный подход к созданию физиологически-щадящего процесса машинного доения коров и соответствующего технологического оборудования для его реализации. Предложен обобщенный показатель – «уровень удельных затрат», позволяющий дать оценку эффективности производства молока и выполнить анализ научно-технического уровня процессов этого производства. Показано, что даже без изменения общих энергозатрат на все процессы преддоильного содержания и само машинное доение, а только за счет совершенствования процесса машинного доения уровень удельных затрат можно снизить более чем в 3 раза. Анализ позволил сформулировать базовые направления модернизации процессов производства молока, которые вытекают из минимизации уровня удельных затрат и которые актуальны для молочного животноводства любой страны мира, так как носят объективный характер.

Ключевые слова: машинное доение, физиологически-щадящий процесс, доильное оборудование, удельные затраты.

V. O. Kitikov

*Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture Mechanization,
Minsk, Republic of Belarus*

ANALYSIS OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL LEVEL OF MILK PRODUCTION PROCESSES

The Republic of Belarus takes the 4th place in the world in production of milk per capita and occupies leading positions in development of dairy industry. However, despite the relatively high quantitative results, the national dairy industry is characterized by high level of expenses and relatively low performance. In this regard, to improve the profitability and hence the competitiveness of dairy products in the world market, it is required to reduce the unit costs and to take the national dairy industry to a new level of quality. Based on the analysis of trends in the dairy industry and new scientific knowledge on the biosynthesis of milk, the paper describes conceptual approach for development of physiologically sparing process of cows machine milking and the corresponding technological equipment for its implementation. A generalized indicator was proposed – the level of unit costs, allowing to assess the efficiency of milk production and evaluate the scientific and technical level of the production processes. It is shown that even with no changes of the overall energy consumption for all the milk production processes and machine milking, and only due to milking process improvement, the level of unit costs can be reduced by over 3 times. The analysis allowed to formulate the basic directions of modernization of milk production processes, deriving from minimization of unit costs level, and which are relevant for dairy farming in any country of the world, as soon as they are objective.

Keywords: machine milking, physiologically sparing process, dairy equipment, unit cost.

Республика Беларусь производит 7 млн т в год молока, более половины которого поставляется на экспорт в виде молочных продуктов, при этом мировой экспорт молочных продуктов равен 46 млн т в год, что составляет всего 3 % от потребности стран, не производящих молоко в достаточном количестве. Наша страна входит в 20 стран, производящих 80 % мирового объема

молока, и занимает ведущие позиции по темпам развития молочной отрасли¹. Производство молока на одного жителя составляет 0,7 т/год² (4-е место в мире), что в 2,5 раза превышает внутреннюю потребность. Эти показатели мирового уровня, а также благоприятные климатические условия (гидротермический коэффициент 1,5 мм/°С³) и высокий научно-технический потенциал машиностроения позволяют утверждать, что промышленное производство молока в Беларуси является приоритетной отраслью сельского хозяйства.

Вместе с тем, несмотря на высокие количественные результаты, отечественная молочная отрасль⁴ в настоящее время имеет относительно высокие удельные затраты и относительно низкую продуктивность: энергозатраты – 90 кВт·ч/т; трудозатраты – 70 чел.-ч/т; доля молока сорта «экстра» – 30 %, средний удой – 4,7 т/гол. в год (для сравнения: в ЕС – 45 кВт·ч/т; 35 чел.-ч/т; 70 %; 8,5 т/гол. в год соответственно) [1]. В связи с этим для повышения рентабельности и, следовательно, конкурентоспособности молочной продукции на мировом рынке существует необходимость снижения удельных затрат и перевода отечественного молочно-товарного производства на новый качественный уровень.

Цель настоящей работы – разработка методики анализа эффективности производства молока, и научное обоснование снижения уровня удельных затрат за счет инновационной модернизации процессов.

Методологический подход к модернизация производства молока. Основными причинами, снижающими эффективность производства молока, являются:

1) относительно низкий уровень механизации-автоматизации процессов, обусловленный недостаточным применением информационных управляющих систем в технологическом оборудовании для управления работой молочной фермы, а также наличие малоквалифицированного труда, который оказывает существенное влияние на параметры конечной продукции [2–8];

2) некомфортные условия содержания животных (недостаточный воздухообмен, относительно низкие температуры в зимний период, неэффективное навозоудаление, отсутствие в полной мере сбалансированных кормов в биологически активной форме и их нормированной раздачи) [5–8];

3) морально устаревшее оборудование для машинного доения (низкая стабильность рабочего вакуумного контура, жесткий контакт рабочих органов доильного аппарата с выменем животного, неоптимальные режимы машинного доения) [7, 8].

Отличительная особенность процесса машинного доения заключается в том, что только в этом процессе происходит непосредственный механический контакт рабочих органов доильной установки с органами животного. Грубый контакт машины с животным приводит к стрессу, повышенной вероятности заболевания маститом с соответствующим снижением продуктивного долголетия коров, снижению удоев и качества молока, что в итоге снижает рентабельность производства и экспортную привлекательность молочной продукции [8–10].

