

по договоренности с иными компетентными в этой области организациями, или просто будет гарантировать качество и безопасность своего товара. Главное, что производитель знает, что предлагает. ТНПА на закупаемое молочное сырье должны содержать унифицированную информацию, как организовать предложение товара, его доставку и закупку. Покупатель товара имеет право дать ему оценку. Эта оценка может на усмотрение покупателя заключаться в тщательном контроле по всем декларируемым показателям качества и безопасности молочного сырья, причем в каждой партии, или будет производиться выборочный контроль пусть даже и не каждой партии. Это право покупателя, т.к. он оплачивает этот товар. Если невозможно добровольно сойтись на стоимости товара, то здесь необходим независимый эксперт. Так поступают в большинстве стран Евросоюза, США, Канады и других стран. Другого пути нет, наверное, и у нас.

Очень важная проблема – это правильный подбор молока для целей его дальнейшей переработки в продукт, обеспечивающие продовольственную безопасность: сыры, молочные консервы, питьевое молоко, детские молочные продукты и т.д. Перерабатывающее предприятие вправе давать заказ на такое молоко, а после получения и подтверждения его качества производить соответствующую доплату за требуемое качество. Это будет очень справедливо и должно значительно улучшить качество молочного сырья, а значит и готовой молочной продукции из этого сырья. ТНПА на молочное сырье для конкретных групп молочных продуктов (сыры, ферментированные кисломолочные, молочные консервы, продукты детского, диетического и специального питания) должны содержать положения, как и по каким показателям и характеристикам закупать соответствующее молочное сырье. Даже несмотря на то, что методы определения требуемых показателей качества молочного сырья могут представлять определенную сложность, затраты по подбору необходимого сырья окупятся при изготовлении молочных продуктов высокого качества.

Заключение

В системе хозяйствования Республики Беларусь все в большей степени проявляются элементы рыночной экономики. Принцип командной экономики оказался менее эффективным и изживает себя. Действовавшая в доперестроечные времена система государственных закупок молока также проходит процесс совершенствования. В рыночных условиях, когда справедливый расчет со всеми участниками цепи от получения молока и до реализации готовой продукции из этого молока возможен только после получения денежных средств за готовую продукцию, должна использоваться система оплаты за реальное качество и безопасность, как молока-сырья, так и готовой продукции из этого сырья.

УДК 637.1.023

НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОТОЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА НА ФЕРМЕ

*Дымар О.В. (РУП «Институт мясо-молочной промышленности»),
Прокопьев Н.А. (БГАТУ)*

Приведены результаты анализа существующих схем охлаждения молока на фермах. Показаны преимущества и недостатки систем емкостного охлаждения. Описаны возможные схемы охлаждения молока в потоке. Для разработки принята схема – двухступенчатого комбинированного охлаждения молока в потоке. На первом этапе продукт охлаждается проточной водой до 15...19 °С за 15...30 секунд. На втором этапе в качестве хладоносителя выступит ледяная вода с температурой 0,5±0,5°С. Общее время охлаждения продукта до 4°С составит не более 120 сек. Бактерицидные свойства молока сохраняются полностью. Приведены основные технические характеристики разработанного оборудования, описаны преимущества его использования. Дано экономическое обоснование целесообразности использования схемы предварительного охлаждения при модернизации существующей

щего оборудования с целью снижения эксплуатационных затрат и повышения качества заготовляемого молока.

Основы качества молочных продуктов закладываются уже при его производстве на ферме. Вместе с тем, благодаря специфике производства молока, оно неизбежно получает некоторую обсемененность бактериями, а особенности состава делают из него благоприятную среду для их роста. В одном миллилитре свежесвыдоенного молока может содержаться от нескольких тысяч, в случае если животные здоровы, и соблюдены санитарно-гигиенические требования, до нескольких миллионов бактерий, если животные больны, а стандарты гигиены и дезинфекции нарушены. Таким образом, чистота исходного продукта обеспечивается физическим состоянием животных, соблюдением правил дойки, своевременной и качественной мойкой и дезинфекцией доильного оборудования.

