

УДК 636.2.034/06

**А.Б. Грищенко, И.И. Гируцкий,  
А.Г. Сеньков**

*(УО «БГАУ»,  
г. Минск, Республика Беларусь)*

**В.Ф. Марышев, В.В. Чумаков**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по  
механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)*

**КРИТЕРИИ  
ДИАГНОСТИКИ  
СОСТОЯНИЯ  
ЖИВОТНЫХ**

### **Введение**

Анализ современного состояния отечественного и зарубежного молочного скотоводства показывает, что в сложившихся условиях рыночной экономики эффективность производства молока определяется решением двух задач: повышения продуктивности животных и снижения трудозатрат по их содержанию и обслуживанию. Решение указанных задач осуществляется путем создания новых и совершенствования существующих технологий и технических средств контроля и управления индивидуальным обслуживанием животных с целью достижения максимального уровня реализации их биологического потенциала.

### **Результаты исследований**

Причинами, снижающими эффективность производства молока, являются: большая доля ручного труда; малокомфортные условия содержания животных; достаточно жесткий процесс машинного доения, вызывающий неоправданное травмирование вымени, повышающий вероятность заболевания маститом и снижающий качество и количество получаемого молока; отсутствие информационных управляющих систем, в полной мере учитывающих физиологическое состояние и индивидуальные особенности коров, что не позволяет эффективно реализовать генетический потенциал молочного стада.

Все это указывает на необходимость дальнейшего совершенствования данной отрасли, в том числе путем внедрения и совершенствования систем автоматизации доения, которые позволяют снижать трудоемкость производства молока, а также увеличивать продуктивность за счет индивидуального управления различными аспектами жизненного цикла коров дойного стада и обеспечения оптимальной технологии содержания животных.

Перевод существующего молочно-товарного производства на более высокий уровень развития возможен только на основе системного подхода в формировании инфраструктуры молочно-товарной фермы, причем центральное место в биотехнической системе «человек – машина – животное» должен занимать биологический объект – корова (рисунок 1) [1].

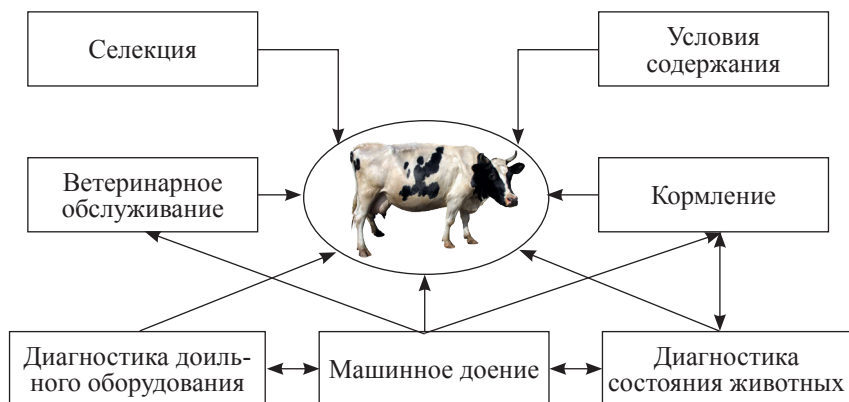


Рисунок 1. – Биотехническая система производства молока

Исходя из этого, в оборудовании, связанном с обеспечением условий преддоильного содержания и машинного доения, должны учитываться биологические закономерности синтеза молока и его выведения, физиологическое состояние и индивидуальные особенности животных.

Стандартные доильные аппараты работают в одном и том же жестком режиме, с постоянными, не изменяющимися в процессе доения параметрами, в них не учитывается закономерность процесса молокоотдачи, ее разнообразие у различных групп животных. При таком доении коровы часто испытывают непривычные, даже болевые ощущения, которые приводят к преждевременному торможению рефлекса молокоотдачи, задержке молока, неполному выдаиванию, заболеваниям вымени. Устранить эти недостатки может только оператор высокой квалификации за счет качественного и полного выполнения технологических операций, тщательного контроля потока молока, выводимого аппаратом из вымени, учета индивидуальных особенностей животного. К сожалению, соблюдение этих требований резко повышает затраты времени на процесс, снижает производительность оператора и практически невыполнимо.