Несовершенство машинного доения может свести на нет усилия большого коллектива специалистов-технологов и ученых, задействованных в производстве молока. Анализ мировых и отечественных тенденций развития молочной отрасли позволил выдвинуть научную идею, реализация которой направлена на создание благоприятных условий для перевода молочно-товарного производства Республики Беларусь на более высокий уровень рентабельности.

Анализ показал, что совершенствование процесса машинного доения в результате простой модернизации невозможно, о чем свидетельствует замедление темпов роста молочной продуктивности в последнее десятилетие [9]. Эта важнейшая проблема может быть решена только путем инновационной модернизации.

¹ Food outlook. May 2015 : biannual report on global food markets / Food a. Agriculture Organization of the United Nations. – Rome : Food a. Agriculture Organization of the United Nations, 2015. – P. 121; Рейтинг стран мира по производству коровьего молока [Электронный ресурс] / MILKNEWS.RU : новости и аналитика молоч. рынка. – Режим доступа: http://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/reitingi/reitingi_1082.html. – Дата доступа: 13.01.2017; Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятий молочной отрасли Беларуси / сост.: А. В. Мелешеня [и др.]. – Минск : Ин-т мясо-молоч. пром-сти, 2009. – 124 с.

² Беларусь и страны мира: сб. статист. инф. / М-во статист. и анализа. – Минск, 2015. – 271 с.

³ Гидротермический коэффициент территорий [Электронный ресурс] / Методика сельскохозяйственной характеристики климата <http://www.agroatlas.ru>. – Date of access: 14.01.2017.

⁴ Беларусь и страны Евросоюза : сб. статист. инф. / М-во статист. и анализа Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – 235 с.

В нашем случае инновационная модернизация основана на привлечении новых знаний о гормональной природе молоковыведения из молекулярной биологии. Биохимические закономерности молоковыведения, конечно, не являются объектом исследований, они используются нами как отправная точка для разработки процесса машинного доения [11, 12]. Приведем их кратко:

1. Забор молока из альвеолярной части вымени (80 % разового удоя) возможен только при наличии в крови животного гормона окситоцина, который заставляет гладкую мускулатуру клеток, окружающих альвеолы, сокращаться и «выжимать» молоко в протоки и цистерну вымени. Время действия окситоцина 4–5 мин.

2. Стресс во время доения сопровождается выделением в кровь гормона адреналина, блокирующего действие окситоцина и затрудняющего молоковыведение.

3. Первые порции цистернального молока содержат менее 1 % жира, последние порции альвеолярного молока – более 10 % жира.

4. Полное опорожнение альвеол стимулирует секрецию молокообразования, так как сигнализирует о нехватке молока (при возврате в кровь протеина), предотвращает самозапуск коровы.

Реализация этих идей связана, во-первых, с исключением стресса в процессе машинного доения, а следовательно, гормона адреналина в крови животного.

Так как основной причиной стресса при машинном доении является травмирование животных, вызванное низкой стабильностью давления в рабочем вакуумном контуре и жестким механическим контактом рабочих органов доильного аппарата с выменем, то для реализации бесстрессового машинного доения требуется применять рабочий вакуумный контур, параметры которого (градиент давления в трубопроводе – 0,01 кПа/м, временная нестабильность – $\pm 0,3$ кПа, амплитуда пульсации давления при надевании-съеме доильных стаканов менее – 6 кПа, коэффициент релаксации давления – менее 6 кПа·с) обеспечивают повышенную стабильность давления. Кроме того, необходимы новые конструктивные параметры рабочих органов доильного аппарата (в первую очередь сосковой резины), исключающих травмирование вымени животного при непосредственном контакте, а также оптимальные режимы функционирования оборудования [13].

Установлено, что второе необходимое условие – доение только при наличии гормона окситоцина в крови животного. Это означает, что время машинного доения равно времени активного действия гормона окситоцина. Это условие будем называть комфортностью процесса. Любое отклонение от этого равенства приведет к травмированию животных [13].

Анализ процесса молоковыведения позволил нам установить, что скорость машинного доения v_d должна быть равна скорости перехода молока из альвеол в цистерну вымени $v_{ал}$. Таким образом, достаточным условием в создании процесса машинного доения является полнота альвеолярного выдаивания. Если $v_d > v_{ал}$, то за короткое время выдаивается молоко из цистерны, и при достижении критической скорости молоковыведения (0,2 кг/мин) доильный аппарат отключается, процесс машинного доения прекращается, но при этом альвеолы останутся частично заполненными. Если $v_d < v_{ал}$, то в цистерне повышается избыточное давление за счет накопления в ней альвеолярного молока, препятствующее дальнейшему выходу молока из альвеол в цистерну вымени, что приводит к стрессу и, следовательно, прекращению молоковыведения. Результат в обоих случаях – неполное альвеолярное выдаивание и, как следствие, низкие удои, малая жирность, преждевременный самозапуск коровы и повышенный риск мастита. Полное альвеолярное выдаивание, с одной стороны, существенно повышает удои и качество молочного сырья (как отмечено, первые порции цистернального молока содержат < 1% жира, а последние порции альвеолярного молока > 10 %), с другой стороны – стимулирует секрецию молокообразования и предотвращает преждевременный самозапуск коровы. Таким образом, необходимо создать такой процесс, в котором скорость машинного доения равна скорости перехода молока из альвеол в цистерну вымени.

