

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО МОЛОКА

В.И. Передня, д.т.н., проф., **Ю.А. Башко**, зав. лабораторией,
А.А. Кувшинов, м.н.с.

Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь

Сельское хозяйство Беларуси традиционно специализируется на производстве молока и молокопродуктов. Уже несколько лет белорусское животноводство является экспортно-ориентированной отраслью. Страна продает за границу порядка 56 % производимого молока и молокопродуктов. Вместе с тем вопрос, как повысить конкурентоспособность и эффективность производства указанной продукции, из года в год обостряется.

Острейшей экономической проблемой в молочном животноводстве в большинстве хозяйств остается низкая конкурентоспособность получаемой продукции, связанная с высокими затратами ресурсов при невысоких показателях качества молока и при низких показателях продуктивности.

В условиях рыночной экономики основная цель производственной деятельности – получение прибыли. В молочных хозяйствах прибыль обеспечивается стоимостью и объемом молока, получаемого на ферме, а также качеством и производительностью доильного оборудования.

Поскольку Беларусь более половины производимой молочной продукции отправляет на экспорт, то вопрос конкурентоспособности такой продукции выходит на первый план. Известно, что конкурентоспособная продукция должна иметь меньшую стоимость и более высокое качество.

Стоимость молока, получаемого на молочно-товарной ферме, можно определить из выражения[1]:

$$C = \Sigma Z / Q,$$

где ΣZ – сумма всех затрат, связанных с обслуживанием животных, технических средств для доения, кормления, удаления навоза, стоимость затраченных кормов, оборудования и т. д.;

Q – объем получаемого молока.

Сумму всех годовых затрат на производство молока можно определить по формуле:

$$\Sigma Z = (0,45 - 0,65)x_1 + (0,09 - 0,13)x_2 + (0,11 - 0,13)x_3 + (0,08 - 0,12)x_4 + (0,01 - 0,04)x_5,$$

где x_1 – стоимость кормов;

x_2 – стоимость машин и оборудования;

x_3 – стоимость трудозатрат;

x_4 – стоимость электроэнергии и топлива;

x_5 – стоимость прочих затрат.

Из уравнения видно, что чем меньше сумма всех затрат, тем меньше стоимость полученного молока на ферме, то есть необходимы комплексные сбережения, когда все показатели, характеризующие технологию, находятся на оптимальном или близком к нему уровне.

Отсюда следует, что надо создавать оптимизированные малозатратные механизированные операции и технологические процессы, которые позволят получать конкурентоспособную продукцию [2].

Как следует из опыта развитых стран, конкурентоспособное молоко можно получать с годовым удоом от коров в 6500–9500 литров.

В повышении продуктивности коров, увеличении производства молока первостепенную роль играют корма, составляющие 45–65 % общих затрат. В ежедневном рационе животных наибольшую ценность представляют концентрированные корма в виде комбикормов.

Потребность страны в комбикормах с каждым годом увеличивается (таблица 1). Если в 2005 году она составляла 4,5 млн тонн, то в 2020 году объемы должны возрасти до 10 млн тонн. Комбикормовая промышленность с учетом имеющихся мощностей может выработать около 60 % от потребности полноценных кормов, а остальную часть необходимо приготавливать непосредственно в хозяйствах.

Таблица 1. – Производство комбикормов и БВМД в Республике Беларусь

Наименование	2014 г.	2015 г.	2020 г.
Планируется произвести комбикормов, тыс. тонн:			
– комбикормовая промышленность	4 150	4 500	5 870
– непосредственно в хозяйствах	3 110	3 290	4 130
Требуется для производства, тыс. тонн:			
– молока	2 960	3 245	4 150
– говядины	2 270	2 410	3 080
– свинины	2 020	2 145	2 770
Требуется БВМД, тыс. тонн	710	770	990
Требуется премиксов, тыс. тонн	99	108	135

Для выработки полнорационных комбикормов в хозяйствах необходимо производить белково-витаминно-минеральные добавки (БВМД) в количестве 1,2–1,8 млн тонн в год. БВМД предназначены в первую очередь для восполнения недостающего количества протеина в рационах животных.

Проблема кормового белка остается одной из нерешенных в практике современного животноводства и кормопроизводства. Из-за дефицита белковых кормов в последние годы в среднем по республике одна кормовая единица содержала 85–88 г переваримого протеина при минимальном нормативном количестве 105 г.

Основным источником кормового белка остаются корма растительного происхождения. В настоящее время за их счет покрывается свыше 90 % потребности животноводства в белке.

Для решения данной проблемы РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан комплект оборудования для производства БВМД на основе рапсового жмыха и других компонентов из местных источников сырья [3].

