

ISSN 2220-8755

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК БЕЛАРУСИ ПО ПРОДОВОЛЬСТВУ**

РУП «ИНСТИТУТ МЯСО-МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕРАБОТКИ
МЯСНОГО И МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ**

**СБОРНИК
НАУЧНЫХ ТРУДОВ
2008**

Научный редактор
к.э.н. А.В. Мелещеня

Минск
2009

УДК 637.1/5:65.01

ББК 36.9

С 24

Печатается по решению **Ученого совета**
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

Редакционная коллегия:

А.В. Мелещеня, О.В. Дымар, Т.А. Савельева

Рецензенты: член-корреспондент НАН Беларуси, доктор химических наук
А.В. Бильдюкевич; кандидат технических наук, доцент О.Л. Сороко.

С 24 Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья:
сб. научн. тр. Вып. 3 / РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: А.В. Мелещеня(гл. ред.) [и др.] – Минск, РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2009. – 282 с.

Представленные в сборнике результаты исследований отображают основные тенденции современного развития отрасли, указывают перспективные направления ее последующего развития. Так, рассмотрены современные проблемы развития мясной и молочной промышленности, представлены первостепенные задачи по дальнейшему развитию с учетом мировых тенденций, указаны меры по повышению конкурентоспособности продукции белорусских предприятий. Приведены принципы формирования сырьевой зоны молокоперерабатывающего производства, исследования по разработке новых видов мясных и молочных продуктов.

Исследования, выполненные учеными РУП «Институт мясо-молочной промышленности», других научных и учебных организаций Беларуси и стран СНГ, представляют практический и теоретический интерес как для научных работников, аспирантов, студентов вузов, так и для специалистов мясной и молочной отраслей.

УДК 637.1/5:65.01

Сборник научных трудов «Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья» основан в 2005 году.

©РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2009

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Мелешня А. В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	5
<i>Дымар О. В.</i> АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ НА 2008-2010 ГОДЫ	13
<i>Климова М. Л.</i> АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ОТ УРОВНЯ ЗАГРУЗКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ И ДОЛИ ЭКСПОРТА В ОБЩЕМ ОБЪЕМЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ	23
<i>Ключенко А. В.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	39
<i>Валялкина Е. М.</i> ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СЫРЬЕВОЙ ЗОНЫ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА	52
<i>Валялкина Е. М.</i> КРИТЕРИИ ПОДБОРА МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ДЕТСКОГО ДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ	64
<i>Валялкина Е.М.</i> ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРЕБЛЕНИЕ ЙОГУРТА И РОДСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	72
<i>Дымар О. В.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОЦЕССА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ	79
<i>Объедков К. В.</i> ЦИКЛОГРАММНЫЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УЧАСТКА ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ПРЕССОВАНИЯ СЫРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ТВЕРДЫХ СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ	94
<i>Шингарёва Т. И.</i> ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ МОЛОКА НА ПРИГАРООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ПАСТЕРИЗАЦИИ	104
<i>Валялкина Е. М.</i> КОЗЬЕ МОЛОКО - ВАЖНЫЙ ИСТОЧНИК ПОПОЛНЕНИЯ И РАСШИРЕНИЯ МОЛОЧНОСЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	111
<i>Шуляк Т. Л.</i> МОЛОКО «АППЕТИТНОЕ» – НОВЫЙ ВИД ПИТЬЕВОГО МОЛОКА	120
<i>Объедков К. В.</i> ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ ПО ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ	130
<i>Объедков К. В.</i> МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩИЕ ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО И ВЫХОД СЫРА	140

<i>Дымар О. В.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЫРНОЙ ПЫЛИ ИЗ СЫВОРОТКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ	149
<i>Ефимова Е. В.</i> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ВИДОВ МЯГКИХ КИСЛОТНО-СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ	160
<i>Объедков К. В.</i> «ЧЕДДЕР-БЕЛ» - НОВЫЙ ВИД СЫРА	169
<i>Петрова Э. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА, ОБРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ	179
<i>Соркина Е. Л.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ОБОГАЩЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СВИНИНЫ	190
<i>Кавецкий Р. И.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКОВ ОБВАЛОЧНЫХ ПРЕССОВ ПОСРЕДСТВОМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ	197
<i>Варганов В. А.</i> СТАБИЛИЗАТОРЫ «СТМ»	206
<i>Ветров В. С.</i> АСПЕКТЫ ОГЛУШЕНИЯ И ОБЕСКРОВЛИВАНИЯ СВИНЕЙ	214
<i>Ветров В. С.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНИНЫ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА	226
<i>Ветров В. С.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОШПАРИВАНИЯ СВИНИНЫ	230
<i>Ветров В. С.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ В АППАРАТАХ РОТОРНОГО ТИПА	237
<i>Ветров В. С.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ МЯСА	248
<i>Ветров В. С.</i> ПРОИЗВОДСТВО СЫРОКОПЧЕНЫХ И СЫРОВЯЛЕННЫХ КОЛБАС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУБЛИМИРОВАННОГО МЯСА	255
<i>Ветров В. С.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА ПРОХОДНОГО СОРБЦИОННОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК	259
<i>Ветров В. С.</i> РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ	266
<i>Ховзун Т. В.</i> ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ГЕНЕРАТОР АЭРОЗОЛЕЙ «ХОЛОДНОГО ТУМАНА» ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫМИ АЭРОЗОЛЯМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	273

А. В. Мелещя, к.э.н.

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В данной статье автором рассмотрены вопросы состояния и проблем развития молочной промышленности Республика Беларусь. Развитие молочной отрасли с 2003 года происходило стремительно. Автором отмечена проведенная работа по оптимизации численности молокоперерабатывающих организаций, которая позволила сконцентрировать производство на крупных технически оснащенных организациях, перераспределить сырьевые потоки, оптимизировать ассортимент производимой продукции с учетом конъюнктуры рынка и экономической эффективности.

Обозначены первостепенные задачи по дальнейшему развитию молочной промышленности с учетом мировых тенденций. Особое внимание в статье уделено вопросам повышения качества сырья по широкому спектру характеристик.

Решение указанных автором мер позволит существенно повысить конкурентоспособность продукции белорусских молокоперерабатывающих предприятий и сыграет роль в обеспечении устойчивого развития молочной отрасли страны.

В молочной промышленности с 2003 г. совершен значительный рывок по вопросам технического переоснащения, расширения ассортимента продукции, освоения новых рынков и методов торговли. Это позволило не просто переработать прирастающее ежегодно на 8–10% сырье, но и обеспечить конкурентоспособность продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Проведенная работа по оптимизации численности молокоперерабатывающих организаций позволила сконцентрировать производство продукции на крупных технически оснащенных организациях, перераспределить сырьевые потоки, оптимизировать ассортимент производимой продукции с учетом конъюнктуры рынка и экономической эффективности.

За счет технического перевооружения и модернизации производства увеличены объемы, расширен ассортимент, улучшено качество, повышена конкурентоспособность выпускаемой продукции. В целом выполняется поставленная перед отраслью задача по изменению структуры переработки молока, в первую очередь за счет увеличения производства сыров и цельномолочной продукции, как наиболее выгодных в долгосрочном плане продуктов.

Вместе с тем остается ряд актуальных вопросов, требующих решения.

Одна из приоритетных задач – приведение отечественных стандартов и нормативной базы к международным требованиям. В последние годы осуществляется разработка и актуализация только 3–4 стандартов и нескольких методик в год, в то время как требуется разработать около 20 новых стандартов, а также постоянно актуализировать действующие стандарты.

Внедрение новых стандартов позволяет предприятиям обеспечивать соответствие мировым требованиям к производимой продукции и поддерживать ее качество на высоком уровне. Хотя предприятия могут поставлять продукцию в соответствии с конкретными требованиями внешнеторговых контрактов, гармонизация отечественных стандартов с международными ведет к переходу на новый качественный уровень отрасли в целом.

Несомненно, первостепенной задачей на современном этапе является создание новых и совершенствование существующих механизмов и инструментов сбыта продукции как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

С целью повышения эффективности сбыта необходима активизация работы действующих и организация на кооперативной основе на уровне регионов либо страны новых организационных структур (компаний, корпораций и др.), целенаправленно занимающихся поиском рын-

ков сбыта, мониторингом внутреннего и мирового рынка, формирования спроса на продукцию посредством рекламы и других направлений, способствующих сбыту продукции отечественных товаропроизводителей.

Важным является создание действенной системы информационного обслуживания сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий по ситуации на рынке сырья, продовольствия и ресурсов для АПК.

Активизация экспорта и обеспечение его эффективности возможны за счет рационального сочетания как действующих, так и новых торговых представительств, торговых домов, оптовых складов-магазинов на территории России и в приграничных районах Беларуси (например, в Орше, имеющей развитую транспортную инфраструктуру, таможенное представительство, где может быть создан крупный торговый терминал, нацеленный практически на всю европейскую часть России).

Данный подход необходимо реализовывать с учетом формирования единого брэнда «Белорусские продукты питания», который в соответствии с установленными критериями будет присваиваться только лучшим продуктам. В этом случае уменьшится доля затрат каждого предприятия на продвижение продукции на внешних рынках. Важно обеспечить режим наибольшего благоприятствования и первоочередное переоснащение предприятий, ориентированных на экспорт конкурентоспособной продукции. Это позволит увеличить присутствие отечественной продукции на зарубежных рынках, будет стимулировать перерабатывающие предприятия внедрять международные стандарты качества продукции и производства и в перспективе обеспечит дополнительное инвестирование в сельскохозяйственное производство.

Важно отметить, что углубленная переработка молока целесообразна только на крупных модернизированных предприятиях, которые могут применять современные технологии и окупать инвестиции. Дальнейший процесс концентрации и специализации должен стать основополагающим в развитии молочной промышленности. Например, в странах с

развитой переработкой молока в среднем на одном предприятии перерабатывается свыше 1000 т молока в сутки, в то время как в Республике Беларусь, даже с учетом проведенной реорганизации отрасли – лишь 200 т молока в сутки. К европейскому уровню приближается пока только ОАО «Савушкин продукт».

Необходимо обеспечить централизованную пропаганду и рекламу белорусской продукции на региональных российских рынках, в том числе в местной прессе и региональных телесетях, а также посредством создания и распространения каталогов белорусских товаропроизводителей и их продукции. Это позволит снизить издержки отдельно взятых предприятий и максимально охватить целевую аудиторию потребителей.

Важно реализовать комплекс мер по повышению качества сырья, поскольку именно этот фактор наиболее уязвим при расширении географии экспорта. Следует довести фактические показатели по бактериальной обсемененности и соматическим клеткам в молоке-сырье до требований ЕС, что позволит решить проблему некачественного сырья, поступающего на переработку. В настоящее молоко такого качества (сорт экстра) составляет менее 3% от поставляемого на переработку.

В данном направлении требуется максимально быстро внедрять современные технологии содержания скота, в первую очередь беспривязное содержание, исключить доение молока в ведра, не осуществлять доение на передвижных доильных установках, если не обеспечивается быстрое (в течение 1,5–2 часов) охлаждение молока. Необходимо внедрить новую систему охлаждения молока на всех этапах от дойки до переработки, в том числе за счет применения современных холодильных систем на фермах, обеспечивающих быстрое доведение температуры молока до 4⁰С (в течение не более 3 ч после дойки), оборудование молочных цистерн снабдить охладительными установками.

В целях повышения качества сырья в обязательном порядке требуется разделить переработку молока, закупленного у сельскохозяйственных организаций и у населения.

Несомненным препятствием в повышении качества молочной продукции является отсутствие отлаженного механизма ветеринарного обслуживания, в связи с чем в молоко попадают различные вредные вещества, особенно антибиотики, что автоматически закрывает рынки развитых стран, а также несет определенную угрозу здоровью белорусского населения.

Необходима разработка мер по снижению сезонности производства молочного сырья, включая совершенствование племенного дела и селекционной работы, а также применения сезонных цен на покупаемое молоко. Сокращение коэффициента сезонности поставок молока с 1,8–2,3 в настоящее время до 1,1–1,2 в перспективе за счет оптимальной загрузки мощностей позволит сократить себестоимость молочной продукции на перерабатывающих предприятиях на 10–15%.

Существуют отдельные проблемы и по качественным показателям готовой молочной продукции, не позволяющие ее реализовать с максимальным экономическим эффектом.

Несоответствующее стандартам содержание белка в продуктах объясняется колебаниями его в исходном сырье и неналаженной технологией нормализации по белку. Превышение белка приводит к неоправданному недополучению товарной продукции, а его недостаток – к браковке партии. Нормализация может быть осуществлена в жидком или сухом виде с использованием молочно-белковых концентратов, лактозы. В ЕС все большее распространение получает нормализация при помощи баромембранных методов.

Часто предприятия сталкиваются с повышенной зольностью, которая может быть связана с исходным соотношением компонентов молока, фальсификацией молока сывороткой, раскислением кислого молока

химреагентами. Исходное соотношение компонентов молока зависит от времени года, породы, периода лактации и рациона кормления. В среднем массовая доля золы в СОМ составляет 6,8%, в СЦМ – 6,0%. Минеральные вещества в сухие молочные продукты практически полностью переходят из исходного сырья, их состав не изменяется при термической и механической обработке.

Для снижения зольности технологическим методами возможно использование баромембранных методов (ультрафильтрация одноразовая или двухразовая позволяет снизить показатель золы на 0,1–0,4 %, нанофильтрация – на 2–4 %).

Оптимальный вариант, с точки зрения нормализации молочных продуктов по всем показателям, – разделение исходного молока на все его составные части, в том числе витамины, макро- и микроэлементы, и это позволит получать продукт с заданным составом. Такие технологии применяются в некоторых развитых странах, однако удорожает стоимость конечных продуктов в 2–2,5 раза.

Следует отметить, что мы сегодня не знаем реального качества по широкому спектру показателей, особенно содержанию минеральных веществ в региональном разрезе, в зависимости от типа кормления и содержания скота, его породного состава и других показателей. Масштабные обследования в СССР проводились 1 раз в 10 лет. С конца 80-х годов такая работа в республике не проводилась, поэтому при разработке технологий производства продукции используются справочники 30–40-летней давности.

Повышенная кислотность в большинстве случаев объясняется недостаточным качеством сырья, поступающего на переработку, что прежде всего связано с болезнями коров, плохой санитарной обработкой доильного оборудования и некачественным охлаждением, особенно в летний период. В отдельную категорию необходимо выделить сборное молоко, высокое качество которого невозможно обеспечить в принципе.

Низкая растворимость сухих молочных продуктов в определенной степени связана со свойствами исходного сырья (летом в молоке содержится больше нерастворимой части), с воздействием тепловой обработки на продукт в процессе его пастеризации, сгущения и сушки.

Плохая растворимость может быть объяснена плохим качеством исходного сырья, в том числе с повышенным содержанием соматических клеток, раскислением кислого молока, наличием молока маститных и стародойных коров. Технологически плохая растворимость объясняется использованием циркуляционных вакуум-выпарных аппаратов.

Актуальной остается проблема *комплексной переработки молока*. Нарращивание производства сыров позволяет наиболее эффективно использовать молочное сырье, однако ассортимента широко потребляемых сыров пока недостаточно: мало производится сыров с длительными сроками созревания и хранения, не производятся сыры с плесенью, весьма популярные в европейских странах. Важным является реализация мероприятий, предусмотренных Программой переработки молочной сыворотки и производства сухих молочных продуктов на 2008–2010 годы, которые позволяют решить экологические проблемы, связанные с молочной сывороткой. Следует отметить, что экологический аспект является серьезным ограничивающим фактором для поставки продукции в ЕС и другие развитые страны.

Громоздкой остается система разработки и постановки продукции на производство. Только на экспертизу в Минсельхозпрод, Минздраве и Госстандарте комплекта документации на новый вид продукта требуется по установленным нормам не менее 70 дней. При этом, если возникают отдельные замечания, повторная экспертиза и согласование могут растянуться на 6–8 месяцев. Иногда для предприятий уже теряется актуальность внедрения такой продукции, поскольку жизненный цикл неклассического продукта длится в среднем 2 года. Это не позволяет оперативно расширять и обновлять ассортимент выпускаемой продукции.

Решение указанных проблем, хотя бы частично, позволит существенно повысить конкурентоспособность продукции отечественных молокоперерабатывающих предприятий, закрепиться на новых зарубежных рынках и обеспечит устойчивое развитие молочной отрасли страны.

О. В. Дымар, к.т.н.

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ НА МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ
ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА
СУХИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ
НА 2008-2010 ГОДЫ**

В статье представлен анализ состояния технологического оборудования на молокоперерабатывающих предприятиях при реализации программы переработки молочной сыворотки и производства сухих молочных продуктов в Республике Беларусь на 2008-2010 годы. Отмечено, что на уровне освоенных технологий промышленность готова к комплексной переработке сыворотки, однако, сдерживающим фактором является отсутствие в республике специализированных мощностей, которые позволили бы в полном объеме переработать молочную сыворотку всех видов. Рассмотрены основные проблемные элементы аппаратного оформления в комплексах специализированного оборудования, а также рассмотрены особенности технологических операций переработки сыворотки и предложены наиболее приемлемые варианты применения и усовершенствования существующего и введение нового оборудования, а также предложены улучшенные технологии переработки сыворотки. Проведено сравнение по затратам на технологические операции переработки сыворотки для существующего вакуум-выпарного и нового баромембранного концентрирования.

Институт мясо-молочной промышленности накопил большой опыт обследования предприятий, способных осуществлять глубокую переработку молочного сырья (в нашем случае утилизация сыворотки). Эта работа позволила выделить ключевые моменты в оценке состояния основного технологического оборудования с учетом стоящих перед отраслью задач.

В Советском Союзе вопрос переработки молочной сыворотки решался на достаточно высоком уровне. Существовало основное направление – производство лактозы, при этом получались сопутствующие продукты: альбуминное молоко и меласса. Доля промышленной переработ-

ки сыворотки в 1982–1986 гг. достигла 65–70% и, что особенно важно, сыворотка использовалась в хлебопекарной и кондитерской промышленности (около 15%). В конце 80-х годов начали активно развиваться направления биохимического преобразования сырья и мембранной селективной обработки. Под эти цели строились специализированные производства, закупались отдельные технологические линии. К сожалению, в связи с изменением экономической ситуации, эти работы были свернуты, а оборудование, по большей части, демонтировано. Таким образом, в нашей стране на настоящий момент отсутствует система технологий переработки молочной сыворотки и не сформирован парк оборудования для ее осуществления.

В целом базовые технологии переработки сыворотки в мире достаточно изучены и получили свое аппаратное оформление в комплексах специализированного оборудования. Так, основной упор при переработке сыворотки делается на получение различных видов сухих продуктов, в том числе и с использованием баромембранных методов селективного разделения продукта на компоненты.

На настоящий момент в нашей стране освоены две ключевые технологии переработки молочной сыворотки – производство сыворотки сухой и производство КСБ-УФ с производством молочного сахара. На завершающей стадии освоения (выпуск опытно-промышленных партий) находятся технологии производства концентрата молочно-жирового и лактулозы. Таким образом, на уровне освоенных технологий промышленность готова к комплексной переработке сыворотки. Сдерживающим фактором является отсутствие в республике специализированных мощностей, которые позволили бы в полном объеме переработать молочную сыворотку всех видов. Состояние оборудования для переработки сыворотки как с качественной, так и с количественной точки зрения следует признать неудовлетворительным. Существующее оборудование не специализировано для производства концентрированной, сгущенной и су-

хой сывороток. Оно имеет высокую степень физического износа, заложенные в него конструкторские и технологические принципы не соответствуют современным требованиям по качеству выпускаемой продукции и экономичности работы.

Рассмотрим основные проблемные элементы. Емкостной парк является важным звеном процессов переработки сыворотки. Это связано с необходимостью накапливать и хранить большие объемы жидкого сырья и промежуточных продуктов, причем среда является агрессивной. Следует отметить, что в настоящее время ощущается нехватка емкостей. Часто используются танки небольшого объема, иногда горизонтального исполнения, что приводит к нерациональному использованию площадей предприятий. Особое внимание необходимо уделить марке используемого металла, качеству швов и термоизоляции. Емкости для резервирования сыворотки должны быть изготовлены из нержавеющей стали AISI 316L или лучше, а для соленой сыворотки и казеиновой солянокислотной – AISI 316Ti или лучше.

Основой бесперебойной работы линии переработки сыворотки является качественное отделение белковой пыли и жира. На первом этапе целесообразно использовать вибросита или барабанные уловители белковой пыли. Более тонкая очистка осуществляется на втором этапе посредством использования специальных сепараторов. Использование декантеров позволяет совместить эти две операции в одном устройстве. Особенно оправдано использование декантеров при производстве казеина. При выработке специальных, особо ответственных продуктов необходимо применять бактофуги для дополнительного удаления микроорганизмов.

Состояние и оснащенность аппаратных цехов теплообменным оборудованием можно признать удовлетворительным. Для охлаждения и тепловой обработки до температуры 72 °С хорошо подходят пластинчатые теплообменники. При необходимости высокотемпературной обработки

молочной сыворотки желательно использовать трубчатые теплообменники либо емкости с прямым впрыском пара или, что несколько хуже, с косвенным нагревом.

Следует отметить, что на предприятиях отсутствуют мембранные установки, а глубокая переработка сыворотки основывается на их применении: это установки микрофльтрации для снижения бактериальной обсемененности, установки ультрафльтрации для фракционирования белков, установки нанофльтрации и электродиализа для частичной деминерализации, установки нанофльтрации и обратного осмоса для концентрирования продуктов.

Для сгущения молочной сыворотки используются двухкорпусные аппараты циркуляционного типа, которые не отвечают требованиям качества продукции, экономичности и стабильности работы. Сгущенная сыворотка получается низкого качества с низким и нестабильным содержанием сухих веществ. Кроме того, отмечены следующие недостатки:

- встречается плохое качество мойки калоризатора и сепаратора второй ступени сгущения (наличие пригара, особенно в сепараторе и трубках калоризатора), что приводит к появлению в сухом продукте частиц пригара. Отсутствуют фильтры на линии подачи сгущенки на сушку;
- отсутствует теплоизоляция корпусов вакуум аппаратов;
- плохая работа конденсаторов соковых паров.

Техническое состояние градирен часто неудовлетворительное. Особое внимание следует уделить работе форсунок, насадке, сепараторам водных брызг, организации потока воздуха, подбору вентиляторов (желательно обеспечить возможность регулировки скорости вращения). Для подпитки необходимо использовать очищенную и умягченную воду или паровой конденсат.

При освоении технологии производства сухой кристаллизованной сыворотки возникают проблемы, вызванные спонтанной кристаллизацией в вакуум-выпарных аппаратах, которые у нас практически все цирку-

ляционного типа. Кристаллизацию сыворотки в этом случае следует начинать уже во втором корпусе. При достижении содержания сухих веществ в сыворотке 40%, не прекращая процесса, в сгущаемый продукт необходимо непрерывно добавлять затравку в виде мелкокристаллической лактозы в количестве не менее 0,02% от массы сгущенной сыворотки. Сгущение в этом случае производят до концентрации сухих веществ 50–56%. После вакуум-выпарного аппарата сгущенную сыворотку направляют на сушку. При необходимости после вакуум-выпарного аппарата сгущенную сыворотку можно направлять на доохлаждение для завершения процесса кристаллизации. При этом ее в потоке охлаждают до температуры 28–32 °С и направляют в охлаждаемую емкость, оборудованную мешалкой, где производят окончательное охлаждение до температуры 12–16 °С со скоростью 0.5...2.5 °С/ч. После окончательного охлаждения осуществляют выдержку в течение 2–8 ч либо сразу направляют на сушку. Охлажденную сыворотку перед подачей на сушку желательно подогреть до температуры 65 ± 10 °С, что повышает производительность сушилки на 3–6%. Внедрение технологии кристаллизации лактозы молочной сыворотки позволяет повысить общую производительность оборудования по конечному продукту на 25–50%, снизив при этом удельные затраты тепла на 0,4–1,0 Гкал/т готовой продукции.

Состояние парка сушильного оборудования следует признать неудовлетворительным как по техническому уровню используемого оборудования (большинство сушилок старше 20 лет), так и по производительности и общему их количеству. Подавляющее большинство сушилок имеет производительность 500...1000 кг ИВ/ч. Анализ технического состояния парка сушильного оборудования позволяет выделить следующие недостатки:

- отсутствует фильтрация воздуха, подаваемого на сушилку;
- нерационально выполнены подводы воздуха от нагнетательного вентилятора к калориферу. Изломы, зауженные сечения, резкие поворо-

ты создают значительные гидравлические сопротивления, что приводит к снижению общей производительности сушилки;

- уплотнения входного проема в башню часто не обеспечивают его герметичность;

- изношенные шлюзовые затворы на циклонах часто допускают подсос воздуха в циклоны, что приводит к повышенному пылеуносу;

- общее состояние циклонов, переходников от турникетов к пневмотранспорту и самого пневмотранспорта следует признать неудовлетворительным. Наличие люков в циклонах, щелей, небрежно выполненная сварка, значительные искривления геометрии приводят к нарушению их работы, что существенно снижает эффективность пылеулавливания;

- отсутствуют охладители воздуха, подаваемого на пневмотранспорт.

Хотелось бы отметить, что в последнее время наметилась положительная тенденция перевода сушилок с парового нагрева на огневой. Это позволяет экономить до 30% тепловой энергии, стабилизирует работу сушилки, значительно снижает требования к котельному оборудованию.

Таким образом, принятие программы позволяет по-новому подойти к системному решению проблемы переработки молочной сыворотки. В плане мероприятий предусмотрена двухуровневая схема организации переработки молочной сыворотки: на первом уровне производится сбор, очистка и концентрирование сыворотки; на втором – углубленная переработка и получение конечных продуктов.

На первом уровне примерная стоимость базового комплекта оборудования для подготовки сыворотки зависит от принятой технологии сгущения: концентрирование при помощи нанофльтрации/обратного осмоса или сгущение на вакуум-выпарной установке (табл. 1).

Таблица 1 – Оценка стоимости комплектов оборудования для подготовки сыворотки к транспортировке до 100 т сыворотки в сутки

Наименование	Примерная стоимость, тыс. евро/млн руб		Примечание
	Баромембранное концентрирование	Вакуум-выпарное концентрирование	
Охладитель, 10 т/ч	15,0/52,5	15,0/52,5	Может использоваться б/у после ревизии
Вибросито/уловитель белковой пыли (удаление крупных фракций белковой пыли), 10 т/ч	30,0/105,0	30,0/105,0	Может быть изготовлено в РБ
Емкости для сбора сыворотки	3·50,0 = 100,0/350,0	3·50,0 = 100,0/350,0	Может быть изготовлено в РБ
Сепаратор, 10 т/ч	75,0/262,5	75,0/262,5	Может использоваться б/у после реставрации в условиях предприятия-изготовителя с предоставлением гарантии
Пастеризационно-охладительная установка, 10 т/ч	50,0/175,0	50,0/175,0	Может использоваться б/у после ревизии
Установка для нано-фильтрации, 10 т/ч, водоподготовка	200,0/700,0	–	Необходимо новое
Вакуум-выпарная установка многокорпусная (4 и более 4 т испаренной влаги)	–	Новая от 700/2450,0 (б/у 175-350/612,5-1225,0)	Может использоваться б/у после реставрации или ревизии с предоставлением гарантии
Емкость для хранения концентрата	2×40,0=60,0/210,0	2×25,0=35,0/122,5	Может быть изготовлено в РБ
Итого по оборудованию	530,0/1855,0	1005,0/3547,5 (480,0-655,0)	
Проектные и монтажные работы	120,0/420,0	120,0/420,0	
Итого	650,0/2275,0	1125,0/3937,5 (600,0-775,0/2100,0-2712,5)	

Эксплуатационные расходы по энергии у многокорпусной вакуум-выпарной установки (ВВУ) и баромембранной установки (МУ) практически идентичны. Стоимость новой ВВУ значительно выше, чем МУ. Вместе с тем бывшая в употреблении ВВУ по своим эксплуатационным качествам практически соответствует новой, но ее стоимость значитель-

но ниже и с учетом демонтажа/монтажа может быть сравнима с новой МУ. Необходимо помнить, что срок эксплуатации мембранных элементов составляет 9–12 месяцев, после чего необходима их полная замена, что требует затрат до 25 тыс. евро. При этом на МУ можно концентрировать до 14–18% (2,5–3 раза) и получается лишь промежуточный продукт, подготовленный к транспортировке на дальнейшую переработку, то ВВУ позволяет достичь 30–60% сухих веществ (5–10 раз). Такой продукт годен не только для дальнейшей переработки, но и имеет собственную значимость. ВВУ может использоваться для получения иных сгущенных молочных продуктов (сгущенное цельное или обезжиренное молоко и т.д.).

Таким образом, вопрос о выборе конкретной технологии подготовки молочной сыворотки к транспортировке должен решаться в каждом конкретном случае индивидуально с учетом особенностей предприятий.

При закупке бывшего в употреблении оборудования особое внимание необходимо уделять предоставляемым гарантиям и деффектовке. Часто возникают проблемы с подбором оборудования по технологическим параметрам и показателям производительности. Необходимо понимать, что поступление оборудования на вторичный рынок слабопрогнозируемо и сроки на принятие решение о покупке часто составляют 2–4 недели.

Бывшее в употреблении оборудование не может быть использовано на центральных предприятиях по переработке молочной сыворотки:

- высокие риски на них недопустимы;
- крупное оборудование, как правило, уникально и изготавливается под конкретные производственные программы;
- сложности с поиском такого оборудования;
- крупное оборудование хуже приспособлено к транспортировке.

Использование б/у оборудования целесообразно при переоснащении производств, не имеющих долгосрочной перспективы, второстепенных и малоответственных участков, особенно казеиновых линий.

Второй уровень переработки это высокопроизводительные линии получения конечного продукта.

Принципиально, подготовка сыворотки к переработке принимается такой, как и на низовых заводах. Основное отличие – наличие пунктов приема привозной сыворотки. Переработка различных видов сыворотки может строиться в несколько потоков либо путем стандартизации при помощи различных, прежде всего баро- и электромембранных технологий. Для сгущения сыворотки планируется использовать 5-корпусные и более вакуум-выпарные установки с падающей пленкой. Целесообразно рассмотреть возможность применения механической рекомпрессии соковых паров.

С целью создания резервных мощностей для переработки молока сушилки должны быть рассчитаны на возможность производства не только сухой сыворотки, но и СОМ, СЦМ, концентрата молочно-жирового (КМЖ жирность до 50%).

Если рассматривать мероприятия программы с позиции экономии средств, то для обеспечения технологических схем переработки сыворотки необходимо приобретение импортного оборудования (вакуум-выпарные установки, сушильное оборудование, мембранные установки), поскольку только 20–25% оборудования может быть разработано и изготовлено в Республике Беларусь, прежде всего это емкостное и нестандартное оборудование. В этой связи можно отметить, что емкости размером до 100 м³ могут изготавливаться на машиностроительных предприятиях Республики Беларусь: ОКБ «Академическое», ОАО «Брестмаш», ООО «МолТехСтройМонтаж». Производство уловителей белковой пыли освоено на ОМП РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Хорошие перспективы в области производства баромембранных установок

и станций водоподготовки к ним имеет Институт физико-органической химии. Вместе с тем оборудование для основного производства второго уровня целесообразно закупать в комплексе у ведущих производителей. Это позволит обеспечить гарантированное качество и широкую гамму получаемой продукции, долговечность и экономичность работы.

При реализации программы переработки молочной сыворотки в первую очередь необходимо ориентироваться на удовлетворение внутреспубликанского спроса на продукты переработки молочной сыворотки: фармакопейную лактозу, сухую и сухую деминерализованную сыворотку, концентраты сывороточные с содержанием белка 34, 60, 80% и более, группу кормовых продуктов, прежде всего концентраты молочно-жировые и ЗЦМ, в том числе и для телят первых недель жизни. Такая ориентация позволит прекратить импорт продуктов по этим позициям, усилить экспортный потенциал страны, создав возможность маневра при изменении конъюнктуры мирового рынка. Ориентация на внутреннее потребление произведенных продуктов позволит существенно повысить продовольственную и кормовую безопасность республики, а концепция полной переработки молочной сыворотки позволит решить проблему высокой экологической опасности сыворотки, сбрасываемой на поля фильтрации.

М. Л. Климова

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ОТ УРОВНЯ ЗАГРУЗКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ И ДОЛИ ЭКСПОРТА В ОБЩЕМ ОБЪЕМЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ

С учетом быстроменяющейся обстановки в сегменте международной торговли молочными продуктами и дефицитом финансовых средств, предоставляемых банками, проблема повышения прибыли предприятия, рентабельности продукции имеют первостепенное значение. В данной статье приведен анализ зависимости рентабельности от уровня загрузки производственных мощностей и доли экспорта в общем объеме реализации продукции по молокоперерабатывающим предприятиям. В ходе исследования автором установлено, что более полная загрузка мощностей приносит более высокий экономический эффект, который состоит в прямой зависимости от данного признака. Обозначена необходимость того, что экспортная и ценовая политика должна быть гибкой, наряду с этим необходим механизм тщательного изучения (информационное и аналитическое обеспечение), анализа и прогнозирования ситуации на мировом рынке молочных продуктов.

На данный момент в отрасли заметно усиление внутриотраслевой конкуренции. Производители модернизируют старые и устанавливают новые более мощные технологические линии. Укрупнение производства – наиболее целесообразное решение при создавшихся условиях технического перевооружения производственных мощностей мясо-молочной промышленности. Синхронно данным тенденциям многие предприятия стали вырабатывать продукцию, ориентированную на экспорт. Поскольку увеличился объем производства молока в сельскохозяйственном секторе, соответственно, увеличился объем выработки молочной продукции, ориентированной на внешние рынки.

С учетом быстроменяющейся обстановки в сегменте международной торговли молочными продуктами и дефицитом финансовых средств, предоставляемых банками, проблема повышения прибыли предприятия, рентабельности продукции имеют первостепенное значение, так как объ-

ективно возрастает значение финансовой устойчивости хозяйствующих субъектов. Этим и обусловлен выбор данной проблемы в качестве темы данной статьи. Хотя прибыль и является важнейшим показателем хозяйственной деятельности предприятия, но вместе с тем она не обеспечивает универсальности и достаточности для анализа финансовых результатов. Возникает необходимость рассмотрения дополнительных (детализирующих) показателей эффективности хозяйственной деятельности, а именно уровня рентабельности.

Рентабельность – это степень доходности, выгодности, прибыльности бизнеса. Она измеряется с помощью целой системы относительных показателей, характеризующих эффективность работы предприятия в целом, доходность различных направлений деятельности (производственной, коммерческой, инвестиционной и т.д.), выгодность производства отдельных видов продукции и услуг. Для более объективной картины должны быть задействованы относительные характеристики финансовых результатов и эффективности деятельности предприятия. Таким показателем является рентабельность продукции. Рентабельность отдельных видов и продукции в целом определяется отношением прибыли от реализации продукции к ее полной себестоимости.

Важным показателем, характеризующим производственную деятельность завода, является степень использования производственных мощностей по отдельным видам продукции (табл. 1).

Таблица 1 - Использование производственных мощностей
по ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат», 2007

Наименование продукции	Годовая мощность, т	Выпуск продукции, т	Использование мощностей, %
Цельномолочная продукция	39480	19260	48,8
Масло животное	4600	1923	41,8
Сухое цельное молоко, сливки	7074	7074	100,0
СОМ	3866	3290	85,1
Молоко сгущенное	1400	255	18,2

Анализируя данные по использованию производственных мощностей, можно отметить, что по цельномолочной продукции загрузка мощностей составляет лишь 48,8%, молока сгущенного 18,2%. Эти показатели очень малы, предприятие не может полностью использовать свой производственный потенциал, что ведет к удорожанию продукции и убытку. По производству сухого цельного молока и сливок оборудование загружено полностью, и предприятию необходимо расширять производственные мощности для расширения производства данного продукта.

Далее рассмотрим рентабельность предприятия в целом (табл. 2).

Таблица 2 - Показатели рентабельности

ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат»

Показатель	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2007/2005
Рентабельность продаж (оборота),%	4,8	-1,6	19,6	+14,8 п.п.
Рентабельность капитала, %	7,4	-11,5	23,3	+15,9 п.п.
Уровень рентабельности производственной деятельности, %	5,0	-1,6	24,4	+19,4 п.п.
Рентабельность продаж (по чистой прибыли)	1,53	-2,58	11,67	+14,25
Рентабельность продукции (по чистой прибыли)	1,74	-2,72	15,54	+18,26

Рентабельность продаж характеризует эффективность предпринимательской деятельности: показывает, сколько получено прибыли с рубля продаж. Данный показатель увеличился на 14,8 п.п. за анализируемый период и показывает, что предприятие имеет 19,6 копеек прибыли на 1 рубль полученной выручки. Уровень рентабельности производственной деятельности показывает уровень прибыли на 1 рубль затраченных средств: за анализируемый период он увеличился на 19,4 п.п. Он показывает, что предприятие имеет 24,4 копеек прибыли на 1 рубль затраченных средств.

Рентабельность капитала также возросла за анализируемый период на 15,9 п.п. и в 2007 г. составляла 23,3%, это характеризует то, что предприятие получает 23,3 копеек прибыли на 1 рубль стоимости имущества.

Теперь рассмотрим эффективность реализации продукции по каналам сбыта (табл. 3).

Таблица 3 - Эффективность реализации продукции по каналам сбыта
ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат»

Продукция	Рентабельность от реализации на внутреннем рынке			Рентабельность от реализации на экспорт		
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Масло животное	-3,5	-6,1	-3,2	-31,8	-26,7	0,3
Сухие сливки	4,6	7,1	6,3	-2,8	-0,9	6,3
Цельномолочная продукция	7,8	5,3	2,8	-	-	2,8
Сыр твердый	-	-	19,3	32,4	19,4	28,0
Сухое цельное молоко	12,4	3,8	12,6	4,8	-5,8	39,6
Сухое обезжиренное молоко	42,4	16,1	36,3	41,5	4,2	81,7

Анализируя данные можно отметить, что в 2005 и 2006 гг. реализация продукции на экспорт является менее эффективной, чем реализация ее на внутреннем рынке. Как видно из данных таблицы, реализация масла на экспорт в 2005 г. была в десятки раз менее эффективнее, чем реализация на внутреннем рынке, но, учитывая перепроизводство масла в республике иного выхода, чем реализация масла на экспорт у предприятия не было.

Такая же ситуация наблюдалась и по остальным продуктам. К примеру реализация сухих сливок на внутреннем рынке приносит предприятию прибыль, а реализация на экспорт – убыток.

Но в 2007 г. ситуация коренным образом изменилась, реализация продукции на экспорт стала более выгодной, чем на внутреннем рынке. Данная тенденция вызвана тем, что в 2007 г. ощущался дефицит молочных продуктов на мировом рынке – много продукции реализовывалось не только в Российскую Федерацию, но и на рынки стран дальнего зарубежья. Также в связи с нехваткой продовольствия, продукты питания на мировом рынке сильно подорожали, что привело к повышению цен и на продукцию белорусского производства.

Причин глобального ценового роста в 2007 г. несколько: частичная отмена и снижение Еврокомиссией экспортных субсидий на молокопродукты, плохие погодные условия в Австралии и странах Северной Америки, рост спроса на молокопродукты в ряде азиатских и арабских стран с развивающейся экономикой, рост стоимости кормов, удорожание энергоресурсов и вызванное им резкое увеличение производства биотоплива из сельскохозяйственного сырья. Эти факторы мгновенно отразились на нарушении баланса между спросом и предложением на международном рынке молока и молокопродуктов и повлекли за собой рост цен.

Для многофакторного корреляционно-регрессионного анализа зависимости рентабельности от уровня загрузки производственных мощностей и доли экспорта в общем объеме реализации продукции используем следующие исходные данные по предприятиям Гродненской области (табл. 4):

Таблица 4 - Уровень рентабельности молокоперерабатывающих предприятий Гродненской области 2007 г., %

Предприятия	Загрузка производственных мощностей	Экспорт в общем объеме реализации по сырью	Рентабельность
ОАО «Молочный мир»	88,9	38,8	13,7
ОАО «Дятловский СЗ»	89,9	61,9	19
ОАО «Лидский МКК»	87,4	67,6	24,4
ОАО «Новогрудский МК»	74,2	72,6	14,6
ОАО «Ошмянский сыродельный завод»	80,2	78,1	18,8
ОАО «Сморгонские молочные продукты»	80,6	71,7	24,3
ОАО «Слонимские молочные продукты»	75,4	66,6	17,5
ОАО «Щучин МСЗ»	88,5	54,1	24,9
ОАО «Беллакт»	76,8	57,5	12,8

По итогам корреляционно-регрессионного анализа, проведенного как в программе EXCEL (таблица 5), так и в программе STATGRAPHICS Plus (таблица 6), получим модели, уравнение которых имеют следующий вид

$$Y(x_1; x_2) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 \quad (1)$$

где Y – рентабельность, %; x_1 – уровень загрузки производственных мощностей, %; x_2 – доля экспорта в общем объеме реализации.