Все усилия по получению качественного молока могут быть сведены на нет плохим охлаждением молока. В Республике Беларусь на текущий момент охлаждение парного молока, как правило, проводится в термоизолированных ваннах для его охлаждения и хранения, оборудованных водяной рубашкой и непосредственным охлаждением испаряющегося фреона. Эффективность охлаждения невысокая. Так, даже по паспортным данным, для резервуара продолжительность охлаждения молока от начальной температуры 32°C до 4±1°C при 50% заполнении составляет 3 часа. Ненадлежащая работа компрессора, изношенная теплоизоляция значительно удлиняют это время, а конечная температура часто не достигает требуемой величины. Но даже в идеальных условиях, когда молоко охлаждается нормально работающим аппаратом, при продолжительном охлаждении практически исчерпывается время бактерицидной фазы (табл.), вследствие чего молоко на ферме можно хранить не более 12...18 часов. Таким образом, в существующих условиях молоко на переработку необходимо направлять каждый день, а порой и чаще, после каждой дойки. Это делает расходы на транспортировку молока в настоящий момент существенными. Еще одним важным вопросом экономии средств является организация доставки молока на переработку. Современные системы охлаждения молока способны обеспечить качественное охлаждение и хранения молока на ферме до 36 ч однако, имеющийся автотранспорт часто не в состоянии перевезти весь объем молока за один рейс, что не позволяет эффективно использовать большеобъемные системы охлаждения молока и организацию забора молока по схеме "раз-в-два-дня".

Таблица 1. Зависимость продолжительности бактерицидной фазы молока от его температуры

Температура хранения молока, °С	0	5	10	15	20	25	30	37
Продолжительность бактерицидной фазы, ч	48-72	36-48	24-36	10-20	7-10	5-8	3-5	2-3

За рубежом практикуют быстрое охлаждение молока до 4°C или даже до 2°C, что позволяет осуществлять забор молока с фермы с двух- или трехдневными интервалами. Вместе с тем, крайне важно понимать, что охлаждение – это только дополнительное средство, а не замена строгого соблюдения санитарно-гигиенических правил.

Таким образом, на настоящей момент **единственным** способом сохранения качества молока на молочно-товарной ферме является его быстрое охлаждение до температуры ниже 4°C. Это позволяет замедлить рост бактерий в молоке и продлить бактерицидную фазу и является первостепенной задачей молокоохладительного оборудования.

Основные схемы, применяемые при охлаждении молока

Прямое охлаждение. Это система охлаждения молока получила самое широкое распространение в мире. Дно емкости интегрировано с испарителем так, что теплота молока через его стенку напрямую передается хладагенту. Фреон испаряется, забирая теплоту от молока.

К основным достоинствам оборудования этого типа относятся простота и, следовательно, дешевизна. Однако, ввиду того, что резервуары прямого охлаждения не имеют аккумулятора холода, для обеспечения работы холодильного оборудования необходима постоянная работа мощного компрессора. Причем работа компрессора будет осуществляться совместно с работой доильной установки, что предъявляет серьезные требования к системе электропитания фермы. Невозможно использование ночных тарифов на электроэнергию. При работе данного оборудования случается намораживание молока на стенки танка, либо первые порции молока до 200 л не охлаждаются. Кроме того, порции молока от разных доек с разной температурой смешиваются, что приводит к значительным колебаниям температуры хранящегося продукта и резко снижает скорость охлаждения второго и последующих удоев. Это негативно сказывается на качестве продукта. Работа компрессора при охлаждении первых порций молока протекает в тяжелых условиях с перегрузкой, характеризуется большим количеством циклов запуска. Удельный расход электроэнергии на охлаждение 16...20 кВт·ч/т.

Охлаждение с помощью холодоаккумулятора – косвенное охлаждение. В системах этого типа испаритель помещен в емкость с хладоносителем – водой, аккумуляция холода осуществляется путем намораживания льда. Испаритель представляет собой систему трубок, в которых испаряется фреон. Важнейшим преимуществом системы охлаждения молока с использованием холодоаккумулятора является то, что она позволяет существенно снизить необходимую мощность компрессора и развести по времени работу компрессора и доильной установки. Это весьма важно для снижения требований к линиям электропитания. Системы этого типа особенно эффективны при использовании ночных тарифов, которые позволяют с лихвой компенсировать несколько более высокие удельные затраты на охлаждение молока, характерные для косвенного охлаждения. Кроме того, работа компрессора протекает в значительно более мягком режиме, практически исключается повышение давления фреона при охлаждении первых порций молока, частота его включения тоже значительно ниже. Для этой системы нормальным временем охлаждения молока до 4°C является 2,5...3 часа.

Из двух возможных вариантов реализации косвенного охлаждения – намораживание льда в аккумуляторе и поточное охлаждение воды (чиллер), на практике используют намораживание льда. Чиллеры не дают существенных преимуществ по сравнению с системами прямого охлаждения, а их стоимость и сложность высока. Удельный расход электроэнергии на охлаждение 17...21 кВт·ч/т.

Установки с системой предварительного охлаждения. Молоко через фильтр подается на проточный охладитель [1]. В охладителе молоко охлаждается артезианской водой [2, 3, 4]. Глубина охлаждения продукта определяется собственно температурой охлаждающей воды и эффективностью охладителя. Нормальным считается охлаждение молока до температуры на 2...4°C выше температуры хладоносителя. Доохлаждение продукта производится в емкости для хранения. Подогретая вода направляется на выпойку скоту. В холодное время года это положительно сказывается на надоях, так как более теплая вода требует меньшего расхода энергии поедаемых кормов на ее нагрев до температуры тела животного.