Итак, новый подход в создании процесса машинного доения основан на принципах бесстрессовости, комфортности и полноты альвеолярного выдаивания. Кроме того, эти принципы должны быть реализованы для каждой коровы с учетом физиологических и индивидуальных особенностей животных, что возможно при широком использовании информационных управляющих систем. Процесс машинного доения, реализованный на этих принципах, в дальнейшем будем называть физиологически-щадящим процессом [13, 14].

Обобщенный показатель эффективности производства молока. Очевидно, что задача перевода молочного животноводства на качественно новый уровень – задача крупномасштабная. Решение подобного рода задач невозможно без критерия, позволяющего оценивать степень совершенства инновационных нововведений. В качестве такого критерия нами предложен уровень удельных затрат, определяемый как отношение общих затрат к единице нормализованного продукта [9, 13]. Обобщенный количественный показатель содержит важные качественные характеристики процесса машинного доения и здоровья животных, учитывает общие энергетические затраты, количество и качество молочного сырья, долю коров, временно по тем или иным причинам не участвующих в производстве молока, а также продуктивное долголетие животных:

$$\gamma = \frac{1 + n_0/n}{\alpha_m \varphi_m (1 - \delta')(1 - \delta'')} \cdot \frac{E(N_k)}{W_k N_k}, \quad (1)$$

где γ – уровень удельных затрат, ГДж/т; $E(N_k)/N_k$ – общие затраты при производстве молока, ГДж/гол. в год; N_k – количество коров в стаде, гол.; W_k – средний удой, т/гол. в год; n_0 – время выращивания телок, год; n – продуктивное долголетие коров, год; $\alpha_m = abc/a_0 b_0 c_0$ – коэффициент качества молока (a , b , c – содержание жира, белка, углеводов соответственно, кг/т; параметры молока базового качества: $a_0 = 36$ кг/т – содержание жира; $b_0 = 32$ кг/т – содержание белка; $c_0 = 47$ кг/т – содержание углеводов); φ_m – коэффициент сортности молока; δ' – доля коров, переболевших маститом; δ'' – доля коров с другими заболеваниями.

Отметим достоинства введенного критерия. Во-первых, он не зависит от рыночной конъюнктуры и фактически отражает технологический интеллект молочной отрасли любой страны мира. Во-вторых, предложенный критерий помимо общей характеристики молочной отрасли характеризует эффективность процесса машинного доения, так как молочная продуктивность (удой, жирность), сортность молочного сырья (бактериальная обсемененность, содержание соматических клеток), здоровье коров (доля маститных коров, продуктивное долголетие) в значительной степени определяются совершенством процесса машинного доения.

Молоко-сырье для различных пород коров, различающихся по возрасту и лактационному периоду, имеет следующий состав⁵: жирность – 3,0–5,1 %, белок (казеин + протеин) – 3,0–3,6 %, углеводы – 4,3–4,9 %. Следует отметить, что выбор параметров базового продукта, характеризующих качество, обусловлен тем, что в Беларуси средняя жирность молочного сырья составляет 3,6 %, содержание белка – 3,2 %, лактозы – 4,7 % (параметры, выраженные в процентах, для корректных расчетов переведены в систему СИ – 36, 28 и 47 кг/т соответственно) [15–18]. Однако выбор параметров качества базового продукта, характерного для Беларуси, тем не менее, не ограничивает возможностей показателя γ быть универсальным инструментом определения эффективности молочного животноводства любой страны мира, так как параметрами молочного сырья определяется лишь точка отсчета.

Специфическое отличие принятого обобщенного показателя уровня удельных затрат заключается в том, что он впервые учитывает не только продуктивность животных, но и параметры качества молочного сырья и здоровья животных: содержание жира, белков, углеводов, концентрации соматических клеток (сортность молока), определяющих потребительские свойства конечного продукта, рентабельность производства и коммерческий эффект экспорта.

Кроме того, в разработанном показателе для корректного определения средней продуктивности животных учитывается количество маститных коров, временно исключенных из технологического процесса. Особое внимание, которое уделено именно этой категории коров, связано с тем, что мастит зачастую вызывается «жестким» режимом машинного доения.

С помощью разработанного обобщенного показателя учитывается также продуктивное долголетие животных, которое приводит к уменьшению значения $(1 + n_0/n)$ в числителе уравнения (1), что отражает уменьшение относительной доли расходов на содержание ремонтного молодняка.

Важно подчеркнуть, что введение параметров качества конечного продукта в уравнение (1), позволяющего рассчитать уровень удельных затрат, связано с тем, что повышение, например, содержания жира в молоке, в значительной степени зависящее от совершенства процесса ма-

⁵ О безопасности молока и молочной продукции : ТР ТС 033/2013: решение Совета ЕЭК №67 от 9.10.2013.

шинного доения (полнота альвеолярного выдаивания), является перспективной тенденцией совершенствования молочного животноводства в любой стране мира. Для иллюстрации влияния процесса машинного доения на уровень удельных затрат приведем пример, в котором сравним параметры существующего и перспективного процесса, организованного с учетом инновационных мероприятий (табл. 1). Расчет уровня удельных затрат произведен по уравнению (1), в котором значения констант приведены в поясняющем тексте после уравнения (1).