Такого рода модель называется линейной множественной линией регрессии, поскольку она с двумя независимыми переменными.

Таким образом, уравнение связи будет иметь вид

$$Y(x_1; x_2) = -49,5 + 0,61x_1 + 0,29x_2 \quad (2)$$

Частный коэффициент регрессии 0,61 означает, что если уровень загрузки производственных мощностей, за счет повышения переработки молока в среднем увеличится на 1%, то это приведет к увеличению уровня рентабельности в среднем на 0,61%, при условии, что все остальные факторы останутся неизменными.

Если доля экспорта в общем объеме реализации увеличится на 1%, то это приведет к увеличению рентабельности на 0,29%, при условии, что все остальные факторы останутся неизменными.

Таблица 5. - Использование многофакторного корреляционно-регрессионного анализа в STATGRAPHICS Plus

Дисперсионный анализ

Параметр	коэффициент	Стандартная ошибка	T-статистика	P-значение	
Y- пересечение	-49,548	25,5337	-1,94049	0,1004	
Переменная x_1	0,609129	0,244625	2,49005	0,0472	
Переменная x_2	0,288309	0,129675	2,22332	0,0679	
	Сумма квадратов SS	Df	MS	F	Значимость F
Регрессия	98,9654	2	49,4827	3,66	0,0915
Остаток	81,1635	6	13,5273		
Итого	180,129	8			
Регрессионная статистика					
R-квадрат = 54,9414 percent					
R-квадрат (нормированный для d.f.) = 39,9219 percent					
Стандартная ошибка = 3,67794 Абсолютная ошибка = 2,70259					
$Y = -49,548 + 0,609129 * x_1 + 0,288309 * x_2$					

Таблица 6 - Использование многофакторного корреляционно-регрессионного анализа в EXCEL

ВЫВОД ИТОГОВ								
Регрессионная статистика								
Множественный R	0,741							
R-квадрат	0,549							
Нормированный R-квадрат	0,399							
Стандартная ошибка	3,68							
Наблюдения	9							
Дисперсионный анализ								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	2	98,96	49,5	3,66	0,0914			
Остаток	6	81,2	13,5					
Итого	8	180,0						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>T-статистика</i>	<i>P-значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
У-пересечение	-49,54797640	25,53371	-1,94049	0,1003733	-112,026	12,93077	-112,026	12,93077
Переменная x_1	0,6091287230	0,244625	2,490052	0,0471589	0,010553	1,207704	0,010553	1,207704
Переменная x_2	0,2883093478	0,129675	2,223316	0,0678873	-0,02899	0,605613	-0,028994	0,605613

Для оценки качества подбора линейной функции рассчитывается квадрат линейного коэффициента корреляции, $r^2_{yx_1x_2}$ называемый коэффициентом детерминации R^2 .

Совокупный коэффициент детерминации определяется по формуле:

$$R^2_{yx_1x_2} = (r^2_{yx_1} + r^2_{yx_2} - 2r_{yx_1} r_{xy_2} r_{x_1y_2}) / (1 - r^2_{x_1y_2}) \quad (3)$$

Так как, коэффициент детерминации – это квадрат коэффициента корреляции, найдем совокупный коэффициент корреляции:

$$R = \sqrt{R^2_{yx_1x_2}} = 0,55 \quad (4)$$

Это означает, что увеличение загрузки производственных мощностей и доли реализации в общем объеме экспорта способствует повышению рентабельности, положительное значение коэффициента свидетель-

ствуется о наличии прямой связи. Изменение рентабельности на 55,0% зависит от изменения входящих в уравнение факторов.

На основе полученных данных произведен подсчет резервов повышения уровня рентабельности (табл. 7), который показал, если предприятие достигнет запланированного уровня факторных показателей, то рентабельность повысится на 1,672 п.п., в том числе за счет повышения уровня загрузки производственных мощностей – на 0,976 п.п., за счет повышения доли экспорта в общем объеме реализации – на 0,696 п.п.

Таблица 7 - Расчет влияния факторов на прирост уровня рентабельности по ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат», %

Показатель	Уровень показателя		Изменение уровня показателя	Значение факторов в уравнении регрессии	Рост рентабельности, %
	прогноз	факт 2007 год			
Уровень загрузки производственных мощностей	89,0	87,4	1,6	0,61	0,976
Доля экспорта в общем объеме реализации	70,0	67,6	2,4	0,29	0,696
Уровень рентабельности	25,0	24,4		-	1,672

Но, учитывая то, что у нас криволинейная зависимость между исследуемыми показателями, рентабельность составит 25%, а прирост – 0,6 п.п.

Для обозначения оптимального диапазона загрузки производственных мощностей и доли экспорта в объеме реализованной продукции с помощью программы STATGRAPHICS Plus найдем и отразим в плоскости (рис. 1) и на поле контуров (рис. 2) заданную модель, вид которой будет иметь следующее уравнение (Дисперсионный анализ представлен в табл. 8):

$$Y = -2070 + 39,9x_1 + 13,8x_2 - 0,24x_1^2 - 0,1x_1x_2 - 0,04x_2^2$$

Проведенная оценка зависимости рентабельности от уровня загрузки производственных мощностей и доли экспорта в общем объеме реализации продукции позволила установить и наглядно продемонстрировать прямую зависимость повышения рентабельности от повышения

загрузки производственных мощностей. Так, модель вывела, что максимальная рентабельность может быть достигнута при загрузке мощностей свыше 78% и доле экспорта в диапазоне 48–76%, при условии, что все остальные факторы останутся неизменными.

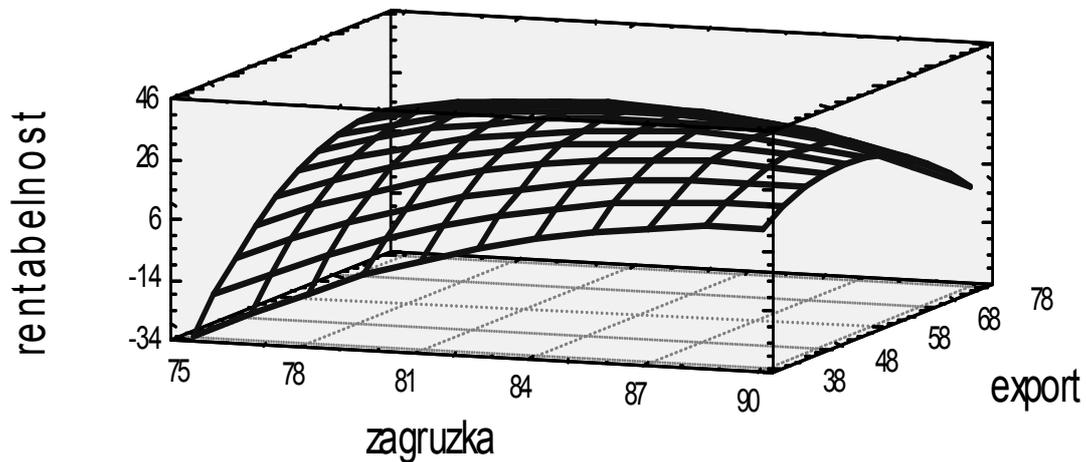


Рис. 1 - Плоскость зависимости рентабельности от уровня загрузки производственных мощностей и доли экспорта в общем объеме реализации продукции

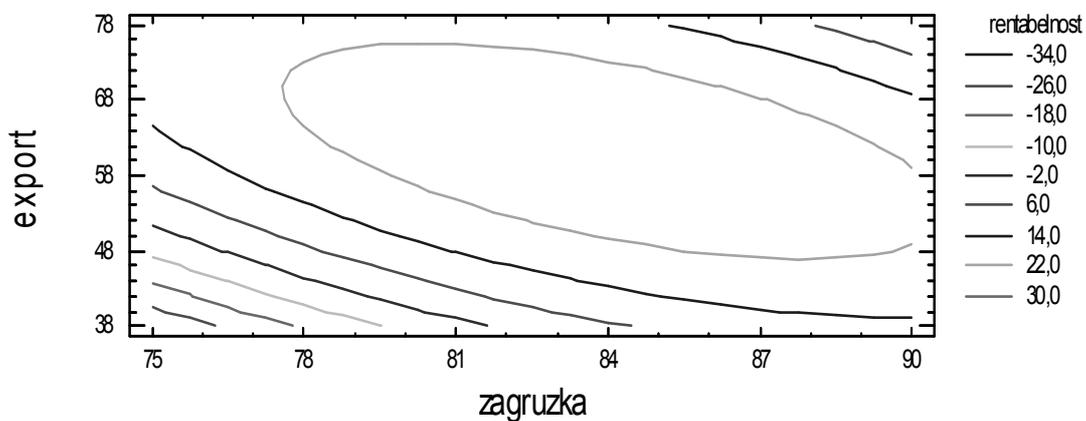


Рис. 2 – Контурные зависимости уровней рентабельности от уровня загрузки производственных мощностей и доли экспорта в общем объеме реализации продукции

В ходе исследования установлено, что более полная загрузка мощностей приносит более высокий экономический эффект, который состоит в прямой зависимости от данного признака. Но уровень рентабельно-

сти – это показатель, который варьируется непосредственно от уровня цен на реализуемую продукцию и сырье, в соответствии с этим необходим механизм тщательного изучения (информационное и аналитическое обеспечение), анализа и прогнозирования ситуации на мировом рынке молочных продуктов. Ценовая политика в отрасли должна быть точно выверена и иметь гибкость при быстро меняющихся условиях ценовой конъюнктуры на мировом рынке.

Таблица 8 - Дисперсионный анализ для рентабельности
в программе STATGRAPHICS Plus

Исх. данные	Сумма квадратов	<i>Df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i> -значение
x_1 zagruzka	80,6305	1	80,6305	18,48	0,0231
x_2 export	73,4416	1	73,4416	16,84	0,0262
x_{12}	56,1597	1	56,1597	12,87	0,0371
x_1x_2	38,8023	1	38,8023	8,90	0,0585
x_{22}	57,1533	1	57,1533	13,10	0,0363
Total error	13,0863	3	4,3621		
Итого	180,129	8			

R-квадрат = 92,735 percent
R-квадрат (нормированный для d.f.) = 80,6268 percent
Стандартная ошибка = 2,08856
Абсолютная ошибка = 0,92605
Регрессионная статистика
constant = -2071,92
 x_1 :zagruzka = 39,8592
 x_2 :export = 13,8261
 x_{12} = -0,19924
 x_1x_2 = -0,103545
 x_{22} = -0,041769

Так, в развитых странах при снижении цен на молочные продукты в 2008 г. были вовремя приняты меры по синхронному снижению закупочных цен на молоко сырое (рис. 3), что вполне логично.

В целом, в ЕС в 2008 г. прослеживается однозначная тенденция в снижении цен на молоко сырое стандартных параметров.

Так, ниспадающие тенденции с начала года до летних месяцев характерны для Германии, Франции, Словакии, Польши, Венгрии. В то время как Чешская Республика, Болгария и Румыния показывают более позднее снижение цен в период март–июнь, при этом у Чешской Республики данная тенденция сохранилась до конца года.

Даже Новая Зеландия, параметры качества молока которой значительно выше других стран (4,2% жирность, 3,35% белок), приобрела тенденцию резкого снижения закупочных цен с мая 2008 г.

В Республике Беларусь сложилась ситуация обратная вышеуказанной, что стало тяжелым испытанием для предприятий молокоперерабатывающей промышленности, финансово-экономическое положение которых уже пострадало от снижения спроса и цен на молочные продукты, реализуемые на внешние рынки (рис. 4). Так на фоне всеобщего снижения закупочных цен в мире, в республике цены с июня приобрели тенденцию роста, что говорит о негибкой ценовой политике.

Данные факторы привели к сложнейшим последствиям для предприятий перерабатывающей промышленности. Так, например, по Гродненской области (табл. 9) рост себестоимости в 2008 г. составил по отношению к 2007 г. 53,29% (или 222699 млн руб.), а рост выручки – 21,5% (114180 млн руб.), что привело к убытку по отрасли Гродненской области в 32334 млн руб. и снижению рентабельности реализованной продукции на 24,8 п.п. Такая тяжелая ситуация сложилась в большинстве регионов Республики Беларусь, особенно там, где имелось производство, ориентированное на экспорт.

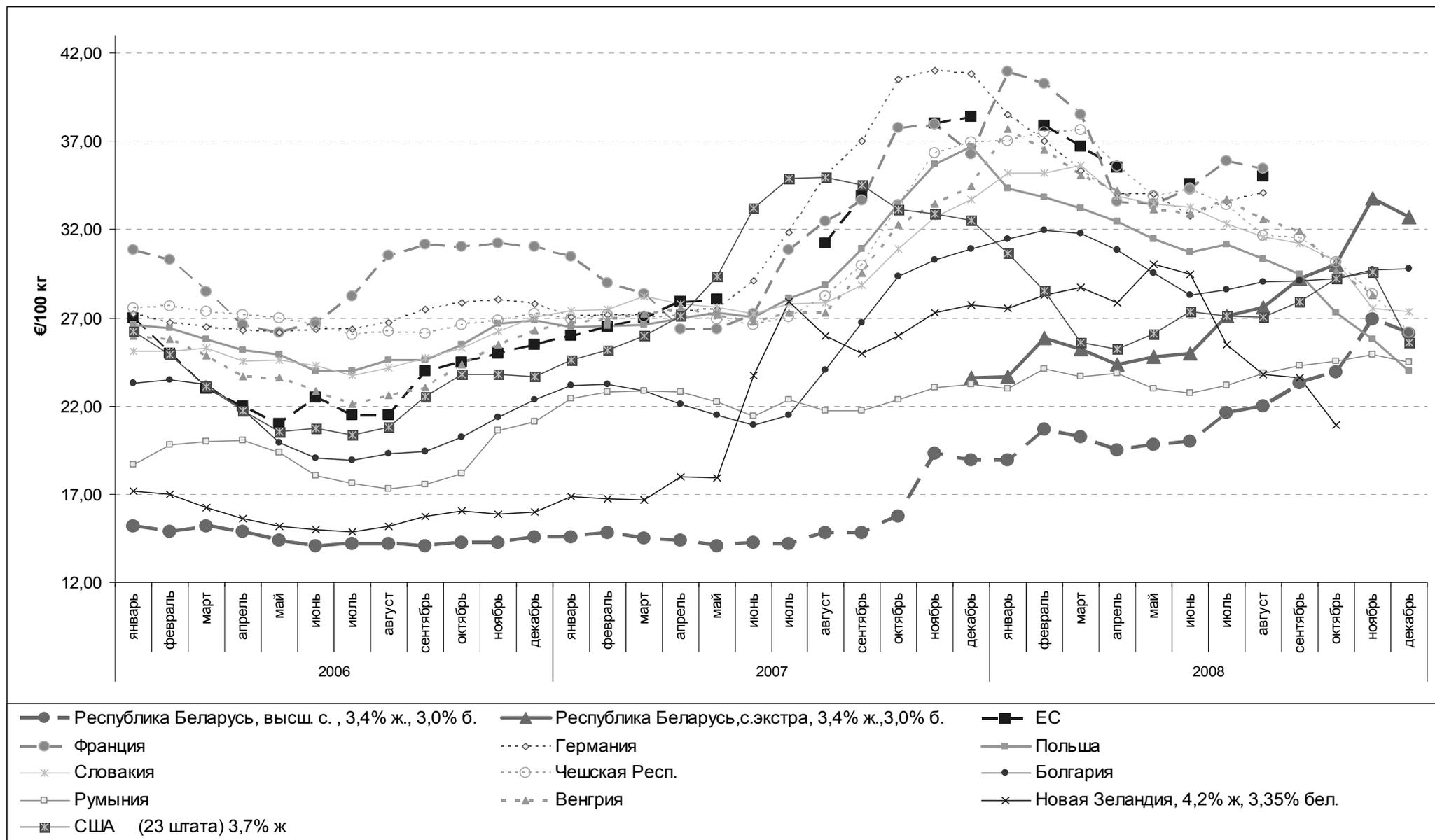


Рис. 3. Динамика закупочных цен на молоко сырое стандартных параметров в некоторых странах

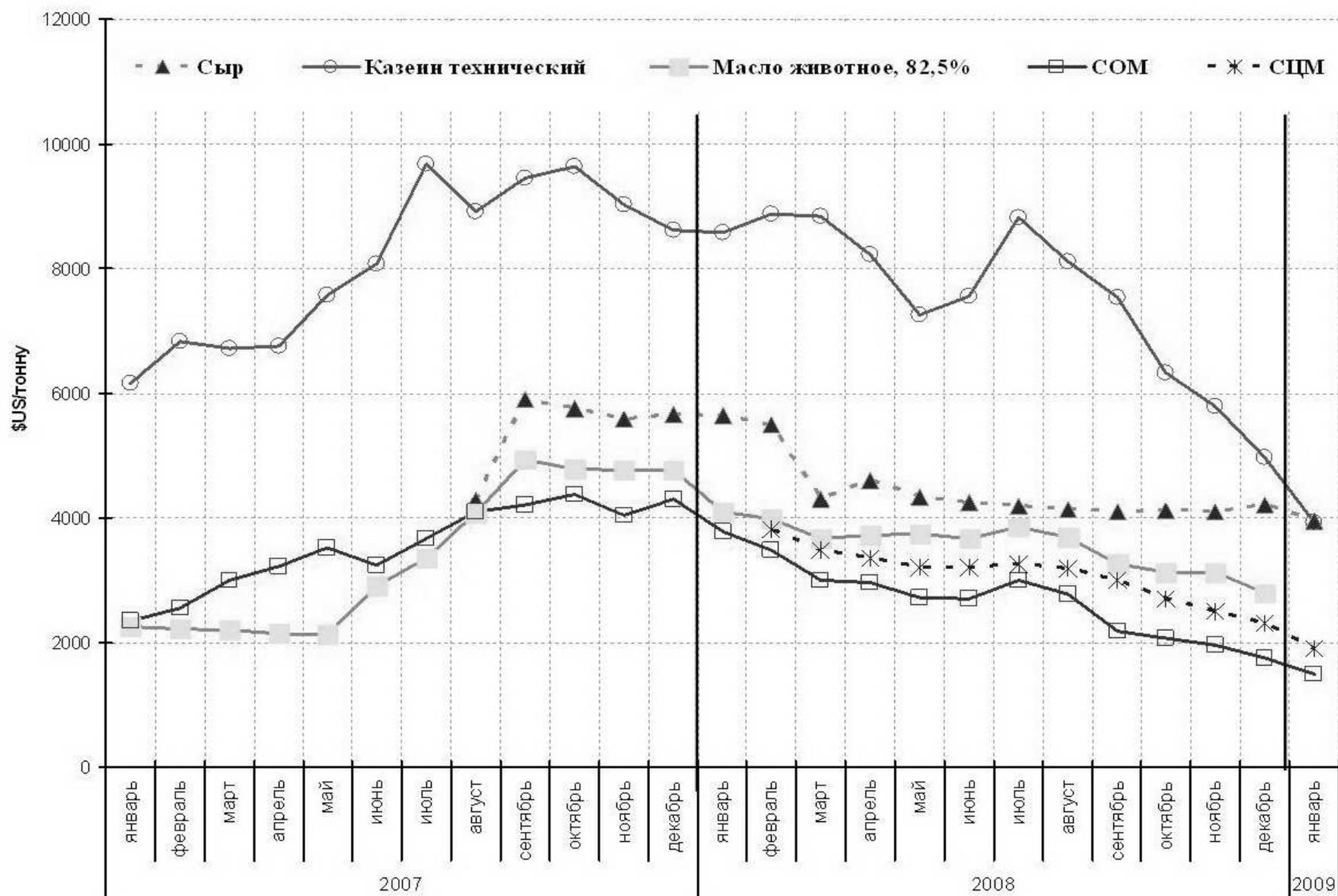


Рис. 4. Динамика цен на молочные продукты на биржевых торгах в Республике Беларусь при продаже на экспорт

Таблица 9 - Результаты финансово-хозяйственной деятельности организаций молочной промышленности Гродненской области в 2007–2008 гг.

Молочная отрасль Гродненской области	Выручка от реализации без учета налогов, млн руб.		Себестоимость реализованной продукции, млн руб.		Прибыль (убыток) от реализации, млн руб.		Уровень рентабельности реализованной продукции, %	
	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.
	530441	644621	417867	640566	75452	-43118	18,1	-6,7
Отклонение (+, -)	+ 114180		+ 222699		- 32334		- 11,4 п.п.	

В результате обработки исходной информации и решения задачи по определению зависимости рентабельности от уровня загрузки производственных мощностей и доли экспорта в общем объеме реализации продукции получена информация, отражающая оптимальные объемы экспорта, при которых предприятие достигнет максимальной рентабельности. Установлено, что рост загрузки производственных мощностей ведет к прямому повышению рентабельности. В ходе расчетов выявлено, что изменение рентабельности в исследуемой ситуации на 55,0% зависит от увеличения загрузки производственных мощностей и доли экспорта в общем объеме реализации.

Таким образом, более полная загрузка мощностей приносит более высокий экономический эффект, который состоит в прямой зависимости от данного признака, а экспортная и ценовая политика в ближайшей перспективе должна быть гибкой при быстро меняющихся условиях ценовой конъюнктуры на мировом рынке

Вместе с тем в настоящее время при неблагоприятных условиях экспорта на фоне мирового финансового кризиса необходим ряд мер по поддержке молочной промышленности.

На краткосрочную перспективу целесообразно применение интервенционных запасов (необходимо определить период и интервенционную цену на определенные группы продуктов, в рамках которых должна осуществляться данная мера).

На среднесрочную перспективу следует уменьшить количество предприятий, вырабатывающих продукцию на экспорт путем повышения специализации. Так, целесообразно выделить ряд предприятий, которые

будут иметь строго экспортную ориентацию и высокую долю экспорта в реализации. Это позволит при сложных ситуациях иметь задействованный потенциал финансирования на возмещение убытков за счет субсидирования государством. Такая политика поддержки экспортоориентированных предприятий имеет место во многих развитых странах ЕС. Например, когда цены на молочные продукты на мировом рынке были высокими, как в 2007 г., субсидирование основных молочных продуктов в ЕС частично прекратилось и снизилось, а в 2008 г., когда цены снизились почти вдвое, комиссия ЕС рассматривает вопросы о возврате субсидий. И, несмотря на то, что многие считают данный механизм протекционистским, в данной ситуации мирового финансового кризиса такие меры помогут сохранить производственный потенциал молочной индустрии с наименьшими потерями. Такая система способствует гибкому реагированию на быстро меняющиеся условия мирового рынка молока. Конечно, в иных условиях, когда нет непредсказуемых финансовых обострений в мире, данная мера по применению экспортных субсидий в среднесрочном периоде негативно влияет на цены производителей. Тем не менее в критических ситуациях необходимо применять во внимание каждую меру для урегулирования ситуации в промышленности.

Необходимо частично переориентировать производственный процесс и сбытовую деятельность на локальные рынки за счет оптимизации ассортимента производимой продукции, более усиленной маркетинговой и агрессивной рекламной деятельности на потребителей, повысить использование молочных ингредиентов в сферах других пищевых производств и общественного питания. Важна при этом роль социальной рекламы и пропаганды о высокой значимости питательных свойств молочных продуктов, особенно для детей, при том, что уровень потребления молока и молочной продукции в Республике Беларусь снижается (250 кг/чел. в 2007 г.) не достигая рекомендуемого медициной нормативного уровня (393 кг/чел. в год). Для сравнения: уровень потребления в странах Западной Европы достигает 286 кг/чел. в год, Океании – 331 кг/чел. в год, при ситуации, когда в мире темп роста потребления

выше темпа роста производства: так за 2001–2006 гг. производство молока в мире увеличилось на 59 млн т, а потребление – на 62 млн т.

В связи с этим, с целью повышения потребления молока и молочных продуктов на внутреннем рынке актуально запустить пилотный проект «Школьное молоко», который действует во многих странах мира.

Необходимо использовать различные инструменты продвижения проектов, формирующих имидж молочной промышленности, для внутренних целевых групп потребителей: новости; сайты проектов; областной журнал, газета; интернет; программы на радио; рейтинги (награждение), дегустации, конкурсы, фестивали, ярмарки; циклы передач на областном телевидении; участие в событиях культурной жизни (праздники, PR-акции); детский центр гостеприимства; презентационный пакет (альбом, буклет, календарь, инвестиционный портрет региона - CD, видеофильмы, фирменная папка, материалы по проектам); открытки, карты, сувениры к продукции, особенно для детей; выставки, конференции, симпозиумы, форумы; имиджевые материалы в белорусских и международных журналах, газетах; ТВ и радиопрограммы; PR-кампании.

Для дальнейшего роста потребления молочных продуктов и создания сильного положительного имиджа молочной отрасли Республики Беларусь крайне необходимо с осторожностью относиться к отраслевой информации в публикациях и выступлениях специалистов отрасли.

*А. В. Ключенко, Е. М. Валялкина, Е. В. Ефимова, С. И. Вырина,
М. Т. Серебрянская, Т. В. Трофимова
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Здоровье нации – важнейший фактор общественного развития во всех экономических системах, одно из основных условий для современного экономического роста страны.

Исходной «клеточкой» здоровья нации или общественного здоровья служит здоровье отдельного человека. В последние десятилетия растет общая заболеваемость населения Республики Беларусь и отмечаются тенденции к сокращению средней продолжительности жизни. Это может быть объяснено значительными изменениями в характере питания и образе жизни человека.

Во-первых, в питании населения в последнее время широко используются продукты промышленного производства, полученные в результате интенсивной технологической обработки, фракционирования, модифицирования и т.д. В результате такой обработки в них полностью или частично инактивируются или видоизменяются природные биологически активные вещества – витамины, минеральные соединения, фосфолипиды, фитостерины и др. биорегуляторы обмена веществ, гормональной деятельности, иммунитета и функции отдельных органов и системы организма. Дефицит этих биологически активных веществ сопровождается снижением защитных сил организма, препятствующих неблагоприятному воздействию вредных факторов окружающей среды, формированию синдрома хронической усталости, снижению умственной и физической работоспособности, обострению хронических заболеваний.

Во-вторых, в последнее время во многих странах, в том числе и Беларуси, существенно ухудшилась структура питания населения, в ре-

зультате чего в организме формируется недостаточность жизненно необходимых биологически активных веществ. Так, по данным российских ученых, у 90% обследуемых выявляется дефицит витамина С, у 30–40% недостаточность витаминов группы В, β-каротина, витамина Е. При этом большинство населения получают с пищей недостаточное количество кальция, железа, селена, йода, фтора, клетчатки и других биорегуляторов процессов жизнедеятельности.

В-третьих, глобальное загрязнение поверхностных вод и суши, локальные радиоактивные загрязнения приводят к загрязнению продуктов питания токсичными элементами, пестицидами, антибиотиками, радионуклидами, которые обуславливают ослабление защитных сил организма, в первую очередь снижают антитоксичную функцию печени, легких, почек, кожи и др.

В настоящее время в области науки о питании можно условно провести классификацию на рациональное питание здорового человека, профилактическое питание трудоспособного населения, в том числе работающих в тяжелых и вредных условиях производства, диетическое или лечебное питание для профилактики и лечения заболеваний человека.

К требующему наибольшей научной проработки относят диетическое и лечебное питание. Состав продуктов, предназначенных для диетического и лечебного питания, должен формироваться с учетом научно обоснованных потребностей в основных пищевых ингредиентах соответствующих групп населения, с учетом видов заболеваний, что позволит сбалансировать amino- и жирно-кислотный состав и регулировать энергетическую ценность, а также учитывать специфику метаболизма питательных веществ в организме. Это позволяет получить структуру рациона в соответствии с необходимой коррекцией обмена веществ, иммунитета, работы нервной и эндокринной системы, иных органов и систем организма.

У большинства жителей РБ выявляются нарушения рациона питания, обусловленные как недостаточным потреблением пищевых веществ, в первую очередь витаминов, кальция, йода, железа, фтора, селена и других макро- и микроэлементов, полноценных белков, так и несбалансированным их соотношением [1].

В настоящее время в нашей стране принята теория рационального сбалансированного питания, которая основана на балансных подходах к оценке и режиму питания. Главными из них являются следующие:

- питание поддерживает молекулярный состав организма и возмещает его энергетические и пластические расходы;

- идеальным считается питание, при котором поступление пищевых веществ максимально точно (по времени и составу) соответствует их расходу;

- поступление пищевых веществ в кровь обеспечивается в результате разрушения пищевых структур и всасывания нутриентов, необходимых для метаболизма, энергетических и пластических потребностей организма;

- пища состоит из компонентов, различных по физиологическому значению, нутриентов, балластных и вредных веществ;

- ценность пищевого продукта определяется содержанием и соотношением в нем аминокислот, моносахаридов, жирных кислот, витаминов и минеральных солей;

- поток веществ должен быть хорошо сбалансирован по составу, чтобы поддерживать химическое равновесие в организме;

- утилизация пищи осуществляется самим организмом.

Теория сбалансированного рационального питания научно обосновывает оптимальные величины потребления всех пищевых веществ, включая витамины и минеральные вещества, в различные возрастные периоды человека с учетом его физической нагрузки климатических и бытовых условий, а также конституциональных особенностей организма,

возраста, пола, массы тела, интенсивности процессов обмена веществ, национальных и вкусовых привычек человека.

Современная наука о питании рассматривает пищу главным образом как интегральный источник энергии и основных пищевых веществ, а также важнейших минеральных веществ микроэлементов, витаминов, как подлинных источников жизни и основ метаболических процессов [2, 3].

Вся необходимая энергия для жизнедеятельности человека поступает из пищи. Энергозатраты человека складываются из расхода энергии на работу внутренних органов, течение обменных процессов, поддержания температуры тела на постоянном уровне и мышечной деятельности.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь разработало физиологически обоснованные нормы потребностей в калориях в зависимости от характера профессиональной деятельности, пола, возраста и занятий спортом [4].

В то же время анализ данных фактического питания и непосредственных инструментальных измерений энергозатрат свидетельствует о неуклонном снижении суточных энергозатрат, что связано как с механизацией и автоматизацией труда, так и со снижением активности в свободное от работы время. По данным ВОЗ, избыточную массу тела имеют до 30% жителей планеты. В экономически развитых странах распространенность ожирения носит характер эпидемии. Известно, что избыточное отложение жировой ткани лежит в основе комплекса метаболических, гормональных и клинических нарушений, так называемый «метаболический синдром». В индустриальных странах среди населения старше 30 лет распространенность метаболического синдрома составляет 10-20% [5].

Для нормальной жизнедеятельности организма необходимо не только соответствующее энергетическое обеспечение, но и постоянное снабжение его всеми пищевыми веществами: белками, жирами, углево-

дами, витаминами, минеральными солями, при оптимальном соотношении между белками, жирами и углеводами. При этом на долю углеводов должно приходиться от 50 до 60%, а на долю жиров не более 30% общей величины энергозатрат [6].

Особое значение в питании человека играют полноценные белки, содержащие все незаменимые аминокислоты. На основе ряда долгосрочных и краткосрочных исследований по оценке азотистого баланса было определено необходимое для человека количество высококачественного белка яйца или молочного белка и сделано заключение, что потребность в нем молодых людей составляет 0,6 г белка на 1 кг массы тела в день. С учетом индивидуальных особенностей людей и биодоступности белка растительного происхождения (усваивается 85%) в норму потребления была внесена поправка 12,5%. В результате безопасный уровень потребления составил 0,88г белка на 1 кг массы тела в день [7]. Рекомендуемое суточное потребление белка в Российской Федерации примерно на 60% выше, чем в странах Европы и Северной Америки, из них 55% должно быть животного происхождения [6].

Биологическая ценность белка зависит от сбалансированного содержания в нем аминокислот. В настоящее время известно более ста аминокислот, из которых 20 наиболее распространены в пищевых продуктах. Аминокислоты по их пищевой ценности делят на заменимые и незаменимые. Незаменимые аминокислоты – лизин, триптофан, метионин, лейцин, изолейцин, валин, трионин, фенилаланин. Детям еще нужны гистидин и аргинин. Эти аминокислоты в организме не синтезируются и должны обязательно поступать с пищей в определенном соотношении; при недостатке или отсутствии хотя бы одной из них нарушается процесс синтезов белков в организме и возникают расстройства, характерные для белковой недостаточности [8, 9, 12]. Белки молочной сыворотки (лактальбумин, лактоглобулин и иммуноглобулин) имеют наи-

высшие среди цельных белков скорость расщепления и степень усвояемости [8, 10, 11].

Жиры – это сложные органические соединения, состоящие из глицерина и жирных кислот. Жиры являются обязательным компонентом сбалансированного питания. Физиологическая значимость жиров многообразна. Они входят в состав клеток и тканей как пластический материал, используется организмом как источник энергии. До 30% энергии организм получает в результате сгорания жиров. Энергетическая ценность 1 г жира – 9 ккал. Значение жиров состоит в том, что многие вещества растворяются в них и таким образом становятся доступными для переваривания: жирорастворимые витамины, фосфолипиды, стерины. Суточная норма потребления жиров составляет 1,4-2,2 г на 1 кг массы тела, то есть 63-158 г в зависимости от возраста, пола, характера труда и климатических условий, причем жиры животного происхождения должны составлять 70%, а растительные – 30% [4, 13, 14, 16].

Одним из важнейших компонентов пищи являются углеводы, которые служат основным источником энергии используемой в мышечной деятельности человека. Энергетическая ценность углеводов: 1 г углеводов составляет 4 ккал, или 16,7 кДж. Углеводы обеспечивают 54–56% всей потребности организма в энергии. Кроме того, они входят в состав клеток и тканей, содержатся в крови и в виде гликогена в печени. Данное вещество нормализует работу печени, обладает белковосберегающей способностью, а также они тесно связаны с жировым обменом. В случае недостатка углеводов в рационе при больших физических нагрузках происходит образование энергии из запасного жира, а затем из белка организма. При избытке углеводов в рационе жировой запас восполняется за счет превращения углеводов в жир, что приводит к увеличению массы тела. Суточная потребность человека в углеводах составляет 5–8,5 г/кг массы тела, или 270–550 г. У лиц, занимающихся умственным трудом, и людей пожилого возраста легкоусвояемые углеводы должны составлять

15%, а у лиц занимающихся физическим трудом 20–25% суточной нормы углеводов [6, 15].

Избыточное потребление углеводов может вызвать у человека нарушение углеводного обмена, что приводит к ожирению и повышает риск развития таких сердечно-сосудистых заболеваний, как атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, инсульт, а также сахарного диабета [17, 18, 19, 20]. Особое место питания человека занимают углеводы, относящиеся к группе пребиотиков – стимуляторов пробиотиков. [21–23].

Витамины – важнейший класс незаменимых пищевых веществ. Организм человека и животных не синтезирует витамины или синтезирует их в недостаточном количестве (никотиновая кислота, витамин D), поэтому их необходимо получать в готовом виде, в основном с пищей. Витамины обладают исключительно высокой биологической активностью и требуются организму в очень небольших количествах – от нескольких мкг до нескольких мг в день. Витамины участвуют в обмене веществ преимущественно как необходимые компоненты биокатализа и регуляции отдельных биохимических и физиологических процессов. Недостаточное поступление того или иного витамина с пищей ведет к его дефициту в организме и развитию соответствующей болезни витаминной недостаточности, в основе которой лежат первичные дефекты, обусловленные нарушением зависящих от данного витамина биохимических, чаще всего ферментативных процессов. Наряду с дефицитом одного какого-либо витамина на практике более часто встречаются полигиповитаминозы и полиавитаминозы, при которых организм испытывает недостаток нескольких витаминов [24, 25].

Минеральные вещества, как и витамины, играют важную роль в различных обменных процессах организма: выполняют пластическую функцию, участвуют построению костной ткани, регуляции водно-солевого и кислотно-щелочного равновесия, входят в состав ферментных систем.

В настоящее время недостаточное потребление ряда минеральных веществ – наиболее распространенное отклонение питания от рекомендуемых рациональных норм как для взрослых, так и для детей. Наиболее распространен дефицит йода, у детей и женщин детородного возраста – недостаток железа, у многих недостаточное потребление кальция, в ряде регионов неудовлетворительная обеспеченность селеном [26–29].

Обогащение витаминами, а также недостающими макро- и микроэлементами является важнейшим массовым профилактическим мероприятием, существенно укрепляющим здоровье, повышающим работоспособность и снижающим потери рабочего времени по болезни.

Как показывает анализ, в мировой практике последние годы наметились следующие тенденции производства молочных продуктов функционального и диетического назначения:

- зарубежные исследования направлены на создание стерилизованных молочных продуктов с повышенной биологической ценностью по причине продолжительности срока их хранения;

- в основном производится обогащение молочных продуктов комплексом витаминов и минеральных веществ, для чего могут использоваться, например, поливитаминные премиксы;

- создаются продукты функционального назначения для различных возрастных категорий с учетом норм физиологических потребностей;

- создание продуктов для лечебно-профилактического питания больных с нарушением обмена веществ.

Все большую популярность в мире приобретают так называемые функциональные продукты, содержащие ингредиенты, которые полезны для здоровья человека. По сравнению с обычными (повседневными), функциональные и диетические продукты должны приносить пользу здоровью и не причинять организму человека абсолютно никакого вреда. Продукты здорового питания не являются лекарствами и не могут излечивать, но помогают предупредить болезни и старение организма в сло-

жившейся экологически неблагоприятной среде обитания. Все продукты позитивного питания содержат ингредиенты, придающие им функциональные свойства. Определены семь основных видов функциональных ингредиентов: пищевые волокна (растворимые и нерастворимые), витамины, минеральные вещества (такие как кальций, железо) полиненасыщенные жиры (растительные масла, рыбий жир, омега-3-жирные кислоты), антиоксиданты: бета-каротин и витамины (аскорбиновая кислота- витамин С и витамин Е), олигосахариды (как субстрат для полезных бактерий), а также группа, включающая микроэлементы, бифидобактерии и др.

Зарубежным и отечественными учеными на основании данных современной науки о роли питания и отдельных пищевых веществ в поддержании здоровья и жизнедеятельности человека, о потребности организма в определенных пищевых веществах и энергии, и учитывая многолетний мировой опыт по разработке, производству, использованию и оценке эффективности обогащенных продуктов питания разработаны основные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами.

1. Для обогащения пищевых продуктов следует использовать те микронутриенты, дефицит которых реально существует, достаточно широко распространен и опасен для здоровья.

2. Обогащать витаминами и минеральными веществами следует прежде всего продукты массового потребления, доступные для всех групп детского и взрослого населения и регулярно используемые в повседневном питании.

3. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами не должно ухудшать потребительские свойства этих продуктов: уменьшать содержание и усвояемость других входящих в их состав пищевых веществ, существенно изменять вкус, аромат, свежесть продуктов, сокращать срок их хранения.

4. При обогащении пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами необходимо учитывать возможность химического взаимодействия обогащающих добавок между собой, с компонентами обогащаемого продукта.

5. Регламентируемое содержание витаминов и минеральных веществ в обогащенном продукте питания должно быть достаточным для удовлетворения за счет данного продукта 30–50% средней суточной потребности в этих микронутриентах при обычном уровне потребления обогащенного продукта.

6. Количество дополнительно вносимых в продукты витаминов и минеральных веществ должно быть рассчитано с учетом их возможного естественного содержания в исходном продукте или сырье, используемом для его изготовления, а также потерь в процессе производства и хранения.

7. Регламентируемое содержание витаминов и минеральных веществ в обогащаемых продуктах должно быть указано на индивидуальной упаковке этого продукта и строго контролироваться как производителем, так и органами государственного надзора.

8. Эффективность обогащенных продуктов должна быть убедительно подтверждена апробацией на репрезентативных группах [30]

Только учитывая эти принципы можно создать технологии и ассортимент продуктов нового поколения с оптимизированным составом, соответствующим потребностям организма различных возрастных групп, обладающих общеукрепляющим и профилактическим действием, устраняющих дефицит жизненно важных микронутриентов.