Предлагаемый комплект оборудования для производства БВМД на основе рапсового жмыха позволяет балансировать рационы сельскохозяйственных животных по протеину и другим питательным и биологически активным веществам.

Внедрение разработанной технологии и комплекта оборудования для производства БВМД на основе рапсового жмыха позволит сократить расходы кормов

на 10–16 %, снизить себестоимость продукции животноводства на 12–15 % и отказаться от закупок импортных БВМД.

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

- доение диктует способ содержания животных;
- именно доильная установка является ключевой в интеграции системы «человек – машина – животное», поскольку она влияет на все факторы этой системы – от эргономики работы персонала, здоровья животных до качества получаемого молока;
- именно в доильном зале собирается и обновляется информация о продуктивности, воспроизводстве, физиологическом состоянии животных, качественных показателях молока и т. д.

Поэтому выбор типа систем доения – задача 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 одного центнера молока. Так, при доении в молокопровод затраты труда составляют 39–47 чел.-ч/гол. в год, при доении в доильных залах на установках типа «Елочка» или «Параллель» – 30–32 чел.-ч/гол. [4]. А на автоматизированных доильных установках этого типа можно снизить затраты труда до 16–21 чел.-ч/гол.

Наряду с качеством молока его конкурентоспособность зависит от производительности доильного оборудования.

Производительность доильной установки за час работы можно определить из выражения:

$$q = \frac{60\eta m}{\sum t_{po}},$$

где η – допустимый коэффициент загрузки [4], равный для установок с индивидуальными станками 0,95, с групповыми – 0,98;

m – количество дояров;

$\sum t_{po}$ – суммарная продолжительность ручных операций в минуту в пересчете на доение одной коровы.

Из приведенного выражения видно, что увеличение производительности установки может быть достигнуто только за счет уменьшения $\sum t_{po}$. На практике в погоне за высокой производительностью зачастую продолжительность ручных операций уменьшают.

В состав ручных операций в большинстве эксплуатируемых доильных установок входят: подмыв, очистка, массаж вымени, а также одевание доильных стаканов.

Процесс доения является завершающим и одним из наиболее ответственных этапов в технологической цепочке производства молока, и им пренебрегать ни в коем случае нельзя.

Одной из основных задач машинного доения является реализация полноценного рефлекса молокоотдачи. Это происходит только благодаря оптимальной подготовке коров к доению, в результате удой за лактацию повышается более чем на 5 % [5]. Вследствие интенсивного механического раздражения рецепторов сосков в течение 30–50 с внутреннее давление в вымени повышается и молокоотдача происходит более интенсивно.

Однако очень часто ручная подготовка вымени к доению производится недостаточно квалифицированно. Это приводит к поступлению в кровь небольшого количества окситоцина, что снижает поток молока, приводит к падению общего удоя и увеличению продолжительности доения. Несоблюдение требований своевременного одевания доильных стаканов приводит к рефлексу молокоотдачи в фазе затухания и к неполному выдаиванию коров.

Для определения уровня технологичности машинного доения и потерь молока были проведены исследования по хронометражу нарушений операторами технологических операций [5]. Осуществляли хронометраж работы 8 операторов при доении коров в молокопровод. Нагрузка на одного оператора составляла 50 голов. Оператор работал с тремя доильными аппаратами. Для хронометража было взято из каждой группы по 30 коров со средним удоем 5 тыс. килограммов молока за лактацию. Все элементы технологии машинного доения разбили на 14 пунктов, по каждому из которых велся учет нарушений (таблица 2).

Полученные данные разместили по мере убывания – от наиболее распространенных нарушений требований правил машинного доения, допускаемых операторами при выполнении технологических операций, до наименее часто допускаемых.

Таблица 2. – Нарушения требований машинного доения

Наименование нарушения	Зафиксированная частота, %
Непроведение антисептической обработки сосков	16
Надевание доильных стаканов с подсосом воздуха	13
Невыполнение машинного додаивания	12
Отключение доильного аппарата без удаления остаточного вакуума	12
Несвоевременное отключение доильного аппарата	9
Нарушение других требований	1–5

Качество молока – понятие сложное и многогранное. Прежде всего, под качеством понимается совокупность физических и химических свойств молока, характеризующих его как продукт питания. Важнейшие свойства молока должны отвечать установленным требованиям, на основе которых определяют сортность сырого молока при его реализации на переработку.

Для производителей молока самые значимые показатели – количество соматических клеток и бактериальная обсемененность [6].

Под количеством соматических клеток (КСК) в молоке понимается общее количество клеток, которое содержится в 1 мл молока. Внутри вымени постоянно обновляются клетки эпителия: старые клетки отмирают и отторгаются.