Сравнительный анализ расчетных данных, приведенных в табл. 1, позволяет сделать очень важный вывод: даже без изменения общих энергозатрат на все процессы преддоильного содержания и само машинное доение, а только за счет совершенствования процесса машинного доения, выражающееся, в первую очередь, в повышении количественных и качественных показателей молочного сырья, а также повышении продуктивного долголетия лактирующих коров, уровень удельных затрат можно снизить более чем в 3 раза.

Т а б л и ц а 1. Сравнительная оценка уровня удельных затрат
T a b l e 1. Comparative evaluation of unit costs level

Показатель	Процесс машинного доения	
	существующий	перспективный*
Годовой удой, т	4,7	6,5
Продуктивное долголетие, годы	3	6
Жирность, %	3,6	4,2
Доля молока сорта «экстра», %	30	70
Доля молока высшего сорта, %	50	30
Доля молока первого сорта, %	20	0
Доля маститных коров, %	23	6
Уровень удельных затрат, ГДж/т	$0,590 \cdot E(N_k)/N_k$	$0,191 \cdot E(N_k)/N_k$
Относительное уменьшение	–	3,10

* В соответствии с Республиканской программой развития молочной отрасли: пост. Совета Министров Респ. Беларусь, №1678, 12.11.2010 // Нац. реестр правовых актов. – 2010. – №279. – С. 39–75.

Например, при $n_0 = 2,25$ года и $n = 6$ лет значение $(1 + n_0/n) = 1,375$. То же самое выражение при $n = 3$ года имеет значение 1,750. Таким образом, только увеличение продуктивного долголетия от 3 до 6 лет приводит к снижению уровня удельных затрат более чем на 20 %.

Следовательно, уровень удельных затрат определяется, с одной стороны, величиной общих затрат $E(N_k)$, которые на 90–95 % определяются процессами преддоильного содержания и кормления, с другой стороны – параметрами молока и здоровья животных, значения которых в значительной мере зависят от совершенства процесса машинного доения [18, 19].

Следует еще раз отметить, что не умаляя важности процессов преддоильного содержания, процесс машинного доения отличается тем, что без изменения общих затрат на получение молока, а только за счет повышения количественных и качественных параметров молочного сырья можно существенно снизить уровень удельных затрат. Количественно проиллюстрируем этот тезис.

При исследовании зависимости уровня удельных затрат от величины удоя (рис. 1, а) приняты следующие технологические параметры: жирность – 36 кг/т, сортность – 30÷70 % (соотношение «экстра»/высший сорт); доля коров, временно исключенных из производства молока (мастит) – 15 %. Из графика видно, что увеличение удоя от 4,7 до 7,0 т/год (87 % от генетического потенциала черно-пестрой породы) позволяет снизить уровень удельных затрат в 1,8 раза.

Для анализа изменения уровня удельных затрат в зависимости от жирности молока (рис. 1, б) приняты технологические параметры: удой – 5,6 т в год, сортность – 30÷70 % («экстра»/высший сорт); доля коров, временно исключенных из производства молока (мастит) – 15 %. Из графика видно, что увеличение жирности от 36 до 48 кг/т (что является возможным для черно-пестрой породы) позволяет снизить уровень удельных затрат в 1,7 раза.

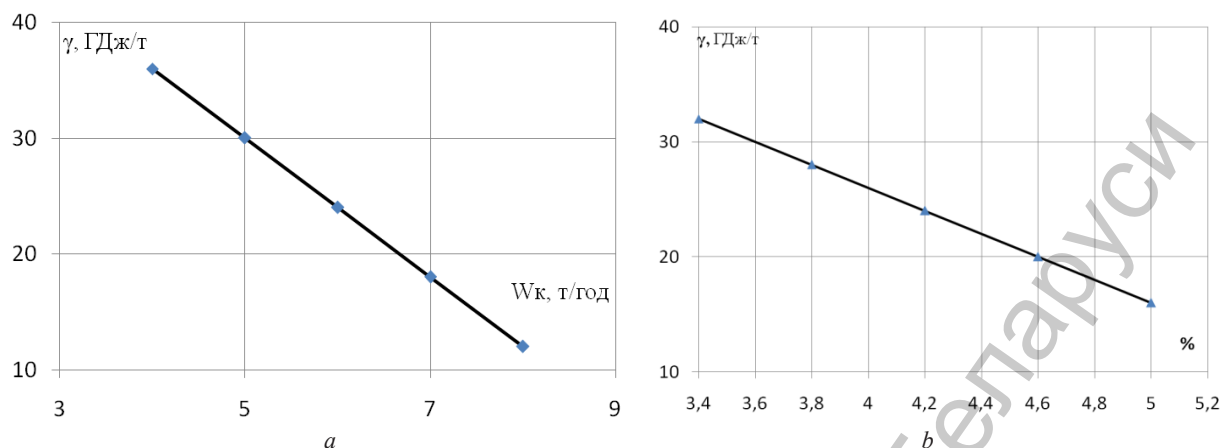


Рис. 1. Графики зависимости уровня удельных затрат от величины удоя (a) и жирности молока (b)

Fig. 1. Diagrams of dependence of the unit costs levels on the value of milk yield (a) and milk fat (b)

Изменение уровня удельных затрат в зависимости от сортности молока (рис. 2, a) соответствует технологическим параметрам: удой – 5,6 т в год, жирность – 36 кг/т; доля коров, временно исключенных из производства молока (мастит), – 15 %. Из графика видно, что увеличение доли молока сорта «экстра» от 30 до 70 % (показатель ЕС) позволит снизить уровень удельных затрат в 1,75 раза.