Литература

1. Функциональное питание: концепция и реалии. /А.А.Кочеткова// Ваше питание. – 2000.–№4.–С. 20–23.

2. Метаболические аспекты фармакологии и токсикологии пищи. М.,1974

3. Специализированные диетические продукты и дифференцированное использование их с профилактической и лечебной целью. /М.А. Самсонов // Вопросы питания.– 1997. – №2.– С. 27–31.

4. Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп взрослого населения республики Беларусь. Инструкция 2.3.7.10-15-55 - 2005: утверждена постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь, введена в действие 2.01.2006г.– Мн.– 2005.– 22 с.

5. Влияние различных диет на качество жизни пациентов с метаболическим синдромом. / Ройтберг Г.Е. и др. //Вопросы питания.–2003.– №2.– С. 18–21.

6. Методические материалы и учебное пособие для гигиенического обучения работников продовольственной торговли. /Красильщиков М.И. и др. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России.– 1998.– 107 с.

7. Уильямс, К. Связь между здоровьем и потреблением белка, углеводов и жира./ К.Уильямс, Т.Сэндерс // Вопросы питания.–2000.– №3.– С. 54–56.

8. Горбатова, К.К. Химия и физика белков молока / К.К.Горбатова.– М.: Колос.– 1993.– 192 с.

9. Тепел, А. Химия физика молока.– М.: Пищевая промышленность / А.Тепел–1979.– 623 с.

10. Арансон, М.В. Питание для спортсменов/ М.В.Арансон– М.: ФиС, 2001.–215 с.

11. Василенко, А. Тренинг, питание, спортивная фармакология в бодибилдинге / А.Василенко. – М.:Real Pump, 2004.–223 с.

12. Кудряшова, А.А. Сравнительная характеристика аминокислотного состава белковых ресурсов/ А.А.Кудряшова, Е.В.Оникиенко, Р.С.Гусова// Пищевая промышленность. –2007.–№10.– С. 72–74.

13. Влияние различных лечебных диет на обмен липидов у пациентов с ожирением и метаболическим синдромом / Ройтберг Г.Е. и др. // Вопросы питания.–2003.– №4.– С. 24–28.

14. Рыженков, В.Е. Особенности влияния насыщенных и ненасыщенных жирных кислот на обмен липидов липопротеидов и развитие ишемической болезни сердца / В.Е. Рыженков // Вопросы питания.–2002.–№3.–С. 40–45.

15. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М.Скурихин, А.П.Нечаев – М.: Высш.шк.,1991.–288 с.

16. Зыкина, В.В. Роль алиментарного фактора в инсулинорезистентности при сахарном диабете типа 2. / В.В.Зыкина, Х.Х.Шарафетдинов, О.А.Плотникова //Вопросы питания.– 2007.– №5.– С. 28–33.

17. Гинзбург, М.М. Ожирение. Влияние на развитие метаболического синдрома. Профилактика и лечение / М.М.Гинзбург, Н.Н. Крюков– М.:Медпрактика.–2002.–128 с.

18. Балаболкин, М.И. Сахарный диабет / М.И.Балаболкин– : Медицина, 1994.– 384 с.

19. Курбанов, С.К. Об оптимизации диетотерапии больных желчнокаменной болезнью с сопутствующим ожирением и нарушением толерантности к глюкозе / С.К.Курбанов // Вопросы питания.–2003.–№5.– С. 22–24.

20. Сравнительная оценка после пищевой гликемии у больных сахарным диабетом типа 2 при потреблении моно–и дисахаридов и сахарозаменителей / Х.Х.Шарафетдинов и др. //Вопросы питания.– 2002.– №2.– С. 22–26.

21. Храмцов, А.Г. Лактулоза и функциональное питание / А.Г.Храмцов, В.Д.Харитонов, И.А. Евдокимов // Молочная промышленность.– 2002.– №6.–С. 29–30.

22. Пабат, В.А. Лактулоза молока в здоровье человека / В.А.Пабат, Д.Т.Винничук, В.П.Чагаровский // Молочна промисловість.–2004.– №1.– С. 28–29.

23. Капрельянс, Л.В. Пребиотики и их роль в функциональном питании / Капрельянс Л.В. //Молочна промисловість.–2002.–№1.–С. 44–46.
24. Спиричев, В.Б. Биологически активные добавки как дополнительный источник витаминов в питании здорового и больного человека / В.Б.Спиричев //Вопросы питания.–2006.– №3. – С. 50–58.
25. Зобкова, З.С. Молочные продукты с поливитаминным премиксом / З.С. Зобкова //Ваше питание.–2000. – №4. С. 26–27.
26. Тутельян, В.А. К вопросу коррекции дефицита микронутриентов с целью улучшения питания и здоровья детского и взрослого населения на пороге третьего тысячелетия / В.А. Тутельян //Ваше питание.–2000. – №4. С. 6–7.
27. Коденцова, В.М. Витаминно–минеральные комплексы: типы, способы приема, эффективность / В.М.Коденцова, О.А.Вржесинская //Вопросы питания.–2006.– №5. С. 34–44.
28. Вржесинская, О.А. Использование в питании человека обогащенных пищевых продуктов: оценка максимально возможного поступления витаминов, железа, кальция / О.А.Вржесинская, В.М.Коденцова //Вопросы питания.–2007.– №4.– С. 41–48.
29. Оглоблин, Н.А. О потреблении населением России кальция с пищей / Н.А.Оглоблин, В.Б.Спиричев, А.К.Батулин //Вопросы питания.–2005.–№5.–С. 14–16.
30. Тутельян, В.А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека / В.А.Тутельян, В.Б.Спиричев, Б.П.Суханов, В.А.Кудашева– М.: Колос, 2002. –С. 236–237.

Е. М. Валякина

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СЫРЬЕВОЙ ЗОНЫ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

При современной организации переработки молока-сырья в определенные группы молочной продукции важное значение отводится формированию четких требований к используемому сырью, его качеству, включая технологические показатели, и показатели безопасности. Сырьевая зона молокоперерабатывающего предприятия должна формироваться на основе научно-обоснованных принципов. Главным в получении молока-сырья требуемого качества является соблюдение научно-обоснованного рациона кормления дойного стада. Контроль процесса производства молока-сырья должен давать определенные гарантии стабильных поставок для молокопереработки молока-сырья требуемого качества по реальной цене.

Наряду с применяемой внутри производственных объединений молокоперерабатывающих производств специализацией предприятий по направлениям переработки коровьего молока-сырья наблюдаются определенные тенденции по производству практически всех основных групп молочных продуктов на крупных молокоперерабатывающих предприятиях. Так, все молочные заводы и комбинаты, расположенные в областных городах, ранее специализировавшиеся на производстве цельномолочной продукции для обеспечения населения этих городов, в последнее время начали производство сыров сычужных полутвердых и твердых. На этих предприятиях также организуется производство консервированной молочной продукции, а именно: молока сгущенного, сухого цельного и обезжиренного, сухой сыворотки, масла и т.д. В свою очередь маслосырзаводы и молочноконсервные предприятия, Волковысское ОАО «Беллакт» стремятся расширять производство цельномолочной продукции.

Все это не способствует проведению узконаправленной специализации сырьевых зон предприятий по производству коровьего молока-

сырья определенного состава и качества. Однако специализировать молочно-товарные фермы избранных сельхозтоваропроизводящих предприятий вполне возможно.

Основным критерием при выполнении процедуры специализации молочно-товарных ферм сельхозтоваропроизводящих предприятий является соответствие качества сырого молока требованиям, предъявляемым к молочному сырью для производства такого молочного продукта, который будет производиться из этого молока.

Качество сырого молока представляет собой совокупность характеристик или показателей включая органолептические, физико-химические, микробиологические и по безопасности. При этом ряд характеристик и показателей качества формируют технологическое качество молока, как сырья.

СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках» предусматривает общие требования к коровьему молоку при его закупке. Специальных требований к молоку для отдельных групп продуктов переработки молока, кроме требований к молоку для продуктов детского питания, в нем не предусмотрено. Однако конкретные требования четко просматриваются для сыропригодного молока, молока для молочноконсервного производства, молока для ферментированных продуктов, таких как творог, кисломолочные сыры, кисломолочные напитки и продукты, в ТНПА и технологических документах на данные группы и виды продукции. Руководству и специалистам молокоперерабатывающих предприятий в ряде случаев очень сложно организовать сбор и подготовку молока, требуемого для производства той продукции, которую запланировали к выпуску на данном предприятии. Следует отметить, что для основных групп молочных продуктов в республике отсутствуют научно обоснованные и в установленном порядке утвержденные рекомендации по получению молока требуемого качества.

В этой ситуации большое значение имеет разработка принципов формирования сырьевой зоны молокоперерабатывающего производства.

Главный принцип при формировании сырьевой зоны по коровьему молоку – соблюдение условия, когда производитель молока-сырья несет полную ответственность за то качество сырого молока, которое ему по договору поставки руководством молокоперерабатывающего предприятия-покупателя предложено обеспечивать.

Основными принципами формирования сырьевой зоны определяются следующие:

- возможность обеспечения находящимся в зоне закупки молока-сырья для переработки производителем соответствия качества молока требованиям ТНПА на продукты;

- определение требований к получению, первичной обработке, хранению, транспортированию и приемке (закупке) молока-сырья, расчетов за это сырье в договоре на закупку сельскохозяйственного (молочного) сырья с учетом научно обоснованных затрат на его получение;

- обеспечение стабильности производства и поставок молока-сырья требуемого качества и количества;

- учет экономической целесообразности при формировании сырьевой зоны и включении в нее конкретных производителей молока-сырья.

В свою очередь, при получении молока-сырья важнейшим является соблюдение рациона кормления дойного стада, установленного для получения молока требуемого качества и пригодного для переработки в конкретные продукты, а также обеспечение стабильности производства и поставок молока-сырья требуемого количества.

Общепризнанный факт, что сбалансированность кормов по основным кормовым компонентам: белкам, углеводам, жирам, минеральным веществам и витаминам, а также количеству кормовых единиц, оказывает существенное влияние не только на величину удоев, но и на состав, свойства молока, а следовательно, и на качество изготавливаемых из не-

го продуктов. Важно отметить, что если один или несколько элементов питания поступают с кормом в недостаточной степени, то корова для образования молока вынуждена расходовать запасы собственного организма. Это особенно проявляется на первом этапе после отела в период раздоя.

На образование молока используется в основном перевариваемый протеин, поступающий с кормом. Доказано, что продолжительный дефицит перевариваемого протеина в рационе и скармливание биологически неполноценных кормов в количествах, не удовлетворяющих физиологические потребности организма животного? или, наоборот, белковый перекорм при недостатке углеводов являются главными факторами нарушения обмена веществ (в том числе и белкового) и тяжелых заболеваний животного [1].

При длительном белковом голодании уменьшается секреция пепсина, снижаются переваривающая способность желудка и кишечника, уровень общего белка в сыворотке крови, что сопровождается сокращением продуктивности.

При белковом перекорме, дефиците в рационе углеводов и недостатке макро- и микроэлементов изменяются биохимические процессы сбраживания клетчатки в рубце, вследствие чего в нем накапливается аммиак, что приводит к нарушению пищеварения. В содержимом рубца почти в два раза возрастает количество масляной кислоты, но резко уменьшается образование пропионовой кислоты – предшественника глюкозы. Изменение белкового обмена нередко отмечается при неправильной технологии заготовки кормов (силоса и сенажа, включающих масляную кислоту), при несоблюдении сахаропротеинового соотношения в рационе и других [1].

Основу рационов жвачных животных должны составлять углеводы, которые являются легко утилизируемым источником энергии [2]. Исключительно велика потребность в углеводах у высокопродуктивных

коров в период пика лактации, поскольку их недостаток в рационе приводит к нарушению обменных реакций, снижению молочной продуктивности и ухудшению качества молока, в частности уменьшению синтеза полноценного микробиального белка. Наличие в рационе углеводов – необходимое условие для нормального функционирования микрофлоры рубца жвачных, для которых они являются питательной средой. В результате жизнедеятельности бактерий в рубце из углеводов корма образуются летучие жирные кислоты: уксусная, пропионовая и масляная, которые покрывают 60% потребности коровы в энергии. Уксусная кислота и ее соли используются в вымени для синтеза молочного жира, пропионовая – для синтеза белка и молочного сахара. Предшественником уксусной кислоты в рубце является клетчатка корма. Оптимальным уровнем ее содержания в сухом веществе корма принято считать 18–26% в зависимости от уровня продуктивности. Клетчатка должна иметь выраженную структуру, чтобы оказывать механическое воздействие на слизистую ротовой полости, рубца и всего пищеварительного тракта. Так, при введении в рацион коров в большом количестве гранул, в состав которых входят грубые корма в измельченном виде (величина частиц 0,3–0,4 см), содержание жира в молоке снижается, а при использовании брикетированных кормов из цельных растений зернофуражных культур с размером частиц 305 см – повышается.

Низкий уровень клетчатки в кормах, нарушение ее структуры, отрицательно влияющие на жирность молока, часто наблюдаются ранней весной при резком переходе с зимних рационов на пастбищное кормление.

Пропионовая кислота синтезируется в рубце из легко перевариваемых углеводов – сахаров и крахмалов. Оптимальным соотношением сахаров и перевариваемого протеина считается (0,8–1,5):1, крахмалов и протеина – (1,5–2,0):1. В рационах без корнеплодов, с низкой долей сена

отмечается, как правило, дефицит сахаров, что приводит к заболеванию коров, снижению удоев и содержания белка в молоке.

В корме обязательно должны присутствовать три ненасыщенные жирные кислоты – линолевая, линоленовая и арахидоновая, которые не синтезируются организмом коровы, но очень важны для его нормального функционирования и качества молока.

Большое влияние на обмен веществ в организме коровы, удой, состав молока и его качество оказывают минеральные вещества. При недостатке минеральных веществ в корме молочная железа использует фосфор и кальций из костной ткани, сохраняя какое-то время их количество в молоке почти без изменения. Первым сигналом начинающейся при этом деминерализации организма является повышенная кислотность молока, нередко наблюдаемая в весенние месяцы, когда массовые отелы коров совпадают с их недокормом.

Кислотно-щелочное равновесие организма коровы и, как следствие, кислотность и термоустойчивость молока определяются поступлением в организм как кислых элементов (фосфор, хлор, сера), так и щелочных (кальций, магний, натрий, калий). Недостаток кислых элементов в рационе приводит к снижению минерализации скелета, изменению уровня этих элементов в крови и развитию тяжелых заболеваний, в частности остеодистрофии у взрослых животных. Для получения большого количества молока хорошего качества в рационе лактирующих коров соотношение кальция и фосфора должно составлять (1,25–1,40):1, калия и натрия – (1,7–2,0):1.

Продуктивность коров и состав молока зависят и от обеспеченности животных микроэлементами (железо, кобальт, медь, йод, марганец, селен и др.). Дефицит в организме железа, меди и кобальта служит причиной тяжелой анемии. Включение в рацион коров меди и кобальта способствует повышению удоя, доли сухих веществ, жира, белка; улучшению технологических свойств молока.

Крайне необходимы для организма коровы витамины, особенно жирорастворимые. Недостаточная обеспеченность коров витаминами группы D, ответственными за фосфорно-кальциевый обмен, в частности витамина D₂, может быть причиной повышения кислотности свежесвыдоенного молока. Опыт некоторых хозяйств показывает, что увеличение в рационах коров провитамина А (каротина) за счет введения содержащих каротин корнеплодов повышало термоустойчивость молока. На основании результатов исследований, проведенных сотрудниками МСХА им. К.А.Тимирязева (Россия) [1], установлено, что дополнительное (на 1-25% больше нормы) введение в рацион коров витамина А способствовало стабильности казеин-кальций-фосфатного комплекса, что, в свою очередь, привело к повышению термоустойчивости молока.

Для повышения содержания витаминов в рацион необходимо включать зеленые корма, сено хорошего качества, кукурузный силос раннего срока силосования, морковь и другие корма с высоким содержанием витаминов.

При интенсивном обмене веществ кислотно-щелочное равновесие в организме удерживается на оптимальном уровне с небольшими колебаниями за счет правильно сбалансированных щелочных и кислых кормов.

При белковом перекармливании, недостатке углеводистых кормов и отсутствии систематических прогулок процесс пищеварения резко меняется. Может быть отмечен ацидоз, который усиливается при использовании концентрированных кормов, содержащих значительное количество солей фосфорной кислоты. Заболевание может развиваться также в результате поедания силоса, содержащего масляную кислоту. При хронической ацетонурии у лактирующих коров не только повышается кислотность молока, в нем в большом количестве появляется ацетон и другие кетоновые тела, следовательно, оно не может быть использовано как продукт питания человека.

Кетоз характеризуется расстройством пищеварения и обмена веществ. Им заболевают высокопродуктивные коровы в первый период лактации, реже в предродовой период. Кетоз в основном обусловлен резко выраженным высококонцентратным типом рациона животных, его энергодефицитом в период наивысшей лактации и перекормом в стадии затухания лактации, недоброкачественностью кормов, недостаточной двигательной активностью коров и освещенностью коровников, неудовлетворительным микроклиматом (скопление углекислоты и других вредных газов). При скрытом кетозе содержание кетоновых тел в молоке достигает 40 мг% и более, кислотность его повышается, а содержание белка уменьшается. Молоко приобретает горький привкус и запах ацетона. Скрытой формой кетоза страдает от 5 до 37% коров.

В рационе высокомолочных коров одна кормовая единица должна содержать 100 г перевариваемого протеина и 100–150 г сахара.

Нарушение фосфорно-кальциевого обмена у животных сопровождается снижением или, наоборот, увеличением содержания кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови, изменением оптимального соотношения кальция к фосфору, уменьшением резервной щелочности, возрастанием кислотности молока и ухудшением его термоустойчивости.

В случаях, когда пастбищные угодья или недостаточны по продуктивности, или бедны по видовому составу трав, рацион животных оказывается несбалансированным по питательным веществам и минеральным солям, что приводит к нарушению у них обмена веществ. При этом скармливание озимой ржи, кукурузы, корне- и клубнеплодов вызывает недостаток в рационе кальция; скармливание однолетних и многолетних бобовых трав, кукурузы, корне- и клубнеплодов – дефицит фосфора и неоптимальное соотношение кальция и фосфора; кормление бобовыми – избыток протеина при недостатке углеводов; кормление кукурузой и корнеплодами – несбалансированность питания по кислотно-щелочным элементам и дефицит протеина при избытке углеводов.

При пастьбе коров на болотистых местах снижаются удои и ухудшается состав молока. Корма, содержащие однозамещенные фосфорнокислые соли (викоовсяная смесь), повышают кислотность молока, а корма с преобладанием трехзамещенных фосфорнокислых солей (капуста, свекла) несколько понижают ее.

Важный источник углеводистых кормов для высокопродуктивных коров – кукурузный силос и кормовая свекла. Такая подкормка обладает не только молокогонным эффектом, но и является профилактическим средством против кетозов.

Особо чувствителен организм лактирующей коровы к дефициту минеральных веществ и жирорастворимых витаминов. При их недостатке в результате нарушения обмена веществ возможно повышение кислотности молока. Вслед за повышенной кислотностью, если недокорм продолжается, наблюдается резкое снижение удоя и ухудшение технологических свойств молока. Молоко приобретает водянистую консистенцию, невыраженный, иногда горьковатый вкус, снижаются его термоустойчивость и сыропригодность. В таком молоке плохо развиваются микробные культуры заквасок, что приводит к усложнению производства и снижению качества готовых продуктов.

Однообразное кормление, даже при сбалансированности рациона по общей питательности и протеину, приводит к снижению продуктивности коров и ухудшению качества молока. Так, при преимущественно силосном кормлении (35–40 кг на голову в сутки) удои коров снижаются на 10–12%, содержание кальция уменьшается на 21%, фосфора – на 3,4%, белка – на 5,7% по сравнению с молоком коров, которые получали рацион из 20–25 кг силоса, 6–8 кг сена, 5–6 кг сахарной свеклы, а летом зеленую массу. При этом мицеллы казеина мельче, а продолжительность сычужной свертываемости молока удлиняется на 18–23%. Качество и стойкость при хранении сыра и масла из такого молока ниже. Масло из молока коров, получающих большое количество подсолнечного или

льняного жмыха, имеет высокое йодное число, мажущуюся консистенцию и привкус жмыха, при хранении быстро портится.

Очень большое влияние вид и состав рациона оказывает на вкус и запах молока. Так, травяной привкус молоку могут придавать недоброкачественные корма (гнилые, плесневелые), молоко при этом имеет тягучую консистенцию.

Примеров влияния видового состава кормов на качество и технологические свойства молока также очень много (информация достаточно подробно изложена в специальной литературе). Например, при поедании коровами в большом количестве щавелей, кислиц молоко быстро свертывается и плохо сбивается в масло.

Необходимо правильно формировать рацион коров, чтобы исключить попадание в молоко солей тяжелых металлов, пестицидов, радионуклидов, микотоксинов, нитритов.

Наиболее рационально руководству молокоперерабатывающего предприятия брать на себя ответственность в проработке условий по реальному получению молока-сырья требуемого качества и в плановом количестве. Данная проработка будет наиболее успешной при применении системы контроля и анализа критических точек ХАССП, основанной на следующих семи принципах [3]:

- определение рисков, которые следует предотвратить, устранить или снизить до приемлемых уровней (анализ рисков);
- нахождение критических контрольных точек на этапе или этапах, где необходимо осуществлять контроль для предотвращения, устранения риска или снижения его до приемлемых уровней;
- установление критических пределов в критических контрольных точках, которые отделяют приемлемость от неприемлемости для предотвращения, устранения или снижения определенных рисков;
- создание и внедрение эффективной системы контроля в критических контрольных точках;

- установление корректирующих действий, которые необходимо предпринимать, если мониторинг показывает, что критическая контрольная точка находится вне контроля;

- установление процедуры, которую необходимо осуществлять регулярно с целью проверки и подтверждения того, что меры, указанные в первых пяти принципах, действуют эффективно;

- установление системы документирования всех процедур и ведения учетных записей в соответствии с характером деятельности и размером предприятия для подтверждения эффективного применения мер, указанных в предыдущих шести принципах.

Для производителя молока-сырья должно быть очевидным, что его товар стоит столько, сколько он вложил в его производство при научно-обоснованных затратах и высоком качестве и безопасности этого товара. Неважно, будет ли у производителя организован весь цикл контроля показателей качества и безопасности молока-сырья, или он будет осуществлять этот контроль по договоренности с иными компетентными в этой области организациями, или просто будет гарантировать качество и безопасность своего товара. Главное, что сельхозтоваропроизводитель знает, что предлагает. ТНПА на закупаемое молочное сырье обычно содержат унифицированную информацию: как организовать предложение товара, его доставку и закупку. Покупатель товара имеет право дать ему оценку, которая на усмотрение покупателя, может 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, так как он оплачивает этот товар. Если невозможно добровольно договориться о стоимости товара, то здесь необходим независимый эксперт. Так поступают в большинстве стран Евросоюза, США, Канаде и других странах с развитым молочным производством и это нам необходимо принять как должное.

Литература

1. Родионов, Г.В. Практические рекомендации по контролю и повышению качества молока / Г.В.Родионов, Ю.С.Изилов, А.С.Шувариков – М.: АНО «Молочная промышленность».– 2006–96 с.
2. Руководство по заготовкам молока. – Рига: «Звайгзне».–1969 – 218 с.
3. Анализ рисков и контроль критических точек при производстве пищевых продуктов.–Мн: Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь. –2002 – 200 с.

Е. М. Валялкина

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

КРИТЕРИИ ПОДБОРА МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ДЕТСКОГО ДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

В статье дано обоснование обязательного присутствия молочных продуктов в рационе питания детей всех возрастов, рассмотрены некоторые вопросы подбора и подготовки молочного сырья для изготовления продуктов детского диетического питания, а также функционирования системы получения этого сырья

Быстрорастущий детский организм для полноценного развития нуждается в определенных питательных веществах и их количестве в соответствующие периоды своего роста.

Так, дети до одного года нуждаются преимущественно в грудном молоке и в качестве дополнительного источника питания должны приучаться постепенно к натуральной пище, свойственной организму взрослого человека [1]. Дети от года до трех лет еще не могут полноценно питаться теми продуктами, которые употребляет взрослый, например, идентичными натуральным, модифицированными и т.д., поскольку их пищеварительная система еще развивается, и поэтому в ней могут возникнуть нарушения при отклонениях от той программы пищеварения, которая им свойственна генетически. Дети дошкольного, младшего и среднего школьного возраста, по причине интенсивного развития всех систем организма, в частности органов пищеварения, нуждаются в питании высококачественными безвредными и полноценными в пищевом и биологическом плане продуктами. И, наконец, дети старшего школьного возраста могут употреблять те же продукты, что и взрослые, однако их дневной пищевой рацион должен иметь достаточно высокую калорийность и быструю усвояемость продуктов, чтобы правильно завершилось формирование всех органов и систем организма.

Для минимизации проблем со здоровьем в период детства и в последующие возрастные периоды необходимо соблюдение определенных условий в питании детей. Не вызывает сомнений, что продукты питания должны быть полноценными, легко усвояемыми, изготовленными из безопасного сырья [2]. С целью формирования здоровой пищеварительной системы из рациона питания беременных женщин и детей, особенно с рождения до трех лет, логично исключать продукты, не свойственные механизму пищеварения человека, «запрограммированному» генетически.

Продукты детского диетического питания в дополнение к этим аргументам должны выполнять функции настройки нормального метаболического процесса в организме ребенка при питании традиционными продуктами.

Всеми этим требованиям удовлетворяют молочные продукты, а также продукты на основе и с использованием молока и его компонентов, которые в обязательном порядке должны присутствовать в питании детей всех возрастных периодов, начиная от зачатия ребенка. При этом в мировой практике установлено, что наряду с коровьим молоком в питании детей, включая диетическое, успешно может применяться молоко козье [3].

В Республике Беларусь требования при закупках коровьего и козьего молока для промышленной переработки, в том числе и в продукты детского питания, устанавливались с учетом регламентной базы ФАО/ВОЗ (Кодекс Алиментариус) и реальных условий их получения в хозяйствах. В СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках» и ТУ ВУ 100377914.518-2005 «Молоко козье для закупки» установлены общие требования к молоку для изготовления продуктов детского питания. Для продуктов детского питания диетической направленности необходима дополнительная регламентация по составу и качеству молочного сырья, зависящая от конкретной области применения продукта.

Проблема диетического детского питания с каждым годом не ослабевает, а становится все более острой. Прослеживается значительный контингент детей раннего возраста нуждающийся в определенных корректировках питания. Причиной этому является экология, а также структура и качество питания беременных и кормящих матерей. Из наиболее часто повторяющихся случаев заболеваний и отклонений в развитии пищеварительной системы у детей можно выделить аллергические и связанные со сбоями и нарушениями в работе ферментных систем организма [1].

Так, по ряду причин у детей в основном до года возникают пищевые аллергии из-за сбоев при переваривании определенных белков коровьего молока. Педиатры и детские диетологи решение проблемы видят во введении в рацион кормления таких детей гипоаллергенных молочных смесей [1].

Довольно часты случаи развития у детей раннего возраста признаков лактазной недостаточности. Минимизировать последствия такого отклонения от нормального развития будет организация кормления с использованием низколактозных или безлактозных молочных смесей [1].

В Республике Беларусь существует значительная потребность в высококачественных и безопасных сухих молочных смесях для таких категорий детей. Пока те смеси, которые рекомендуют педиатры, в основном зарубежного производства. Они имеют высокую стоимость, однако их профилактический и лечебный эффект не достаточно изучен и подтвержден отечественными специалистами. Поэтому и выполняются отечественные разработки подобных сухих молочных смесей для детского диетического питания, а освоение их производства планируется на Волковысском ОАО «Беллакт».

РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в рамках государственных программ «Дети Беларуси», «Агропромкомплекс – возрождение и развитие села» и ГП импортозамещения выполняет работы по

созданию ряда продуктов детского питания диетической направленности: продукты молочные сухие для питания детей с проявлениями лактазной недостаточности, продукты молочные сухие гипоаллергенные; а также по созданию полуфабрикатов из молочного сырья для их применения при изготовлении продуктов детского питания, в том числе диетической направленности (низколактозный концентрат сывороточных белков, молочные и молочно-сывороточные гидролизаты).

Для изготовления сухих молочных продуктов для питания детей с проявлениями лактазной недостаточности с целью минимизации содержания нежелательного компонента – лактозы необходимо использовать молочное низколактозное сырье. Для изготовления гипоаллергенных продуктов детского питания требуется молочное сырье с определенным белковым составом, минимизирующим факторы, провоцирующие возникновение и развитие процесса аллергизации детского организма.

Существующие технологии позволяют получить требуемое молочное сырье путем подбора и специальной обработки молока или сочетанием фракционированных продуктов переработки молока в сухом или сгущенном виде в соответствии с количественными и качественными характеристиками входящих в их состав молочных компонентов.

Исходя из теоретических и практических материалов, обосновывающих степень полезности продуктов питания человека [5], наиболее ценными для питания детей раннего возраста являются молочные продукты, в процессе изготовления которых проводилась щадящая обработка молочного сырья. Именно эти продукты в наибольшей степени подойдут для детского диетического питания.

Наиболее полезным с этой точки зрения для детского диетического питания будет низколактозный продукт, в котором использовали молоко-сырье с пониженным содержанием лактозы, что возможно путем целенаправленной корректировки генофонда и кормового рациона лактирующего животного, чем тот, в котором применяли молочное сырье с

повышенным содержанием молочного сахара и для снижения массовой доли лактозы использовали ферментативную обработку. Очевидно, что молоко-сырье с пониженным содержанием лактозы в случае доведения массовой доли лактозы до требуемых значений необходимо будет обрабатывать меньшими дозами вводимого фермента. В целом и переработка такого молочного сырья будет менее затратной, чем в тех случаях, когда дополнительные требования по массовой доле лактозы к молоко-сырью не применялись.

Аналогично можно приводить и аргументацию установления требований к молоко-сырью по количественному и качественному содержанию молочных белков, что поможет минимизировать содержание белков с аллергенными эффектами. В настоящее время в мировой практике применяют способы корректировки белкового состава молока-сырья на основе генетического полиморфизма, который основывается на существующей связи между генетическими вариантами белков молока и составом молока-сырья.

Принимая во внимание приведенные аргументы, считаем, что для изготовления разрабатываемых продуктов детского диетического питания с учетом возможностей корректировки состава молока на этапе его получения, можно предложить установить специальные требования к молоко-сырью по массовой доле лактозы и по составу и содержанию белков молока в дополнение к приведенным в СТБ 1598-2006, а также с целью достижения данных требований разработку принципов формирования специальной сырьевой зоны получения молока для изготовления вышеуказанных продуктов детского питания.

Наиболее значимыми принципами формирования специальной сырьевой являются следующие:

- возможность обеспечения соответствия качества молока, производимого в сельхозтоваропроизводящем предприятии, находящемся в

зоне закупки молока-сырья для переработки требованиям ТНПА на соответствующие продукты детского диетического питания;

- включение сельхозтоваропроизводителей молока-сырья в сырьевую зону в рамках государственного заказа;

- определение научно обоснованных требований с учетом научно обоснованных затрат к получению, первичной обработке, хранению, транспортированию и приемке (закупке) специального молока-сырья в договоре на закупку сельскохозяйственного (молочного) сырья, согласованном с госзаказчиком и установление стимулирующего порядка расчетов за это сырье;

- обеспечение условий стабильности производства и поставок молока-сырья требуемого качества и количества;

- учет экономической целесообразности при формировании сырьевой зоны и включении в нее конкретных производителей молока-сырья.

Соответствие качества молока, производимого в сырьевой зоне и закупаемого для переработки на молокоперерабатывающем предприятии, требованиям ТНПА на продукты детского диетического питания при комплектовании сырьевых зон должно основываться на выполнении требований:

- к экологическому состоянию и эпидемиологическому благополучию сельхозтоваропроизводящих предприятий, перспективных для включения в сырьевую зону;

- к кормам и кормлению лактирующих коров;

- к условиям содержания дойного стада;

- к ветеринарному надзору и обслуживанию;

- к технологическому оборудованию для доения, сбора, первичной обработки и хранения молока;

- к получению, первичной обработке, хранению и транспортировке молока на молокоперерабатывающие предприятия.

В качестве основных требований к организации деятельности сырьевых зон могут быть предложены следующие:

- осуществление поставок и закупок молока по договорам на закупку на условиях добровольности при подтверждении соответствия качества молока требованиям, предъявляемым в ТНПА на изготавливаемую продукцию для детского питания, и соблюдении оговоренных в договоре на закупку требований к качеству и безопасности, условий по его получению, сбору, первичной обработке и хранению;

- закрепление поставщиков молока-сырья за предприятиями-изготовителями продуктов детского диетического питания решением администрации области и района;

- обеспечение стабильности поставок молока-сырья требуемого качества и количества при выполнении условий, оговоренных в договоре контрактации на закупку молока-сырья, а также при соблюдении порядка выполнения ветеринарного надзора по сельхозтоваропроизводящим предприятиям зоны;

- в основе механизма обеспечения стабильности получения молока-сырья требуемого качества для изготовления вышеуказанных продуктов детского питания стандарты серии ИСО 9000, принципы организации и применения системы контроля и анализа критических точек ХАССП (НАССР).

При производстве продуктов детского диетического питания важно не допускать отклонений от установленных в ТНПА требований к качеству и безопасности используемого сырья, в максимальной степени применять сырье натуральное, подходящее по составу компонентов и прошедшее минимальную, но необходимую подготовку, что является очень сложной и ответственной задачей. Специалисты РУП «Институт мясо-молочной промышленности» совместно со специалистами молоко-перерабатывающих производств Республики Беларусь, стремятся организовать производство отечественных продуктов детского диетического

питания на уровне, соответствующем мировому, и ясно понимают, что для этого необходимо создать действенный механизм получения требуемого молочного сырья и обеспечения им изготовителей продуктов детского диетического питания.

Литература

1. Руководство по детскому питанию. / Под редакцией В.А.Тутельяна, И.Я.Коня.–М: Медицинское информационное агентство.–2004–662 с.

2. СанПиН 11–63 РБ 98: Гигиенические требования и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. –Мн.–2000.–220 с.

3. Целебное козье молоко.– М.: РИПОЛ классик, ПРЕСТИЖ книга.–2005–64 с.

4. Сажинов Г.Ю., Липатов Н.Н. (мл), Кузнецов В.В. Некоторые аспекты создания перспективных видов продуктов в ассортиментных группах детского специального питания. – Тезисы докладов научно–практической конференции «Прогрессивные, экологически безопасные технологии хранения и переработки сельхозпродукции для создания продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности» по направлению «Проблемы фундаментальных исследований в области обеспечения населения России здоровым питанием» 9–10 сентября 1999 года, г. Москва.

*Е. М. Валялкина, Е. В. Ефимова
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРЕБЛЕНИЕ ЙОГУРТА И РОДСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Рассмотрены наиболее значимые причины и факторы высокой популярности йогуртов и родственных им кисломолочных продуктов в Западной Европе и США. Даны сравнительные определения и характеристики йогурта и термизированного продукта йогуртного. Проанализировано состояние производства и потребления йогуртов и родственных им продуктов в Республике Беларусь. Определены основные задачи отечественной отраслевой науки в обеспечении производства йогуртов необходимым сырьем, молочным, пищевкусовым, заквасочными культурами, высококачественными технологическими добавками.

Родиной йогурта считается Балканский полуостров и Средний Восток. Народам, живущим в этом регионе, такой кисломолочный продукт известен в виде натурального неподслащенного йогурта. Потребление йогурта в этих регионах очень высоко. Так, в Болгарии в 1970 г. его годовое потребление на человека составило 31,3 кг [1]. Йогурт здесь потребляют не только как освежающий напиток, но и в качестве ингредиента при приготовлении множества блюд, включая салаты и супы.

До 50-х годов 20-го столетия в Западной Европе и Северной Америке йогурт потребляли в основном выходцы с Балкан и Среднего Востока. Такая нелюбовь к йогуртам у остального коренного населения Западной Европы объяснялась в основном неприемлемым характерным резким кислым вкусом натурального йогурта, а также тем, что в остальных странах, кроме стран Балканского полуострова, традиционное приготовление пищи не требовало применения йогурта в качестве сырья. Можно отметить и такие причины, как недостаточная осведомленность потребителей о пользе йогуртов для здоровья и ограниченный выбор йо-

гуртов. В этих странах из молочных продуктов предпочтение отдавалось сырам.

В 1950 г. в Швейцарии был разработан и внедрен в производство ароматизированный и подслащенный йогурт [1]. С тех пор популярность этого кисломолочного продукта распространилась на другие части света и его потребление значительно выросло. Возросшая популярность йогуртов и родственных им продуктов напрямую зависит от следующих факторов.

1. Производство данных продуктов с малым содержанием жира способствовало их использованию в качестве диетического и оздоровительного питания, а главное – для снижения веса потребителей, озабоченных этой проблемой.

2. В Западной Европе и Северной Америке население предпочитает сладкие продукты, а поэтому сладкие йогурты и родственные им продукты были с готовностью приняты.

3. Для улучшения познания этих продуктов и роста их продаж использовали эффективные маркетинговые и рекламные кампании.

4. Широкая продуманная реклама этих кисломолочных продуктов в качестве готовых десертов и как сырья для приготовления блюд привела к тому, что резко возросли их продажи и, соответственно, производство в каждой из стран Западной Европы. При этом рекламные кампании очень серьезно поработали в отношении моды на йогурты у молодого поколения.

5.Расширению круга потребителей способствуют непрекращающиеся исследования и разработки, направленные на создание новых продуктов на основе йогурта.

По принятой в нашей стране терминологии йогурт – это кисломолочный продукт с повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока, изготавливаемый из обезжиренного или нормализованного по жиру и сухим веществам молока или молочных продуктов, подверг-

нутых тепловой обработке путем сквашивания их протосимбиотической смесью чистых культур термофильных молочнокислых стрептококков и молочнокислой болгарской палочки, содержание которых в готовом продукте в конце срока годности составляет не менее 10^7 КОЕ в 1 см^3 продукта [2], допускается добавление пищевых добавок, фруктов, овощей и продуктов их переработки.

Технология производства йогуртов является одной из низкочастотных по отношению к производству других молочных продуктов. Это касается и производства десертов на основе йогуртов. Ассортимент таких продуктов можно расширять также как мороженого и замороженных десертов до бесконечности.

Сроки годности «живых» йогуртов, изготовленных и упакованных с соблюдением принципов асептики, могут достигать одного месяца. Это немаловажно для их оценки торговлей как востребованного для реализации продукта, особенно если продукт представлен в удобной, красочно и интересно оформленной упаковке.

Освоение принципов термизации и использование стабилизирующих технологических добавок в производстве йогуртов дало возможность в 2–4 раза увеличить срок годности йогуртов, подвергнутых термизации перед фасованием. Правда, дискуссии на тему полезности термизированных йогуртов и о праве называть йогуртом продукт, изготовленный по технологии йогурта и подвергнутый щадящей термической обработке перед его фасованием, продолжаются.

Наша страна расположена в центре Европы. Тем не менее у наших потребителей йогурты начали завоевывать популярность только в 90-е годы 20-го столетия. Это связано с ликвидацией «железного занавеса» и ускоренным развитием более тесных торговых и общественных связей с западноевропейскими странами и странами Северной Америки. Факторы, определяющие завоевание популярности йогуртов в нашей стране практически аналогичны вышеуказанным.

В настоящий период потребление йогуртов в Республике Беларусь составляет около 2,5 кг в год на человека. При этом основными потребителями йогуртов, особенно с фруктовыми добавками, являются дети дошкольного и школьного возраста и молодежь. Люди более старшего поколения предпочитают йогурту кефир или простоквашу.

Технологическое и аппаратное обеспечение при изготовлении йогуртов, а также применение технологических стабилизирующих и загущающих добавок, вкусных и полезных пищевкусных продуктов, включая свежие, замороженные и специально обработанные фрукты, ягоды, зерновые и иные играют не последнюю роль в расширении и увеличении производства йогуртов.

Одним из факторов повышения эффективности производства йогуртов и родственных им продуктов является специализация и концентрация производства.