Предварительное охлаждение с помощью холодной водопроводной воды снижает общие и эксплуатационные затраты предприятия за счет снижения потребностей в холоде, вырабатываемом холодильной машиной. Кроме этого значительно сокращается время охлаждения молока, в емкость молоко поступает уже с температурой 12...18°C. Особенно важно, что в области критических температур, выше 15 °C, молоко находится считанные минуты. Доохлаждение продолжается 1...1,5 часа. Это позволяет гарантированно сохранить качество выдоенного молока.

Дооборудование уже работающих молокоохладительных установок первых двух типов системой предварительного охлаждения в **более чем два раза** сокращает затраты энергии на проведение процесса. Установка может быть оборудована менее мощным компрессором. Другими словами 4-х удойные установки автоматически переводятся в разряд 2-х удойных. Удельный расход электроэнергии на охлаждение 8...12 кВт·ч/т.

Отечественные установки фирмы "Промтехника" типа МТКО DIAN оснащаются преохладителями, представляющими собой трубу определенной длины орошаемую ледяной водой из резервуара. Невысокая тепловая эффективность подобной системы компенсируется технологичностью и низкой ценой конструкции. Такая система не дает преимущества в энергосбережении, но значительно ускоряет процесс охлаждения молока, обеспечивая большее сохранение его качества.

Быстрое ("мгновенное") охлаждение. В случае использования для охлаждения молока проточных теплообменников при помощи ледяной воды возможно снижение температуры продукта сразу до температуры хранения 4°C. Охлаждение продукта осуществляется за несколько десятков секунд. Исходное качество продукта сохраняется полностью. Эта система позволяет отказаться от системы охлаждения емкостей, для хранения используются стационарные термостатированные емкости или полуприцепы, используемые также и для транспортировки молока на переработку. В последнем случае санитарная обработка проводится после доставки молока на перерабатывающее предприятие на центральном моечном пункте.

Комбинированное охлаждение. Комбинированное охлаждение относится к схеме поточного охлаждения. В этом случае первичное охлаждение продукта осуществляется по схеме с предварительным охлаждением проточной водой, а его доохлаждение проводится по схеме "мгновенного" охлаждения [5]. При этом эффективно сочетаются преимущества обеих схем: экономичность первой и максимальная сохранность качества свежесвыдоенного молока второй. Особенно эффективно использование этой схемы в нашей республике. Это связано с тем, что среднегодовая температура у нас значительно ниже, чем в среднем по Европе, а, как известно, она определяет температуру артезианских вод. Таким образом, энергосберегающий эффект от предварительного охлаждения будет существенно выше. Удельный расход электроэнергии на охлаждение 4-12 кВт×ч/т.

Проведем расчеты для обоснования этих данных. В качестве исходных данных примем температуру артезианской воды 12°C, (зимой до 4°C). Теплообменник обеспечивает охлаждение до температуры артезианской воды +4°. Таким образом, молоко после первой ступени будет иметь температуру не более 16°C. Потребную холодопроизводительность рассчитаем

$$1000 \times 4000 \times (16 - 4) = 49,4 \text{ МДж или } 13,3 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

При коэффициенте преобразования электроэнергии в холод на холодильной машине 2...3,5 затраты на обеспечение холодом составят порядка 6,5...4,5 кВт×ч электроэнергии. Дополнительные затраты обуславливаются работой насосов, мешалок, вентилятора конденсатора, обеспечением работы системы мойки. Наличие системы рекуперации тепла конденсирующихся паров фреона сводят эти затраты к минимуму.

До настоящего времени подобные системы в республике не выпускались, но завершившаяся, в рамках выполнения основного задания ГНТП "Агропромкомплекс – возрождение и развитие села", разработка "Комплекса оборудования для охлаждения молока Я23-ОХА" (рис. 1) позволила устранить этот недостаток.

Для разработки принята схема – двухступенчатого комбинированного охлаждения молока в потоке. По этой схеме охлаждение молока проводится в два этапа. На первом этапе продукт охлаждается проточной водой до 15...19 °С за 15...30 секунд. На втором этапе в качестве хладоносителя используется ледяная вода с температурой 0,5±0,5°C. Общее время охлаждения продукта до 4°C составит не более 120 сек. Бактерицидные свойства молока сохраняются полностью, что позволяет хранить молоко на ферме до 36 часов до его перевозки на дальнейшую переработку. Во время работы комплекс обеспечивает нагрев воды для санитарно-бытовых целей, а также автоматическую промывку молочной емкости после ее опорожнения. Установленная мощность 12,5 кВт, из которых 6 кВт приходится на устройство подогрева моющей жидкости.