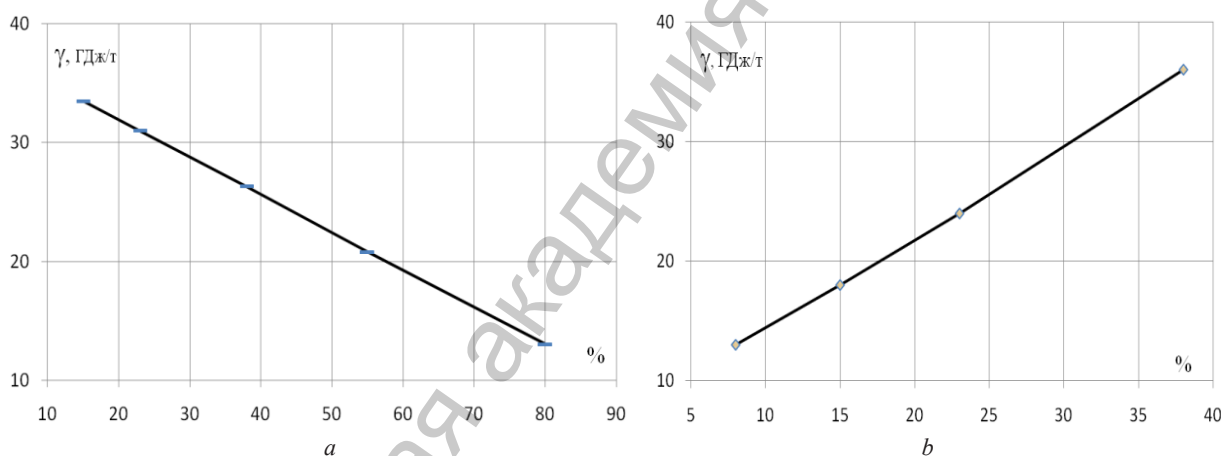


Рис. 2. Графики зависимости уровня удельных затрат от доли молочного сырья сорта «экстра» (a) и количества коров, больных маститом (b)

Fig. 2. Diagrams of dependence of the unit costs levels on the percentage of dairy raw materials of "extra" grade (a) and the number of cows with mastitis (b)

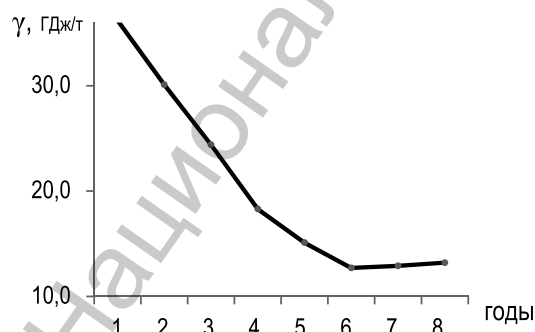


Рис. 3. График зависимости уровня удельных затрат от числа лактаций

Fig. 3. Diagrams of dependence of the unit costs levels on the number of lactations

Анализ уровня удельных затрат в зависимости от доли коров, больных маститом, выполнен при следующих параметрах: удой – 5,6 т в год, жирность – 36 кг/т; сортность молока – 30÷70 %. Из графика на рис. 2, b видно, что снижение заболеваемости маститом с 25 до 8 % позволяет снизить уровень удельных затрат в 2,1 раза.

На рис. 3 показано изменение уровня удельных затрат в зависимости от количества лактационных периодов. При построении графика принято: удой – 5,6 т в год, жирность – 36 кг/т; сортность молока – 30÷70 %, количество коров, заболевших маститом – 15 %. На рис. 3 видно, что существенное снижение

уровня удельных затрат может быть достигнуто только при эксплуатации животных не менее 5–6 периодов лактаций (в то время как на практике не превышает 3), что позволит снизить уровень удельных затрат в 1,5–1,6 раза. Об этом же свидетельствует и анализ данных табл. 1.

Одно из достоинств разработанного критерия заключается в том, что он отражает только научно-технический уровень исследуемого производства и не зависит от рыночной конъюнктуры (цены на энергию и труд), что характерно для стран, различающихся по своему социальному развитию. Общие затраты при производстве молока, значения которых стоят в числителе уравнения (1), отражают и энергетические, и трудовые, и материальные затраты при производстве молока. Все они имеют размерность энергии.

Введенный нами обобщенный показатель характеризует научно-технический уровень производства и отражает технологический уровень молочного животноводства любой страны мира. Как правило, не проблематично получить 1 т молока, проблема заключается в том, чтобы получить 1 млн т молока высокого качества при минимально возможном уровне удельных затрат. И здесь без использования инноваций, базирующихся на новейших достижениях биологии, полного учета физиологических и индивидуальных особенностей животных на основе автоматизированных технологий и информационных управляющих систем обойтись принципиально невозможно.