Промышленность нашей республики значительно отстает в технологическом оснащении и санитарной культуре производства «живых» йогуртов с удлиненными сроками годности. Поэтому предприятия предпочитают изготавливать йогурты термизированные со сроками годности около месяца, которые по принятой у нас терминологии называют продуктами йогуртными. Потребитель их оценил из-за удобства в использовании и густой киселеобразной консистенции, которая напоминает традиционный, особенно для сельской местности, десерт под названием «кисель». Кисель, как известно, готовят с применением плодово-ягодного сырья и крахмала. Это же сырье применяют в Беларуси и при изготовлении термизированных йогуртов с наполнителями.

В других странах, в отличие от нашей, потребители отдают предпочтение питьевым йогуртам и йогуртам со сметано- или кремообразной консистенцией. Для их изготовления необходимы более дорогие, стабилизирующие консистенцию добавки. В этих добавках, в отличие от тех, которые применяет отечественная промышленность, при производстве

йогуртов для местной реализации вместо дешевых модифицированных крахмалов используют более дорогие компоненты: молочно-белковые, желатиновые, приготовленные из морских водорослей или полученные в результате жизнедеятельности непатогенной микрофлоры.

В дополнение к ассортименту йогуртов и продуктов йогуртных отечественного производства в нашей стране у потребителей пользуются устойчивым спросом йогурты и родственные им продукты зарубежного производства. Сейчас среди них доминируют продукты крупных российских фирм с известными торговыми брендами «Кампина», «Вим-Биль-Дан», «Эрманн» и др. Эти продукты имеют удобную красочную упаковку, длительные (до нескольких месяцев) сроки годности, и поэтому, несмотря на более высокую цену, они пользуются спросом.

Расширение производства йогуртов и родственных им продуктов в нашей республике вполне возможно, несмотря на то, что на протяжении последних лет наблюдается примерно одинаковый уровень их сбыта. Экспортные возможности наших предприятий будут зависеть от оснащенности современным технологическим, в том числе фасовочным оборудованием. Значительную роль при этом будет иметь качество продукта и его цена.

Качество и безопасность готового продукта зависит от соблюдения технологии производства, и особенно от используемого сырья. Для изготовления йогурта применяют молочное сырье, отвечающее требованиям технических нормативных правовых актов на йогурты [3] и продукты йогуртные. Термоустойчивость такого сырья должна быть I–III группы по алкогольной пробе, чтобы высокотемпературная обработка молочной смеси на йогурт не приводила к коагуляции молочных белков. Плодово-ягодное и иное растительное сырье должно соответствовать по показателям безопасности требованиям санитарных правил и норм [4], быть технологичным в использовании и, что особенно важно, давать в готовом

йогурте цвет, запах и вкус натуральных свежих фруктов и ягод и хорошо сочетаться с йогуртной основой.

Важная роль в производстве высококачественных йогуртов отводится заквасочным культурам, без которых невозможно производство кисломолочного продукта под названием «йогурт». В состав используемых заквасочных культур, с помощью которых получают йогуртную основу или сгусток, входят болгарская палочка и термофильный стрептококк. Дополнение иными культурами микроорганизмов для сквашивания или замещение применяемых приведет к получению иного кисломолочного продукта. Правда, в соответствии с действующей терминологией разрешено в готовый йогурт перед его фасованием вводить культуры пробиотической микрофлоры, например, бифидофлору и др. Такой йогурт в своем наименовании имеет приставку «био» или «бифидо», хотя и является родственным йогурту продуктом.

Роль отечественной науки в области производства йогуртов и родственных продуктов заключается в том, чтобы совершенствовать и расширять ассортимент этих продуктов и технологию их изготовления, формировать и расширять группы продуктов функциональных или специализированных, а также формировать правильное общественное мнение по отношению к этим продуктам. Качественный подбор вводимых в йогурт пищевкусных продуктов, технологических добавок, их приготовление и подготовка к введению в йогуртную основу – не менее важные задачи отраслевой науки.

Совершенствование заквасочных культур отечественного производства и качественный, включая сравнительный, анализ импортируемых заквасок и бактериальных препаратов позволит оградить отечественного потребителя от небезопасных для здоровья продуктов, содержащих несвойственную йогурту микрофлору или генномодифицированные микроорганизмы, применение которых в производстве продуктов питания запрещено в Европе.

Традиционный йогурт – это продукт с повышенным содержанием сухих молочных веществ, в первую очередь молочного белка. Йогурты, отвечающие этим требованиям, должны быть обязательно представлены отечественными разработками.

Очень важное место в успешных продажах йогуртов имеет потребительская упаковка. Ее разработка, совершенствование, подготовка и освоение производства также актуальны для отечественной науки.

Йогурты и родственные им продукты аналогично мороженому и замороженным десертам относятся к высокорентабельным и удобным в производстве продуктам питания. Как и мороженое, йогурты пользуются устойчивым спросом у потребителей, который может возрасти в несколько раз при повышении доходов у населения. Поэтому индустрии производства йогуртов и родственных им продуктов необходимо уделять значительное внимание при формировании концепции развития молочной отрасли республики.

Литература

1. Тамим А.Й., Робинсон Р.К. Йогурт и аналогичные кисломолочные продукты: научные основы и технологии / А.Й. Тамим, Р.К. Робинсон.; пер. с англ. под науч. ред. Л.А. Забодаловой. – СПб: Профессия, 2003.– 664 с.
2. СТБ 1744-2007 «Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения». – Мн.: БелГИСС. –2007.–11 с.
3. СТБ 1552-2005 (ГОСТ Р 51331-99) «Продукты молочные Йогурты. Общие технические условия». – Мн.: БелГИСС. –2005–50 с.
4. СанПиН 11-63 РБ 98: Гигиенические требования и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. –Мн.–2000.–220 с.

*О. В. Дымар, к.т.н., И. В. Миклух
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОЦЕССА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

В статье отмечена проблема рационального использования молочных ресурсов (переработка вторичного молочного сырья). Указано, что основным решением данной проблемы является комплексное использование всего сухого остатка и извлечение из него отдельных компонентов. В связи с этим особый интерес представляет мембранная обработка, которая позволяет фракционировать и концентрировать составные части молочного сырья, максимально сохраняя их пищевую, биологическую ценность и технологические свойства, представляет возможным получать целевые продукты с регулируемым составом и свойствами. Рассмотрены различные виды баромембранных процессов, особенности применяемых при этом мембран. Наиболее подробно отражен процесс ультрафильтрации, рассмотрены задачи, которые можно решать при помощи данного баромембранного процесса: концентрирование белков при помощи ультрафильтрации; стандартизация сырья по белку при производстве различных молочных продуктов с применением ультрафильтрации; создание безотходных или малоотходных технологий переработки молочного сырья, снижение экологической загрязненности.

Актуальной проблемой в молочной промышленности является рациональное использование белков молока, играющих важную роль в обеспечении здорового питания. Белки молока обладают высокой питательной ценностью и почти полностью (на 97–98%) усваиваются организмом [1], в связи с этим встает проблема полного и рационального использования молочных ресурсов. Производство молочных продуктов по традиционным технологиям не позволяет полностью использовать все составляющие части молока, при этом неизбежным является получение вторичного молочного сырья

Основной проблемой при переработке вторичного молочного сырья является молочная сыворотка, промышленная переработка которой в

республике в настоящее время не превышает 25%. Сыворотка в натуральном виде в количестве 45–50% направляется на корм сельскохозяйственным животным. Около 25%, в основном казеиновой и творожной, сбрасывается в канализацию. В целом по республике объем производства молочной сыворотки в 2006 г. составил 1458 тыс. т, в 2007 г. – 1544 тыс. т, в 2008 г. – 1863 тыс. т. С учетом роста объемов производства твердых сыров количество молочной сыворотки неизбежно возрастет, а к 2010 г. прогнозируемый объем ее производства составит около 2 млн т [2]. Возврат сыворотки в хозяйства экономически невыгоден, поскольку приходится транспортировать жидкий продукт с низким содержанием сухих веществ, кроме того требуется охлаждение сыворотки для транспортировки и хранения с последующим нагревом при ее выпойке сельскохозяйственным животным. Попадание молочной сыворотки в системы канализации, а в аварийных случаях и непосредственно в водоемы, наносит значительный ущерб окружающей среде – 1 т молочной сыворотки загрязняет водоемы так же, как 100 м³ хозяйственно-бытовых стоков [2]. Одним из наиболее ценных компонентов молока являются сывороточные белки, содержание которых достигает в сыворотке 0,6–1,0%. Они обладают ценнейшими биологическими свойствами – содержат оптимальный набор жизненно необходимых аминокислот и с точки зрения физиологии питания приближаются к аминокислотной шкале «идеального» белка, т.е. белка, в котором соотношение аминокислот соответствует потребностям организма. Сывороточные белки являются перспективным сырьем при производстве продуктов лечебного и профилактического назначения [3].

Вторым из наиболее выраженных в количественном отношении видов вторичного молочного сырья является обезжиренное молоко, объемы которого составляют около 50% от массы всего перерабатываемого молока, при этом производство обезжиренного молока каждый год увеличивается. Так, в 2005 г. его получено 1651 тыс. т, в 2006 г. – 2025 тыс.

т, в 2007 г. – 2089 тыс. т. В обезжиренном молоке содержится значительное количество белков (33–36% от сухого остатка), поэтому это сырье целесообразно использовать как в цельном виде при производстве свежих и кисломолочных напитков, так и для получения белковых продуктов (творога, сыра, казеина, казеинатов), сгущенных и сухих нежирных консервов. В Республике Беларусь при переработке обезжиренного молока 36% его объема идет на производство сухого обезжиренного молока, 16% – на выработку казеина (технического). Для производства данных продуктов требуется модернизация оборудования в целях энерго- и ресурсосбережения, повышения качества готовой продукции и снижения ее себестоимости. Необходимым является наиболее перспективная технология переработки обезжиренного молока с максимальным использованием такого его ценного компонента, как белок. По аминокислотному составу белки молока равноценны белкам мяса. Однако в отличие от них не содержат пуриновых оснований, избыток которых отрицательно влияет на обмен веществ в организме, поэтому потреблять белки обезжиренного молока можно в любом возрасте. Важным является и то, что при расщеплении белков обезжиренного молока образуются пептиды и другие компоненты, непосредственно всасывающиеся в кровь [4]. При полном и рациональном использовании обезжиренного молока в пищевых целях можно значительно повысить уровень потребления молочного белка.

Основным решением проблемы переработки вторичного молочного сырья является комплексное использование всего сухого остатка и извлечение из него отдельных компонентов. Существующие методы переработки вторичного молочного сырья и устаревшее технологическое оборудование не позволяют полностью выделить его ценные компоненты, способствуют изменению нативных свойств белка, отрицательно влияют на органолептические и технологические свойства получаемых продуктов, требуют значительных энергетических затрат. В связи с этим

особый интерес представляет мембранная обработка, которая позволяет фракционировать и концентрировать составные части молочного сырья, максимально сохраняя их пищевую, биологическую ценность и технологические свойства, представляет возможным получать целевые продукты с регулируемым составом и свойствами.

Мембранный процесс – это процесс, основанный на использовании полупроницаемых мембран, обладающих способностью селективно (избирательно) пропускать или задерживать компоненты разделяемой жидкой смеси [3]. Перенос веществ через мембрану происходит под действием разности давлений по ее обе стороны (баромембранные методы разделения).

Наиболее специфическим и важным элементом мембранного оборудования являются мембраны. От их свойств в большой степени зависят качественные показатели получаемых продуктов, надежность и долговечность оборудования, а также экономические показатели работы. Мембраны, которые можно применять в молочной промышленности, должны отвечать определенным требованиям: высокой удельной производительности (проницаемости); высокой селективности по отношению к высокомолекулярным веществам разделяемой среды (белок, жир); низкой селективности по отношению к низкомолекулярным компонентам (лактозе); достаточной механической прочности, отвечающей условиям монтажа, транспортировки и хранения; устойчивости к действию среды разделяемой системы и ее компонентов; стабильности основных характеристик в процессе эксплуатации; возможности регенерации их свойств с помощью различных моющих средств; возможно низкой стоимости [3].

При проведении процесса баромембранной фильтрации разделяемая среда под давлением подается на мембрану, при этом на ее поверхности задерживаются частицы, размер которых больше размера пор мембраны, а остальная жидкая среда проходит через поры мембраны, благодаря давлению, создаваемому насосом. Принципиально существу-

ют два способа проведения процессов баромембранного разделения – тупиковый и проточный (рисунок 1) [5].

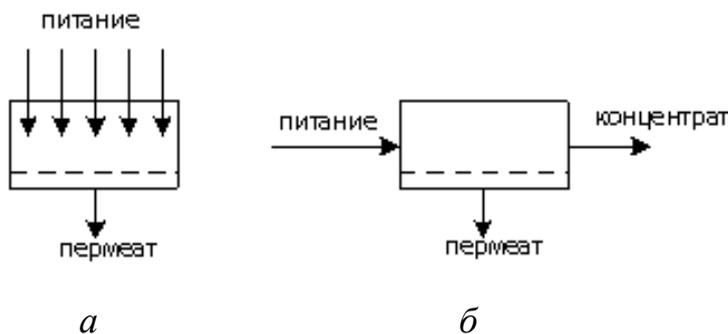


Рисунок 1 – Способы мембранного разделения
а – тупиковый; *б* – проточный

Тупиковую фильтрацию используют редко, в основном на патронных мембранных элементах, хотя при введении регенерации мембран с помощью гидравлического удара обратным током пермеата со сбросом порции загрязнений из аппарата такой способ возможен и в других случаях.

Для предотвращения загрязнения поверхности мембраны и, как следствие, снижения производительности и выхода из строя установки приоритетным является применение проточной фильтрации, при которой входящий поток продукта направляется параллельно мембране с достаточно большой скоростью (4–7 м/с для керамических мембран и 1–1,5 м/с для полимерных мембран). Вследствие постоянного движения жидкости и частиц над поверхностью пористой мембраны происходит непрерывная очистка поверхности от накапливающегося осадка.

В зависимости от вида используемых мембран различают основные виды мембранных аппаратов [5]: пленки и пластины – плоскорамные; трубки – трубчатые; свернутые пленки – рулонные; полое волокно – волоконные.

Баромембранные процессы разделяют в зависимости от размера пор используемых мембран (рисунок 2).

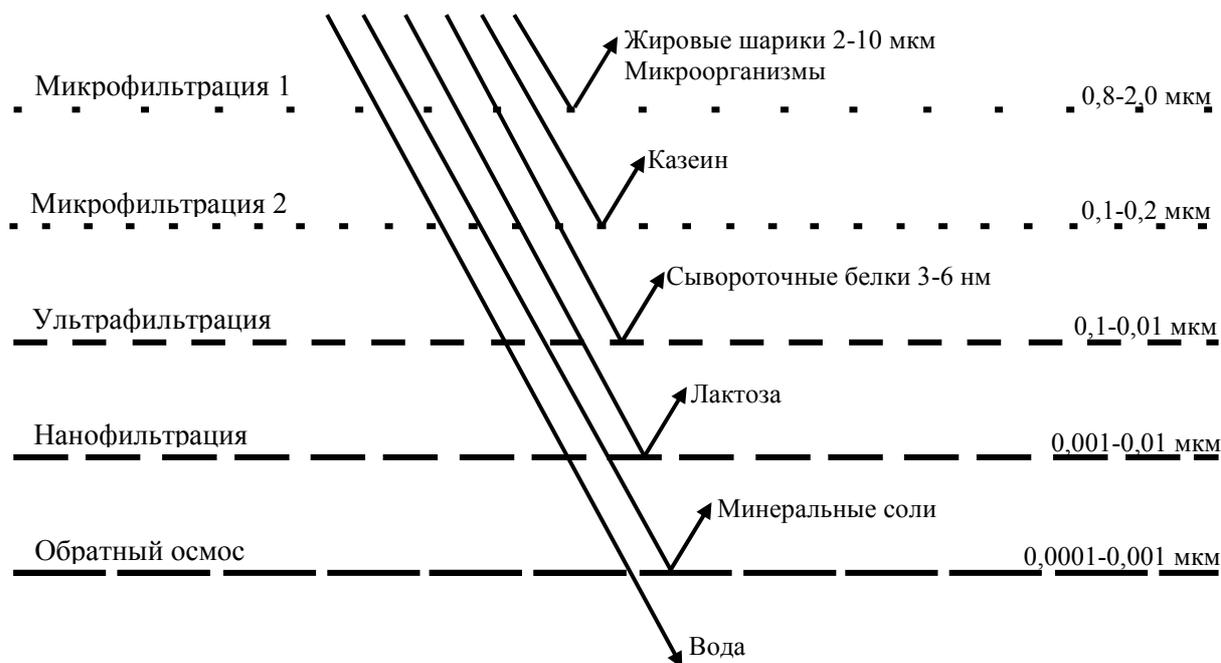


Рисунок 2 – Классификация баромембранных методов разделения молочного сырья

Ультрафльтрация – наиболее часто применяемый процесс баромембранного отделения при переработке молочного сырья. Для проведения этого процесса используют полупроницаемые мембраны с диаметром пор от 0,01 до 0,1 мкм, способные задерживать компоненты с молекулярной массой от 10000 и выше [3], что позволяет решить следующие задачи:

- концентрирование молочных белков для производства молочно-белковых концентратов и лактозного раствора;
- изменение соотношения между белком и другими компонентами (нормализация по белку) при производстве различных молочных продуктов (молоко питьевое, сыр, творог, йогурт, сухое молоко, детские продукты);
- создание безотходных или малоотходных технологий переработки молочного сырья, способствующих снижению экологической загрязненности.

Концентрирование белков при помощи ультрафильтрации. В современных условиях жизни и деятельности человека особое значение приобретает создание функциональных продуктов питания, призванных сыграть определяющую роль в улучшении здоровья и предупреждении ряда заболеваний. Производство пищевых продуктов, обогащенных концентратами молочных белков, постоянно увеличивается, причем направления использования концентратов в значительной степени определяются способами получения и их свойствами.

Основными группами молочного белка являются казеин и сывороточные белки. До настоящего времени в нашей стране в качестве молочно-белковых концентратов выделяли отдельно казеин и отдельно сывороточные белки. В основе промышленных способов получения казеина в виде белковых концентратов, сыра, творога лежит разрушение его коллоидного состояния, причем коагуляция казеина связана с его денатурацией и удалением части органического кальция и фосфора. Традиционные способы получения сывороточно-белковых концентратов из сыворотки также основаны на коагуляции белков.

При переработке молочного сырья на белковые концентраты происходят потери белка при его осаждении, растворении, промывке и переосаждении. При этом могут происходить изменения структуры в белковой молекуле, приводящие к частичной потере биологических и функциональных свойств продукта. Получаемые при этом значительные объемы молочной сыворотки требуют дополнительных затрат на ее переработку [1], при которой .

Важной является проблема изготовления продуктов с максимально возможным сохранением природной биологической ценности и функциональных свойств. Определенный интерес для получения белковых концентратов представляет использование ультрафильтрации, при которой не происходит фазовых превращений при разделении, что исключает сильные денатурирующие воздействия. Данный баромембранный метод

обработки позволяет сконцентрировать белки из молочного сырья наряду с отделением минералов и лактозы.

При ультрафильтрации обезжиренного молока в концентрат переходят как казеин, так и сывороточные белки. Питательная ценность белковых продуктов с совместным выделением белков молока несколько выше, чем концентратов казеина и сывороточных белков в отдельности, за счет их взаимного обогащения и более сбалансированного аминокислотного состава [3]. С применением ультрафильтрации из обезжиренного молока получены белковые концентраты с массовой долей сухих веществ до 25%, в том числе белка до 14–15%. При дальнейшей обработке полученные концентраты подвергаются высушиванию [1].

Более эффективным способом переработки молочной сыворотки по сравнению с традиционными, направленным на возможно более полное извлечение и использование ее белков, является проведение процесса ультрафильтрации, при котором получают концентраты сывороточных белков с массовой долей сухих веществ до 25% при содержании белка до 19%. После сушки жидкого концентрата получают сухой белковый концентрат с содержанием белка до 85% [6].

Высокой чистоты белковых концентратов можно достичь промыванием их в процессе ультрафильтрации водой. Такой процесс называется диафильтрацией. При этом низкомолекулярные компоненты (лактоза, соли и частично аминокислоты) будут уходить в фильтрат.

Концентраты используют как белковую добавку в производстве самых разнообразных продуктов. Их используют в качестве основы для производства пищевых продуктов быстрого приготовления, при производстве мороженого, питьевого молока и кисломолочных продуктов, в производстве мясных изделий; в кондитерской промышленности; в детском, диетическом и спортивном питании.

В настоящее время характерна тенденция увеличения выпуска сыров из восстановленных молочно-белковых концентратов. Причинами

этого являются сезонность и низкое качество молока-сырья. Часто поступающее на заводы молоко является несиропригодным, имеет низкое содержание белка, что усложняет производство сыров и ухудшает их качество. Одним из путей решения этой проблемы является использование белковых концентратов, способных восполнить недостаток белка в молоке, улучшить его синергетические свойства. Применение молочно-белковых концентратов позволяет частично решить проблему сезонности производства сыров, повысить качество и увеличить выход готовой продукции на 25% [7].

Фильтрат, полученный в результате ультрафильтрации молочного сырья, содержит лактозу (концентрация на уровне 4%) и минеральные соли. При разумном использовании из него с помощью мембранных методов обессоливания можно выделить чистый молочный сахар, тоже имеющий спрос на рынке [6]. Также фильтрат может быть использован при производстве продуктов детского и спортивного питания, при производстве напитков, мороженого; в качестве сырья для биохимического синтеза новых продуктов; для нормализации сухих и жидких продуктов по белку и лактозе.

Стандартизация сырья по белку при производстве различных молочных продуктов с применением ультрафильтрации. Обычно содержание белка в молоке варьируется от 2,8 до 3,6%, но оно легко стандартизируется посредством установки ультрафильтрации. Данная технология стандартизации белка несет существенные экономические выгоды и широко используется при производстве различных молочных продуктов [8].

Применение ультрафильтрации в производстве питьевого молока и кисломолочных продуктов позволяет вырабатывать продукты высокого качества с улучшенными консистенцией и вкусовыми свойствами. Получение молока, содержащего 1,5% жира и 4,5–5,0% белка, обеспечивает органолептические качества продукта, схожие с натуральным моло-

ком [9], такой продукт более приемлем для потребителя, чем молоко с добавкой СОМ, казеинатов или копреципитатов. Питьевое молоко указанного состава можно получить путем нормализации исходного молока обезжиренным молоком до жиробелкового соотношения 0,7 с последующей ультрафильтрацией в 1,3–1,8 раза или непосредственно путем нормализации исходного цельного молока обезжиренным концентратом молока, полученным методом ультрафильтрации. Масса вносимого концентрата варьируется в зависимости от фактора концентрирования ультрафильтрата при его получении.

Во ВНИМИ разработан и запатентован способ получения кефира [9], который отличается тем, что нормализацию молока по содержанию сухих веществ осуществляют путем ультрафильтрации исходного молока, повышая содержание общих сухих веществ в нормализованном молоке на 0,5–4,0% по отношению к содержанию сухих веществ в исходном молоке. Далее проводят УВТ-обработку и сквашивание нормализованного молока. Готовый продукт обладает высокими органолептическими свойствами, не расслаивается при хранении, имеет повышенную пищевую и биологическую ценность.

При производстве йогурта использование ультрафильтрованного нормализованного молока до фактора концентрирования 4,0 способствует значительному улучшению сенсорных свойств, накоплению ароматических веществ в процессе ферментации. Продукт обладает высокой влагоудерживающей способностью, предотвращающей отделение сыворотки в процессе хранения [9].

При производстве сыров используется технология, при которой проводится предварительное концентрирование молока путем ультрафильтрации, в результате которого содержание белка в смеси повышается (частично удаляется вода из молока), после чего, в соответствии с технологическими параметрами соотношения белок/жир, на сепараторе доводится необходимое содержание жира и смесь подается в сыроизго-

товители. В итоге получается смесь, обогащенная белком, и 20–25%-ная экономия по использованию электроэнергии, пара, заквасок, применяемых на меньшее количество смеси с тем же выходом готового продукта [8]. Так при производстве сыра Фета расход молока сокращается с 8,5 до 6,5 кг/кг сыра. Кроме того, концентрирование при помощи ультрафильтрации позволяет сократить расход молокосвертывающего фермента (до 60%) и бактериальной закваски, уменьшить время созревания сыра и продолжительность технологического процесса, а также автоматизировать процесс производства и контроля [10].

При производстве ультрафильтрованного творога применяют два способа: первый – это ультрафильтрация молока с целью его концентрации с последующим сквашиванием, второй – это ультрафильтрация сквашенного сгустка [11].

По первому способу цельное молоко концентрируют до фактора концентрирования 3 или 5 раз по объему, после этого концентрированное молоко пастеризуют, охлаждают и сквашивают до pH 4,8. Из концентратов с фактором концентрирования 5 выход творога составлял 100%, т.е. отстоя сыворотки не наблюдается. Такой творог имеет очень плотную консистенцию, приятный вкус и внешний вид. Получаемый сгусток практически не отдает влагу, содержание сухих веществ в нем изначально составляет 18–20%.

По второму способу цельное молоко перед сквашиванием пастеризуют при температуре 90–95 °С в течение 3–5 мин. Высокотемпературная пастеризация обеспечивает необходимые микробиологические показатели, улучшает свойства творога, а также снижает загрязнение мембран сывороточными белками. После пастеризации молоко охлаждают, вносят закваску и сквашивают до pH 4,5–4,6, после чего сгусток перемешивают и направляют на термизацию. После сквашивания происходит увеличение среднего диаметра мицелл казеина до величины, достаточной для эффективной ультрафильтрационной обработки. Далее проводят

процесс ультрафильтрации до фактора концентрирования 2,5–2,9 раз по объему [10].

Производство творога с использованием ультрафильтрации позволяет снизить расход сырья и соответственно себестоимость готовой продукции. Такой творог отличается от традиционного структурой, более нежной консистенцией, улучшенными вкусовыми качествами, высокой биологической ценностью за счет обогащения сывороточными белками, доля которых составляет 16–18%, (в традиционном твороге 6–8%) [12]. Ультрафильтрованный творог можно использовать в качестве исходного сырья для производства масс, творожных сырков, творожного мороженого, плавленых сыров, как основу для творожных десертов, в качестве начинок для различного рода кондитерских изделий, выработки аэрированных изделий – творожного зефира, суфле, воздушных творожков и др., при этом их себестоимость будет значительно ниже.

Ультрафильтрация является одним из приоритетных направлений создания молочных продуктов детского питания, особенно пастообразных. Продукт обогащается сывороточными белками при использовании белков молока на 95%, выход увеличивается на 15%, повышаются санитарно-гигиенические показатели, биологическая ценность увеличивается на 8–10% чем у традиционного творога.

Особенно большое значение стандартизация белка имеет для производителей сухих молочных продуктов, при производстве которых благодаря понижению уровня белка до требуемых норм можно добиться значительной экономии сырья и направить отделенные белки на производство сопутствующих товаров.

Создание безотходных или малоотходных технологий переработки молочного сырья, снижение экологической загрязненности. Технологию ультрафильтрации можно отнести к энерго-, ресурсо- и материалосберегающим по сравнению с традиционными методами переработки молока и вторичного молочного сырья. Переработка сыворотки

с использованием ультрафильтрации не только снижает нагрузку на очистные сооружения, обеспечивает дополнительным сырьем основное производство, что экономически обосновано, но и улучшает экологию всего молочного производства (полученный при этом безбелковый фильтрат является удобным сырьем для многих смежных технологий, например для производства молочного сахара и др.). Концентрирование сыворотки методом ультрафильтрации используется также для уменьшения затрат на транспортирование сыворотки при централизованной ее переработке на другом специализированном предприятии.

Постоянно возрастающий объем вторичного молочного сырья, его пищевая и биологическая ценность обуславливают необходимость совершенствования существующих технологических процессов и поиска новых, более прогрессивных, экономически целесообразных и малоэнергоемких способов промышленной переработки. Ультрафильтрация нашла широкое распространение в молочной промышленности. Применяя данный баромембранный метод, можно производить широкую гамму белковой продукции в соответствии с запросами потребителей и современными представлениями науки о здоровом питании. Использование ультрафильтрации позволяет улучшить качество, повысить биологическую ценность и выход готовой продукции из единицы сырья при производстве различных молочных продуктов, максимально снизив при этом технологические потери. Комплексная промышленная переработка и рациональное использование вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности позволят одновременно увеличить ресурсы биологически полноценных пищевых продуктов; повысить экономическую эффективность производства за счет исключения из себестоимости основных продуктов стоимости вторичного молочного сырья и получения дополнительной прибыли от реализации и использования низкожирных продуктов; не допустить загрязнение окружающей среды компонентами сухого остатка молока.

Литература

1. Молочников, В. В. Современные подходы к получению растворимых белковых концентратов / В. В. Молочников, Т.А. Орлова // Переработка молока. – 2008. – № 4. – С. 52–53.
2. Свирщевский, С. Сыворотка – продукт будущего / С. Свирщевский // Молочный продукт. – 2008. – № 4 (23). – С. 11–12.
3. Храмцов, А. Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: Учебное пособие / А. Г. Храмцов, П. Г. Нестеренко. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 587 с.
4. Храмцов, А. Г. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки / А. Г. Храмцов, Э. Ф. Кравченко и др.; под ред. А. Г. Храмцова и П. Г. Нестеренко.–М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.–296 с.
5. Основы проектирования производств, использующих мембранное разделение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.membrane.msk.ru>. – Дата доступа: 26.01.2008.
6. Грошев, И. Мембранные технологии в молочной промышленности / И. Грошев, С. Зверев // Переработка молока. – 2004. – № 12. – С. 20–21.
7. Суюнчев, О. А. Использование молочно-белковых концентратов в качестве сырья для мягких сыров / О. А. Суюнчев, А. С. Рудаков, Е. А. Слоневская // Переработка молока. – 2006. - № 7. – С. 19.
8. Берговин, А. М. Мембранная фильтрация в молочной промышленности / А. М. Берговин // Переработка молока. – 2008. – № 3. – С.10-11.
9. Щедушнов, Д. Е. Применение мембранной фильтрации в молочной промышленности: обзорная информация / Д.Е. Щедушнов. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1992. – 28 с.

10. Ультрафильтрационные установки [Электронный ресурс] – 2006. – Режим доступа: <http://www.raston.ru> – Дата доступа: 08.01.2008.

11. Клепкер, В. М. Использование белков молока при производстве творога и творожных изделий / В. М. Клепкер // Молочная промышленность. – 2008. – № 8. – С. 12–13.

12. Исследование процессов ультра- и микрофльтрации кисломолочного сгустка и молочной сыворотки на пилотной установке ГНУ ВНИМИ с металлокерамическими мембранами «Trumem» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.molochnic.ru> - Дата доступа: 08.01.2008.

*К. В. Обьедков, к.т.н., А. В. Шах
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ЦИКЛОГРАММНЫЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УЧАСТКА ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ПРЕССОВАНИЯ СЫРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ТВЕРДЫХ СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ

В статье рассмотрены этапы разработки и создания отечественной автоматизированной линии производства твердых сычужных сыров. При разработке впервые был применен циклограммный метод для оптимизации режимов работы автоматизированной линии. Параметром оптимизации является расход энергетических сред. Метод был опробован на экспериментальном образце для проверки и отработки технических решений при последующем проектировании и изготовлении автоматизированной линии окончательного прессования сыра.

Молочная промышленность является важнейшим элементом АПК Республики Беларусь. Значительное место молочной отрасли определено высокой ценностью ее конечной продукции. Рынок молока и молочных продуктов занимает доминирующее социально-экономическое положение в структуре продовольственного рынка республики. Современное состояние, уровень и тенденции его развития в значительной степени определяют национальную продовольственную безопасность. Производство молока как важнейшего источника сырья определяет состояние рынка молока и молочной продукции в системе обеспечения потребностей населения в ней и наращивания экспортного потенциала.

За последние годы достигнут значительный прогресс в развитии молочной отрасли, характеризуемый увеличением производства молока и молочных продуктов. Производство молока в республике постоянно возрастает, при этом молокоперерабатывающая отрасль сталкивается с рядом проблем. Обновление основного технологического оборудования на предприятиях молокоперерабатывающей промышленности практически прекратилось в конце 1980-х годов. Износ активной части основных

фондов к 2004 г. составил более 50%. Длительная и интенсивная эксплуатация оборудования привела к его моральному и физическому износу, так что даже его модернизация не давала должного экономического эффекта, поэтому остро встала проблема замены существующего парка оборудования на современные автоматизированные линии. Ускоренное обновление основных производственных фондов на новой технической основе является одним из главных направлений интенсификации производства [1].

Проблемы повышения конкурентоспособности и качества, снижения себестоимости производимой продукции являются основными для промышленности. Расчеты себестоимости продукции крупных промышленных предприятий показывают, что одной из главных составляющих являются затраты электроэнергии, в структуре которых в числе самых больших составляют затраты на производство сжатого воздуха, применяемого в качестве рабочей среды в технологических процессах и в качестве энергоносителя практически на всех предприятиях.

Целью работы является оптимизация параметров потребления сжатого воздуха автоматизированной линии окончательного прессования сыра твердых сычужных сыров.

Увеличение производства молока привело к изменению структуры его переработки: уменьшилось производство и экспорт масла животного и, соответственно, увеличились мощности производства сыров, что, в свою очередь, привело к увеличению нагрузки на существующее оборудование сыродельной отрасли, находящееся в эксплуатации длительное время. В ближайшее время это оборудование подлежит замене на современные автоматизированные линии, в том числе разрабатываемые в Беларуси [2].

Проблема расхода энергоносителей наиболее актуальна в настоящее время. Актуальность этой проблемы возросла в связи с мировым финансовым кризисом. Поэтому при разработке и создании нового обо-

рудования необходимо уделять огромное внимание вопросам энергосбережения.

Для создания отечественного оборудования для производства сыра была принята Программа разработки и производства оборудования для перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса на 2006–2010 годы и разработано и утверждено задание Государственной программы импортозамещения «Разработать и организовать производство автоматизированной линии производства твердых сычужных сыров производительностью 5 т в сутки». Реализацию проекта осуществляет РУП «Завод средств комплексной автоматизации» совместно с РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

Учитывая, что автоматизированная линия представляет собой сложный программно-управляемый технологический комплекс оборудования и одним из наиболее сложных узлов в проектировании и изготовлении является автоматизированная линия окончательного прессования сыра, а также процесс прессования наиболее трудоемкая операция, работу по созданию линии начали с разработки автоматизированной линии окончательного прессования твердых сычужных сыро, при этом особое внимание было уделено вопросам потребления и расхода энергоносителей.

На первом этапе была проведена научно-исследовательская работа по созданию экспериментального образца базового технологического модуля для прессования сыра с целью проверки и отработки технических решений и программного обеспечения при последующем проектировании и изготовлении автоматизированной линии окончательного прессования.

Экспериментальный образец базового технологического модуля для прессования сыра (рис. 1) состоит: пресс пневматический – 3 шт., устройство транспортирования сырной формы грейферного типа с при-

водом от пневмоцилиндра – 4 шт., несущий каркас – 1 шт., систему управления – 1 шт.

Конструктивно модуль выполнен в виде каркаса из труб квадратного сечения, на котором установлен лоток для сбора сыворотки с направляющими для перемещения сырных форм; три пневматических прессы для прессования сыра; устройство транспортирования сырных форм грейферного типа, реализованное на пневмоцилиндрах. Система управления, реализованная на базе логического программируемого контроллера фирмы «Мицубиси», установлена в шкафу управления.

Модуль работает следующим образом. Сырные формы вручную устанавливаются на первый конвейер системы транспортирования сырных форм, перемещающий их по технологическому циклу. После установки форм под пресса проводят операции самопрессования и прессования [3, 4]. Прессование осуществляется пневматическими прессами. После прохождения заданного времени самопрессования и прессования включается привод конвейера, транспортирующего сырные формы далее по технологическому процессу. Весь процесс подачи и позиционирования сырных форм контролируется датчиками, фиксирующими начальные и конечные положения штока пневмоцилиндра привода. Работа пневмоцилиндров конвейеров управляется программируемым логическим контроллером в соответствии с программой работы модуля. Система управления позволяет управлять работой модуля в согласно циклограмме работы модуля. Система управления выполняет и контролирует следующие операции в автоматическом режиме: подачу и позиционирование сырных форм под пневматические прессы; время самопрессования; время прессования; усилие прессования; давление в системе; перемещение сырных форм для следующих операций. При возникновении аварийной ситуации подача воздуха в систему прекращается, работа модуля останавливается и на контрольную панель выводится индикация неисправности.

Основные элементы конструкции, контактирующие с пищевыми продуктами, выполнены из стали марки 12Х18Н10Т.



Рис. 1 - Экспериментальный образец базового технологического модуля для прессования сыра

Технические характеристики экспериментального образца базового технологического модуля для прессования сыра:

- ход штока пресса пневматического – 160 мм,
- ход штока устройства транспортирования формы – 630 мм,
- максимально допустимое давление сжатого воздуха – 0,85 МПа,
- статическое усилие прессования при давлении 0,63 МПа – 3,87 кН,
- закрытая высота пресса – 160 мм,
- количество одновременно устанавливаемых форм – 3 шт.

Создание экспериментального образца позволило проверить и отработать технические решения при последующем проектировании и изготовлении следующих унифицированных модулей, входящих в автоматизированную линию окончательного прессования твердых сычужных сыров: модуля для прессования сыра, модуля перегрузки и транспортирования форм для прессования, модуля поддержания и регулирования усилия прессования сыра, модуля управления и контроля технологиче-

ских параметров и приводов на базе программируемого логического контроллера и ПК [1].

При отработке технических решений элементов конструкции, алгоритмов работы и программного обеспечения проведены следующие исследования.

1. Анализ различных алгоритмов работы конвейеров перемещения форм. При помощи программы работы экспериментального образца изменяли последовательность срабатывания рабочих органов приводов конвейеров при движении и перегрузке форм с одного конвейера на другой. В результате был выбран оптимальный маршрут и последовательность работы приводных механизмов для их согласованной работы.

2. Исследование скорости движения. При помощи регулирующей аппаратуры пневмоцилиндров изменяли скорость конвейеров. По результатам исследований было выбрано оптимальное время цикла и частоты перемещения для конвейеров транспортирования форм.

3. Оценка влияния времени при различных алгоритмах работы оборудования на коэффициент его загрузки.

При этом впервые был применен циклограммный метод, который основан на разработке различных циклограмм работы оборудования при различных алгоритмах отработки рабочих органов. При этом измеряется расход энергетических сред, время работы и другие факторы, которые влияют на эффективность работы оборудования. На рисунке 2 представлены мнемосхема (*а*) и циклограмма работы (*б*) экспериментального образца базового технологического модуля для прессования сыра.

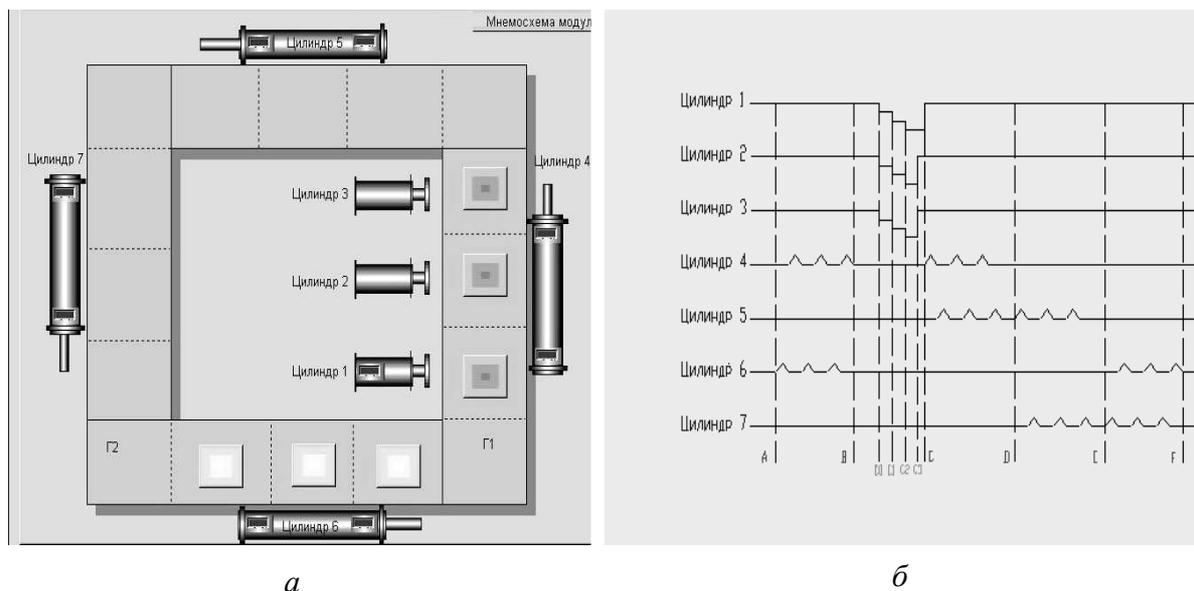


Рис.2 – Мнемосхема (а) и циклограмма работы (б) экспериментального образца базового технологического модуля для прессования сыра

На втором этапе разрабатывали и изготавливали автоматизированную линию окончательного прессования твердых сычужных сыров (рис. 3). Она является составной частью технологического комплекса производства твердых сычужных сыров и может работать как в составе автоматизированной линии, так и в качестве самостоятельной единицы.