Область применения комплекса – молочно-товарные фермы производящие до 5000 л в сутки с доением в молокопровод. Установка может комплектоваться танком горизонтального или вертикального исполнения емкостью от 5 до 10 м³. В случае необходимости комплексом

может быть обеспечено охлаждение большего количества молока. Для этого необходимо увеличить объем намораживаемого льда и установить большие циркуляционные насосы.

Основные преимущества принятой системы охлаждения молока

- исключается термошок и смешивание теплого молока с охлажденным, характерное для всех емкостных охладителей;
- в связи с тем, что охлаждение осуществляется в теплообменниках отпадает необходимость в охлаждении емкости, что ведет к ее значительному удешевлению;
- возможность работать на две и более изотермические емкости запитываясь холодом от одного генератора ледяной воды;
- снижение требуемой мощности компрессора в 3...6 раза (его установленная мощность до 4 кВт), комплектация комплекса оборудования системой рекуперации тепла позволяет отказаться от дополнительного подогрева воды для санитарной обработки и хозяйственно-бытовых нужд;
- в случае аварийного отказа холодильной системы для сохранения удовлетворительного качества молока в течение 6-10 часов достаточно охладителей первой ступени работающих на проточной холодной воде;
- снижение расходов на электроэнергию по сравнению с традиционными емкостными охладителями для фермы производящей 2,5 тонны молока в сутки составляет до 2,6 млн. руб. в год. Еще больше снизить затраты на электроэнергию, можно организовав наработку льда в ночное время по сниженному тарифу;

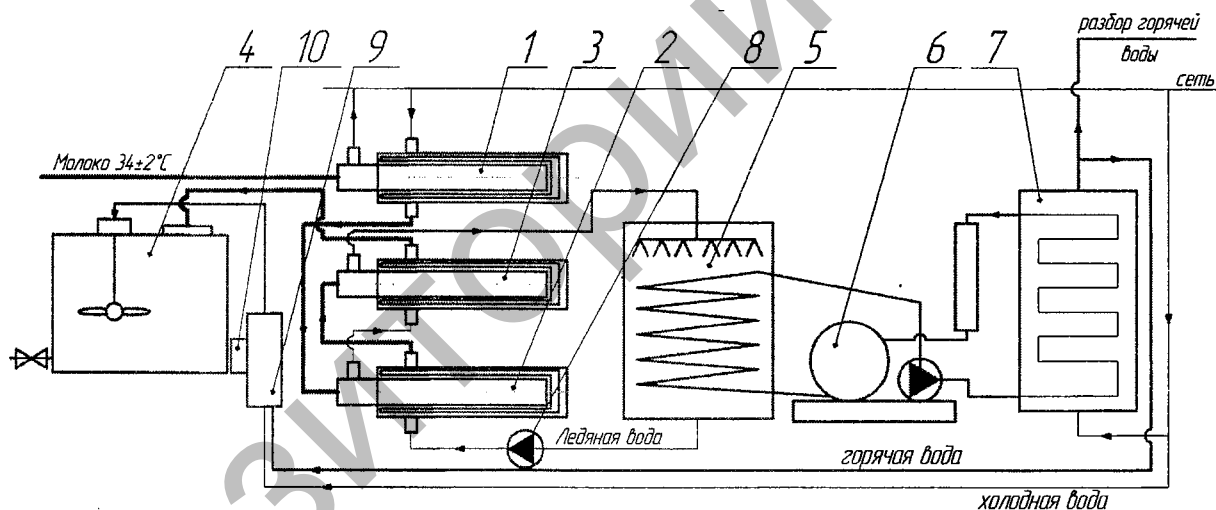


Рисунок 1. Комплекса оборудования для охлаждения молока Я23-ОХА

Литература

1. Басёнок Г.С., Москвина Н.Н. Обеспечение стабильного качества очистки молока от механических примесей на молочно-товарных фермах. Пищевая промышленность, 04. 2006, с.54.
2. Ковалев В.Я., Трофимов В.С., Дымар О.В. Повышение эффективности первичной переработки молока. Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Международная научно-практическая конференция. Мн., 1997, с. 89...90.
3. Улитенко А.И., Соколовский Э.И., Пушкин В.А. Влияние технологии первичной обработки на бактерицидные свойства молока. Хранение и переработка сельхозсырья, №12, 2003, с.83-86.
4. Улитенко А.И., Пушкин В.А. Проточный охладитель производительностью 750 л/ч парного молока. Молочная промышленность, №10, 2005, с.46.
5. Дымар О.В., Трофимов В.С. Энергосберегающая технология охлаждения молока на ферме. Агрэкономика, №10 2003 с.20...21.