В современных доильных машинах предусмотрена возможность автоматического включения стимуляции вымени при снижении молокоотдачи до определенного уровня, что позволяет сгладить, нивелировать отрезок времени и нарастить молочную продуктивность во время дойки, когда возникает риск сухого доения в начале дойки. Еще одна функция доильных машин – возможность отключения молочной камеры доильного стакана от источника вакуума в ситуации, когда в нее не поступает молоко. Такая ситуация характерна для конца доения в связи с неравномерностью развития четвертой молочной железы коровы и разным временем их доения. Измерение электропроводности молока и электронная

пульсация по четвертям вымени делают возможной реализацию функции отдельного отключения доения каждой четверти вымени. При этом пульсация управляется интенсивностью поступления молока из каждого соска с остановкой в такте сжатия до окончания доения остальных сосков. В Европе принято прекращать доение коров при двукратном доении с потоком молока 450 *л/мин*, при трехкратном доении – с потоком 700 *л/мин*. Доение вымени по отдельным соскам позволяет более полно выдаивать корову и не допускать сухого доения отдельных сосков вымени, обеспечить более полную автоматизацию процесса доения [2]. Перспективным направлением шадящего доения является адаптивное установление порога прекращения доения в зависимости от продуктивности коровы [3].

Если усовершенствовать процесс на всех стадиях доения коров в части обеспечения учета текущих физиологических потребностей каждой отдельной особи в стаде, то можно создать условия, соответствующие требованиям длительного содержания и обслуживания высокопродуктивных животных.

Данная задача может быть выполнена только на базе применения информационных управляющих систем, когда управление всей фермой осуществляется на базе непрерывного сбора, анализа и хранения большого количества индивидуальных данных о животных [1].

Современные системы управления стадом предусматривают идентификацию животных, контроль текущей молокоотдачи, индивидуальных удоев, параметров качества молока (содержание жира, белка, крови, соматических клеток, электропроводность), мониторинг двигательной активности, походки животных.

Электронные системы позволяют контролировать состояние здоровья животных, сигнализировать об отклонениях в процессах, выявлять охоту, управлять входными и выходными воротами, предоставлять информацию о состоянии производства и решать другие задачи.

В качестве критериев диагностики состояния здоровья животных наиболее широко используются следующие:

– *величина удоя*. Влияние болезней на величину удоя молочных коров – хорошо изученная проблема. С внедрением компьютеризированных счетчиков молока ежедневный мониторинг удоев отдельных коров стал важным инструментом оценки последствий заболеваний на производство молока;

– *время доения*, скорость молокоотдачи. Время доения зависит от оборудования фермы, мастерства операторов, номера лактации коровы, стадии лактации, состояния вымени и сосков коров. Число соматических клеток в молоке коров с высокой или низкой скоростью доения выше, чем у коров с умеренной скоростью доения. Низкая скорость молокоотдачи может вызывать раздражение вымени и сосков, в то время как высокая скорость доения из-за слабого соска сфинктера может способствовать проникновению инфекции в вымя [4];

– *состав молока*. Многие факторы оказывают влияние на компонентный состав молока. К снижению процентного содержания молочного жира приводят болезни, чрезмерное волнение, возбуждение, жаркая погода, неполнота доения. Факторами, повышающими уровень жира, являются генетика, низкая производительность, поздние лактации, хорошее состояние тела, холодная погода, высокое потребление грубых кормов. Соотношение молочного жира и белка отражает состояние энергетического баланса коровы. Содержание лактозы в молоке является одним из показателей синтетической емкости эпителиальных клеток вымени. Содержание лактозы в молоке снижается при маститах и сильно зависит от кормления. В то же время по сравнению с молочным жиром и белком лактоза является стабильным компонентом молока.