При разработке и изготовлении автоматизированной линии окончательного прессования также были использованы результаты исследований, проводимых на экспериментальном образце.

Автоматизированная линия окончательного прессования твердых сычужных сыров состоит из: устройства установки крышек на формы – 1 шт.; прессов окончательного прессования – 180 шт.; сырных форм – 180 шт.; системы транспортирования форм и крышек – 1 комплект; устройства снятия крышки с формы – 1 шт.; устройства переворота форм – 2 шт.; устройства опорожнения форм – 1 шт.; ленточного конвейера – 1 шт.; электронных весов – 1 шт.; устройства маркировки сырной головки – 1 шт.; установки для мойки форм и крышек – 1 шт.; системы управления – 1 комплект.

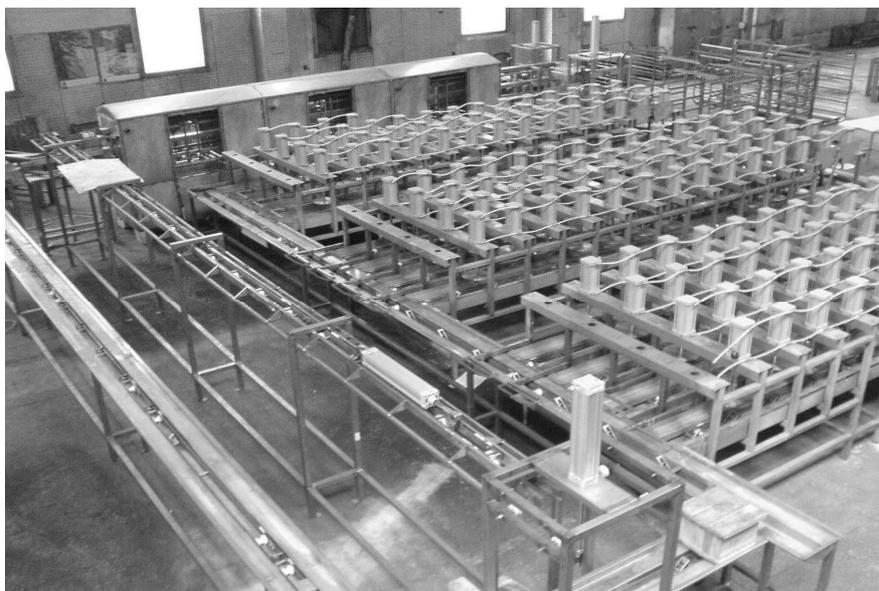


Рис. 3 - Общий вид автоматизированной линии окончательного прессования твердых сычужных сыров

Ближайшим аналогом предлагаемой разработки является линия производства сыра фирмы «Obram» (Польша). Ее ориентировочная стоимость составляет 1700 тыс. долларов США. Стоимость вновь разрабатываемой линии составит не более 1 120 тыс. долларов США.

При уровне рентабельности 30% прибыль на 1 единицу составит 1566 млн руб., затраты на разработку и организацию производства – 2402 млн руб. Таким образом срок окупаемости составит 2,8 года.

Основные технико-экономические показатели оборудования для прессования сыра разработанной отечественной автоматизированной линии и ближайшего аналога представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Техничко-экономические показатели оборудования для прессования сыра

Показатель	Автоматизированная линия окончательного прессования твердых сычужных сыров	
	РУП «ЗСКА», Беларусь	«Obram», Польша
Производительность, т/сут	5	3
Устройство окончательного прессования	Конвейерное с запрограммированным давлением и длительностью прессования	Конвейерное с запрограммированным давлением и длительностью прессования
Система транспортирования форм и крышек	Пневматическая, грейферного типа	Пневматическая, грейферного типа
Основной материал	Сталь 12X18H10T	Сталь AISI316
Мойка сырных форм	Автоматическая	Автоматическая

Показатель	Автоматизированная линия окончательного прессования твердых сычужных сыров	
	РУП «ЗСКА», Беларусь	«Обрам», Польша
Система автоматического управления	На базе ПЛК фирмы «Мицубиси» с использованием датчиков, панелей и металлоконструкций производства РУП «ЗСКА», покупных изделий предприятий РБ	На базе компьютерных систем управления «Сименс»
Удельный расход пара на 1 кг сыра, кг/кг	19,8	26,4
Удельный расход электроэнергии на 1 кг сыра, кВт/кг	0,12	0,16
Удельный расход сжатого воздуха на 1 кг сыра, м ³ /кг	1,0	1,16

В результате проведенной работы была разработана общая циклограмма и алгоритм работы автоматизированной линии производства твердых сычужных сыров производительностью 5 т в смену, разработаны циклограммы работы исполнительных механизмов участка окончательного прессования сыра, по результатам опытов проведен расчет потребления сжатого воздуха, проведено исследование различных режимов работы механизмов участка окончательного прессования сыра на согласованность работы с рабочими режимами оборудования, входящего в состав автоматизированной линии производства твердых сычужных сыров производительностью 5 т в смену.

Эти результаты были применены при создании автоматизированной линии окончательного прессования, входящей в состав автоматизированной линии производства твердых сычужных сыров производительностью 5 т в смену. Создание отечественной автоматизированной линии позволит сократить время работы оборудования участка окончательного прессования сыра; сэкономить энергоресурсы при их оптимальном использовании; сэкономить конструкционные материалы; повысить технологичность конструкции с точки зрения изготовления и ремонта; увели-

чить объемы производства сыра; использовать ее для модернизации действующих линий по производству сыра.

Разрабатываемое оборудование будет являться универсальным практически для всей гаммы производимых в республике твердых сычужных сыров, что позволит рассчитывать на значительные объемы сбыта серийных линий для удовлетворения потребности Республики Беларусь и с учетом высоких цен на продукцию западных производителей открывает возможность реализации продукции в России. Оно послужит базой при создании гаммы оборудования для производства сыров различной производительности в соответствии с требованиями рынка и позволит сэкономить валютные средства Республики Беларусь за счет снижения объемов закупок импортного оборудования.

Литература

1. Шах, А. В. Этапы разработки автоматизированной линии для изготовления твердых сычужных сыров / А. В. Шах // Молодежь в науке-2007: прил. к журн. «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі» в 4 ч.–Ч.4 «Серыя аграрных навук»/редкол.: В. Г. Гусаков (гл.ред.), И. М. Богдевич и др.– Минск: Белорусская наука, 2008.–С. 393–398.

2. Обьедков, К.В. Новые направления развития сыродельной отрасли Белоруссии / К. В. Обьедков // Сыроделие и маслоделие.–2006.–№ 1.–С. 21–22.

3. Машины и аппараты пищевых производств. в 2 кн. / С. Т. Антипов и др. // Под ред. Панфилова В.А. Кн. 1: Учебник для вузов.– М.: Высш. шк., 2003.

4. Крусъ, Г.Н. Технология сыра и других молочных продуктов / Г. Н. Крусъ, И. М. Кулешова, Н. И. Дунченко – М.: Колос, 1992.

Т. И. Шингарёва, М. А. Глушаков, Н. А. Скапцова
УО «Могилёвский государственный университет продовольствия»

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ МОЛОКА НА ПРИГАРООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ПАСТЕРИЗАЦИИ

В работе проведен анализ значимых факторов на пригарообразование молока различной кислотности при пастеризации. Установлено, что при низкотемпературной пастеризации доминирующим фактором, определяющим интенсивность пригарообразования, выступает температура пастеризации, в то время, как фактор кислотности молока менее значим. При высокотемпературной пастеризации роль фактора кислотности молока существенно возрастает. Последнее доказывает целесообразность использования более низких режимов пастеризации для молока повышенной кислотности, не снижая эффективности пастеризации.

Молоко является сложной полидисперсной средой, составные части которой находятся в тесном взаимодействии и, обуславливая устойчивость друг друга, образуют целостную высокоорганизованную систему. Так благодаря высокой поверхностной активности белков формируются оболочки жировых шариков, что обеспечивает стабильность жировой эмульсии в молоке. В свою очередь молочный жир является средой для растворения жирорастворимых витаминов и некоторых пигментов. Известно, что белки в молоке находятся в виде мицелл, таковой структурой они во многом обязаны наличием в молоке двухвалентных катионов кальция и магния, а также их солей – фосфатов. Изменение качественного или количественного состава молока под действием различных зоотехнических и других внешних факторов всегда сопровождается преобразованиями в полидисперсной среде и зачастую потерей устойчивости отдельных составных частей. Последнее может оказывать существенное влияние, как на эксплуатационные характеристики технологического оборудования для переработки молока, так и на свойства готовой молочной продукции.

Поскольку невозможно полностью исключить негативное влияние на молоко внешних факторов, представляется актуальной задача поиска альтернативных путей переработки молока, минимизирующих последствия внешних негативных воздействий.

Для молокоперерабатывающих предприятий нашей Республики в весенне-летний период особенно актуальной является проблема переработки молока с повышенной кислотностью. Известно, что такое молоко имеет более низкую термоустойчивость, что существенно усложняет его термообработку, так как на рабочей поверхности пастеризационного оборудования происходит интенсивное пригарообразование. При этом вопрос выбора рационального режима тепловой обработки такого молока остаётся открытым.

В связи с этим представляло интерес изучение влияния кислотности молока на интенсивность пригарообразования при различных режимах пастеризации.

В работе объектом исследований выступало молоко цельное со следующими физико-химическими показателями: плотность – 1030 кг/м^3 , массовая доля жира – 2,5%, массовая доля сухих веществ – 11,1%. Титруемая кислотность молока варьировалась в пределах $16,0\text{--}20,0 \text{ }^\circ\text{T}$ с шагом $2,0 \text{ }^\circ\text{T}$. Для пастеризации молока использовались режимы $75, 85, 95 \text{ }^\circ\text{C}$ с варьированием выдержки при температуре пастеризации 0; 2,5; 5,0 мин.

Пастеризацию молока проводили в ёмкости с удельной рабочей поверхностью 84 м^{-1} . Для обеспечения равномерного нагрева молоко в ёмкости перемешивали.

По окончании пастеризации ёмкость опорожняли и производили её взвешивание. По разнице массы ёмкости до и после пастеризации определяли количество молочного пригара в пересчете на 100г пастеризуемого молока.

Результаты эксперимента показали, что и температурные режимы пастеризации и кислотность молока являются значимыми факторами. При этом их увеличение интенсифицирует процесс пригарообразования. Результаты эксперимента представлены графически на карте Парето (см. рисунок 1).

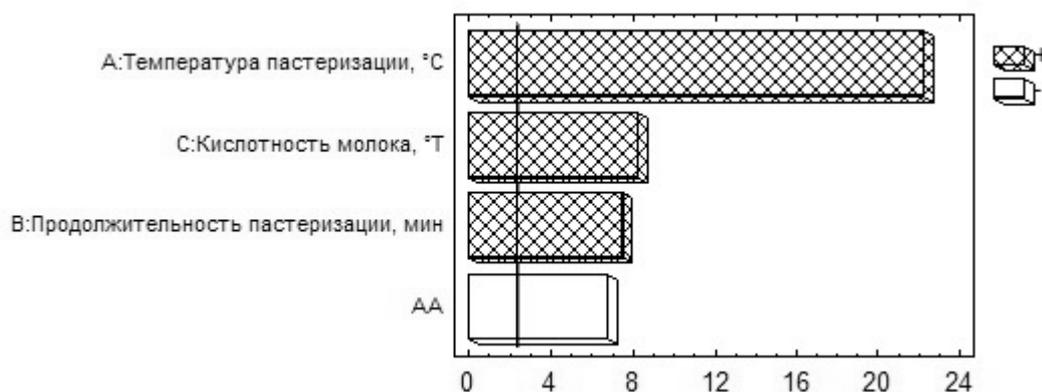


Рисунок 1 – Карта Парето интенсивности пригарообразования при пастеризации молока

На основании экспериментальных данных с учётом значимых факторов получено математическое выражение, адекватно описывающее количество молочного пригара (П), отложившегося на рабочей поверхности теплообменника ёмкостного типа, в исследуемом диапазоне режимов пастеризации и кислотности молока:

$$П = -32,75 + 0,700 \cdot T + 0,082 \cdot \tau + 0,113 \cdot K - 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 \quad (1)$$

где К – титруемая кислотность, °Т; Т – температура пастеризации, °С; τ – продолжительность пастеризации, с.

Для установления и сравнения фактических уровней значимости исследуемых факторов суммировали их значения в единицах шкалы, представленной на карте Парето (рисунок 1). Полученное суммарное значение принимали равным 100% и далее рассчитывали уровни значимости (в процентах от суммарного значения) отдельных факторов.

По результатам расчётов определена высокая значимость температурного фактора (48,1% от общего количества образуемого пригара), в то же время, на долю таких факторов, как кислотность молока и продолжительность (выдержка) пастеризации приходится лишь 17,1% и 19,2%, соответственно.

Экспериментально установлена линейная зависимость между интенсивностью пригарообразования и факторами кислотности молока и продолжительности пастеризации (рисунок 2). В отличие от них температурный фактор нелинейно влияет на интенсивность пригарообразования (рисунок 3).

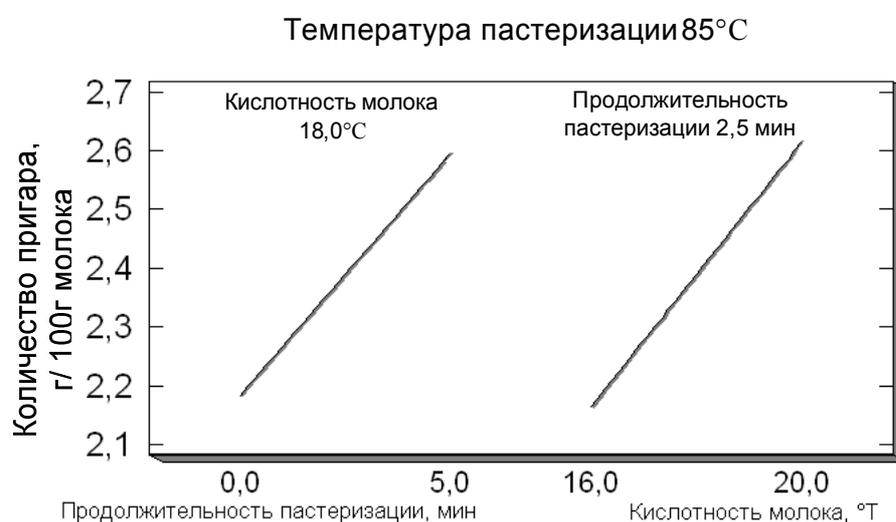


Рисунок 2 – Влияние продолжительности пастеризации и кислотности молока на интенсивность пригарообразования

Установлено, что при повышении температуры пастеризации с 75 °С до 85 °С количество пригара, увеличивается на 1,25 г/ 100г молока, в то же время, в температурном диапазоне (85–95) °С – только на 0,35 г/ 100г молока. Подобное изменение уровня значимости температурного фактора позволяет условно выделить в исследуемом температурном диапазоне две области:

низкотемпературная пастеризация – 80 ± 5 °С;

высокотемпературная пастеризация – 90 ± 5 °С.

В области низкотемпературной пастеризации роль температурного фактора максимальна (рисунок 3), при этом варьирование выдержки при температуре пастеризации и изменение кислотности молока, поступающего на пастеризацию, существенного влияния на интенсивность пригарообразования не оказывают.

Для анализа значимости исследуемых факторов на процесс пригарообразования в области высокотемпературной пастеризации (90 ± 5 °C) выстраивали карту Парето и указанным выше способом рассчитывали удельные доли этих факторов (см. рисунок 4). На основании полученных данных отмечено увеличение роли факторов кислотности молока и продолжительности пастеризации на интенсивность пригарообразования.

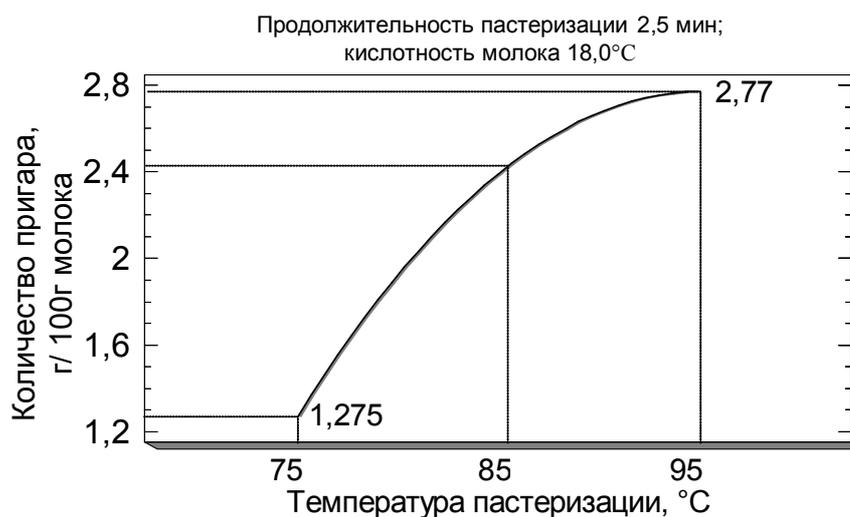


Рисунок 3 – Влияние температуры пастеризации молока на интенсивность пригарообразования

Установлено, что на долю фактора кислотности молока в области высокотемпературной пастеризации приходится 34,5% пригара от его общего количества. Таким образом, потеря термоустойчивости молока из-за его повышенной кислотности является достаточно существенной и максимально проявляется при высокотемпературной пастеризации (90 ± 5) °C.

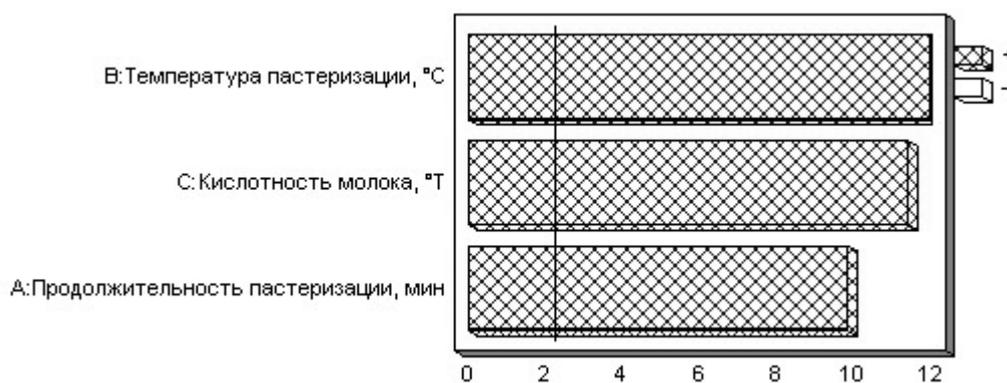


Рисунок 4 – Карта Парето интенсивности пригараобразования при высокотемпературной пастеризации молока

Из выше сказанного следует, что использование высокотемпературных режимов пастеризации для молока повышенной кислотности нецелесообразно, так как при этом значительно возрастает интенсивность пригараобразования. При повышенной кислотности молока следует использовать температуру пастеризации не выше 85 °C с одновременным удлинением продолжительности выдержки молока при температуре пастеризации, что позволит не снижая эффективности пастеризации снизить интенсивность пригараобразования.

При пастеризации молока установлен сложный характер зависимости интенсивности пригараобразования от технологических параметров данного процесса и исходной кислотности молока. Выведено математическое уравнение, описывающее данные зависимости.

Исходя из пригараобразования, образуемого при термообработке молока, экспериментально подтверждена целесообразность разделения пастеризации на две области: низкотемпературную – 80±5 °C и высокотемпературную – 90±5 °C. Установлено, что при низкотемпературной пастеризации доминирующим фактором, определяющим интенсивность пригараобразования, выступает температура пастеризации, в то время, как фактор кислотности молока менее значим – на него приходится от общего количества пригара только 19,2%. При высокотемпературной пастеризации роль фактора кислотности молока существенно возрастает и достигает уровня 34,5%. Последнее доказывает целесообразность

использования более низких режимов пастеризации молока повышенной кислотности, не снижая эффективности пастеризации.

Литература

1. Горбатова, К. К. Химия и физика белков молока. / К. К. Горбатова // – М.:Колос, 1993. – С.52

2. Основные факторы, влияющие на качество мойки и дезинфекции технологического оборудования молочной промышленности // Обзорная информация АгроНИИТЭИММП. – М., 1989. – С. 44.

3. Шингарева, Т. И. Санитария и гигиена молока и молочных продуктов: учебное пособие / Т. И. Шингарева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 330 с.

Е. М. Валякина

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

КОЗЬЕ МОЛОКО - ВАЖНЫЙ ИСТОЧНИК ПОПОЛНЕНИЯ И РАСШИРЕНИЯ МОЛОЧНОСЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В статье рассмотрены преимущества козьего молока, как биоценного продукта, в том числе профилактического, для питания, определенных групп населения, проанализирована ситуация с выгодностью содержания молочнопродуктивных породных коз в мире и в республике и почему органолептические показатели козьего молока в нашей стране оцениваются ниже, чем коровьего. Внесены предложения по возможности перепрофилирования небольших молокоперерабатывающих предприятий на производство молочных продуктов из или с использованием козьего молока-сырья. Изложено состояние дел с освоением разработок по козьему питьевому молоку и козьему молоку-сырью для его производства.

Вкус и полезность молока человек оценил благодаря не коровьему, а козьему молоку, так как коз он сумел приручить намного раньше, чем других молокопроизводящих животных. Козье молоко за его полезные свойства с древних времен называли «соком жизни». Известный ученый древних веков Авиценна рекомендовал регулярно употреблять козье молоко, чтобы не демонстрировать внукам нелюбимых картин старческого маразма или слабоумия [1]. По результатам исследований установлено, что молоко козы, как продукт питания, более совместимо с физиологическими особенностями пищеварительной системы человеческого организма, чем коровье молоко [2]. Определенные диетологи и медицинские специалисты считают, что козье молоко благодаря высокому содержанию ряда жирных кислот может быть полезным в лечении желчекаменной болезни, расстройств пищеварения, детской эпилепсии. Оно способствует снижению содержания холестерина в крови, профилактике и лечению аллергий у детей [3].

По основным пищевым ингредиентам (белок, жир, углеводы) козье молоко близко к коровьему: в среднем в коровьем молоке содержится 3,2% белка, 3,4% жира, 4,7% углевода лактозы, а в козьем – 3,4, 3,8 и 5,0% соответственно. В козьем молоке несколько больше минеральных веществ, чем в коровьем, и большая их часть приходится на кальций, который нужен для нормального развития и состояния костной системы человека, и при этом он легко усваивается. Жир козьего молока белого цвета по причине наличия в нем витамина А белого цвета, в отличие от жирорастворимого провитамина, «бетта-каротина», желтого цвета, присутствующего в коровьем молоке. По своим свойствам козье молоко относят к наиболее ценным видам молока. Оно имеет ряд выгодных отличий от коровьего молока – жир и белок находится в легкоусвояемой форме, благоприятный для питания детей и людей пожилого возраста жировой, аминокислотный, витаминный и минеральный состав. Дети, которых поили козьим молоком, в последующие возрастные периоды имели более высокое умственное и физическое развитие, а также хорошее здоровье и стойкий иммунитет ко многим болезням, причем на протяжении всего трудоспособного возраста.

Природная «гомогенизация» козьего молока с точки зрения здоровья населения гораздо лучше, чем искусственно гомогенизированные молочные продукты из коровьего молока. При гомогенизации коровьего молока жировые шарики разбиваются, что позволяет ферментным веществам связываться с молочным жиром, образуя ксантинооксидазу, которая проникает сквозь кишечную оболочку и далее в кровяное русло. По своим окислительным свойствам данное вещество может провоцировать образование рубцов на сердце и артериях, что, в свою очередь, стимулирует поступление в кровь холестерина как защитного жирового материала для ремонта рубцов. Такое явление может иметь первопричину атеросклероза [4].

Кроме того, в козьем молоке гораздо больше глицероэфиров, которые важны для формирования нормального процесса пищеварения новорожденных. Оно содержит меньшее количество оротовой кислоты, чем коровье, что может играть немаловажную роль в предотвращении ожирения печени. В козьем молоке больше, чем в коровьем ненасыщенных жирных кислот (линолевой и леноленовой), которые повышают устойчивость организма к инфекционным заболеваниям и нормализуют холестериновый обмен, т.е. обладают противоатеросклеротическим действием [5].

В настоящее время население нашей республики со словом «молоко» ассоциирует «коровье». Однако в масштабах всего мира людей, пьющих козье молоко в натуральном виде, больше, чем натуральное молоко других видов животных. В мире насчитывается более 440 млн молочнопродуктивных коз. В основном оно потребляется в пищу в натуральном виде или перерабатывается в сыры в большей степени в смеси с коровьим и/или овечьим молоком.

Содержание высокопродуктивных молочных коз по затратам выгоднее по сравнению с содержанием крупного рогатого скота. Прокормить козу легче, чем корову: кроме любого травяного корма она довольствуется еще и веточным кормом, что нельзя сказать про корову. Особенно заметна разница в неблагоприятные по погодным условиям годы: сильная засуха, холодное дождливое лето, когда испытывается недостаток сочных травяных кормов. Для коровы необходим высококачественный травяной корм, а ветки деревьев она потребляет только в исключительных случаях полной бескормицы и при этом резко снижает удои. Одна коза, съедая немного и занимая мало площади при содержании, производит достаточно молока для потребностей семьи из 2-3 человек. Три породных молочных козы могут давать в сутки столько молока, сколько одна среднеудойная корова. В среднем 1000 л за лактацию дает

коза зааненской породы (около 6 л в день) и в среднем 3000 л за лактацию корова (около 18 л в день).

Козоводы обращают внимание на такие факты: среднее по численности стадо коз, пасущихся на запущенных и заросших кустарником сельскохозяйственных угодьях за один сезон способно привести данное угодье в нормальный для дальнейшего использования под сельскохозяйственные культуры вид, а козлы-производители, при их нахождении в период кормления в коровнике, оказывают положительное влияние на снижение гинекологических (мастит и др.) заболеваний у коров.

Несмотря на все достоинства козьего молока за последнее десятилетие поголовье коз в Республике Беларусь не превышает 70 тыс. голов. При этом в коллективных сельхозтоваропроизводящих предприятиях коз нет совсем. Население содержит коз в большинстве беспородных. У населения за счет близкородственного скрещивания наблюдается быстрое сведение достоинств молокопродуктивных породных животных к нулю. В результате повсеместно отмечается низкий уровень качества козьего молока от беспородных животных по органолептическим показателям, несмотря на то, что козы молочнопродуктивной зааненской и ряда других европейских пород способны давать молоко по вкусу и запаху, которое может конкурировать с коровьим, особенно при изготовлении сыров. Интерес к разведению коз проявляют в последнее время некоторые фермеры. Однако без современной организации сбора, использования и переработки козьего молока и обучения фермеров научно обоснованным приемам ведения козоводческого хозяйства расширения поголовья молочнопродуктивных коз в Беларуси ожидать сложно.

Козье молоко как ценный вид молочного сырья в республике практически не перерабатывается. Несмотря на благоприятные природно-климатические условия, козоводству в стране на государственном уровне практически не уделяется внимания. Очень слабо проводится научно обоснованная селекция молочных пород коз. Козье молоко используют

только для личных потребностей внутри индивидуальных хозяйств. В торговых предприятиях г. Минска реализуют по малодоступным населению ценам стерилизованное козье молоко, произведенное в Венгрии, Голландии, России и во многих случаях из восстановленного сухого козьего молока. Это молоко по биоценности находится на порядок ниже козьего молока свежесвыдоенного или подвергнутого щадящей низкотемпературной пастеризации (до 80 °С). Тем не менее, на такое козье питьевое молоко продолжает расти спрос, т.к. население его считает более безопасным, чем приобретенное у случайных козоводов. Но все же в большинстве случаев для лечения и профилактики у детей и другого населения пищевой аллергии и определенных отклонений физического и умственного развития люди приобретают козье молоко у случайных лиц, несмотря на то, что при этом проблематично провести оценку этого молока по качеству и пищевой ценности.

На основании производимого нами опроса, фермерские хозяйства не против расширения поголовья молочных высокопродуктивных коз в случае, если не будет сложностей со сбытом этого сырья. Организовать переработку молока внутри фермерских хозяйств пока сложно, так как очень высоки требования к организации его переработки внутри фермерского хозяйства со стороны структур государственного санитарного надзора. В настоящее время произведенные кустарным способом продукты из козьего молока можно реализовать только на рынке и только в ограниченном количестве. Однако на небольших и даже крупных молокоперерабатывающих предприятиях переработка козьего молока-сырья возможна.

Во Франции в 2001 г. насчитывалось 1065 тыс. коз и от них получено 343 тыс. т молока [5]. В европейских странах, таких как Франция, Греция, Италия, козье молоко используют для производства сыров и других молочных продуктов на небольших перерабатывающих предприятиях. Во Франции в 2001 г. произведено 64 тыс. т сыров с использо-

ванием козьего молока, что составляет более 3,5% от всего производства сыров в этой стране [6]. Сыры, в том числе элитные, изготовленные из козьего молока или козьего в сочетании с коровьим или овечьим, пользуются устойчивым спросом в странах Европейского Союза и США.

В настоящее время в республике выполняется Программа реструктуризации и технического перевооружения молокоперерабатывающей промышленности. В этой связи ряд небольших молокоперерабатывающих предприятий, малых цехов по переработке коровьего молока планируется закрыть или перепрофилировать, а коровье молоко перерабатывать на крупных специализированных заводах с целью снижения затрат на переработку молока и увеличения загрузки предприятий сырьем.

Ввиду того, что на планируемых к закрытию предприятиях имеется необходимое оборудование для первичной обработки и переработки молока в умеренных количествах, его можно задействовать на переработку козьего молока с вовлечением вторичного молочного коровьего сырья, как в жидком, так и в концентрированном (сгущенном или сухом) виде. При этом реально создание безотходной технологии изготовления сыров типа пастообразных без созревания и иной переработки козьего молока. Это позволит обеспечить рынок республики высокоценными сырами и другими продуктами на основе козьего молока.

Регулировать сезонность производства козьего молока легче, чем коровьего, в силу более доступной кормовой базы для коз. Следовательно, в несезонный период коровьего молока (осенне-зимний) возможно его дополнение козьим и равномерное насыщение рынка высокоценными молочными продуктами.

РУП «Институт мясо-молочной промышленности» и РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» приняли решение о необходимости расширения поголовья высокопродуктивных молочных коз и выполнения начального этапа работ по организации сбора козьего молока у населения и фермеров с целью его переработки в

молочные продукты. Среди таких продуктов, в первую очередь, должно быть питьевое молоко (пастеризованное), биоценные кисломолочные напитки (типа йогурт, кефир, ацидофилин и др.) и сыры. Также козье молоко необходимо использовать при производстве детского питания, в том числе овощных детских консервов, взамен используемого в них сейчас коровьего молочного сырья.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» (г. Жодино) в рамках выполнения работ по программе «Робелтрансген» организована ферма на 200–250 голов коз. На этой ферме имеется отделение по машинному доению коз. В процессе выполнения работ по племенному разведению молочнопродуктивных коз кормление и содержание их будет выполняться по научно-обоснованной программе. Приплод от породных коз в дальнейшем можно будет реализовывать населению и фермерам.

Ориентировочная годовая потребность в козьем молоке и продуктах на его основе для Беларуси – не менее 2000 тыс. л и 500 т соответственно. Данная потребность в настоящее время восполняется козьим молоком не всегда высокого качества и продуктами из козьего молока (питьевое молоко, сыры), произведенными кустарным способом в личных и фермерских хозяйствах, а также поставками продуктов из козьего молока из Венгрии, Германии, Франции и др. стран Европы. В силу отсутствия заметной конкуренции при устойчивом спросе можно констатировать, что стоимость козьего молока и продуктов с его использованием довольно высока и в 2–4 раза превышает стоимость коровьего молока и аналогичных продуктов из коровьего молока. Промышленное освоение производства и переработки козьего молока в Республике Беларусь позволит снизить цену на данные виды сырья и продукции.

При создании высокотехнологичных производств по переработке данного вида сырья возможен экспорт продукции с использованием козьего молока: питьевое молоко, кисломолочные напитки и сыры в Рос-

сию, Украину, другие страны СНГ, а при соответствующих требованиях к качеству и безопасности сырья и технологии производства – и в страны Дальнего зарубежья: Ближний Восток, европейские страны.

РУП «Институт мясо-молочной промышленности» разработал совместно с РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук по животноводству» ТУ на молоко козье для закупки и технологию его получения, ТУ на молоко козье питьевое и технологию его получения. В настоящее время идет процесс освоения разработки. Волковысское ОАО «Беллакт» первым проявило интерес и в 2008 г. начало закупку молока козьего по ТУ РБ 100377914.518-2005 и производство отечественного молока козьего питьевого по ТУ ВУ 100377914.529-2005. В процессе освоения разработки выявлены ряд особенностей козьего молока в периоды резкого похолодания при пастбищном и стойловом содержании. Установлено, что в это время козье свежесвыдоенное молоко имеет кислотность, превышающую верхнюю границу, установленную в ТУ РБ 100377914.518-2005, и в данном случае выдерживает высокотемпературную пастеризацию. В настоящее время это явление изучается, анализируется по информации из России и стран Европы и Прибалтики. По результатам исследований будет произведена актуализация ТУ РБ 100377914.518-2005.

Козье молоко признано важным источником молочного сырья во всем мире. Это сырье при учете квотирования производства коровьего молока и молочных продуктов на его основе может служить для нашей страны определенной базой для наращивания объемов производства сырья и снижения негативного влияния сезонности при производстве молочных продуктов высокого качества, в том числе для экспортных поставок.

Литература

1. Остроумова, Т. Л. Козье молоко – натуральная формула здоровья / Т. Л. Остроумова, Г. В. Фриденберг и др. // Молочная промышленность.– 2005.– № 8.– С. 69–70.
2. Протасова, Д. Г. Свойства козьего молока / Д. Г. Протасова // Молочная промышленность.– 2001.–№ 8.– С. 25–26.
3. Grandpierre, Catherine. Биохимическое исследование козьего молока. / Catherine Grandpierre, J. Ghisolfi, J. P. Thouvenot // Cah. Nutr. Et diet.–1988.– V. 23. –№ 5.– С. 367–374.
4. Орехов, А. А. Достоинства козьего молока при питании и лечении. / А. А. Орехов // Овцеводство.– 1992.– № 5, 6.
5. Целебное козье молоко.// РИПОЛ классик, ПРЕСТИЖ книга. – Москва.– 2005. –64 с.
6. Ерохин, А. И. Современное состояние козоводства в мире. / А. И. Ерохин, С. А. Ерохин // Овцы, козы и шерстяное дело. – Россия.– 1999.– №2.– С.38–40.

Т. Л. Шуляк¹, к.т.н., Т. М. Гапеева¹, В. А. Шуляк¹, д.т.н., Т. А. Радзивило-
вич², В. В. Кузьменков¹

УО «Могилевский государственный университет продовольствия»¹
ОАО «Поставский молочный завод»²

МОЛОКО «АППЕТИТНОЕ» – НОВЫЙ ВИД ПИТЬЕВОГО МОЛОКА

Разработана технология обезжиренного и низкожирного питьевого молока повышенной пищевой ценности за счет обогащения составными частями сухого обезжиренного молока. Изучен состав и свойства разработанного молока, обоснованы режимы тепловой обработки при его производстве. Показана необходимость гомогенизации низкожирного питьевого молока с повышенным содержанием сухого обезжиренного молочного остатка. Разработаны проекты технических нормативных правовых актов на питьевое молоко повышенной пищевой ценности «Аппетитное». Опытные-промышленные испытания технологии питьевого молока «Аппетитное» показали возможность производства разработанного молока на предприятиях молочной промышленности.

Термин «питьевое» утвердился по всему миру за коровьим молоком, которое подвергнуто термообработке и предназначено для непосредственного употребления в пищу. Разные виды питьевого молока различаются между собой по содержанию жира, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), наполнителей и способу тепловой обработки [1].

В последние годы возрастает спрос населения в молочных продуктах пониженной жирности, в том числе в молоке питьевом [2]. Однако питьевое молоко с невысоким содержанием жира обладает недостаточно выраженным вкусом, что снижает его потребительские свойства. Для улучшения вкусовых качеств низкожирного питьевого молока и повышения пищевой ценности в молоко вносят различные наполнители.

На кафедре «Технология молока и молочных продуктов» Могилевского государственного университета продовольствия разработана технология питьевого молока «Аппетитное» обезжиренного и низкожирного

(с массовой долей жира 1,0 и 1,5%) с повышенным содержанием СОМО. Более высокое содержание СОМО достигается за счет использования при производстве готового продукта сухого обезжиренного молока (СОМ).

На начальном этапе осуществляли подбор оптимального соотношения натурального и сухого обезжиренного молока. СОМ вносили в молоко в следующих концентрациях: 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 6 и 7%. Для лучшей гидратации белков сухое обезжиренное молоко предварительно восстанавливали в небольшой части обезжиренного или нормализованного молока при температуре 40–45 °С, смесь выдерживали 30–40 мин, фильтровали, добавляли к основной массе молока и после тщательного вымешивания пастеризовали при 76 °С в течение 20 с. После охлаждения до 20 °С технологический процесс считали законченным. Полученные образцы различной жирности оценивала дегустационная комиссия Могилевского государственного университета продовольствия и дегустационная комиссия ОАО «Поставский молочный завод».

На основании проведенной дегустации предпочтение было отдано питьевому молоку с 4,0%-ным содержанием СОМ. Готовый продукт имел белый, равномерный по всей массе цвет, чистый, молочный, сладковатый с привкусом пастеризации вкус, однородную, без комочков, консистенцию. Следует отметить, что образцы с меньшей концентрацией СОМ имели слабовыраженный «пустой» вкус, а образцы с большей концентрацией СОМ – излишне выраженный привкус составных частей молока. Самые низкие оценки получило питьевое молоко с концентрацией СОМ 6,0 и 7,0%.

Изучены физико-химические свойства и химический состав обезжиренного и низкожирного питьевого молока с добавлением СОМ в количестве 4% от массы молока. В качестве контроля использовали молоко без добавления СОМ.

Из таблицы 1 видно, что при добавлении СОМ титруемая кислотность питьевого молока возрастает. Активная кислотность опытных образцов незначительно отличается от контроля, что, по-видимому, связано с усилением буферных свойств молока за счет повышения содержания в нем белков и солей [3].