Предложенный показатель позволяет сформулировать базовые направления концептуальной модернизации молочной отрасли, которые вытекают из минимизации уровня удельных затрат (уравнение (1)) и актуальны для молочного животноводства любой страны мира, так как они несут объективный характер.

Снижение абсолютных затрат (уменьшение числителя уравнения (1)). Уменьшение прямых и овеществленных энергетических затрат должно быть связано, прежде всего, с решением следующих проблем [14, 20]:

- использование резервов энергосбережения при строительстве и реконструкции ферм, создание необходимых условий преддоильного содержания животных (умеренные температуры (5–15 °C), низкая концентрация аммиака, отсутствие кровососущих насекомых, необходимая инсоляция, свободное пространство не менее 10 м² пола и 60 м³ объема на корову, при котором создаются оптимальные условия для протекания биохимических процессов молокообразования);
- снижение удельного расхода кормов за счет оптимизации состава и замены дорогостоящих импортных компонентов на более дешевое местное сырье, а также за счет совершенствования технических средств для приготовления и раздачи полнорационных кормосмесей;
- механизация и автоматизация молочно-товарного производства как процесса машинного доения, так и сопряженных процессов преддоильного содержания (создание систем по поддержанию на фермах соответствующего микроклимата, удалению и утилизации навоза, поддержанию молочных коммуникаций на требуемом санитарно-гигиеническом уровне, систем охлаждения и транспортировки молока);
- использование источников энергии, связанных с производством молока, частично или полностью замещающих прямые энергетические затраты;
- увеличение продуктивного долголетия животных (не менее 5 лактаций).

Повышение количества и качества нормализованного продукта (увеличение знаменателя уравнения (1)), определяемое в том числе совершенством процесса машинного доения, обеспечивается следующими факторами [13, 14, 21]:

- повышение жирности молока за счет совершенствования машинного доения, что достигается за счет полноты альвеолярного выдаивания;
- повышение сортности молока за счет увеличения доли молока сорта «экстра» соответствует существенному снижению соматических клеток, наличие которых влияет на потребительские свойства молока, что обеспечивается комфортностью процесса машинного доения. Повышенная доля молока сорта «экстра» также свидетельствует о хорошем здоровье животных;
- повышение продуктивности, что обеспечивается комфортностью и полнотой альвеолярного выдаивания;
- исключение сокращения лактационного периода, что обеспечивается полнотой альвеолярного выдаивания;
- уменьшение доли коров, болеющих маститом, что обеспечивается бесстрессовостью и комфортностью процесса машинного доения.

Кроме того, на повышение количества и качества нормализованного продукта существенно влияют условия преддоильного содержания:

- создание сбалансированных кормов, которые должны снабжать организм животного требуемым количеством жиров, белков, углеводов, витаминов, микроэлементов; грубых кормов для реализации генетического потенциала и обеспечения эффективного функционирования нервной, иммунной, гормональной, эндокринной, кровеносной и пищеварительной систем животных;
- совершенствование селекционной работы по улучшению генетической породы животных, направленное на увеличение удоя, устойчивости иммунной системы, позволяющее поддерживать хорошее здоровье и невосприимчивость к инфекционным заболеваниям, селекционная выбраковка коров по тем или иным причинам конфликтующих с доильным оборудованием.

Выводы

1. Промышленное производство молока в Республике Беларусь является приоритетной отраслью сельского хозяйства, так как имеет высокие абсолютные показатели (4-е место в мире по производству на душу населения), благоприятные природно-климатические условия и высокий научно-технический потенциал машиностроения, что создает условия для дальнейшего развития отрасли.

2. В настоящее время важнейшим условием для перевода молочной отрасли на новый качественный уровень является инновационное усовершенствование процессов производства молока за счет привлечения новейших научных знаний из физиологии, молекулярной биологии и генетики для разработки технологического оборудования, способного подстраиваться под потребности животного, что в итоге позволит существенно снизить уровень удельных затрат и реализовать генетический потенциал породы молочного скота.

3. Разработан обобщенный показатель – уровень удельных затрат, позволяющий дать оценку эффективности производства молока и выполнить анализ научно-технического уровня процессов этого производства, в частности ключевого процесса машинного доения. Показано, что даже без изменения общих энергозатрат на все процессы преддоильного содержания и само машинное доение, а только за счет совершенствования процесса машинного доения уровень удельных затрат можно снизить более чем в 3 раза.