Но большинство соматических клеток – это лейкоциты, которые производит иммунная система коровы для борьбы с воспалениями молочной железы, или маститами. Небольшая часть соматических клеток может быть представлена погибшим эпителием молочной железы, который также появляется в молоке из-за воспаления молочной железы.

Маститы развиваются при попадании микроорганизмов внутрь молочной железы. В то же время в ней всегда присутствует определенное количество соматических клеток, задача которых состоит в немедленном ответе на проникновение инфекционного агента.

Наиболее важный фактор, воздействующий на КСК в молоке, – степень воспаления каждой конкретной четверти вымени. Если в вымени коровы отсутствуют воспалительные процессы, то КСК, как правило, не превышает 100–200 тысяч.

Известно, что самый низкий уровень соматических клеток в молоке отмечается зимой, а самый высокий – летом. Связано это с тем, что летом создаются наиболее благоприятные условия для развития микроорганизмов – возбудителей маститов, которые находятся в подстилочном материале.

Молоко, как известно, является благоприятной средой для развития микроорганизмов, в том числе и болезнетворных. В вымя коровы микробы проникают через каналы сосков, большая их часть погибает, благодаря защитным свойствам

тканей организма. В перерывах между дойками микробы скапливаются в основном в сосковых каналах. Поэтому рекомендуется первые струйки сдаивать в отдельную посуду, а после доения каждый сосок обрабатывается специальным дезинфицирующим раствором. Количество микробов в 1 мл молока зависит от условий содержания и ухода за коровой (таблица 3).

Таблица 3. – Количество микробов в 1 мл молока при различных условиях ухода за коровой.

Условия получения молока	Кол-во микробов в 1 мл молока в разных струйках (тыс.)		
	первые	средние	последние
Недостаточный уход за коровой и стойлом	26,5	5,9	9,3
Недостаточный уход за стойлом и ежедневная чистка коров	13,7	2,4	3,1
Ежедневная чистка стойла при недостаточном уходе за коровой	13,4	2,2	1,6
Ежедневная чистка коров и стойл	6,4	1,2	1,7

Как видно из таблицы 3, наибольшее влияние на бактериальную обсемененность оказывает санитарное состояние животного и оборудования.

Антисанитарные условия содержания молочного скота часто приводят к появлению различных форм мастита, что заканчивается быстрым увеличением КСК в молоке. Грязные подстилки и стойла, скученность коров – все это факторы, способствующие распространению мастита в стаде. Поэтому в профилактике маститов и высокого уровня соматических клеток в молоке на первый план выдвигается чистота самого вымени и сосков, а также тех участков тела коровы, которые могут контактировать с ними.

Подстилочный материал всегда должен быть сухим, поэтому солома для него более предпочтительна, чем древесные опилки. Хорошей подстилкой для коров может быть сухой песок, так как в нем очень плохо развиваются возбудители мастита, но в таком случае нужно иметь оборудование, отделяющее навоз от песка.

В мокрой подстилке на основе органического материала (опилки, солома) быстро, особенно в теплое время года, развивается опасная микрофлора. Чистота, влажность и тип подстилки в наибольшей мере определяют степень бактериальной обсемененности кончиков сосков, а следовательно, и заболеваемость маститами. Поэтому подстилку требуется регулярно заменять. Ежедневная замена соломы или опилок в стойлах значительно снижает содержание кишечной палочки. Сухая подстилка обеспечивает лучшую чистоту вымени, содержит меньше бактерий, снижается риск возникновения мастита, сокращается количество мух и уменьшаются неприятные запахи в помещении.

В процессе транспортировки по коммуникациям современных молочных линий молоко подвергается интенсивным гидромеханическим воздействиям, в результате чего происходит изменение дисперсного состава жировой фазы и структуры оболочек жировых частиц, пенообразование и возникают явления дезагрегации казеиновых мицелл.

Многочисленные исследования убедительно доказывают, что воздействие воздуха и ударов при транспортировке молока ведет к увеличению свободных жирных кислот. Эстонские ученые пришли к выводу, что наиболее существенное влияние на содержание свободных жирных кислот оказывает уровень воздухомыщения молока [8].