Таблица 1 – Физико-химические свойства питьевого молока различной жирности

Показатель	Обезжиренное молоко		Молоко 1%-ной жирности		Молоко 1,5%-ной жирности	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Титруемая кислотность, °Т	18	25	18	25	18	25
Активная кислотность, ед. рН	6,63	6,55	6,62	6,54	6,63	6,55
Буферная емкость по щелочи, см ³	1,40	1,93	1,40	1,87	1,40	1,93
Буферная емкость по кислоте, см ³	1,95	1,60	1,95	1,55	2,10	1,60
Температура замерзания, °С	-0,540	-0,723	-0,520	-0,730	-0,520	-0,722
Плотность, кг/м ³	1031	1043	1030	1042	1029	1042
Динамическая вязкость, мПа·с	1,20	1,39	1,25	1,47	1,35	1,54

Таблица 2 – Химический состав питьевого молока различной жирности, массовая доля, %

Показатель	Обезжиренное молоко		Молоко 1%-й жирности		Молоко 1,5%-й жирности	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Сухих веществ, %	8,90	11,99	9,69	12,47	10,29	13,12
СОМО, %	8,85	11,94	8,69	11,47	8,79	11,62
Общего белка, %	3,35	4,75	3,31	4,66	3,27	4,61
Казеина, %	2,80	4,00	2,78	3,86	2,75	3,84
Лактозы, %	4,62	6,70	4,66	6,50	4,63	6,56
Золы, %	0,72	1,00	0,70	0,99	0,73	0,99
Кальция, %	106,4	130,0	104,8	128,0	108,6	131,2
Витамина С, мг%	0,54	0,69	0,56	0,65	0,54	0,65

Плотность и вязкость опытных образцов молока выше, чем контрольных. Плотность увеличивается в среднем на 12–13 кг/м³, а вязкость – на 0,19–0,22 мПа·с. Это связано с тем, что опытные образцы имеют более высокое содержание сухих веществ, также на вязкость влияет содер-

жание жира в молоке, поэтому чем больше массовая доля жира в образцах, тем выше вязкость. Буферная емкость по щелочи у контрольных образцов ниже, чем у опытных, а буферная емкость по кислоте, наоборот, выше. Это связано с более высокой титруемой кислотностью опытных образцов. Температура замерзания образцов с повышенным содержанием СОМО ниже в среднем на 0,2 °С по сравнению с контрольными образцами, что можно объяснить высоким содержанием в них низкомолекулярных соединений, в первую очередь лактозы и солей.

Данные таблицы 2 показывают, что содержание основных составных частей молока выше у опытных образцов, чем у контрольных. Так, в опытных образцах содержание сухих веществ и СОМО возрастает примерно в 1,3 раза; белка и лактозы – в 1,4 раза; кальция – в 1,2 раза; золы – в 1,4 раза, содержание витамина С увеличивается в среднем на 0,09-0,15 мг%.

Увеличение содержания всех сухих веществ в опытных образцах молока свидетельствует о том, что эти виды молока обладают повышенной пищевой и биологической ценностью.

Энергетическая ценность опытных образцов выше в среднем на 13–14 ккал, чем контрольных, что связано с увеличением содержания в молоке, обогащенном СОМ, белка и лактозы. Следовательно, предлагаемое молоко является низкожирным диетическим продуктом, при этом ничем не проигрывает натуральному молоку по вкусу, и является хорошим источником питательных веществ, необходимых человеку.

Питьевое молоко с добавлением СОМ содержит повышенное содержание сухих веществ, а следовательно, имеет и более высокую вязкость по сравнению с обычным питьевым молоком. В ходе работы были измерены вязкости опытного и контрольного образцов молока при следующих температурах: 20, 35, 50, 65, 80 и 90 °С. Опытным образцом являлось молоко 1,5%-ной жирности с добавлением СОМ в количестве 4,0%, контролем – молоко без добавления СОМ.

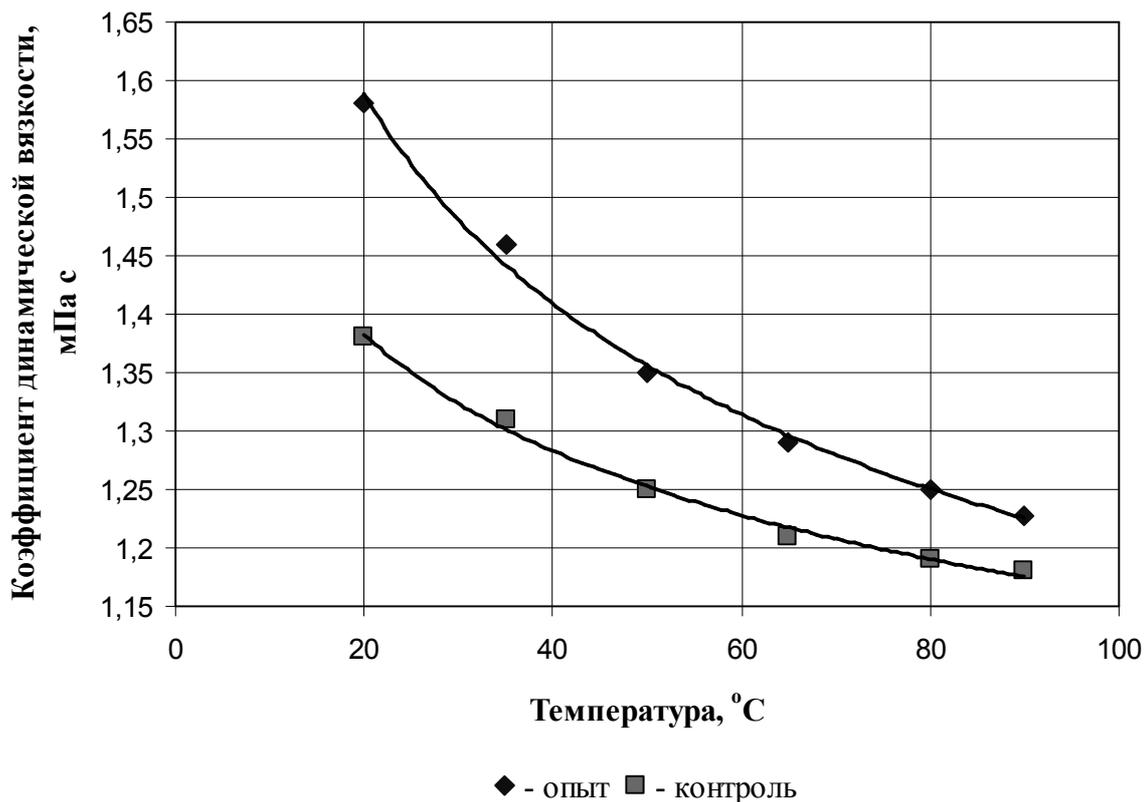


Рисунок 1 – Изменение вязкости молока в зависимости от температуры

Из рисунка 1 видно, что опытное молоко имеет более высокое значение вязкости во всем интервале температур.

Известно, что с повышением вязкости молока возрастает и гидравлическое сопротивление при движении его в трубах и каналах теплообменных аппаратов [4]. Данный фактор приводит к увеличению энергозатрат при производстве продукта. Если предположить, что трубопровод, по которому движется молоко, имеет постоянное поперечное сечение, то скорость жидкости постоянна по длине трубопровода и полное гидравлическое сопротивление сети Δp_c рассчитывается по формуле

$$\Delta p_c = \frac{\omega^2 \rho}{2} \cdot \left(1 + \frac{\lambda L}{d_3} + \sum \zeta \right) + \rho g h_{\text{под}} + (p_2 - p_1),$$

где $\frac{\omega^2 \rho}{2}$ – удельная кинематическая энергия потока жидкости, Па;

$\frac{\omega^2 \rho}{2} \cdot \left(\frac{\lambda L}{d_3} \right)$ – потери давления на трение по длине трубопровода, Па;

$\frac{\omega^2 \rho}{2} \cdot \sum \zeta$ – потери давления на преодоление местных сопротивлений, Па; $\rho g h_{\text{под}}$ – удельные затраты энергии на подъем жидкости на высоту $h_{\text{под}}$, Па; $(p_2 - p_1)$ – дополнительные затраты на преодоление противодействия в заборной и напорной емкостях, Па.

Коэффициент гидравлического трения (λ) и сумма коэффициентов местных сопротивлений ($\sum \zeta$) являются функцией числа Рейнольдса (Re), с которым они связаны обратно пропорциональной зависимостью

$$\sum \zeta, \lambda = \frac{A}{\text{Re}^n}$$

(A и n – эмпирические коэффициенты).

Число Рейнольдса определяется по формуле

$$\text{Re} = \frac{\omega d \rho}{\mu},$$

где ω – средняя скорость потока, м/с; d – диаметр трубопровода, м; ρ – плотность жидкости, кг/м³; μ – коэффициент динамической вязкости, Па·с.

Таким образом, в случае увеличения коэффициента динамической вязкости в системе возрастает и полное гидравлическое сопротивление, и наоборот.

Как видно из рисунка 1, с увеличением температуры молока (T) его динамическая вязкость (μ) снижается:

для контроля $\mu = 1,91/T^{0,108} (R^2 = 0,9946);$

для опытного образца $\mu = 2,66/T^{0,172} (R^2 = 0,9953)$

(R^2 – достоверность аппроксимации).

Традиционное питьевое молоко пастеризуется при температуре $(76 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 20 с. Так как молоко с добавлением СОМ имеет большую вязкость, чем контрольный образец, его целесообразнее пастеризовать при более высокой температуре. Это позволит снизить вязкость молока, что, в свою очередь, приведет к снижению гидравлического сопротивления в трубах и каналах пастеризатора. Кроме того, с понижен-

ем вязкости увеличивается коэффициент теплоотдачи, что позволяет вести процесс пастеризации более эффективно.

С целью подбора оптимальной температуры пастеризации молока проводили органолептическую оценку образцов, пастеризованных при различных температурах. Для дегустации были приготовлены образцы молока обезжиренного и 1,5%-ной жирности с добавлением СОМ в количестве 4,0%. Пастеризацию молока осуществляли при температурах 76, 80, 85, 90 °С в течение 20 с. Опытные образцы молока, пастеризованные при температуре 80 °С, получили при дегустации самые высокие оценки, так как имели наиболее приятный вкус и запах, свойственный пастеризованному молоку. Образцы молока, как обезжиренного, так и 1,5%-ной жирности, пастеризованные при температуре 90 °С, получили самые низкие оценки, поскольку имели неприятный привкус.

В опытных образцах измеряли также титруемую кислотность до и после пастеризации. Установлено, что пастеризация при традиционном режиме (температура 76 °С) не влияет на кислотность опытного образца. При более высоких температурах пастеризации (80 °С и выше) титруемая кислотность образцов снижается в среднем на 0,9–1,3 °Т, что можно объяснить уменьшением количества растворенных газов (преимущественно углекислого газа) и разрушением витамина С. Таким образом, более высокие температурные режимы пастеризации по сравнению с традиционным предпочтительнее для предлагаемого питьевого молока, так как обеспечивают запас качества молока по кислотности.

На основании серии проведенных опытов по определению органолептических показателей, титруемой кислотности до и после пастеризации, динамической вязкости молока при различных температурах можно заключить, что температура пастеризации 80°С в течение 20 с является наиболее предпочтительной. При таком режиме пастеризации наблюдаются наиболее приятные вкус и запах предлагаемого молока, отмечается

некоторое снижение титруемой кислотности, а также обеспечивается лучшая эффективность работы теплообменного оборудования.

В производственных условиях ОАО «Поставский молочный завод» изучали влияние гомогенизации на свойства питьевого молока. Исследовали молоко 1,5%-ной жирности, пастеризованное при температуре (80 ± 2) °С в течение 20 с и гомогенизированное при давлении 10–15 МПа и температуре (80 ± 2) °С. Контролем служило пастеризованное негомогенизированное молоко.

В результате эксперимента было установлено, что гомогенизация оказывает положительное влияние на органолептические показатели молока. Гомогенизированное молоко отличалось более «полным» и насыщенным вкусом по сравнению с контролем, на первые сутки после выработки оно имело ровный однородный цвет и консистенцию. В негомогенизированном молоке наблюдался небольшой слой отстоявшихся сливок, а часть отстоявшегося жира в виде мелких комочков ощущалась во рту.

В связи с этим было проведено исследование по определению количества отстоявшегося жира в процессе хранения молока. Образцы молока 1,5%-ной жирности гомогенизированного и негомогенизированного отбирали в колбы вместимостью 500 см³ и помещали в бытовой холодильник. В течение 10 сут ежедневно измеряли высоту столбика отстоявшегося молочного жира на поверхности молока в колбах.

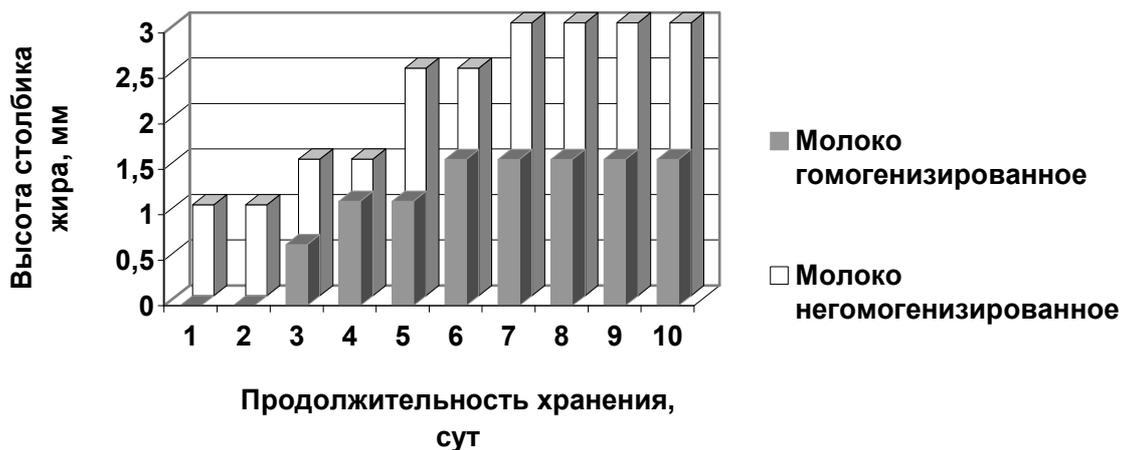


Рисунок 2 - Отстой жира в молоке в процессе хранения

В результате исследования было установлено, что в гомогенизированном молоке только на третьи сутки хранения появилась тонкая пленка из сливок (0,5 мм) на поверхности молока, тогда как в негомогенизированном молоке уже на первые сутки после выработки на поверхности обозначился значительный слой отстоявшихся сливок (1 мм).

Отмечено, что после 7 сут хранения увеличения высоты столбиков жира как в гомогенизированном, так и в негомогенизированном молоке не наблюдалось, отстоявшийся жир на поверхности молока лишь приобрел плотную консистенцию.

Из рисунка 2 видно, что в гомогенизированном молоке разделение фаз жир – молоко происходит гораздо медленнее. Можно предположить, что в результате гомогенизации жировые шарики раздробились настолько, что удерживаются в массе молока другими составными его частями и не всплывают на поверхность в течение длительного времени. Полученные данные подтверждают необходимость гомогенизации низкожирного питьевого молока с повышенным содержанием СОМО.

Разработаны проекты технических нормативных правовых актов (ТНПА) на питьевое молоко «Аппетитное» обезжиренное, 1,0%- и 1,5%-ной жирности (технические условия, технологическая инструкция, рецептуры). Проведены опытно-промышленные испытания технологии

питьевого молока повышенной пищевой ценности на ОАО «Поставский молочный завод», которые показали возможность производства разработанного молока на предприятиях молочной промышленности. Подобные виды молока в настоящее время в Республике Беларусь не вырабатываются. От известного белкового молока молоко «Аппетитное» отличается содержанием СОМ в составе продукта, массовой долей жира, технологическими режимами производства.

Литература

1. Твердохлеб, Г. В. Технология молока и молочных продуктов: учебник / Г. В. Твердохлеб, Г. Ю. Сажин, Р. И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 616 с.
2. Петровский, К. С. Азбука здоровья: о рациональном питании человека / К. С. Петровский. – М.: Знание, 1982. – 308 с.
3. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К. К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.
4. Стабников, В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств / В. Н. Стабников, В. М. Лысянский, В. Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 503 с.

*К. В. Обьедков, к.т.н., И. Б. Фролов, Е. В. Бадытчик
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА СЫРОВ ПО ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Сыр рассматривается как один из ценнейших продуктов питания. Благодаря высокой пищевой и биологической ценности, сбалансированному составу основных компонентов, широкому спектру органолептических показателей, он должен входить в постоянный рацион питания различных категорий и возрастных групп населения.

Ведутся работы, направленные на интенсификацию процесса производства сыров, в частности с целью сокращения срока созревания.

Разрабатываемая новая ресурсосберегающая технология, будет иметь ряд преимуществ над существующими (в первую очередь это улучшение экономических показателей за счет регулирования продолжительности созревания, а также более рациональное использование сырья за счет использования всех составных частей молока).

Молоко и молочные продукты играют исключительно важную роль в рационе питания человека. Среди них сыр занимает особое место. Приемы его изготовления позволяют концентрировать представляющие наибольшую ценность жировую и белковую части молока, а затем сохранять этот концентрат в течение длительного периода времени. В сыре в большом количестве содержатся такие необходимые для жизни вещества, как белки и жиры, минеральные соли, витамины, микроэлементы. Минеральных солей, в частности кальциевых, так необходимых организму человека, в сыре больше, чем в любом другом продукте повседневного потребления. Сыр внесен в перечень диетических продуктов, его по праву называют белково-жировым концентратом молока, поскольку если в молоке содержание жира составляет в среднем 3,8%, то в сыре – 20–30, белка, 3,3 и 20–25% соответственно.

Высокая питательная ценность сыра обусловлена не только тем, что он содержит большое количество белка, молочного жира, минераль-

ных солей, витаминов, но и тем, что он хорошо усваивается организмом. Усвояемость белков и жира, содержащихся в сыре, достигает 95–97% [1].

В молочной промышленности Республики Беларусь сыродельная отрасль занимает особое место. Сыры пользуются неизменным спросом у населения республики и являются предметом экспорта.

Следует отметить, что ассортимент выпускаемой продукции является одним из главных показателей, отражающих благополучие любой пищевой отрасли промышленности. Несомненно, это относится и к сыроделию. Традиционно основу ассортимента сыров составляют полутвердые сыры с низкой температурой второго нагревания. До 90-х годов ассортимент натуральных сыров насчитывал около 100 наименований, половину из которых составили сыры вышеназванной группы. Середина 1990-х годов была самым худшим периодом для сыроделия за всю историю его развития, что нашло отражение и в ассортименте: он был весьма невелик и насчитывал всего несколько десятков наименований. И по-прежнему в этот период «самыми распространенными» были полутвердые сыры с низкой температурой второго нагревания.

Однако, несмотря на сравнительно большой ассортимент всех сыров, востребованными остаются как на внешнем, так и на внутреннем рынке традиционные классические (60–70% от всех сыров): «Российский», «Пошехонский», «Костромской», «Буковинский», «Русский», «Волжский», «Монастырский», «Адыгейский» и др. Новые виды сыров с большим трудом пробивают себе путь даже на внутреннем рынке, не говоря уже о внешнем. Здесь наши упущения и недоработки в рекламе и маркетинге и т. д. [2].

В то же время в большинстве стран с развитой молочной промышленностью сыроделие является одной из динамично развивающихся отраслей. Спрос на сыры постоянно растет, увеличиваются объемы их производства, совершенствуется ассортимент. В вышеназванных странах на

производство сыров расходуется от 20 до 50% и более молока. В нашей республике – не более 16%.

Мировое производство сыра в настоящее время составляет более 18,1 млн т в год, ежегодный прирост составляет 2,5–3,0%. Рост доминирует в Европе, где производится около 40% сыров, а также в США, Австралии и Новой Зеландии, которые тоже являются крупнейшими производителями этого продукта. Такой рост производства объясняется продолжающимся постоянным увеличением потребления сыров [3].

Проводимые в мире исследования позволяют постоянно совершенствовать технологию сыроделия, повышать пищевую ценность сыров, оздоровительное действие, внешнюю привлекательность. Создаются технологии сыров длительного хранения, с пониженной жирностью, быстро созревающие, ароматизированные и др. [4].

Изучение процесса производства сычужных сыров в Республике Беларусь показало, что в сыродельной отрасли создан огромный производственно-технический потенциал, который позволил за 20 лет (1970-1990 гг.) увеличить производственные мощности в 2,5 раза, а выработку сычужных сыров – в 3,7 раза.

Существенные изменения произошли в технике и технологии сыроделия. Получило широкое распространение применение новых бактериальных заквасок и препаратов, формование сыров в специальных аппаратах, бессалфеточное прессование в перфорированных формах, посолка в контейнерах, созревание в полимерных пленках и ряд других прогрессивных новшеств, дающих значительный экономический эффект. Это было достигнуто благодаря строительству новых крупных сыродельных предприятий, концентрации производства, реконструкции действующих заводов, внедрению новой техники и технологии и т.д.

Критически оценивая состояние дел в республике по производству сыра, следует отметить, что, несмотря на определенные успехи, наша сыродельная промышленность в значительной степени отстает от многих

передовых зарубежных стран (в том числе наших соседей — Польши, Литвы, Латвии) по таким показателям, как качество и ассортимент, промышленная переработка молока на сыр, производительность труда, потребление сыра на душу населения, экспорт продукции и т.д. Характеризуя общую ситуацию в сыроделии, следует отметить, что ее уровень уступает достигнутому в странах развитого сыроделия по глубине переработки молока, качеству, ассортименту и упаковке продукции, производительности труда, степени механизации и автоматизации производства.

Однако за последние пять лет в белорусской молочной промышленности произошли значительные изменения. Они создали благоприятные условия для внедрения интересных продуктов с новыми потребительскими свойствами. С одной стороны, улучшилось качество заготавливаемого молока, с другой, на многих заводах осуществлена серьезная реконструкция производственных мощностей, с третьей – появилось большое число новых компонентов и упаковочных материалов [5].

Следует отметить, что современный уровень развития сыродельной отрасли предопределил необходимость интенсификации производства твердых сычужных сыров на основе использования принципиально новых продуктов к анализу современных технологий. Конкретного научного решения требует проблема систематизации данных, накопленных учеными в результате многолетних экспериментальных работ и до сих пор не опубликованных из-за отсутствия комплексного подхода к анализу исследовательского материала, поскольку только при дифференцированной обработке полученных данных может быть реализован принцип «в науке не бывает отрицательных результатов».

Многие исследователи уделяли серьезное внимание моделированию воздействия отдельных факторов на выходные и промежуточные характеристики сыров. Практически каждый из них использовал математические модели различной степени сложности. Несмотря на огромный фактический материал и многократные попытки его анализа в виде ма-

тематических зависимостей, до сих пор не удалось создать модель, адекватно описывающую формирование физико-химических и органолептических характеристик сыра.

Наиболее распространен метод, основанный на использовании результатов обработки полнофакторного или дробнофакторного эксперимента. Он позволяет быстро и достаточно точно провести анализ влияния возмущающих факторов на эксцесс, особенно в случае безразмерного выражения фактора [6].

От состава и свойств молока зависит направление технологического процесса производства сыра и развитие микробиологических и биохимических процессов, в результате которых создается вкусовой букет, свойственный сыру того или иного вида. В связи с этим проводятся исследования, направленные на разработку новых и усовершенствование уже существующих методов контроля качества молока, идущего на производство сыра.

Постоянно создаются новые виды оборудования, а также ведутся работы по совершенствованию существующего оборудования и технологий. Многие из современных технологических решений основаны на применении специального оборудования, позволяющего реализовать те или иные технологические приемы (специальные устройства для термостатирования, гомогенизаторы, роторно-пульсирующего типа или ультразвуковые, автоматизированные и высокомеханизированные формовочные аппараты для сырной массы, высокопроизводительные дозаторы для дозирования сырного зерна, аппараты для вакуумной упаковки и упаковки в среде модифицированного газа). Для предприятий небольшой производительности существует возможность создания оригинальных вариантов технического оснащения, позволяющих выработать уникальные сыры. Здесь могут найти применение модульные прессы, сыродельные ванны небольшой вместимости, модульные секции для посолки сы-

ров методом орошения и целый ряд других аппаратов для производства сыров [1].

Необходимо оборудование для реализации новых технологических процессов (например, посолка сырного зерна сухой солью), для добавки специальных компонентов (ингредиентов), придающих дополнительные свойства изготовленным продуктам (лечебно-профилактические, длительная сохранность продукта, выраженность вкуса и т.д.).

Основной эффект от создания и освоения новой техники состоит в возможности разработки новой гаммы продуктов с высоким уровнем рентабельности. При этом эффект получается сверхсуммарным, т. е. превышающий отдельные эффекты от внедрения новой техники и от новой технологии, поскольку реализация новых технологических процессов в специальных аппаратах дает возможность придать дополнительные потребительские свойства продукту и повысить рентабельность производства.

Таким образом, проанализировав представленный материал, можно сделать вывод о множестве направлений исследования в области сыроделия, однако хотелось бы остановиться на сокращении сроков созревания как наиболее важном направлении.

В производственном цикле получение сыров с низкой температурой второго нагревания созревание продукта – наиболее длительный процесс. Во время созревания в сырной массе происходят сложные преобразования ее составных частей (лактозы, белка, жира), в результате которых формируются органолептические показатели продукта. Для того чтобы уменьшить срок созревания сыра, нужно ускорить процесс развития бактерий.

Эта проблема остается весьма острой. Выработка сыров с хорошими органолептическими свойствами при непродолжительном сроке созревания позволит улучшить технические показатели предприятий, по-

высить оборачиваемость камер созревания и, как следствие этого, увеличить объемы производства сыра.

Сыры отличаются друг от друга технологическими параметрами, микробиологическими и биохимическими процессами, органолептическими показателями, химическим составом, формой и массой.

Ведутся работы, направленные на интенсификацию процесса производства сыров, в частности с целью сокращения срока созревания.

Основные факторы, определяющие видовые особенности сыров, производимых по этой технологии, следующие:

- применение бактериальной закваски мезофильных молочнокислых бактерий и мезофильных молочнокислых палочек *L. Plantarum*.

- использование ферментного препарата кислой фосфатазы (допускается изготовление сыра без использования фосфатазы);

- выдерживание смеси при температуре свертывания до нарастания необходимой кислотности;

- удаление части сыворотки, внесение пастеризованной и охлажденной воды;

- проведение второго нагревания;

- внесение после второго нагревания соли в виде пастеризованного и отфильтрованного раствора [7].

Основные технологические режимы и параметры производства сыров по интенсивной технологии близки к режимам и параметрам сыров одноименных названий по традиционным технологиям.

Выработка сыров по интенсивной технологии предусматривает нормализацию натурального молока восстановленным СОМ, что позволяет экономить до 60% натурального обезжиренного молока. Вследствие короткого срока созревания сыров значительно сокращается уход за сырами в камерах созревания и уменьшаются такие отходы, как зачистка при обработке сыра. Эти потери возможно и совсем исключить, если со-

зревание сыров производить в пакетах из полимерной пленки, при этом значительно увеличивается срок годности сыров – до 120 сут.

Доказано, что сыры с ускоренным сроком созревания с низкой температурой второго нагревания можно получать при использовании специальных заквасок и регулировании технологических параметров производства сыра. Так, применение бактериальных заквасок, включающих штаммы молочнокислых стрептококков с высокой липазной и слабой фосфолитической активностями, способствует улучшению органолептических показателей сыров. Отмечается, что такая микрофлора одновременно с активизацией процессов гидролиза триацилглицеридов и накоплением продуктов их ферментации усиливает протеолитические процессы. Использование термофильных молочных палочек активизирует процесс гидролиза белка в созревающем сыре, при этом содержание растворимого азота в месячном сыре повышается на 13,9%, небелкового растворимого азота – на 12,9%, аминного азота – на 14,5%. Применение названных выше бактериальных препаратов, оптимальных режимов посолки, а также созревания с изменением температуры окружающей среды позволяют сократить продолжительность получения готового продукта. При этом качество сыра улучшается и в нем активно происходит процесс накопления вкусовых и ароматических веществ.

Способ посолки также влияет на интенсивность накопления в сырах продуктов распада белков. При нахождении сыра в рассоле в нем происходят два взаимоположных по своей направленности процесса: диффузия соли из раствора в сырную массу и осмотическое перемещение воды из сыра в рассол. Эти процессы в основном зависят от концентрации поваренной соли в рассоле, его температуры и кислотности, а также от массовой доли влаги в сыре, его размеров, степени замкнутости поверхностного слоя и других факторов.

Выработка сыров по интенсивной технологии позволяет повысить эффективность производства за счет сокращения в 1,5–2,0 раза сроков

созревания сыров, повышения на 5–7% выхода сыра, экономии на 25–30% молокосвертывающего фермента. Оптимизация технологических параметров при выработке твердых сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания является наиболее экономически выгодным направлением сокращения срока созревания сыров.

Технология производства сыра весьма консервативна и изначально основана на использовании естественных процессов, поэтому совершенствование технологии производства сыров направлено на механизацию и автоматизацию традиционных технологических процессов. Это касается трудоемких способов производства сыров – формования, прессования, посолки, ухода за сыром при созревании. Целый ряд проведенных научно-исследовательских работ, основанных на новейших достижениях в области биотехнологий, процессов производства сыра, позволяет создать технологические комплексы с высокой эффективностью при их внедрении.

Интенсивные технологии производства сыров позволяют получать сыры хорошего качества в 30-суточном возрасте, экономить натуральное молочное сырье (обезжиренное молоко), рационально использовать площади камер созревания, ускорить оборот денежных средств, обеспечить стабильную работу предприятий в течение всего года, расширить ассортимент выпускаемых сыров [7].

Литература

1. Мори́на, Г. В. Что мы знаем о сыре. / Г. В. Мори́на // Молочная промышленность.–1997.–№ 2.–с. 2–3.
2. Обьедков, К.В. Новые направления развития сыродельной отрасли Белоруссии. / К. В. Обьедков // Сыроделие и маслоделие.–2006.–№ 1.–С. 21–22.
3. Винтоняк, В. Д. Сыроделие Украины. / В. Д. Винтоняк // Молочная промышленность.–2006.–№ 1.–С. 26–28.

4. Шергина И.А. Перспективы развития ассортимента сыров в России // Переработка молока.–2006.–№12.–С. 30–33.

5. Обьедков, К. В. Больше хороших сыров. / К. В. Обьедков // Продукт ВУ.–2008.–№ 6.– С. 22.

6. Майоров, А. А. Научный подход к проектированию технологий производства сыров. / А. А. Майоров // Переработка молока.–2006.–№ 5.–С. 28–29.

7. Фильчакова, С. А. Прогрессивные технологии и современное оборудование в сыроделии России: сб. материалов междунар. науч.-практ. семинара.–Углич: ГНУ ВИИМС, 2006.–С. 100-105.

*К. В. Объедков, к.т.н, И. Б. Фролов, Т. Н. Борисенкова,
Ю. М. Здитовецкая
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

МОЛОКОСВЕРТЫВАЮЩИЕ ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО И ВЫХОД СЫРА

При производстве сычужных сыров первостепенная роль принадлежит молокосвертывающим ферментным препаратам, используемым для получения сычужного сгустка. Правильно подобранный к выпускаемому ассортименту сыров молокосвертывающий препарат является одним из действенных рычагов повышения качества продукции и улучшения экономики сыродельного производства. Выбор молокосвертывающего фермента является ключевым решением при производстве сыров, так как он определяет и выход, и вкусовые характеристики готового продукта.

Поэтому изучение и анализ различных видов молокосвертывающих ферментных препаратов, их качества, состава, рассмотрение вопросов по их стандартизации и роли в сыроделии является в настоящее время актуальной задачей.

В ходе проведенных исследований было установлено, что наиболее оптимальным при производстве сыров ферментным препаратом является СГ-50, что объясняется наиболее низким расходом нормализованной смеси, затраченной на производство сыра, низкой стоимостью препарата, высокими качественными и вкусовыми характеристиками вырабатываемого сыра.

Производство сыров надлежащего качества и развитие сыроделия невозможны без проведения научных исследований по совершенствованию технологии и повышения качества твердых сыров, по изучению физиолого-биохимических свойств молочнокислых бактерий, по культивированию бактериальных концентратов, изысканию стимуляторов микробиологических и биохимических процессов, в целях сокращения сроков созревания, создания новых видов сыра, и, конечно, большое внимание уделяется молокосвертывающим ферментным препаратам, применяемым в сыроделии.

В настоящее время рынок предлагает большой выбор молокосвертывающих препаратов как отечественных, так и зарубежных производителей, и сыроделам порой трудно разобраться в их многообразии, особенно в качестве. Правильно подобранный к выпускаемому ассортименту сыров молокосвертывающий препарат является одним из действенных рычагов повышения качества продукции и улучшения экономики сыродельного производства. Выбор молокосвертывающего фермента является ключевым решением при производстве сыров, так как он определяет и выход, и вкусовые характеристики готового продукта [1, 2].

Поэтому изучение и анализ различных видов молокосвертывающих ферментных препаратов, их качества, состава, рассмотрение вопросов по их стандартизации и роли в сыроделии является в настоящее время актуальной задачей.

Подбор молокосвертывающего фермента. При выборе коагулирующих молоко ферментов специалисты предприятий молочной промышленности должны четко представлять, что молокосвертывающие ферменты в сыре наряду с первичной реакцией коагуляции ответственны за образование продуктов протеолиза, имеющих длинную полипептидную цепь. Эти продукты растворимы при рН 4,6 и осаждаются трихлоруксусной кислотой (ТХУ). Данные ферменты образуют незначительное количество продуктов протеолиза, растворимых в ТХУ. Протеолиз под действием химозина вызывает начальное размягчение структуры сырного теста, дальнейшее ее изменение происходит под комбинированным воздействием коагулирующих ферментов и бактериальных протеиназ заквасочной микрофлоры. В сырах с высокой температурой второго нагревания в связи с высокой степенью инактивации химозина при температуре второго нагревания роль молокосвертывающих препаратов при созревании выполняет нативная протеиназа молока (плазмин), большое количество которой из-за высоких значений рН во время обсушки зерна остается в сгустке.

Вторичный протеолиз, происходящий под действием молокосвертывающих ферментов, влияет на вкус сыра несколькими путями. Так, некоторые пептиды, образующиеся в результате этого протеолиза, имеют низкую молекулярную массу, и большинство из них непосредственно не влияют на вкус сыра. Однако часть из них имеет горький вкус, поэтому применение молокосвертывающих ферментов с высокой протеолитической активностью может вызвать появление горечи. Крупные пептиды являются субстратами для протеиназ и пептидаз микрофлоры закваски, под действием которых в сырах образуются вкусовые и ароматические соединения.

Широкий ассортимент молокосвертывающих препаратов, отсутствие объективной информации об их составе и свойствах порой озадачивают мастеров сыродельных предприятий. В такой ситуации выбор препарата обусловлен его ценой, а не качеством. При этом мало кто подбирает ферментный препарат с учетом ассортимента вырабатываемых сыров.

Судя по многочисленным результатам исследований, для производства сыров как с высокой, так и с низкой температурой второго нагревания, а тем более для сыров с длительным сроком созревания, предназначенных для хранения или транспортирования на дальние расстояния, целесообразно использовать молокосвертывающие препараты животного происхождения производства ОАО «Московский завод сычужных препаратов» [6, 7, 8].

Внесение молокосвертывающих ферментов в молоко. Молокосвертывающие ферменты поставляются на предприятия в концентрированном виде (жидкость или порошок), так как в таком виде они более стабильны при хранении. Перед использованием их обычно разбавляют водой в 5–10 раз. Это делается для того, чтобы можно было легко распределить фермент в большом количестве молока в сыродельной ванне и получить однородную и быстродействующую дисперсию. Однако при

хранении разбавленного водой фермента снижается его активность, поэтому оптимальным считается подготавливать сухой фермент за 10 мин до внесения в ванну, а жидкий разводить непосредственно перед внесением.

Другими важными факторами являются температура и качество воды, применяемой для разбавления фермента. Так, при температуре выше 40 °С фермент теряет свою активность.

Из качественных характеристик воды особенно важны два показателя: наличие хлора и жесткость. Существует взаимосвязь между содержанием в воде хлора и потерей активности телячьего сычужного фермента, поэтому для разбавления коагулянтов молока нельзя использовать хлорированную воду.

Жесткость воды также отрицательно сказывается на активности коагулянтов молока. Вода с высокой жесткостью имеет рН выше нейтральной. В таких случаях целесообразно очень жесткую воду слегка подкислять, а затем использовать для разбавления молокосвертывающего фермента.

Сущность свертывания молока сычужным ферментом. Сычужное свертывание молока – основа коагуляционных процессов при производстве сыра. Сущность свертывания казеина под действием сычужного фермента до настоящего момента выявлена не полностью. Известно, что сычужное свертывание состоит из двух стадий: превращения казеина в параказеин (химический процесс) и коагуляции параказеина под влиянием ионов кальция (свертывание).

Первую стадию можно наблюдать при действии сычужного фермента на молоко или растворы казеина, не содержащие ионов кальция. Во второй стадии параказеин взаимодействует с ионами кальция, в результате чего образуется сгусток. Параказеин, полученный под действием сычужного фермента, отличается от казеина повышенной чувствительностью к ионам кальция.

При превращении казеина в параказеин в момент свертывания молока не происходит химических изменений молекул казеина, так как молекулярный вес параказеина и исходного казеина почти одинаковый. Коллоидные свойства казеина при превращении в параказеин также существенно не изменяются.

Химизм действия сычужного фермента на казеин можно представить как гидролиз фосфоамидной связи. Одновременно освобождаются щелочные гуанидиновые и фосфорные группы. В результате изоэлектрическая точка казеина смещается с рН 4,6 до рН 5,0 - 5,2, характерного для параказеина.

Появившиеся в результате действия сычужного фермента функциональные группы (-ОН) связывают ионы кальция, образуя «кальциевые мостики» между молекулами параказеина. Вследствие такой агрегации частиц параказеина получается гель, и молоко свертывается. Таким образом, без наличия ионов кальция в молоке не может происходить агрегирование частиц параказеина.

При сычужном свертывании титруемая кислотность молока должна быть 18–23 °Т, а рН - на уровне 6,2. При этом казеин выпадает в осадок совместно с кальциевыми солями и образует плотный сгусток. Под влиянием сычужного фермента казеин превращается в параказеин – собственно сырный белок, из которого в дальнейшем формируется сыр [3, 4].

Влияние молокосвертывающих ферментов на выход сыра. Вид используемого молокосвертывающего фермента влияет на выход сыра. В большинстве опубликованных исследовательских работ указывается, что при постоянных других технологических параметрах коагулянты микробного происхождения дают более низкий выход сыра, чем сычужный фермент животного происхождения и химозин, полученный с помощью ферментации. Это объясняется тем, что при использовании ферментов микробного происхождения потери пептидов с короткой цепью в сыво-

ротку увеличиваются. Это неизбежно приводит к снижению выхода сыра на 1–2%.

Поскольку стоимость коагулянтов в производстве сыров составляет 0,25–0,3% от общей стоимости производства, то очевидно, что этот фактор следует учитывать при выборе молокосвертывающего фермента.

На выход сыра оказывают влияние и некоторые другие факторы, такие как качество молока, активность закваски и т.д., поэтому сыроделам трудно определять ситуацию, вызванную использованием коагулянта, который является оптимальным для процесса. Однако имеются примеры, когда мастера сыродельного производства смогли контролировать другие переменные процесса в такой степени, что после перехода на работу с более подходящим коагулянтом выход сыра увеличивался на 2% [5–8].

Роль сычужного фермента в созревании сыров. Очень важная функция сычужного фермента осуществляется во время созревания сыров.

При производстве любого сыра определенная часть протеолитически активного молокосвертывающего фермента сохраняется в сырном сгустке (2–6%), а остальная часть переходит в сыворотку. Небольшое количество фермента, оставшегося в сыре, остается активным и продолжает расщеплять α - и β -казеин в процессе созревания.

И количество, и специфичность получающихся продуктов расщепления белков – важные факторы в образовании вкуса и структуры сыра [4, 7, 9].

Вкус, вероятно, является наиболее важной характеристикой при рассмотрении этого аспекта действия коагулянта. Микробный молокосвертывающий фермент характеризуется большей тенденцией к образованию нежелательного постороннего горького привкуса во время созревания сыра. Это объясняется различием в специфике механизмов, с помощью которых фермент расщепляет казеин молока в процессе созревания.

ния сыра. Это свойство следует обязательно учитывать при выборе коагулянта для производства высококачественных сыров.

Для нормального созревания сыра необходимо сбалансированное протеолитическое расщепление казеина, причем для некоторых видов сыров определенная степень развития горечи в сыре считается нормой и является составной частью вкуса. Горечь становится проблемой только в том случае, если она слишком сильна. Причинами горечи в сыре могут быть, помимо всего прочего, слишком высокая доза молокосвертывающего препарата и/или его низкое качество [4, 7, 10].