Например, анализатор состава молока AfiLab фирмы «S.A.E Afikim», являясь интегрированным устройством, определяет состав и качество молока каждой коровы в режиме реального времени (рисунок 2).

Система производит измерения жира, белка, лактозы, числа соматических клеток, мочевины и крови в молоке;

– *число соматических клеток в молоке*. Молоко маститных коров имеет более высокую концентрацию соматических клеток (таблица 1). Эти клетки играют защитную роль против бактерий, вызывающих мастит [4].

Важнейшим показателем качества молока является содержание соматических клеток, которое четко связано с заболеванием коров маститом. Факторами, вызывающими это заболевание, кроме биологически обусловленных причин, могут быть технические: нестабильный вакуумный режим; передержка доильных аппаратов; техническое состояние исполнительных органов доильной машины (сосковая резина, пульсатор, вакуум-регулятор). Увеличение количества соматических клеток ведет к снижению качества молочной продукции и продуктивности животных [5];



Рисунок 2. – Молокомер Afimilk и анализатор состава молока AfiLab

Таблица 1. – Критерии оценки заболеваемости молочной железы коров в зависимости от количества соматических клеток в молоке

Состояние молочной железы	Содержание соматических клеток
Здоровая	До 300 тыс./мл
Подозрение на субклинический мастит, вероятное поражение одной доли вымени	От 300 до 800 тыс./мл
Мастит, поражена по крайней мере одна доля	500–800 тыс./мл
Острая форма мастита	Более 1 млн/мл

– *электропроводность молока*. Первые исследования возможности обнаружения мастита у коров измерением электропроводности молока были проведены в начале 40-х годов. Молоко больных маститом коров имеет более высокую электропроводность. В середине семидесятых годов появились первые датчики проводимости, и с тех пор автоматические измерения проводимости в потоке стали практическим инструментом для обнаружения мастита. Данный метод диагностики на наличие клинического и субклинического мастита имеет высокую чувствительность и специфичность. Однако в процессе доения показатель электропроводности молока может существенно изменяться, что создает сложности при его использовании для диагностики состояния здоровья коров (таблица 2).

– *двигательная активность*. В середине пятидесятых годов было обнаружено, что во время охоты самки млекопитающих демонстрируют прогнозируемое увеличение физической активности. Более 20 лет спустя исследования, проведенные с помощью педометров, показали, что коровы в период половой охоты увеличивают свою двигательную активность в несколько раз. Педометры могут также использоваться в качестве средства для обнаружения нарушений в двигательной активности животных [4];

– *оценка упитанности и конституции тела* (body condition score – BCS). Метод оценки упитанности и конституции тела животных был раз-

Таблица 2. – Показатель электропроводности молока, измеренный в ходе доения коровы с использованием оборудования ОДО «Полиэфир»

Дата/время доения	Смена доения	Надой, г	Время доения, с	Электропроводность, мкСм/см
2015-03-18 07:38:02	1	6081	261	1821
2015-03-17 19:54:53	3	2274	251	7026
2015-03-17 14:16:54	2	2809	227	1790
2015-03-17 07:20:07	1	5340	250	7179
2015-03-16 19:49:26	3	2690	249	5488
2015-03-16 13:59:12	2	2394	200	6781
2015-03-16 07:13:03	1	5403	243	8735
2015-03-15 19:57:50	3	2489	251	6101
2015-03-15 14:13:07	2	2657	173	1578
2015-03-15 07:40:03	1	5239	232	8218
2015-03-14 19:54:46	3	2324	239	1696
2015-03-14 14:25:41	2	2983	225	6586
...	...	...	...	...
2015-03-12 13:05:33	2	3997	231	1821
2015-03-12 05:53:51	1	4800	258	8910
2015-03-11 18:34:02	3	2534	232	6862
2015-03-11 13:44:26	2	3984	332	1821
2015-03-11 06:39:39	1	5741	245	9347

работан в восьмидесятих годах прошлого века. BCS позволяет оценить питательный статус и изменения в энергетическом балансе коров на различных стадиях производственного цикла. BCS является хорошим показателем того, насколько рацион кормления отвечает энергетическим потребностям коров на каждом этапе производственного цикла. Недооценка или переоценка состояния тела может приводить к заболеваниям;