Список использованных источников

1. The world dairy situation 2010 // Bull. of the Intern. Dairy Federation. – 2010. – N 446. – P. 1–208.
2. Blowey, R. Milking machines and mastitis / R. Blowey, P. Edmondson // Mastitis control in dairy herds. – 2nd ed. – Wallingford, 2010. – P. 60–94.
3. Stojnović, M. Influence of machine milking on teat condition of dairy cows / M. Stojnović, D. Alagić // Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede : zb. radova 39 međunar. simp. iz područja mehanizacije poljoprivrede, Opatija, Hrvatska, 22–25 Velj. 2011 / Zavod za Mehanizaciju Poljoprivrede, Agron. Fak. Sveučilišta u Zagrebu. – Zagreb, 2011. – S. 457–462.
4. Lipiński, M. Winnicki S. Wstępna ocena funkcjonowania robota do dojenia krów firmy Lely Industries N.V. / M. Lipiński, S. Winnicki // Problemy Inżynierii Rolniczej. – 1997. – Vol. 1, N 15. – S. 99–105.
5. Ohnstad, I. Effective cleaning of the milking machine / I. Ohnstad // Livestock. – 2013. – Vol. 18, T 1. – P. 28–31.
6. Rolnictwo i gospodarka żywnościowa w Polsce / Min. Rolnictwa i Rozwoju Wsi. – Warszawa : [s. n.], 2005. – 80 s.
7. Kupczyk, A. Doskonalenie warunków doju mechanicznego ze szczególnym uwzględnieniem podciśnienia w aparacie udojowym / A. Kupczyk // Inżynieria Rolnicza. – 1999. – Rocz. 3, N 3 (9). – S. 1–114.
8. Kitikov, V. O. Technical facilities of intensive milk production / V. O. Kitikov. – Poznan : Industrial Inst. of Agr. Engineering, 2011. – 159 s.
9. Китиков, В. О. Стратегическое направление развития машинного доения коров / В. О. Китиков, А. Н. Леонов // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. навук. – 2013. – № 4. – С. 91–104.
10. Леонов, А. Н. Оптимизация процесса машинного доения / А. Н. Леонов, В. О. Китиков // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 1. – С. 93–100.
11. Велиток, И. Г. Молокоотдача при машинном доении коров / И. Г. Велиток. – М.: Моск. рабочий, 1986. – 140 с.
12. Кокорина, Э. Условные рефлексы и продуктивность животных / Э. П. Кокорина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 335 с.
13. Китиков, В. О. Научные основы создания технологического оборудования и физиологически-щадящего процесса машинного доения коров : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / В. О. Китиков ; Белорус. гос. аграр. техн. ун-т, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2015. – 45 с.
14. Китиков, В. О. Ресурсоэффективные технологии производства молока / В. О. Китиков. – Минск : Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сел. хоз-ва, 2011. – 233 с.

15. Барановский, М. Повышение качества молока при машинном доении коров / М. Барановский, А. Курак, Т. Агейчик // Гл. зоотехник. – 2006. – № 6. – С. 70–71.
16. Курак, А. С. Совершенствование технологии машинного доения коров на основе разработки и применения новых биотехнических способов : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.02.04 / А. С. Курак ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т животноводства НАН Беларуси. – Жодино, 2003. – 38 с.
17. Dashkov, V. Techniczne środki do intensyfikacji produkcji zwierzęcej na Białorusi / V. Dashkov, V. Gutman, V. Kitikov // Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE : materiały X międzynarod. konf. nauk., Warszawa, 21–22 Wrzes. 2004 r. / Inst. Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa. – Warszawa, 2004. – S. 347–353.
18. Китиков, В. О. Базовые условия развития технологий молочного скотоводства с применением информационных управляющих систем / В. О. Китиков, А. Н. Леонов // Вестн. Всерос. науч.-исслед. ин-та механизации животноводства. – 2013. – № 3 (11). – С. 52–58.
19. Kitikov, V. Analiza skuteczności procesu rozdzielania pasz lodygowych i sposoby obniżenia energochłonności / V. Kitikov, Y. Bashko // Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE : materiały XIII międzynarod. konf. nauk., Warszawa, 25–26 Wrzes. 2007 r. / Inst. Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa. – Warszawa, 2007. – S. 357–363.
20. Китиков, В. О. Анализ эффективных направлений использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве / В. О. Китиков, С. Л. Романов // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межведомств. темат. сб. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сел. х-ва. – Минск, 2013. – Вып. 47, т. 2. – С. 16–19.
21. Китиков, В. О. Модернизация процесса машинного доения коров / В. О. Китиков, А. Н. Леонов // Вестн. Всерос. науч.-исслед. ин-та механизации животноводства. – 2016. – № 3 (23). – С. 171–177.