На вероятность появления горечи в сыре влияет не только протеолитическая активность фермента, но и количество препарата, переходящего в сырную массу. Исследования показывают, что степень перехода препарата в сгусток в значительной степени зависит от pH при использовании сычужного фермента и не зависит или зависит на более низком уровне при использовании фермента FROMASE, что существенно снижает протеолитическую активность в сыре.

Производственные испытания молокосвертывающих ферментов нового поколения. На базе ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод» были проведены испытания сычужных ферментных препаратов различных производителей при выработке сыра «Российский». Основные параметры выработки приведены в таблице.

Таблица 1 - Результаты испытаний опытных образцов сычужных ферментов при выработке сыра «Российский»

Показатель	Варианты выработки		
	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Дата выработки (номер варки)	24.06.2006 (1)	24.06.2006 (2)	24.06.2006(3)
Использованный фермент	Fromase 220 TL, Lot F6073, DSM Food Specialties	СГ-50	Maxiren 1800, Lot R 5664, DSM Food Specialties
Расход фермента на 100 кг смеси, г	1,00	1,25	1,20

Показатель	Варианты выработки		
	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Характеристика смеси:			
количество, кг	10280	11308	11600
массовая доля жира, %	2,8	2,8	3,2
кислотность, °Т	18,0	19,0	18,0
плотность, кг/м ³	1,028	1,028	1,028
Продолжительность свертывания, мин	30	40	30
Масса сыра после прессования, кг	906,0	1034,0	998,0
Масса условно зрелого сыра, кг	864,4	986,0	914,0
Расход смеси на 1т сыра, т	11,89	11,47	12,7

Таким образом, наиболее оптимальным при производстве сыров ферментным препаратом является СГ-50. Это объясняется его наиболее низкой стоимостью (по сравнению с сычужными препаратами зарубежного производства) и наиболее низким расходом нормализованной смеси, затраченной на производство 1 т сыра «Российский».

Таким образом, главным и единственным критерием пригодности молокосвертывающих препаратов на сегодняшний день является качество сыра и выход продукта [10].

Учитывая значимость для сыроделов затронутых вопросов, рекомендуется: провести анализ рынка и использования молокосвертывающих препаратов в сыродельной промышленности, исследовать биохимические и потребительские свойства препаратов, разработать рекомендации по эффективному использованию различных молокосвертывающих препаратов для тех или иных видов сыров. Наряду с этим при разработке технологий новых видов сыров представляется целесообразным учитывать реальные характеристики рекомендованных к использованию молокосвертывающих препаратов.

Литература

1. Устинов, М. Н. Производство и использование молокосвертывающих ферментных препаратов в СССР и за рубежом/ М. Н. Устинов. – Спб.: ГИОРД, 1990. – 31 с.
2. Диланян, З. Х. Основы сыроделия/ З. Х. Диланян. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 230 с.
3. Климовский, И. И. Биохимические и микробиологические основы производства сыра/ И. И. Климовский. – М.: Агропромиздат, 1988. – 367 с.
4. Шиллер, Р. Производство сыра: технология и качество/ Р. Шиллер – М.: Агропромиздат, 1989. – 420 с.
5. Белов, А. Н. Молокосвертывающие препараты/ А. Н. Белов, В. В. Ельчанинов, А. Д. Коваль // Сыроделие и маслоделие.–2004.–№ 1.– С.14-16.
6. Савельева, Т. А. Роль ферментов в производстве твердых сыров/ Т. А. Савельева [и др.]// Сыроделие и маслоделие.–2003.–№ 3.–С.13–15
7. Виссер, С. Роль протеолитических ферментов в созревании сыров/ С. Виссер, Дж. Ван Ден Берг // Сыроделие и маслоделие.–2003.– № 4.–С.15–16.
8. Шаманова, Г. П. Роль молокосвертывающих ферментов в улучшении качества сыров/ Г. П. Шаманова, О.В. Толстых// Молочная промышленность.–2003.–№ 6.–С. 30–31.
9. Репелиус, Д.–р Молокосвертывающие ферментные препараты / Д.–р Репелиус, В. Н. Макеев, Д. М. Яркина//Переработка молока.–2004.– № 4.–С.22–23.
10. Майоров, А.А. Молокосвертывающие ферменты: критерий– качество и выход сыра / А. А. Майоров, М. С. Уманский// Сыроделие и маслоделие.–2004.–№ 4.–С. 12.

*О. В. Дымар, к.т.н., К. В. Обьедков, к.т.н., И. Б. Фролов,
Ю. М. Здитовецкая*

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЫРНОЙ ПЫЛИ ИЗ СЫВОРОТКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ

Для полного и рационального использования молока-сырья необходимо вовлечение в процесс производства всех его компонентов. Так, при выработке сычужных сыров образуется сыворотка, на начальном этапе переработки которой с помощью вибрационных или ротационных фильтров можно выделить сырную пыль. Анализ физико-химического состава и свойств сырной пыли, ее выхода проводился с целью разработки нового вида молочно-белковой продукции на ее основе. Переработка сырной пыли позволит предприятиям повысить экономическую эффективность своей работы, расширить ассортимент вырабатываемой продукции и повысить степень использования составных частей молока.

Для обеспечения продовольственной безопасности республики целесообразной является задача по разработке наиболее эффективного функционирования предприятий пищевой промышленности, поэтому перед перерабатывающими предприятиями молочной отрасли все острее встает проблема наиболее полного и рационального использования молочного сырья. Одним из вариантов решения данной задачи является совершенствование мероприятий по переработке и вовлечению в процесс производства вторичного молочного сырья [1, 2].

Так, при производстве молочной продукции образуются побочные продукты, такие как обезжиренное молоко, пахта, сыворотка и др. До недавнего времени возможности переработки данных продуктов не уделялось должного внимания, невзирая ни на их высокую пищевую и биологическую ценность, ни на экологический урон, который наносил их слив в канализацию [3]. Однако в настоящее время разрабатываются и внедряются комплексы мероприятий по промышленной переработке вторичного молочного сырья и получению продуктов из него. Так, лабо-

расторией оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» внедрена новая технология производства ЗЦМ на ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод»; разработана технология кристаллизации лактозы при производстве сухих продуктов на базе молочной сыворотки, которая внедрена на ОАО «Слущкий сыродельный комбинат»; усовершенствована технология производства казеина с внедрением на ОАО «Жлобинский молочный завод» и ОАО «Барановичский молочный комбинат» и др. Одним из приоритетных направлений является разработка мероприятий по специализации и концентрации переработки сыворотки в республике, также находится в стадии разработки технология концентрации сыворотки с использованием нанофильтрации [2, 3]. В то же время технологические линии баромембранной обработки сыворотки на первом этапе включают такое технологическое оборудование, как ротационные или вибрационные отделители сырной пыли, непосредственной задачей которого является отделение содержащихся в сыворотке взвешенных белковых частиц. Эта операция является необходимым этапом для дальнейшей технологической переработки сыворотки на установках ультрафильтрации и/или нанофильтрации, однако при запуске в работу и эксплуатации данного типа оборудования специалисты предприятий столкнулись с рядом проблем.

Подобное оборудование по улавливанию сырной пыли в первом полугодии 2007 г. было установлено в перерабатывающих цехах на ОАО «Молочный мир» (г. Гродно), ОАО «Новогрудский маслодельный комбинат», ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод», СООО «Беловежские сыры» (г. Высокое) и др.

Однако, как показывает практика, не на всех предприятиях оборудование по улавливанию сырной пыли функционирует на полную мощность. При этом не только не оправдываются средства, затраченные на

его приобретение и наладку, но и не выполняются те технологические, технические и экономические задачи, которые перед ним стоят.

Таким образом, рассмотрение и анализ вопросов, касающихся извлечения сырной пыли из сыворотки и последующей разработке ТНПА и ТД на нее, разработки новых видов молочных продуктов с ее использованием, являются в настоящее время актуальной задачей.

Образование сырной пыли, возможность снижения ее количества. Сырная (белковая, казеиновая) пыль образуется при производстве твердых сычужных сыров на различных технологических этапах производства сыра. Она представляет собой мелкодисперсную фракцию разрушенных сгустков, получаемых при коагуляции молока и большей частью остающихся в сыворотке. При образовании больших количеств сырной пыли существенно снижается выход сыра, а переработка сыворотки, в свою очередь, затрудняется. По сравнению с сырным зерном частицы сырной пыли имеют гораздо меньшие размеры (от 0,05 до 1,5 мм), а их отход в сыворотку составляет 0,1–0,6% от массы вырабатываемого сыра [4, 5].

Исследования показали, что образование сырной пыли и отход ее в сыворотку зависит как от качества исходного молока (содержания в нем казеина, кальция и фосфора и др.), так и метода его обработки в процессе гелеобразования и синерезиса (разрезки и постановки зерна). Состав и количество образующейся сырной пыли обуславливаются структурой, составом и свойствами сычужного сгустка (прежде всего его плотностью) и применяемыми при производстве сыра ферментными молоковертывающими препаратами. Также одним из значимых факторов, оказывающих влияние на образование сырной пыли, является применяемое оборудование, т.е. сырные ванны и сыроизготовители, насосы для перекачки сырного зерна, режуще-вымешивающие устройства и формовочные аппараты. Но самым главным фактором, влияющим на количество сырной пыли является непосредственно мастерство сыродела, правиль-

ное соблюдение им всех технологических параметров производства. Для увеличения эффективности переработки исходного сырья, а также для повышения эффективности дальнейшей переработки сыворотки необходимо стремиться к снижению количества образующейся сырной пыли. А для этого, в свою очередь, необходимо соблюдение следующих условий:

- на изготовление сыров должно поступать только сыропригодное молоко с содержанием белка 3,2% (2,56% казеина);

- молоко должно иметь оптимальную кислотность (достигаемую при созревании);

- гомогенизация молока нежелательна;

- внесение оптимальных количеств сычужного фермента, закваски и хлорида кальция;

- не допускается длительное хранение сырого молока при низких температурах;

- соблюдение оптимальных температур пастеризации молока, температур свертывания и второго нагревания;

- разрезку и постановку зерна необходимо производить только после достижения необходимой плотности сгустка;

- размеры зерна при постановке определяются с учетом вида вырабатываемого сыра, при этом должны соблюдаться оптимальные размеры для каждого из видов сыра;

- при выработке сыров необходимо использовать оптимально подобранное, современное оборудование, допускающее минимальные потери сыра с белковой пылью;

- выработкой сыров должен заниматься только высококвалифицированный персонал;

- поскольку невозможно полностью предотвратить потери, вызванные образованием сырной пыли, целесообразным является применение вибрационных и ротационных фильтров для ее улавливания;

- собранная сырная пыль должна в дальнейшем вовлекаться в производство с разработкой новых видов белковых продуктов на ее основе.

Тем не менее полностью избежать потерь, вызванных образованием сырной пыли, невозможно. Сырная пыль в процессе выработки сыров остается в сыворотке, затрудняя как дальнейшие этапы ее переработки, так и снижая эффективность переработки молока-сырья. Поэтому, как отмечалось ранее, для предотвращения потерь, вызываемых образованием сырной пыли, необходимо применять мероприятия по ее улавливанию, сбору и дальнейшему вовлечению в технологический процесс.

Оборудование, применяемое для улавливания сырной пыли. Ранее для извлечения сырной пыли из сыворотки применялись такие способы, как отстой, фильтрация или центрифугирование. Для извлечения сырной пыли отстоем сыворотку выдерживали в резервуарах в течение 2–3 часов, затем верхний слой сливали. Однако данный способ имеет следующие недостатки: требуются специальные резервуары, он длителен по времени, изменяются состав и свойства сыворотки в результате брожения, снижается качество сырной пыли. Удаление же сырной пыли фильтрацией затруднительно, так как частицы забивают поры фильтров и трудно отделяются от фильтровальной ткани. Применение саморазгружающихся сепараторов нецелесообразно, поскольку при их работе сырная пыль выбрасывается в составе сепараторной слизи без возможности сбора и дальнейшей переработки.

В настоящее время на ведущих предприятиях отрасли установлено оборудование, применяемое для улавливания сырной пыли с целью дальнейшего ее вовлечения в производство. Для извлечения сырной пыли наиболее целесообразно использовать ротационные или вибрационные фильтры. Такая фильтрация достаточно эффективна при температуре слива сыворотки из сыродельных ванн или котлов.

Принцип работы данного оборудования следующий. Вся сыворотка во время технологического процесса (из ванны сыродельной, сыроиз-

готовителя, формовочного аппарата, сывороткоотделителя или др.) поступает по трубопроводу без промежуточных буферных емкостей в верхний бункер модульной установки. Затем при заданном давлении под определенным уклоном в потоке сыворотка очищается от белковой пыли и попадает в нижний сборный бункер, а сырная пыль, казеиновые частицы и комки жира собираются в среднем бункере. Очищенная сыворотка перекачивается с нижнего сборного бункера с помощью центробежного насоса, управляемого в автоматическом режиме, в емкости перед сепарированием [5, 6].

В настоящее время на сыродельных заводах республики устанавливаются ротационные и вибрационные фильтры зарубежного производства (Польша, Чехия, Германия), однако на территории России и Украины уже разработаны отечественные аналоги этого оборудования.

Ротационный фильтр марки MilkHydrosan (Польша), установленный на ОАО «Кобринский маслосырзавод», представлен на рис. 1. Пример вибрационного фильтра – вибросито, установленное на линии по производству сычужных сыров на ОАО «Новогрудский маслодельный комбинат» – на рис. 2.



Рисунок 1 - Ротационный фильтр марки MilkHydrosan (Польша)

Анализ эффективности работы ротационного фильтра марки Milk-Hydrosan(Польша), установленного на линии по переработке сыворотки, получаемой при производстве сыров, формируемых насыпью (ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод»), показал, что наибольшее количество сырной пыли улавливалось при диаметре пор 40 мкм. В то время, как при диаметре пор фильтровального материала 120 мкм сырная пыль практически не улавливалась. Поэтому было признано целесообразным применение фильтров с минимально возможным размером пор (40 мкм) для наиболее полного извлечения сырной пыли в ходе первого этапа переработки сыворотки.



Рисунок 2 - Вибросито АМКСО

Поскольку способ формирования сырных головок оказывает значительное влияние на выход сырной пыли, прежде всего анализировали ее выход при производстве сыров с различным типом формирования (из пласта и насыпью). Так, было установлено, что при формировании насыпью средние показатели выхода сырной пыли по отношению к массе выраба-

тываемого сыра составляют 0,49–0,65% (при работе улавливателей сырной пыли). В то же время при формировании из пласта аналогичные показатели составляли 0,09–0,13%. Это можно объяснить тем, что частицы сырной пыли отфильтровываются сырным пластом при прохождении через него. При этом масса получаемой сырной пыли не превышает 15 кг в сутки. Выход же сырной пыли при выработке сыров типа «Российский» составляет 90–150 кг в сутки.

Следовательно, наиболее целесообразно устанавливать улавливатели сырной пыли и подвергать дальнейшему исследованию и переработке сырную пыль, выделяемую из сыворотки при производстве сыров с формированием насыпью.

Проведение исследований на базе ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод» (июль 2008 г.). Был проведен анализ состава и свойств подсырной сыворотки до и после отделителя сырной пыли, а также после сепаратора (табл. 1).

Таблица 1 – Массовая доля белка и свойства подсырной сыворотки

Сыворотка подсырная	Массовая доля белка, %	Органолептическая характеристика
До отделения сырной пыли	0,87	Полупрозрачная масса со взвесью частиц сырной пыли по всему объему
После отделения сырной пыли	0,87	Полупрозрачная масса без видимых частиц сырной пыли
После сепаратора	0,83	Прозрачная масса без видимых частиц сырной пыли

Далее исследовали зависимость количества и физико-химических характеристик сырной пыли от размера зерна при постановке. Анализ влияния величины сырного зерна на физико-химические параметры и выход сырной пыли отражен в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние величины сырного зерна на физико-химические параметры и выход сырной пыли при производстве сыра «Российский»

Показатель	Размер зерна при постановке, мм		
	2 - 4	4 - 6	6 - 8
Количество сырной пыли, %	1,7	0,53	0,4
Содержание влаги в сырной пыли, %	62,5	64,2	70,2
Содержание жира (в сухом веществе) сырной пыли, %	15,0	17,0	30,7
Кислотность сырной пыли, рН	6,35	6,29	6,05

На основании полученных данных можно сделать вывод, что размер зерна при постановке влияет не только на выход сырной пыли, но и на ее физико-химические свойства. При этом с увеличением размеров зерна от 2–4 до 6–8 мм количество сырной пыли, соответственно, сокращалось более чем в 4 раза, содержание влаги увеличивалось более чем на 7,5%, содержание жира – более чем в 2 раза. Кислотность сырной пыли также была выше при постановке более крупного зерна.

Впоследствии мы провели ряд контрольных выработок с целью наладки работы ротационных фильтров, подтверждения выходов сырной пыли и целесообразности применения данного вида оборудования для ее улавливания, установлением возможности управления ее физико-химическими показателями (табл. 3).

Таблица 3 – Количество и физико-химические показатели сырной пыли, извлекаемой из сыворотки при производстве «Российского» сыра

Выход сыра, кг	Выход сырной пыли			Органолептические показатели	Физико-химические показатели			
	головок	кг	%		Массовая доля			Кислотность, рН
					влаги, %	жира, %	соли, %	
14255	10	94,0	0,65	Чистый, свежий, невыраженный сырный	47,8	39,3	0,60	5,36
15638	10	86,3	0,55	Чистый, свежий, невыраженный сырный	46,6	36,5	0,80	5,24
19450	13	100,3	0,51	Чистый, свежий, невыраженный сырный	48,6	33,4	0,06	5,18
20529	12	102,0	0,49	Чистый, свежий, невыраженный сырный	51,8	36,5	0,58	5,32
21654	14	116,0	0,53	Чистый, свежий, невыраженный сырный	51,2	37,6	0,66	5,33

На основании полученных данных можно сделать вывод, что применение улавливателей сырной пыли при выработке сыров, формуемых насыпью, является целесообразным, поскольку: новый вид оборудования позволяет организовать сбор сырной пыли с сохранением ее качества – вкус свежий, чистый, невыраженный сырный, рН 5,10–5,42; выход сырной пыли увеличился в ходе наладки работы оборудования на 0,02–0,18% и составил 0,49–0,65%; улучшилось качество подсырной сыворотки ввиду удаления из нее взвешенных частиц сырной пыли, способствующее повышению производительности работы сепараторов очистки подсырной сыворотки.

Таким образом, извлечение сырной пыли из сыворотки, ее исследование и последующее вовлечение в производство является в настоящее время весьма актуальным. При этом достигается повышение эффективности переработки молока ввиду наиболее полного использования его составных частей. Решение этой задачи невозможно без усовершенствования технологий и техники. При работе нового вида оборудования, позволяющего осуществлять улавливание и сбор сырной пыли из сыворотки, образуется новый вид вторичного молочного сырья – сырная пыль, которая может быть в дальнейшем вовлечена в производство путем разработки и выпуска новых видов белковой молочной продукции на ее основе.

Литература

1. Свирщевский, С. Сыворотка – продукт будущего/ С. Свирщевский// Молочный продукт.–2008.–№ 2 (23).–С. 11–12.
2. Дымар, О. В. Альтернативные варианты переработки сыворотки/ О.В. Дымар// Молочная промышленность.–2006.–№6.–С. 16– 17.
3. Слепухина, В. С. Опыт переработки молочной сыворотки на Кобринском маслосырзаводе/ В.С. Слепухина// Молочная промышленность.–2006.–№6.–С. 46.

4. Ходос, А. И. Опыт переработки подсырной сыворотки/ А. И. Ходос// Молочная промышленность.–2008.–№2.–С. 72–74.

5. Оноприйко, А. В. Способ отделения сырной пыли из сыворотки/ А. В. Оноприйко// Сыроделие и маслоделие.–2008.–№5.–С. 34–35.

6. Приболотный, А. В. Способ отделения сырной пыли из сыворотки/ А.В. Приболотный// Сыроделие и маслоделие.–2008.–№2.–С. 26–27.

*Е. В. Ефимова, К. В. Обьедков, к.т.н.
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ВИДОВ МЯГКИХ КИСЛОТНО-СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ

Разработана технология производства мягких сыров с использованием заквасочной микрофлоры, содержащей бифидобактерии и молочнокислые бактерии. Проведены исследования по установлению сроков годности мягкого сыра с бифидофлорой путем анализа изменения микробиологических, биохимических, физико-химических и органолептических показателей сыра в процессе хранения. Анализ полученных результатов позволил установить сроки годности мягкого сыра с бифидофлорой не более 7 сут при температуре хранения (4 ± 2) °С.

Молоко и молочные продукты играют исключительно важную роль в рационе питания человека. Их высокая пищевая и биологическая ценность делает их незаменимыми в питании людей различных возрастных категорий. Среди всех молочных продуктов сыр занимает особое место. Это продукт массового потребления, в котором в большом количестве содержатся такие необходимые для жизни вещества, как белки и жиры, минеральные соли, витамины, микроэлементы. Минеральных солей, в частности кальциевых, так необходимых организму человека, в сыре больше, чем в любом другом продукте повседневного потребления. Сыр называют белково-жировым концентратом молока. Если в молоке содержание жира составляет в среднем 3,8%, то в сыре – 23–30%, белка 3,3 и 20–25% соответственно. Приемы изготовления сыра позволяют концентрировать представляющие наибольшую ценность жировую и белковую части молока, а затем сохранять этот концентрат в течение длительного периода времени [1]. Высокая питательная ценность сыра обусловлена не только тем, что он содержит большое количество белка, молочного жира, минеральных солей, витаминов, но и тем, что он хорошо усваивается организмом. Усвояемость белков и жира, содержащихся

в сыре, достигает 95–97%. Согласно научно обоснованным нормам питания (Институт питания АНМ) потребление сыра на душу населения должно составлять 6,6 кг в год [2].

Особое место в рационе питания занимают сыры, которые относятся к продуктам функционального питания и отличаются высокой пищевой ценностью, диетическими, лечебно-профилактическими и разнообразными органолептическими свойствами, обусловленными наличием значительных количеств полезных для человека микроорганизмов, концентрацией, модификацией и трансформацией белкового и жирового компонентов молока с образованием и накоплением в сырной массе азотсодержащих соединений различного молекулярного веса, продуктов ограниченного гидролиза молочного жира, биологически активных веществ (олигопептидов, ферментов, соединений с антимикробным действием и т.д.), сбраживанием лактозы с образованием ряда органических кислот (молочной, уксусной, пропионовой) и др. продуктов первичного метаболизма (ацетальдегида, этанола, диацетила, ацетоина и др.) [3]. Пищевая ценность таких сыров обусловлена высоким содержанием в них молочных белков, наличием незаменимых аминокислот, витаминов, кальциевых, фосфорнокислых и других минеральных солей [4].

Предполагается, что новым направлением развития сыродельной отрасли станут такие направления, как специальная подготовка молока к переработке на сыр, термизация и пастеризация, бактофугирование молока, дезодорация и микрофльтрация, адаптация существующих технологий производства сыров к выработке их на современных механизированных и автоматизированных линиях, пересмотр норм расхода сырья и других показателей [2]. Также одним из перспективных направлений развития сыродельной отрасли является производство мягких сыров без созревания, которые имеют менее длительный производственный цикл по сравнению с твердыми сырами, при этом ускоряется оборачиваемость средств, сокращаются затраты труда при одновременном снижении всех

производственных издержек, устанавливаются менее жесткие требования к качеству молока-сырья, кроме того, снижается себестоимость готового продукта, выше выход продукта из единицы сырья, хорошие органолептические показатели. Поскольку ассортимент мягких сыров представлен весьма незначительным количеством, создание новых видов мягких сыров и совершенствование существующих технологий производства являются достаточно актуальными проблемами. Также следует отметить, что одним из приоритетных направлений является создание мягких кислотно-сычужных сыров функционального назначения, в том числе с использованием специфических групп микроорганизмов, таких как бифидофлора [5].

В настоящее время выпускаются продукты питания, обогащенные функциональными ингредиентами, такими как молочнокислые бактерии и бифидобактерии, пищевые волокна, витамины, минеральные вещества и др. Специалисты прогнозируют, что рынок функциональных продуктов будет увеличиваться [5]. Для профилактики дисбактериозов, эффективного восстановления желудочно-кишечной микрофлоры человека необходимо употреблять пищевые продукты, содержащие живые клетки бифидо- и лактобактерий, способные приживаться в организме человека. В готовом продукте содержание лактобактерий должно быть не менее 10^7 КОЕ/г, бифидобактерии – не менее 10^6 КОЕ/г [6].

В литературе имеются сведения и рекомендации по созданию мягких сыров для лечебно-профилактического питания, содержащих в своем составе бифидобактерии, ацидофильные палочки и другие молочнокислые бактерии [7]. Однако следует отметить, что в настоящее время потребителями предъявляются повышенные требования не только к качеству и внешнему виду сыров, но и к их способности сохраняться в течение продолжительного периода времени [8]. В процессе выработки и созревания мягких сыров происходит интенсивное протекание ферментативных липолитических и протеолитических процессов, приводящих к

изменению белково-жировой фазы продукта и формированию в нем вкусоароматических свойств. На стадии хранения при пониженных температурах эти процессы замедляются, но не прекращаются и могут привести к изменению свойств и, как следствие, к ухудшению качества [9]. Срок хранения мягких сыров ограничен, и увеличение срока хранения без потери качества является одной из актуальных задач в сыроделии [6].

Цель настоящего исследования – определение оптимальных параметров производства новых видов сыров с использованием заквасочной микрофлоры, содержащей бифидофлору и другие молочнокислые бактерии, установление сроков годности нового вида продукта.

Материалы и методы исследования. Экспериментальная часть выполнялась на базе РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Была проведена серия опытов по производству мягкого сыра с кислотнo-сычужной коагуляцией белков молока.

Для построения модели эксперимента и определения оптимальных параметров производства мягких сыров использован пакет Statgraphics Plus 5.0. За основу был принят план второго порядка с изменением каждого фактора на трех уровнях.

Для определения сроков годности опытные и контрольные образцы сыра были упакованы в пергамент и пленку без вакуумирования. Хранение осуществляли в холодильнике при температуре (4 ± 2) °С. В процессе хранения в сырах определяли физико-химические, органолептические, микробиологические и биохимические показатели.

Результаты исследований и их обсуждение. На начальном этапе исследований для производства мягких сыров использовались активизированные молочнокислые закваски, приготовленные из сухого концентрата, в состав которого входят мезофильные аромат- и кислотобразователи, термофильный стрептококк, бифидофлора. Внесение закваски, сычужного фермента и хлористого кальция осуществляли в количествах, аналогичных производству сыра «Бифилиновый» [5]. Температура пас-

теризации была установлена в пределах $(84\pm 2)^\circ\text{C}$ без выдержки (для более полного использования белковой фракции молока), температура свертывания – $(31,5\pm 1)^\circ\text{C}$ в течение (78 ± 2) мин (поскольку в состав закваски входит бифидофлора и молочнокислые бактерии).

Однако при выбранных режимах свертывания наблюдалось недостаточное нарастание кислотности и, как следствие, неудовлетворительные органолептические показатели. Требовалось созревание готового продукта, поэтому было решено повысить температуру свертывания до 37°C , что привело к более интенсивному нарастанию титруемой кислотности, однако в обоих случаях продукт имел недостаточно выраженные органолептические показатели.

В связи с этим было принято решение увеличить продолжительность свертывания. Это привело к необходимости корректировки остальных технологических параметров производства, таких как доза закваски и сычужного фермента.

Для изучения влияния одновременно трех факторов был спланирован полный факторный эксперимент типа 2^3 . Выбрана методика рототабельного центрально-композиционного планирования. В качестве факторов использовали температуру свертывания, дозу вносимой закваски и сычужного фермента. В качестве критериев оптимальности рассматривали: продолжительность свертывания молока, выход готового продукта, степень использования сухих веществ и жира (эти показатели должны быть максимальными). Кроме того, оптимизацию проводили с учетом органолептических показателей готового продукта и массовой доли влаги (данные показатели подбирались путем выставления балльной оценки опытным образцам с учетом оптимального содержания влаги).

Обработку результатов с целью получения оптимальных параметров производства новых видов сыров провели с помощью пакета Statgraphics Plus. В результате анализа были получены уравнения регрессии, описывающие зависимости влияния основных технологических па-

раметров свертывания молока на формирование новых видов мягких кислотно-сычужных сыров, определены оптимальные параметры ведения техпроцесса.

На основании проведенных исследований разработана технология производства нового вида мягкого кислотно-сычужного сыра. Массовая доля жира в сухом веществе в опытных образцах нового вида сыра составила $(30,0 \pm 1,6)$, $(45,0 \pm 1,6)$, $(50,0 \pm 1,6)\%$, влаги – 60,0–65,0% и поваренной соли – 1,3% (для всех видов, независимо от массовой доли жира).

Кроме того, получены положительные результаты по использованию заквасок прямого внесения для производства мягких сыров с бифидобактериями.

Рассмотрены различные способы посолки нового вида сыра. Рассматривалась возможность посолки в зерне. Однако при дальнейшей обработке сгустка возникли сложности с отделением сыворотки: получался продукт с высоким содержанием влаги и крошливой консистенцией. Кроме того, были сложности с дальнейшим использованием соленой сыворотки, поэтому было принято решение проводить кратковременную посолку в рассоле.

Для определения сроков годности в процессе хранения в опытном и контрольном образцах сыров определяли физико-химические, органолептические, микробиологические и биохимические показатели.

Исследование органолептических показателей показало, что в течение 6 сут хранения сыры практически сохраняли свои первоначальные свойства. Однако в сыре, упакованном в пергамент, было установлено ухудшение консистенции. На 10-е сутки было отмечено ухудшение органолептических показателей в обоих образцах: появился горький привкус, отмечено появление слизи на поверхности сыров.

В процессе хранения в образцах сыров контролировали изменения массовой доли влаги и значения титруемой кислотности. Анализ полу-

ченных данных показал, что снижение массовой доли влаги при хранении в сыре происходит в среднем на 2,3–2,6%.

Также установлено, что в течение первых 7 сут значение титруемой кислотности в среднем увеличивали на 8-10 °Т, на 12-е сутки хранения – еще на 11–12 °Т. Дальнейшее хранение после 12 сут привело к некоторому снижению титруемой кислотности.

На протяжении 12 сут хранения в сырах контролировали содержание дрожжей и плесневых грибов, содержание бифидобактерий, наличие бактерий группы кишечной палочки.

Кишечная палочка является показателем санитарного состояния производства, так как по устойчивости к высоким температурам она сходна с патогенными бактериями. Пастеризация способствует уничтожению данной микрофлоры. Однако в процессе выработки сыра может произойти попадание и развитие этих бактерий. Проведенные исследования показали, что на протяжении всего срока хранения нормируемые показатели (по наличию бактерий группы кишечной палочки) не превышали предельно допустимых значений в обоих образцах. Также было установлено, что в сыре, упакованном в пленку, содержание дрожжей и плесеней на 7-е сутки хранения было на порядок меньше по сравнению с образцом, упакованным в пергамент.

Поскольку функциональные свойства продукта обусловлены наличием в их составе живых клеток бифидобактерий, в готовом продукте контролировали содержание данной микрофлоры на протяжении всего срока хранения. В результате исследований было установлено, что содержание жизнеспособных клеток бифидобактерий в продукте на 7-й день хранения составляло $1,3 \cdot 10^6$ КОЕ/г. Более длительное хранение приводит к снижению содержания бифидобактерий.

Анализ изменения биохимических показателей опытного и контрольного образцов показал, что уровень биохимических изменений не глубокий и практически одинаковый в обоих образцах.

Кроме того, изучена возможность производства мягких сыров с использованием пребиотиков. Изучены стадии и способы внесения инулина и олигофруктозы в продукт, а также определено оптимальное количество данных веществ, и их влияние на органолептические и физико-химические показатели готового продукта. Как показали проведенные исследования, внесение инулина и олигофруктозы в нормализованную смесь значительно влияет на процесс синерезиса. Получаем готовый продукт с более высокой массовой долей влаги по сравнению с контрольным образцом, выработанным без внесения инулина и олигофруктозы. Значительно улучшаются органолептические показатели: продукт обладает более выраженным вкусом. В то же время использовать инулин и олигофруктозу лучше для производства сыров с массовой долей жира 30,0%, поскольку получается более полный и выраженный вкус, чем в сырах с массовой долей жира 45,0 и 50,0%. Также можно отметить, что данные пребиотики оказывают несколько стимулирующее действие на развитие бифидобактерий.

Выводы: 1. Определены оптимальные параметры производства мягких сыров с использованием заквасочной микрофлоры, содержащей бифидобактерии и молочнокислые бактерии.

2. Рассмотрены различные способы посолки сыра. Определено, что целесообразно проводить кратковременную посолку сыра в рассоле.

3. Установлено, что сроки годности мягкого сыра с бифидофлорой составляют не более 7 сут при температуре хранения (4 ± 2) °С. Содержание жизнеспособных клеток бифидобактерии в продукте на конец срока годности составляет $1,3 \cdot 10^6$ КОЕ/г.

4. Установлено, что использовать инулин и олигофруктозу предпочтительно для производства сыров с массовой долей жира 30,0%, поскольку получается более полный и выраженный вкус, чем в сырах с массовой долей жира 45,0 и 50,0%. Данные пребиотики оказывают стимулирующее действие на развитие бифидобактерии.

Литература

1. Что мы знаем о сыре// Молочная промышленность.–1997.–№2.–С. 2.
2. Обьедков, К. В. Новые направления развития сыродельной отрасли Белоруссии/ К. В. Обьедков // Сыроделие и маслоделие.–2006.–№ 1.–С. 21–22.
3. Перфильев, Г. Д. Особенности биотехнологии сыроделия. Научные и практические аспекты / Г. Д. Перфильев // Прогрессивные технологии и современное оборудование в сыроделии России: Сборник материалов Международного научно–практического семинара.–Углич: ГНУ ВНИИМС.–2006.–С. 10–12.
4. Гаврилова, Н.Б. Технология мягкого порционного сыра из восстановленного молока / Н.Б. Гаврилова, О.В. Пасько, Л.Г. Германская // Сыроделие и маслоделие.–2006.–№ 1.–С. 33–34.
5. Артюхова, С.И. Биотехнология домашнего сыра «Сибирский» с пробиотическими свойствами / С.И. Артюхова, Н.В. Лашина, И.С. Хамагаева // Пищевая промышленность.–2006.–№ 11.–С. 80–81.
6. Арсеньева, Т. П. Основные вещества для обогащения продуктов питания / Т. П. Арсеньева, И. В. Баранова // Пищевая промышленность.–2007.–№ 1.–С. 6–8.
7. Кригер, О. В. Новые виды мягких сыров лечебно-профилактического назначения/ О. В. Кригер, И. А. Еремина // Сыроделие и маслоделие.–2001.–№ 5.–С. 12–13.
8. Упаковка сыров в XXI веке некоторые аспекты создания/ А. Г. Снежко [и др.] // Сыроделие.–1999.–№ 4.–С. 7–10.
9. Кинетические закономерности процессов порчи мягких и рассольных сыров и определение сроков их годности / Е. А. Орлова [и др.] // Прогрессивные технологии и современное оборудование в сыроделии России: сборник материалов междунар. науч.-практ. семинара.–Углич: ГНУ ВНИИМС.–2006.–С. 107–110.

*К. В. Обьедков, к.т.н., И. Б. Фролов, О. Э. Гакотина, Е. В. Бадытчик
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

«ЧЕДДЕР-БЕЛ» - НОВЫЙ ВИД СЫРА

Разработана технология производства нового вида полутвердого ферментативного сыра с чеддеризацией сырной массы и созреванием, который по своим органолептическим показателям не уступает импортным аналогам сыров типа «Чеддер». Внедрение данной технологии позволит сэкономить валютные средства на приобретение аналогичного продукта за рубежом, расширить ассортимент выпускаемой продукции. В ходе выполнения работ сделан аналитический обзор литературы, касающейся изготовления сыров типа «Чеддер», изучены особенности технологического процесса производства, проведены опытные сравнительные выработки, разработана, согласована и утверждена нормативно-техническая документация.

С каждым годом возрастает потребление сыров как в странах с традиционным сыроделием, так и в странах, где сыр ранее не входил в рацион питания. Ожидается, что в ближайшем будущем по удельному весу перерабатываемого молока сыры выйдут на первое место среди всех групп молочных продуктов. Выпуск жирных сыров увеличивается из года в год. Отсюда следует, что одной из важнейших задач сыродельной промышленности является обновление ассортимента продукции, разработка технологий новых видов высокорентабельных сыров, внедрение которых в производство повысит его экономическую эффективность [1].

Среди продукции мирового сыроделия сыры с чеддеризацией сырной массы занимают наиболее значительное место. Достаточно сказать, что около 65% мирового производства принадлежит сырам этой группы. Сыры с чеддеризацией менее требовательны к качеству перерабатываемого молока и не имеют недостатков, связанных с посторонними видами брожения, стойки в хранении. Отличительная особенность сыров данной группы в том, что быстрое накопление молочной кислоты в большом ко-

личестве подавляет рост посторонней вредной микрофлоры и способствует длительному хранению готового продукта [2, 3].

Сыр «Чеддар» – это истинно английский сыр, название которого произошло от деревни Чеддар в графстве Сомерсет, где его впервые изготовили в конце XVI века. Вначале его делали из овечьего и козьего молока, а затем из коровьего. Для выработки этого сыра использовали цельное молоко хорошего качества. Завернутый в плотную ткань сыр созревал в течение 2–6 мес, а иногда и год. Истинный «Чеддар» обладает ореховым и слегка острым вкусом, тесто цвета слоновой кости или желтоватое, на разрезе без рисунка, с «резкими» щелями [4].

В настоящее время изготавливается много разновидностей сыра «Чеддар», отличающихся содержанием жира, формой, сроком созревания и т.д. Существуют две основные группы сыров типа «Чеддар»: для потребительских целей (с охлаждением сырной массы после чеддеризации (группа «Чеддар») или нагревом после чеддеризации (группа «Паста Филата»)) и для промышленной переработки [5, 6].

Несмотря на преимущество технологии производства этих сыров, на долю их выработки в нашей стране приходится пока ничтожная часть общего объема производства. В этой связи является целесообразным освоение технологии их производства в Республике Беларусь.

Производство сыра «Чеддар» в бывшем Советском Союзе не имело большого развития. Сыр вырабатывался только на двух заводах: Михайловском городском маслодельно-сыродельном заводе (РСФСР, Волгоградская обл.) и Прейльском сыродельном заводе (Латвийская ССР, г. Прейли).

С 2007 г. лаборатория технологий сыроделия и маслоделия РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в соответствии с заданием Государственной программы импортозамещения занимается разработкой технологии нового вида сыра с чеддеризацией сырной массы и созреванием «Чеддер-Бел».

В ходе выполнения работ была разработана технология производства нового вида полутвердого ферментативного сыра с чеддеризацией сырной массы и созреванием, который по своим органолептическим показателям не уступает импортным аналогам сыров типа «Чеддар». Внедрение данной технологии позволяет сэкономить валютные средства на приобретение аналогичного продукта за рубежом, расширить ассортимент выпускаемой продукции.

В ходе выполнения работ сделан аналитический обзор литературы, касающейся изготовления сыров типа «Чеддар», изучены особенности технологического процесса производства, проведены опытные сравнительные выработки, разработана нормативно-техническая документация.

Материалы и методы исследования. Экспериментальную часть работы выполняли на базе РУП «Институт мясо-молочной промышленности» и ОАО «Новогрудский маслодельный комбинат» с 2007 по 2008 гг. В ходе выполнения работ были проведены экспериментальные лабораторные выработки и выработки сыра в производственных условиях на предприятии.

На первом этапе работ были выполнены опытные выработки сыра в лабораторных условиях РУП «Институт мясо-молочной промышленности» с целью выбора бактериальной закваски или бакконцентрата, которая обеспечивает нормальное для сыров типа «Чеддар» в течение технологического процесса. В качестве сырья использовали молоко, полученное на ОАО «Гормолзавод №2» г.Минск. В процессе выработки контролировали титруемую кислотность молока и сыворотки ($^{\circ}\text{T}$), активную кислотность сыворотки (pH), в готовом продукте контролировали массовую долю влаги, массовую долю жира в сухом веществе, органолептические показатели. В качестве бактериальных заквасок и бакконцентратов использовали СТБп, ТНВп (Республика Беларусь) и СНН-19, R-604, RST-676, ТСС-20 (Hansen, Дания).