– *измерение живой массы тела животных*. Первые проходные весы для молочных коров были разработаны в 1979 году британскими учеными. Авторы предположили, что регулярный мониторинг массы тела отдельных коров в сочетании с ежедневной регистрацией надоев позволит улучшить стратегию кормления, а также может быть полезен с ветеринарной точки зрения. Следующий шаг к реализации этой концепции был сделан в Израиле. Авторы разработали оригинальные проходные весы и связали автоматическое взвешивание с системой идентификации коров для компьютеризованного управления в реальном времени. Измерения массы тела коров, производимые несколько раз в день, и дальнейший расчет средних суточных или недельных значений позволяют устранить погрешности, которые возникают во время однократного взвешивания. Регулярное ежедневное измерение массы тела позволяет проследить изменения энергетического баланса коров. Тенденция к увеличению массы тела после пикового дня надоя молока в начале лактации является признаком перехода от отрицательного к положительному балансу энергии. В это время вероятность успешного осеменения выше, чем во время непрерывного отрицательного энергетического баланса. Резкое снижение величины надоев, сопровождаемое резким увеличением живой массы тела, может указывать на нежелательное ожирение. В некоторых случаях значительному снижению массы тела может предшествовать падение величины надоев. Неожиданное снижение массы тела является предупреждением возникновения проблем со здоровьем и должно рассматриваться во взаимосвязи с другими предупредительными знаками;

– *измерение частоты сердечных сокращений и вариабельности сердечного ритма*. В ветеринарных исследованиях частота сердечных сокращений, будучи относительно несложной для измерений, часто используется для оценки стресса и здоровья молочных пород коров. Во многих исследованиях описаны факторы, которые оказывают влияние на частоту сердечных сокращений (ЧСС). Вариабельность сердечного ритма в сравнении с ЧСС позволяет делать более детальную оценку стресса у животных. Полагают, что вариабельность сердечного ритма является значимым физиологическим индикатором стрессовой нагрузки у животных. Например, подвергание лабораторных крыс продолжительному шумовому стрессу приводило к изменениям в показателях вариабельности сердечного ритма;

– *потребление концентратов, число визитов к кормушкам*. Эти показатели позволяют выявить симптомы отсутствия аппетита у животных. От-

сутствие или снижение аппетита может быть связано с низким качеством кормов; болезнью органов пищеварения; болезнью органов, не связанных с пищеварительной системой; инфекционными заболеваниями; с другими, менее значимыми факторами: незнакомыми кормами, нахождением в охоте, непривычной окружающей обстановкой [4].

Большой проблемой в молочном скотоводстве являются заболевания маститом. В среднем различными формами этого заболевания могут быть поражены от 30 до 60 % поголовья. Так, среди всего промышленного молочного поголовья республики маститы составляют 10–50 % от всех выявляемых патологий у данного вида животных. Основной удельный вес приходится на труднодиагностируемые субклинические маститы (71,7 %) или на такие формы, которые трудно поддаются лечению. Поэтому профилактика заболевания маститом и возможность его раннего обнаружения – одно из основных направлений совершенствования систем управления стадом [6].

Для диагностики маститов могут применяться различные методы. Один из диагностических методов основан на использовании разности инфракрасного излучения тела животного в здоровом и больном состоянии, которая может быть отслежена при помощи тепловизора. Проведенные исследования показали, что средняя температура тела болеющей маститом коровы на 24,6 % выше, чем средняя температура тела здоровой коровы. Полученные результаты указывают на возможность применения тепловизора для отслеживания развития заболевания мастита у коров, однако необходимо проведение дополнительных обследований для повышения достоверности получаемых результатов и отработки методики диагностики в условиях реальной фермы [7, 8].

### **Заключение**

1. Совершенствование технологических процессов и оборудования является эффективным направлением повышения конкурентоспособности молочной отрасли страны.