Все перечисленные изменения в значительной мере ухудшают технологические свойства молока и качество вырабатываемых из него молочных продуктов. Экспериментальные данные Е. Кноопа и других исследователей [9] достаточно убедительно подтвердили наличие изменений в структуре жировых частиц. Так, в осторожно выдоенном молоке оболочки жировых частиц толстые и шероховатые, после

транспортировки молока оболочки жировых частиц уменьшились в толщине и стали более гладкими. Как показали исследования, при доении в стойловый молокопровод на различных его участках происходит не только укрупнение, но и измельчение жировых частиц (таблица 4). На степень изменения жировой фазы оказывает влияние и продолжительность воздействия. Так, по данным А.Г. Казанкова [10], средний диаметр жировых частиц возрастает при транспортировке молока по молокопроводу длиной 34 м на 10–15 %, по молокопроводу длиной 74 м – на 25–30 %.

Таблица 4. – Изменение распределения жировых частиц по размерным классам после перекачивания молока центробежным насосом

Размер жировых частиц, мкм	До перекачивания, %	После перекачивания, %	Итого	
			до перекачивания	после перекачивания
0–2	0,57	0,26		
2–3	2,90	1,40	39,67	25,31
3–6	36,20	23,65	43,50	41,86
6–9	43,50	41,86		
9–14	16,83	21,95	16,83	32,83
14–17	0	10,88	–	–

Из приведенных данных видно, что относительное содержание жировых частиц до 9 мкм по всем размерным классам после перекачивания молока уменьшилось, а частиц более крупных – увеличилось.

При этом в молоке после перекачивания насосом обнаружены крупные частицы (14–17 мкм), которых не было в исходном молоке (см. таблицу 4).

Качество работы доильного оборудования оказывает большое влияние как на качество молока, так и на здоровье животных. При этом необходимо придавать большое внимание вопросам диагностирования доильного оборудования, в частности диагностированию молочно-вакуумной системы, включающему обязательную оценку величины и стабильности вакуума в трубопроводах. Практика эксплуатации доильных установок показывает, что если в процессе доения их рабочие режимы нарушаются, то это отрицательно сказывается на времени доения и количестве полученного молока.

Основной показатель стабильности вакуумных режимов доильной установки – постоянство вакуумметрического давления (42 кПа) в молочных и вакуумных стальных трубопроводах, а также минимальные его колебания (максимально допустимое колебание – 2 кПа) и время восстановления (3 с).

В целях улучшения качества молока и уменьшения стоимости доильного оборудования учеными РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» созданы установки для доения коров при беспривязном их содержании. Разработаны и поставлены на производство автоматизированные доильные установки типа «Елочка» – УДА-Е на 8, 12, 16 и 22 станка, а также типа «Параллель» – УДП-24. При использовании пастбищ, удаленных от ферм более чем на 3 км, на них устраивают летние лагеря, оборудованные кормушками и поилками, навесами и загонами для скота, а также передвижными доильными установками.

Для автоматизированного доения коров с охлаждением молока в пастбищных условиях разработана перспективная передвижная доильная установка УДАП-8, принципиальным отличием которой является использование элементов станочного оборудования доильного зала. Это позволяет в 3–4 раза снизить затраты труда, увеличить качество молока, уменьшить время привыкания коров к новым условиям доения весной и осенью.

Для охлаждения молока на летних площадках при отгонном способе содержания разработан автономный передвижной охладитель со встроенным молочным танком на 3000 л.

Так как более 70 % коров содержатся на привязи с доением в молокопровод, то для получения качественного молока на таких фермах требуется реконструировать молокопроводы.

Молокопроводы по системе движения в них молока делятся на кольцевые и тупиковые. При реконструкции необходимо повсеместно заменять кольцевые молокопроводы тупиковыми, что позволит решить две проблемы:

- установить индивидуальный учет молока каждого оператора, закрепив за ним 50 коров с электросчетчиком;
- уменьшить путь движения молока по молокопроводу до 30 м, что позволит сохранить качество молока по жировым шарикам.

При доении коров в молокопровод вакуумная система обычно состоит из магистрального и линейных вакуум-проводов. Диаметр магистрального трубопровода должен быть не менее 110 мм, а линейного — не менее 60 мм, что создает более стабильный вакуум в доильных установках [1].

В доильных аппаратах необходимо использовать пульсаторы попарного доения коров, что позволит исключить случаи падения доильных стаканов, так как пара сосков всегда будет находиться под сжатием [1].

Выводы

1. Для уменьшения стоимости молока необходимо переходить на малозатратные технологии производства молока.
2. Кормить животных необходимо сбалансированными по питательности и в первую очередь полнорационными кормами.
3. Проведенные исследования в хозяйственных условиях выявили наиболее часто встречающиеся нарушения правил машинного доения, приводящие к уменьшению количества и качества молока.
4. Установлено, что для получения высококачественного молока необходим тщательный уход не только за доильным оборудованием, но и за чистотой животных и стойлового оборудования.
5. Установлено, что для получения высококачественного молока при доении коров в стойлах необходимо срочно реконструировать молокопроводы на фермах.
6. Разработанное доильное и холодильное оборудование позволяет получать высококачественное молоко даже в условиях пастбищного содержания.