References

1. The world dairy situation 2010. *Bulletin of the International Dairy Federation*, 2010, no. 446, pp. 1–208.
2. Blowey R., Edmondson P. Milking machines and mastitis. *Mastitis control in dairy herds*. 2nd ed. Wallingford, 2010, pp. 60–94.
3. Stojnović M., Alagić D. Influence of machine milking on teat condition of dairy cows. *Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede: zbornik radova 39 međunarodnog simpozija iz područja mehanizacije poljoprivrede*, Opatija, Hrvatska, 22–25 Veljače 2011. – Zagreb, 2011, pp. 457–462.
4. Lipiński, M., Winnicki S. Wstępna ocena funkcjonowania robota do dojenia krów firmy Lely Industries N. V. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1997, vol. 1, no. 15, pp. 99–105. (In Polish).
5. Ohnstad I. Effective cleaning of the milking machine. *Livestock*, 2013, vol. 18, no. 1, pp. 28–31. doi: 10.1111/j.2044-3870.2012.00174.x.
6. *Rolnictwo i gospodarka żywnościowa w Polsce*. Warszawa, 2005. 80 p. (In Polish).
7. Kupeczyk A. Doskonalenie warunków doju mechanicznego ze szczególnym uwzględnieniem podciśnienia w aparacie udojowym. *Inżynieria Rolnicza*, 1999, vol. 3, no. 3 (9), pp. 1–114. (In Polish).
8. Kitikov V.O. *Technical facilities of intensive milk production*. Poznan, Industrial Institute of Agricultural Engineering, 2011. 159 p.
9. Kitikov V.O., Leonov A.N. *Strategicheskoe napravlenie razvitiya mashinnogo doeniya korov* [Strategic direction in the development of dairy machine]. *Vestsi Natsyyanal'ny akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series], 2013, no. 4, pp. 91–104. (In Russian).
10. Leonov A.N., Kitikov V.O. *Optimizatsiya protsessa mashinnogo doeniya* [Optimization of machine milking process]. *Vestsi Natsyyanal'ny akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series], 2014, no. 1, pp. 93–100. (In Russian).
11. Velitok I.G. *Molokootdacha pri mashinnom doenii korov* [Milk ejection during cow machine milking]. Moscow, Moskovskij rabochij Publ., 1986. 140 p. (In Russian).
12. Kokorina E.P. *Usloynnye refleksy i produktivnost' zhivotnykh* [Conditioned reflexes and animal productivity]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986. 335 p. (In Russian).
13. Kitikov V.O. *Nauchnye osnovy sozdaniya tekhnologicheskogo oborudovaniya i fiziologicheskikh shchadyashchego protsessa mashinnogo doeniya korov*. Avtoref. diss. dokt. tekhn. nauk [Scientific basis for the creation of technological equipment and physiologically-sparing process of cow machine milking. Dr. techn. sci. diss.]. Minsk, 2015. 45 p. (In Russian).
14. Kitikov V.O. *Resursoeffektivnye tekhnologii proizvodstva moloka* [Resource-efficient technologies for milk production]. Minsk, SPC NAS for agricultural mechanization, 2011. 233 p. (In Russian).
15. Baranovskiy M., Kurak A., Ageychik T. *Povyshenie kachestva moloka pri mashinnom doenii korov* [Increase of milk quality in the process of cow machine milking]. *Glavnyy zootekhnik* [Senior Livestock Specialist], 2006, no. 6, pp. 70–71. (In Russian).
16. Kurak A.S. *Sovershenstvovanie tekhnologii mashinnogo doeniya korov na osnove razrabotki i primeneniya novykh biotekhnicheskikh sposobov*. Avtoref. diss. dokt. s.-kh. nauk [Improvement of the technology of cow machine milking on the basis of the development and application of new biotechnological methods. diss. of dr. agr. sci.]. Zhodino, 2003. 38 p. (In Russian).
17. Dashkov V., Gutman V., Kitikov V. Techniczne środki do intensyfikacji produkcji zwierzęcej na Białorusi. *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE*: materiały X międzynarodowej konferencji naukowej, Warszawa, 21–22 Września 2004 r. Warszawa, 2004, pp. 347–353.

18. Kitikov V.O., Leonov A.N. *Bazovye usloviya razvitiya tekhnologii molochnogo skotovodstva s primeneniem informatsionnykh upravlyayushchikh sistem* [Basic conditions for the development of dairy farming technologies with application of information management systems]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva* [Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Livestock Mechanization], 2013, no. 3 (11), pp. 52–58. (In Russian).

19. Kitikov V., Bashko Y. Analiza skuteczności procesu rozdzielania pasz łodygowych i sposoby obniżenia energochłonności. *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzeceji z uwzględnieniem ochrony środowiska i standardów UE: materiały XIII międzynarodowej konferencji naukowej*, Warszawa, 25–26 Września 2007 r. Warszawa, 2007, pp. 357–363. (In Polish).

20. Kitikov V.O., Romanov S.L. *Analiz effektivnykh napravleniy ispol'zovaniya vozobnovlyаемых istochnikov energii v sel'skom khozyaystve* [Analysis of the effective directions of the use of renewable sources of energy in agriculture]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva: mezhdvodomstvennyy tematicheskiy sbornik* [Mechanization and Electrification of Agriculture: interdepartmental subject collection]. Minsk, 2013, vol. 47, pt. 2, pp. 16–19. (In Russian).

21. Kitikov V.O., Leonov A.N. *Modernizatsiya protsessa mashinnogo doeniya korov* [Cow machine milking process modernization]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva* [Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Livestock Mechanization], 2016, no. 3 (23), pp. 171–177. (In Russian).

Информация об авторе

Китиков Вадим Олегович – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства (Кнорина, 1, 220049 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: kitsikau@tut.by

Information about the author

Kitikov Vadim A. – D. Sc. (Engineering), Assistant Professor, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Agriculture Mechanization (1 Knorin Str., Minsk 220049, Republic of Belarus). E-mail: kitsikau@tut.by

Для цитирования

Китиков, В. О. Анализ научно-технического уровня процессов производства молока / В. А. Китиков // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – № 1. – С. 99–108.

For citation

Kitikov V.A. Analysis of scientific and technical level of milk production processes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, agrarian series*, 2017, no 1, pp. 99–108.