2. Одним из важнейших технологических требований к доильным установкам является укомплектование их системами автоматизации для управления режимами выполнения технологических операций, адекватно согласованных с физиологическими режимами молоковыведения, состоянием вымени и молочной железы. Среди элементов системы автоматизации машинного доения коров важнейшая роль принадлежит средствам управления и контроля молокоотдачи, осуществления заключительного массажа вымени и автоматического выключения и отключения (снятия) доильных аппаратов после прекращения молокоотдачи. Кроме того, доильные установки должны содержать системы подготовки вымени, автоматической очистки молочных линий, учета индивидуального и группового надоев молока, контроля вакуумного режима [9].

3. Внедрение информационно-управляющих систем путем учета физиологического состояния и индивидуальных особенностей каждой особи позволяет решить две принципиально различных задачи:

– управление процессами преддоильного содержания, направленными на повышение эффективности молочной продуктивности стада. Индивидуализация процессов машинного доения на основе количественных и качественных результатов процесса доения позволяет непрерывно оценивать эффективность изменения рационов кормления, параметров содержания животных и выдавать рекомендации для проектирования оборудования для реализации сопряженных процессов и проведения своевременной ветеринарной профилактики;

– управление и создание оптимальных стереотипов машинного доения под любое поголовье коров, различающихся генетической породой, способами содержания и кормления животных, что позволяет существенно снизить удельные затраты при производстве молока и повысить рентабельность молочно-товарного производства без дополнительных инвестиций [1].

14.10.2015

### Литература

1. Китиков, В.О. Стратегическое направление развития машинного доения коров / В.О. Китиков, А.Н. Леонов // Вести НАН Беларуси. Серия аграрных наук. – 2013. – № 4. – С. 91–104.
2. Курак, А.С. Физиологические свойства вымени, технологические нарушения и эффективность машинного доения коров / А.С. Курак, М.В. Шалак, М.И. Муравьева // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр.: в 2 ч / Гл. редактор А.П. Курдео. – Горки: БГСХА, 2013. – Вып. 16. – Ч. 1. – 429 с.
3. System and method for implementing an adaptive milking process: пат. WO 2011/156316 A1, МПК A01J 5/007 / George H. Jr. Tucker; David, A. Reid; Gary, C. Steingraber; Timothy, E. Blair; заявитель Technologies Holdings Corp. – Заявл. 07.06.2011; опубл. 15.12.2011.
4. Graphic monitoring of the course of some clinical conditions in dairy cows using computerized dairy management system [Electronic resource] / U. Moallem [and others]. – S.A.E. Afikim, Israel. – Mode of access: <http://afimilk.com>. – Date of access: 5.07.2013.
5. Оробинский, В.Ю. Влияние технического состояния доильного оборудования на качество молока / В.Ю. Оробинский, О.В. Милешина // Вестник ВНИИМЖ. – 2013. – №1. – С. 128–135.
6. Башура, А.В. Сравнительная патоморфологическая характеристика часто встречаемых форм маститов / А.В. Башура, В.В. Малашко // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 17 мая, 7 июня 2013 г. – Гродно: ГГАУ, 2013. – Т. 1. – С. 184–186.
7. Горбачев, А.О. Инфракрасная диагностика заболевания маститом у КРС / А.О. Горбачев, А.С. Гордеев // Робототехника в сельскохозяйственных технологиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Мичуринск, 10–12 ноября 2014 г. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2014. – 327 с.
8. Development of a teat sensing system for robotic milking by combining thermal imaging and stereovision technique / A. Azouz [and others] // Computers and Electronics in Agriculture. – 2015. – № 1. – С. 162–170.
9. Морозов, Н.М. Система машин и машинных технологий для производства продукции животноводства на период до 2020 года / Н.М. Морозов // Вестник ВНИИМЖ. – 2013. – № 1. – С. 74–90.
10. Китиков, В.О. Научные основы создания технологического оборудования и физиологически шадящего процесса машинного доения коров: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / В.О. Китиков; УО БГАТУ. – Минск, 2015. – 46 с.