Литература

1. Передня, В.И. Инновационные технологии и оборудование для технического переоснащения молочно-товарных ферм / В.И. Передня // Игорь Станиславович Нагорский: академические чтения, посвященные 85-летию со дня рождения / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2016. – 98 с.
2. Передня, В.И. Малозатратные технологические процессы – основа получения конкурентоспособной продукции: к 80-летию со дня рождения и к 55-летию творческой деятельности / В.И. Передня. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – 132 с.
3. Передня, В.И. Малозатратная технология производства молока на реконструируемых фермах / В.И. Передня, Ю.А. Башко, Э.П. Сорокин, В.Н. Тимошенко // Материалы XVI Международного симпозиума по машинному доению сельскохозяйственных животных, Минск – Гомель, 27–29 июня 2012 г. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», ОАО «Гомельагрокомплект». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – С. 107–116.
4. Цой, Ю.А. Процессы и оборудование доильно-молочных отделений животноводческих ферм / Ю.А. Цой. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010.
5. Курлюк, А.С. Повышение эффективности технологии машинного доения. / А.С. Курлюк. – Брест: Брестский государственный университет им. Пушкина, 2003.

6. Ковалевский, В. Как получить молоко высокого качества / В. Ковалевский, В. Пестис // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 3.
7. Фененко, А.И. Теоретическое и экспериментальное исследование молоковакуумных систем доильных установок: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / А.И. Фененко. – Киев, 1972.
8. Леола, А. Влияние доильной установки на качество молока / А. Леола, М. Хенно, М. Луйк // Материалы XII Международного симпозиума по машинному доению. – Глеваха, 2005. – С. 106.
9. Back, W.D. Auswirkungen turbulenter Stromingen auf das System Milch / W.D. Back // Milch-Wissenschaft. – 1973. – 28 (10). – S. 628–636.
10. Ран, О. Физика молока и молочных продуктов / О. Ран, П.Ф. Шарп. – М.-Л.: Северный печатник, 1931.

УДК 001:631.17(476)

РОЛЬ АКАДЕМИКА М.М. СЕВЕРНЕВА В РАЗВИТИИ БЕЛОРУССКОЙ АГРАРНОЙ НАУКИ

(к 95-летию академика Михаила Максимовича Севернева)

В.Н. Дашков, д.т.н, проф.

Республиканское научно-производственное унитарное предприятие

«Институт энергетики НАН Беларуси»

В.О. Китиков, д.т.н., доц.

Государственное научное учреждение

«Национальная академия наук Беларуси»

г. Минск, Республика Беларусь

После окончания Великой Отечественной войны в СССР стали возрождаться сельхозмашиностроение и агроинженерная наука. В 1948 г. была организована сеть машиноиспытательных станций, в том числе и Украинская МИС, ныне Украинский научно-исследовательский институт прогнозирования и испытаний техники и технологий им. Леонида Погорелого. В Минске в 1947 году был создан Белорусский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, который быстро развивался благодаря работе в его стенах ряда крупных ученых: М.Е. Мацепуро, Ю.А. Вейса, И.П. Опейко и других.

В первое послевоенное десятилетие проявилось значительное влияние агроинженерной науки Беларуси на развитие сельскохозяйственного производства республики и страны в целом. Под руководством академика М.Е. Мацепуро разработана и осуществлена концепция комплексной механизации работ по освоению заболоченных земель зоны Полесья. Обоснованы параметры рабочих органов, разработаны и поставлены на производство на ряде заводов России, Украины, Беларуси, других республик СССР машины для создания открытой и закрытой осушительной сети, агрегаты для ухода за каналами, машины для расчистки и обработки осушенных земель. К достижениям института в тот период также относятся: семейство плужных канавокопателей, болотная модификация трактора, тросоякорная система с лебедкой для бестракторной прокладки канав в труднопроходимых местах болот. За 1947–1957 гг. институт разработал более 150 различных конструкций сельскохозяйственных машин, орудий и приспособлений, из которых около 60 внедрены в производство. В их числе такие известные машины, как картофелесажалка СКГ-6, культиваторы КОН-4,2 и КРН-2,8, плуги ПВ-30 и УЛ-3-30, кормозапарники КПК-1,5 и КПК-2,5, котлы-парообразователи КМ-1600, КМ-1300 и КМ-2500, которые выпускались серийно десятками тысяч штук и работали по всему Советскому Союзу и поставлялись на экспорт.