Для математической обработки полученных данных использовалась программа «Statistica 6.0».

Результаты и их обсуждение. Особенности технологии производства сыра типа «Чеддар» являются повышенная кислотность и зрелость молока, чеддеризация сырной массы (нарастание в ней кислотности), измельчение сырной массы, полная посолка размолотой сырной массы, длительное прессование и созревание при низкой температуре. Интенсивный молочнокислый процесс обуславливает накопление биомассы бактерий, а следовательно, бактериальных ферментов, которые в дальнейшем обеспечивают процесс гидролиза белков при созревании сыра. Раннее накопление молочной кислоты подавляет рост нежелательной микрофлоры и придает сыру специфические свойства (слоисто-волокнуистую структуру) и способность к длительному хранению.

Опытные выработки показали, что использование бактериальной закваски СТБп приводит к сокращению продолжительности вымешивания и обсушки сырного зерна и к более быстрому нарастанию кислотности сыворотки в процессе вымешивания по сравнению с бакконцентрами СНН-19 и R-604. Это обусловлено активизацией молочнокислого процесса, вызванной культурами *Lactococcus delbrueckii s.bulguricus*. Использование бакконцентрата RST-676 приводит к увеличению нарастания кислотности сыворотки в процессе обсушки, что свидетельствует о более активном развитии молочнокислого процесса, вызванного входящими в состав закваски RST-676 штаммами *Streptococcus thermophilus*, которые обладают сильной кислотообразующей способностью. При этом общая продолжительность вымешивания и обсушки сырного зерна были ниже, чем при использовании бактериальных заквасок R-604 и ТНВп.

Опытные образцы сыра созревали в течение 30 сут при температуре 9–11 °С, после чего исследовали их органолептические и физико-химические показатели (табл. 1).

Как видно из полученных результатов, сыры, изготовленные с использованием заквасок и бакконцентратов RST-676, R-604, по своим органолептическим характеристикам наиболее близки к сыру «Чеддер». Сыры, изготовленные с использованием закваски СТБп и бакконцентратов СНН-19 и ТСС-20, обладали выраженным сырным вкусом, однако не имели характерного рисунка на разрезе. Сыр, изготовленный с использованием закваски ТНВп, имел слабо выраженный вкус и нехарактерную для «Чеддера» консистенцию.

Таким образом, наиболее приемлемым для изготовления сыра типа «Чеддер» является использование заквасок, в состав которых входят *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis* и *Lactococcus cremoris*.

В 2007–2008 гг. на ОАО «Новогрудский маслодельный комбинат» были проведены опытные выработки полутвердого ферментативного сыра с чеддеризацией сырной массы и созреванием «Чеддер-Бел». Работы велись с учетом данных, полученных при лабораторных исследованиях.

Нами были проведены сравнительные выработки сыра в сыродельной ванне и на автоматизированной линии с использованием гомоферментативных бактериальных заквасок, приготовленных на культурах негазообразующих мезофильных молочнокислых лактококков, молочнокислых термофильных палочек, молочнокислых термофильных стрептококков. Используемая при выработке сыра в сыродельной ванне поливидовая закваска RST-643 обладала выраженной кислотообразующей активностью, которая приводила к быстрому нарастанию кислотности сыворотки в процессе вымешивания и обсушки сырного зерна. В связи с этим возникла необходимость в частичной промывке сырного зерна для снижения темпов нарастания кислотности сыворотки. Исключить данный этап в технологическом процессе позволило снижение дозировки внесения закваски. Используемая бактериальная закваска УУ-80 приводила к умеренному нарастанию кислотности сыворотки в период от резки и постановки зерна до вымешивания после второго нагревания,

однако в процессе прессования сыра в пласте, разрезке, формования и последующего прессования кислотообразующая активность закваски сильно возрастала, что приводило к завершению процесса чеддеризации сырной массы в конце прессования.

Технологический процесс производства сыра «Чеддер-Бел» при изготовлении его в сырodelьной ванне и на автоматизированной линии имеет некоторые отличия. Так, продолжительность прессования сыра на автоматизированной линии меньше, однако продолжительность разрезки и формования больше, чем при изготовлении сыра в сырodelьной ванне. Основной процесс нарастания кислотности сырной массы при изготовлении сыра на автоматизированной линии протекал в период формования и прессования, в то время как при изготовлении сыра в сырodelьной ванне этот процесс происходил во время прессования в пласте под слоем сыворотки, формования, самопрессования и последующего прессования.

Как видно из рисунка 1, кислотность сыворотки при изготовлении сыра в сырodelьной ванне с использованием бактериального концентрата RST-643 с увеличением времени вымешивания постепенно возрастает. При использовании бактериальной закваски YY-80 на автоматизированной линии производства сыра процесс нарастания кислотности более активен в конце вымешивания, несмотря на то, что дозировка ее внесения в 2 раза меньше, чем бактериального концентрата RST-643.

Аналогичным образом изменялась активная кислотность сыра: если в конце прессования в пласте показатель активной кислотности сыра составлял 5,9 ед., то через 1,5 ч в конце прессования значение увеличилось до 5,2 ед., а еще через 13 ч – 5,05 ед. Таким образом, основной процесс чеддеризации сырной массы происходил в период формования и прессования сыра.

Зависимость изменения титруемой кислотности в процессе выработки сыра в сырodelьной ванне может быть выражена следующим уравнением регрессии:

$$Z_1 = 13,979 - 0,00594406X + 0,00034965X^2 \quad (1)$$

где Z_1 – титруемая кислотность, °Т; X – время вымешивания, мин.

Зависимость изменения титруемой кислотности в процессе выработки сыра на автоматизированной линии может быть выражена следующим уравнением регрессии:

$$Z_2 = 11,845 + 0,000524476X + 0,000361305X^2 \quad (2)$$

(Z_2 – титруемая кислотность, °Т).

Изменение активной кислотности сгустка обусловлено сложными биохимическими процессами, на которые оказывают влияние не только количество молочной кислоты, образовавшейся при сквашивании молока, но и содержание окиси кальция в молоке и сгустке.

Многие исследователи отмечают необходимость контроля за динамикой нарастания активной кислотности, поскольку каждый вид сыра имел свою, характерную только для него кривую. Именно тип кривой активной кислотности при формировании сыра и величина рН в возрасте 24 ч являются теми факторами, которые в значительной степени определяют качество сыра после созревания [4]. Изменение рН сгустка в процессе его обработки представлено на рисунке 2.

Зависимость изменения активной кислотности в процессе выработки сыра на автоматизированной линии может быть выражена следующим уравнением регрессии:

$$Y = 6,62099 - 0,179481X + 0,00496004X^2 \quad (3)$$

(Y – показатель активной кислотности, ед. рН).

При сравнении оптимальных значений активной кислотности для сыров типа «Чеддер» и полученных в ходе опытных выработок данных было установлено соответствие между показателями рН и темпами ее нарастания в сырной массе. Так, наиболее выраженным и типичным вкусом и запахом обладают сыры, активная кислотность которых приближается к меньшей оптимальной границе, установленной для каждого вида сыра: чем ниже активная кислотность в этих границах, тем типичнее

вкус сыра, так как созревание его протекает нормально, а кислотность молочного жира вследствие увеличения содержания свободных жирных кислот повышается. При более высоком значении активной кислотности белковые вещества быстро разлагаются, вкус сыра становится пустым, даже порочным, в зависимости от того, при какой температуре выдерживался сыр.

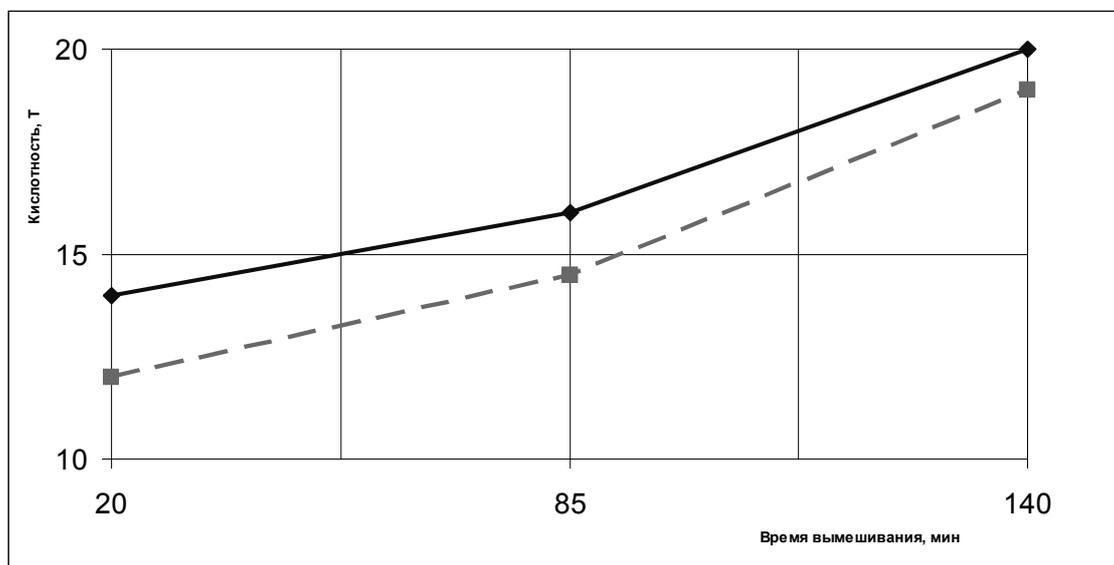
В производственных условиях мониторинг показателя активной кислотности при изменении некоторых факторов технологического процесса, изменении типа закваски или ее дозировки позволит нам избежать неудач. Отклонение кислотности от оптимального позволит установить действительную причину и быстро устранить дефект, изменяя течение технологического процесса.

На основании аналитического обзора, опытных выработок и лабораторных исследований были определены необходимые параметры ведения технологического процесса, исследованы физико-химические и органолептические показатели опытных образцов сыра. Разработаны, согласованы и утверждены ТНПА (ТУ) и ТД (ТИ) на новый вид сыра «Чеддер-Бел». Технология производства сыра внедрена на ОАО «Новогрудский маслодельный комбинат».

Таблица 1 - Органолептические и физико-химические показатели сыра

Вариант опыта	Вид закваски	Физико-химические показатели				Органолептические показатели
		Массовая доля, %			рН	
		жира	влаги	соли		
Образец 1	СНН-19	49,5	41,5	1,5	5,3	Сыр на разрезе имеет рисунок, состоящий из неравномерных глазков диаметром 2–4 мм. Тесто сыра пластичное, умеренно плотное. Вкус выраженный сырный, умеренно соленый
Образец 2	RST-676	50,3	41,0	1,6	5,17	Сыр на разрезе не имеет рисунок. Тесто сыра плотное, умеренно слоистое. Вкус выраженный сырный, слегка кисловатый, умеренно соленый
Образец 3	R-604	50,5	42,0	1,5	5,15	Сыр на разрезе не имеет рисунок. Тесто сыра пластичное. Вкус сырный, слегка кисловатый, умеренно соленый

Вариант опыта	Вид закваски	Физико-химические показатели				pH	Органолептические показатели
		Массовая доля, %					
		жира	влаги	соли			
Образец 4	ТСС-20	50,2	41,0	1,7	5,20	Сыр на разрезе имеет единичные глазки диаметром 2-5мм. Тесто сыра пластичное, умеренно плотное. Вкус выраженный сырный, слегка кисловатый и сладковатый, умеренно соленый	
Образец 5	ТНВП	49,6	42,0	1,6	5,30	Сыр на разрезе рисунка не имеет. Тесто сыра умеренно пластичное, слегка крошливое. Вкус сырный, слабовыраженный, умеренно соленый	
Образец 6	СТБп	50,3	41,5	1,5	5,15	Сыр на разрезе имеет рисунок, состоящий из неравномерно расположенных глазков различной формы диаметром 1-3мм. Тесто сыра пластичное, умеренно плотное. Вкус выраженный сырный, слегка кисловатый, умеренно соленый	



————— кривая нарастания кислотности сыворотки в сыродельной ванне
 - - - - - кривая нарастания кислотности сыворотки на автоматизированной линии

Рисунок 1 – Динамика нарастания титруемой кислотности

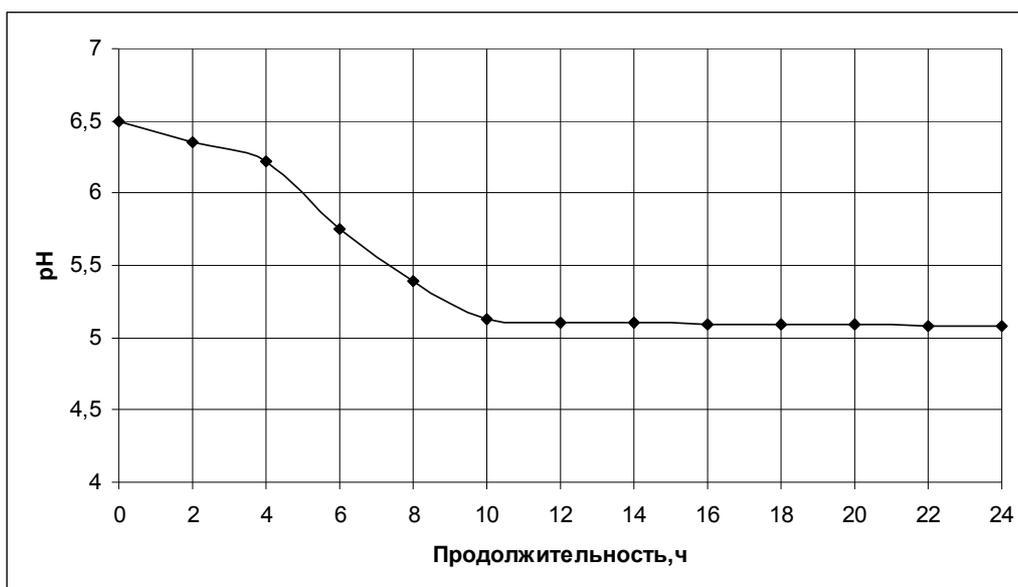


Рисунок 2 – Изменение активной кислотности в процессе выработки сыра

Литература

1. Ермакович, Г. М. О состоянии и перспективах развития отрасли в Республике Беларусь. / Г. М. Ермакович// Переработка молока. 2007.– № 3.–С. 24–26.
2. Крусъ, Г. Н. Технология сыра и других молочных продуктов. / Г. Н. Крусъ //Агропромиздат.–М., 1992.–С. 367.
3. Гудков, А. В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. / А. В. Гудков //ДеЛи принт.–М., 2004.–С. 804.
4. Кнез, В. Производство сыров. / В. Кнез // Пищепромиздат.–М., 1960.–С. 271.
5. Мироненко, И.М. Способы стабилизации и качества сыров с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы. / И. М. Мироненко // Сыроделие и маслоделие. 2008.–№ 2.–С. 41– 44.
6. Шергин, А. Н. Чеддеризация: в чем секрет стабильности? / А. Н. Шергин // Сыроделие и маслоделие. 2008.–№ 5.–С. 14-16.

*Э. А. Петрова, Е. И. Козельцева, С. Н. Верещак, Л. Д. Божко
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА, ОБРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ

Приведены результаты исследований проб молока, обработанного электроимпульсным методом на разработанной модельной установке, предназначенной для демонстрации возможностей данной технологии.

Проведены исследования по изучению влияния электроимпульсного воздействия на микробиологические, технологические и физико-химические показатели молока.

Работа проведена специалистами РИЦ РУП «Институт мясо-молочной промышленности НАН Беларуси» на оборудовании, разработанном в ГНУ «ИТМО им.А.В. Лыкова НАН Беларуси».

Первостепенной задачей для молочной промышленности является производство качественных и безопасных для здоровья молока и молочных продуктов питания. Продукты при этом должны иметь высокие потребительские свойства и иметь наибольшую биологическую ценность.

Молоко, поступающее на переработку и в торговую сеть для непосредственного потребления, проходит тепловую обработку. Тепловая обработка молока, прежде всего, предназначена для уничтожения патогенных микроорганизмов. Кроме того, она увеличивает стойкость молока и способствует значительному сокращению количества микроорганизмов нарушающих технологические процессы. Традиционные методы тепловой обработки (стерилизация и пастеризация) гарантируют микробиологическую безопасность молока, но при этом приводят к разрушению полезных компонентов.

В процессе нагревания химические и физические структуры молока подвергаются большим изменениям: разрушаются витамины, изменяется молекулярная структура белков, молочные сахара разрушаются и кристаллизуются, происходит изменение первоначальной струк-

туры молока и как следствие, происходит снижение его биологической ценности.

Таким образом, создание высокоэффективного оборудования на основе прогрессивных технологий, которое позволит сохранить пищевую и биологическую ценность молока, имеет большое значение.

В ГНУ «ИТМО им А.В. Лыкова НАН Беларуси» была разработана и сконструирована опытная установка для электроимпульсной обработки жидких пищевых продуктов. Эта технология относится к так называемым «холодным» технологиям пастеризации, при которых не происходит нагрева молока выше 60 °С. Сущность метода заключается в использовании высоковольтных электрических разрядов субмикросекундной длительности. [1].

Данная технология позволяет производить электроимпульсную обеззараживающую обработку жидкостей, жидкотекучих пищевых продуктов (вода, молоко, фруктовые и овощные соки) и обеспечивает высокий уровень энергосбережения.

Целью нашей работы была оценка эффективности электроимпульсного метода при обработке молока.

В качестве критериев оценки эффективности электроимпульсной обработки были приняты гигиенические нормативы, установленные в СанПин 1163 РБ 98 п. 6.2.1.2 [2], для молока пастеризованного: КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов) и БГКП (бактерии группы кишечных палочек).

На первом этапе исследований, молоко обрабатывали на модельной установке производительностью 10–15 л/час (скорость прохождения молока через разрядную камеру). Основной задачей этого этапа являлось определение эффективности электроимпульсной обработки, которая оценивалась по двум микробиологическим показателям:

- общему количеству бактерий, оставшихся после «нетепловой пастеризации», к количеству бактерий, содержащихся в сыром молоке

- отсутствию кишечной палочки при посеве обработанного электроимпульсами молока в среду Кесслера.

В ходе исследований, отбирали пробы сырого сборного молока поступающего на молокозавод, обрабатывали их при различных режимах работы установки (варьировались амплитуда и частота повторения импульсов) и высевали для определения в них количество МАФАМ и БГКП.

Количество МАФАМ (мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов) определяли по ГОСТ 9225-94 [3].

Метод заключается в высеве продукта или разведении навески продукта в плотную питательную среду, инкубировании при 30 °С в течение 72 ч, и подсчете всех выросших видимых колоний.

Определение БГКП проводили по ГОСТ 30518-97 [4].

Метод основан на способности БГКП (колиформных бактерий родов *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*) сбраживать в питательной среде лактозу с образованием кислоты и газа при температуре 37 °С в течение 24 ч. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Микробиологические показатели молока обработанного электроимпульсным методом

Проба молока	Режим обработки			КМАФАнМ	Засеваемый в среду Кесслер объем продукта							
	U кВ	F Гц	V л/ч		10,0	1,0	0,1	0,01	0,001	0,0001	0,00001	0,000001
К				$4,0 \cdot 10^7$	+	+	+	+	+	+	+	+
1	18	40	10	$3,0 \cdot 10^5$	-	-	-	-	-	-	-	-
2	19	40	10	$3,0 \cdot 10^5$	-	-	-	-	-	-	-	-
3	20	40	10	$2,5 \cdot 10^5$	-	-	-	-	-	-	-	-
4	22	40	10	$2,5 \cdot 10^5$	-	-	-	-	-	-	-	-
5	24	40	10	$3,0 \cdot 10^5$	-	-	-	-	-	-	-	-
6	24	40	15	$3,5 \cdot 10^5$	-	-	-	-	-	-	-	-

К – сырое сборное молоко, 1–6 – молоко, обработанное электроимпульсами,

«+» – присутствие БГКП в определенном объеме,

«-» отсутствие БГКП в определенном объеме.

Результаты, полученные в ходе данных исследований, показали, что в обработанном электроимпульсами молоке наблюдалось снижение общего количества бактерий и уменьшение титра бактерий группы кишечной палочки.

Однако следует отметить, что в некоторых случаях пробы сырого молока отобранного из танкера не соответствовали по микробиологическим показателям требованиям СТБ 1598-2006 Молоко коровье. Требования при закупках [5].

Известно, что степень уничтожения микроорганизмов в процессе стерилизации зависит от исходного количества микроорганизмов в сыром молоке. Чем выше количество микроорганизмов в сыром молоке, тем больше их остается после пастеризации [6]. Поэтому, несмотря на значительное уменьшение количества бактерий в процессе электроимпульсной обработки, КМАФАнМ не достигало уровня соответствия требованиям СанПин к молоку пастеризованному.

Наиболее ценной составляющей частью молока являются белки. Белки молока можно разделить на две группы: казеин и сывороточные белки.

Казеин в молоке находится в виде сложного комплекса с солями кальция и фосфорной кислоты.

Основную часть сывороточных белков составляют α -лактоальбумины, β -лактоглобулины и иммуноглобулины, содержащиеся в молоке в тонкодиспергированном состоянии.

При обработке молока нагреванием в наибольшей мере изменяются сывороточные белки. Происходят глубокие изменения их молекулярной структуры. Длительное нагревание молока приводит к почти полной коагуляции наиболее чувствительных к нагреванию β -лактоглобулина и иммунных глобулинов и в меньшей степени α -лактоальбумина и сывороточного альбумина [7].

Так как производство пастеризованного молока требует сохранения биологической ценности белков, целью следующего этапа исследований было определение соотношения казеина и сывороточных белков в молоке прошедшем электроимпульсную обработку.

Проведение работы заключалось в:

- определении массовой доли общего азота ($N_{\text{общ}}$) молока методом Кьельдаля по ГОСТ 2332 [8]. Метод основан, на минерализации пробы молока серной кислотой в присутствии катализатора, дистилляции аммиака с водным паром, поглощении его раствором борной кислоты и титровании последней раствором соляной кислоты с индикацией точки эквивалентности по изменению окраски индикатора

- определении содержание казеина (m_k) в молоке по методу Маттиопуло (метод кислотного титрования);

- определении массовой доли небелкового азота ($N_{\text{небелк}}$) методом Кьельдаля;

- определение массовой доли белка $m_b = 6,38 \times (N_{\text{общ}} - N_{\text{небелк}})$;

- определение массовой доли сывороточных белков $m_{\text{св}} = m_b - m_k$;

Результаты исследований белковых фракций молока, обработанного электроимпульсным методом, представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Влияние электроимпульсной обработки на белковые фракции молока

Проба молока	Режим обработки			Наименование показателя									
	U, кВ	F, Гц	V, л/час	Массовая доля белка, m_b		Белковые фракции							
				Содержание азота, мг/100г	% белка	Общий азот $N_{\text{общ}}$, мг/100г	Небелковый азот $N_{\text{небелк}}$, мг/100г	Казеиновый азот $N_{\text{каз}}$			Азот сывороточных белков $N_{\text{с.б.}}$		
								мг/100г	% белка	% содержания от белка	мг/100г	% белка	% содержания от белка
К				496,8	3,17	523,2	26,4	456,1	2,91	91,8	40,7	0,26	8,2
1	20	40	10	492,8	3,14	519,3	26,5	448,1	2,86	91,1	44,7	0,28	8,9
К	20	40	12	505,1	3,22	531,6	26,5	460,4	2,94	91,3	44,7	0,28	8,7

Проба молока	Режим обработки			Наименование показателя									
	U, кВ	F, Гц	V, л/час	Массовая доля белка, m_b		Белковые фракции							
				Содержание азота, мг/100г	% белка	Общий азот $N_{общ.}$, мг/100г	Небелковый азот $N_{небелк.}$, мг/100г	Казеиновый азот $N_{каз}$			Азот сывороточных белков $N_{с.б.}$		
								мг/100г	% белка	% содержания от белка	мг/100г	% белка	% содержания от белка
2				505,1	3,22	532,3	26,8	452,8	2,89	89,8	52,7	0,33	10,2
К				503,0	3,21	529,5	26,5	469,1	2,99	93,1	33,9	0,22	6,9
3	22	40	10	514,4	3,28	541,4	27,1	476,8	3,04	92,7	37,6	0,24	7,3
К				505,1	3,22	531,6	26,5	460,4	2,94	91,3	44,7	0,28	8,7
4	22	40	12	513,1	3,27	539,7	26,6	481,6	3,07	93,9	31,5	0,20	6,1
К				496,8	3,17	523,2	26,4	456,1	2,91	91,8	40,7	0,26	8,2
5	23	40	15	493,4	3,15	520,1	26,7	447,9	2,86	90,8	45,5	0,29	9,2
К				505,1	3,22	531,6	26,5	460,4	2,94	91,3	44,7	0,28	8,7
6	24	20	10	506,1	3,23	532,9	26,8	452,5	2,89	89,5	53,6	0,34	10,5

К – сырое сборное молоко; 1–6 – обработанное электроимпульсами молоко;

F – частота повторения импульсов; U – амплитуда высоковольтных импульсов;

V – скорость прохождения молока через разрядную камеру.

Таким образом, установлено, что соотношение белковых фракций (казеина и сывороточных белков) в молоке после электроимпульсной обработки не изменилось. Следовательно, пищевая ценность такого молока выше, чем пастеризованного традиционным способом.

Качество молочных продуктов зависит от состояния жировой фазы молока. Молочный жир содержится в молоке в виде стойкой жировой эмульсии. Стабильность ее обусловлена особыми свойствами поверхности жировых шариков, а именно: жировые шарики имеют оболочку, которая состоит из внутренней мембраны (фосфолипидный слой) и внешнего слоя (белковый слой и гидратная вода). Состав и структура оболоч-

ки жировых шариков изменяются в процессе обработки, охлаждения и хранения молока.

При воздействии высоких температур происходит денатурация оболочечного белка жировых шариков, в результате чего наблюдается вытапливание жира во время пастеризации. В практике молочной промышленности все усилия направлены на то, чтобы при производстве питьевого молока и продуктов из сливок сохранить эмульсию «молочный жир-вода» и, насколько возможно, стабилизировать ее [9].

Результаты исследования жировой фракции молока обработанного электроимпульсным методом представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Влияние электроимпульсной обработки на жировую фракцию молока

Проба молока	Режим обработки			образец	Наименование показателя				
	U, кВ	F, Гц	V, л/час		массовая доля жира, %	количество жировых шариков в см ³	средний диаметр жировых шариков, мкм	скорость отстаивания сливок, мин	содержание неомыляемых веществ в молочном жире, %
1	20	40	10	К	4,0	3,3·10 ⁹	2,6	60	0,44
				1	4,0	3,0·10 ⁹	4,1	50	0,45
2	20	40	12	К	3,4	2,7·10 ⁹	2,8	68	0,31
				2	3,9	3,1·10 ⁹	3,2	50	0,30
3	22	40	10	К	3,8	2,8·10 ⁹	5,1	60	0,38
				3	3,8	3,1·10 ⁹	2,4	60	0,36
4	22	40	12	К	3,4	2,7·10 ⁹	2,8	68	0,31
				4	4,0	3,3·10 ⁹	2,6	60	0,44
5	23	40	15	К	4,0	3,3·10 ⁹	2,6	60	0,44
				5	4,0	3,4·10 ⁹	2,5	50	0,42
6	24	20	10	К	3,4	2,7·10 ⁹	2,8	68	0,31
				6	3,9	3,0·10 ⁹	2,9	50	0,33

К – сырое сборное молоко; 1–6 обработанное молоко;

U – амплитуда высоковольтных импульсов; F – частота повторения импульсов;

V – скорость прохождения молока через разрядную камеру.

Таким образом, обработка молока электроимпульсным методом в заданных режимах не оказывает видимого влияния на жировую фракцию молока. Наблюдается лишь некоторое увеличение скорости отстаивания сливок в обработанном молоке по сравнению с контрольным, что можно объяснить влиянием электрических импульсов на оболочку жировых шариков.

В дальнейшем опытная установка для электроимпульсной обработки жидких пищевых продуктов была модернизирована: увеличена производительность установки до 300 л/час (скорость прохождения молока через разрядную камеру), изменены технологические параметры обработки, оптимизирована конструкция рабочей камеры.

На модельной модифицированной установке были проведены исследования по изучению влияния электрических импульсов на выживаемость определенных видов микроорганизмов. Были использованы культуры бактерий *E. coli* и *S. aureus*.

E. coli, является типичным представителем бактерий группы кишечных палочек. Бактерии группы кишечных палочек относятся к санитарно-показательным микроорганизмам и используются для оценки качества молока и молочных продуктов.

Стерильное молоко, контаминированное *E. coli*, обрабатывали электроимпульсами и высевали на плотную среду Эндо. На среде Эндо

E. coli образуют колонии красного цвета с металлическим блеском. Подсчет выживших после обработки бактерий проводили методом прямого подсчета на плотной питательной среде [10].

В отличие от санитарно-показательных микроорганизмов, по наличию которых можно косвенно судить о наличии в продукте патогенных микроорганизмов, коагулазоположительные стафилококки сами могут являться причиной возникновения заболеваний. Поэтому отсутствие этих микроорганизмов в продуктах связано с прямой оценкой безопасности его употребления.

Результаты исследований микробиологических показателей искусственно контаминированного молока подвергнутого электроимпульсной обработке представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты исследования микробиологических показателей искусственно контаминированного молока, подвергнутого эллектроимпульсной обработке

№ опыта	Проба молока		Температура молока		Режим обработки			Количество бактерий <i>E. coli</i> (КОЕ/мл)	Засеваемый в среду Кесслер объем продукта, см ³								
			перед обработкой, °С	после обработки, °С	<i>U</i>	<i>F</i>	<i>V</i>		1,0	0,1	0,01	0,001	0,0001	0,00001	0,000001	0,0000001	
					кВ	Гц	л/ч										
1	К (молоко, контам. <i>E. coli</i>)							6,0·10 ⁷	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	1	38	40	24	200	300	6,0·10 ⁶	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	2	38	44	24	600	300	4,0·10 ⁶	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
2	К (молоко, контам. <i>E. coli</i>)							9,0·10 ⁸	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	3	33	41	24	600	300	5,0·10 ⁶	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	4	33	45	23	900	300	2,0·10 ⁶	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
3	К (мол., контам. <i>S. aureus</i>)							5,0·10 ⁷									
	5	37	43	24	600	300	1,5·10 ⁷										
	6	37	47	23	900	300	8,0·10 ⁶										

К – контроль контаминированного молока; 1–6 обработанное электроимпульсами молоко, контаминированное *E. coli* или *S. aureus*; амплитуда высоковольтных импульсов; *F* – частота повторения импульсов; *V* – скорость прокачки молока через разрядную камеру; «+» – присутствие *E. coli* в определённом объёме; «-» – отсутствие *E. coli* в определённом объёме

Результаты исследований показали значительное уменьшение количества бактерий *E. coli* и *S. aureus*. Однако увеличение скорости прохождения молока через разрядную камеру снижает эффект электроимпульсного воздействия.

Различные режимы обработки оказывают разное воздействие на микробиологические показатели молока. Увеличение мощности, т.е. амплитуды высоковольтных импульсов увеличивает бактерицидный эффект обработки.

Увеличение скорости прохождения молока через разрядную камеру снижает эффективность обработки молока.

Увеличение частоты импульсов приводит к некоторому снижению их амплитуды и не оказывает заметного влияния на конечный результат обработки.

Из примененных режимов наиболее оптимальным оказался режим 22 кВ, 40 Гц, 10 л/час.

КМАФАнМ в среднем снижался в 20–100 раз. Количество бактерий группы кишечной палочки уменьшалось в среднем на 5 порядков.

Эффективность электроимпульсной обработки зависит от уровня микробной загрязненности исходного молока

Соотношение белковых фракции (казеина сывороточных белков) в молоке после электроимпульсной обработки практически не менялось.

Литература

1. Васильев, Г. М. Электроимпульсная технология пастеризации молока / Васильев Г. М., Васецкий В.А., Васильева Э.М., Ганжа В.Л. // Энергоэффективность, – 2001 – № 9 – С. 12-13.

2. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы: СанПиН 11 63 РБ 98 – Введен 29.04.1998.: с изм.: текст по состоянию на 1 апр. 2007 г. – Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 1998. – 218 с.

3. Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа: ГОСТ 9225-84 – Взамен ГОСТ 9225-68; Введен 01.01.1986: с изм.: текст по сост. на 1 апр. 2007 г. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 14 с.

4. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий):

ГОСТ 30518-97 – Введен 01.06.1999. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 6 с.

5. Молоко коровье. Требования при закупках: СТБ 1598-2006 – Введен с 31.01.2006. – Минск: Госстандарт, 2006 – 12 с.

6. Банникова Л.А. Микробиологические основы молочного производства / Л.А.Банникова, Н.С. Королева, В.Ф. Семенихина; под ред. канд. техн. наук Я.И. Костина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.

7. Лабораторный практикум по общей и специальной технологии пищевых производств / О.М. Аношина, Г.М. Мелькина, Ю.И. Сидоренко и др. – М.: КолосС, 2007. – 183 с.

8. Молоко и молочные продукты. Методы определения общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка: ГОСТ 23327-98 – Введен с 01.03.2000. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 7 с.

9. Дьяченко П.Ф. Технология молока и молочных продуктов / П.Ф. Дьяченко, М.С. Коваленко, А.Д. Грищенко, А.И. Чеботарев. – М.: Пищевая промышленность, 1997. – 447 с.

10. Методы культивирования микроорганизмов: ГОСТ 26670–91 – Взамен ГОСТ 26670-85; Введен 25.12.91. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 12 с.

Е. Л. Соркина¹, В. С. Ветров²

Белорусский государственный аграрно-технический университет¹
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»²

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ОБОГАЩЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СВИНИНЫ

Рассмотрена классификационная система производства функциональных мясных продуктов на основе свинины с использованием современных ингредиентов для этого процесса. Приведены физико-химические показатели витаминно-лактозной пищевой добавки, выбранной для производства обогащенной продукции. Разработана рецептура сосисок высшего сорта «Университетские», обогащенные данной смесью, проведены их медико-биологические испытания. Установлено, что изготовленные образцы продукции отвечают действующим в Беларуси ТНПА.

В настоящее время во всем мире возрастает интерес к функциональным (обогащенным) продуктам питания. Совершенствование ассортимента такого вида продукции является одной из задач производителей продуктов питания. Современный потребитель достаточно информирован и считает, что продукт должен быть вкусным, полезным и одновременно балансировать обогащение рациона питания необходимыми организму веществами. Результаты регулярных массовых обследований в Беларуси, как и в других странах, однозначно свидетельствуют о недостаточном потреблении ряда витаминов, минеральных веществ: макро- и микроэлементов (кальция, железа, йода и др.) большей частью детского и взрослого населения. Организм человека способен синтезировать только некоторые витамины и должен получать необходимые количества микронутриентов в готовом виде с пищей. Способность запасать витамины впрок у организма человека практически отсутствует, они должны поступать регулярно, в полном наборе и количествах, соответствующих физиологической потребности каждого человека во все периоды его жизни.

Ключевым моментом в программе витаминизации (фортификации) продукции является выбор применяемого для этой цели пищевого сырья. Мясо, которое само по себе может считаться таковым продуктом, является одним из видов перспективного сырья для изготовления функциональных продуктов.

Известно, что мясные продукты являются одними из основных белковых продуктов ежедневного потребления и источником необходимых организму веществ – белков, жиров, минеральных веществ и ряда витаминов, недостаток которых может привести к ухудшению здоровья. Большое значение в рациональном питании населения имеют биологически полноценные продукты, вырабатываемые в производственных условиях. Одним из основных видов мясного сырья в Беларуси была и остается свинина, характеризующаяся высокой пищевой и биологической ценностью, а также низким аллергическим свойством, хорошей усваиваемостью, национальными традициями.

Особо следует отметить влияние сбалансированности жирнокислотной формулы рациона питания на пластическую функцию липидов в организме человека. Эти процессы реализуются за счет наличия в свинине микронутриентов, к которым в первую очередь относятся незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты, среди которых следует отметить линолевую, линоленовую и арахидоновую. Соотношение насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот в жировой ткани свиней довольно близко к оптимальному, свиной жир следует считать одним из наиболее ценных в биологическом отношении, а свинину – природным функциональным продуктом.

К функциональным пищевым продуктам относят пищевые продукты, предназначенные для систематического употребления в составе рационов питания всеми возрастными группами здорового населения, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющие

щие и улучшающие здоровье благодаря содержанию в них физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

Физиологически функциональные пищевые ингредиенты – это биологически активные и физиологически ценные, безопасные для здоровья, имеющие точные физико-химические характеристики вещества, для которых выявлены и научно обоснованы свойства и установлены нормы ежедневного потребления в составе пищевых продуктов (рис. 1) [1].

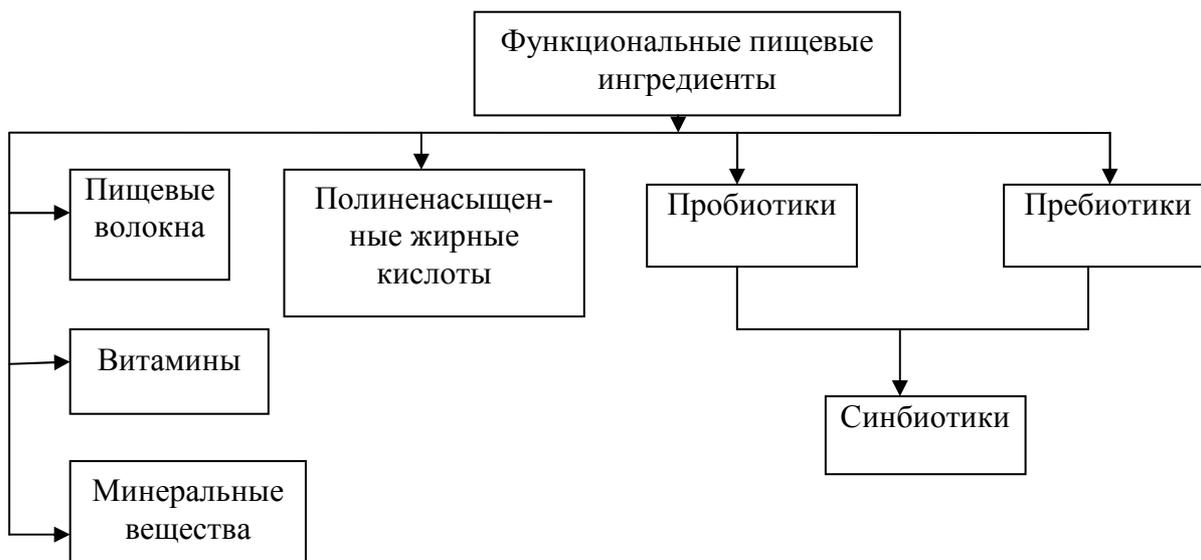


Рисунок 1 - Классификация функциональных пищевых ингредиентов

Современные специалисты в области питания в течение многих лет проводят систематические работы, направленные на создание функциональных продуктов, обогащенных физиологически ценными компонентами и имеющих заданные технологические свойства. В качестве одного из компонентов находят использование пребиотик (лактозу).

С современных позиций нормальную микрофлору человека рассматривают как совокупность микробиоценозов различных частей тела. Совокупность микробиоценозов макроорганизма обозначается как нормобиоценоз, или эубиоз, хотя в последнее время более часто отдают предпочтение термину «микрoэкология», как более емкому понятию, поскольку оно включает в себя данные не только о качественном и количественном равновесии разнообразных популяций микробной флоры от-

дельных органов и систем макроорганизма, но и об их биохимическом, метаболическом и иммунологическом состоянии. Состояние равновесия микроэкологии характерно для здорового организма. Однако при превышении пороговой величины воздействующих на организм экзо- и эндогенных факторов микробиоценозы выходят из состояния биологического равновесия, т.е. развивается дисбиоз, для профилактики и лечения которого необходимо проведение коррекции питания, обеспечение его сбалансированности с учетом возрастных групп и нарушенных моторных или секреторных функций пищеварительной системы.

Мясные изделия, являясь продуктами массового и ежедневного потребления, могут и должны применяться для профилактики и лечения дисбиоза: специально разработанные для этих целей продукты, несомненно, можно отнести к пробиотическим. Исследования в этой области ведутся в двух направлениях. Возможно наполнение желудочно-кишечного тракта определенными микроорганизмами, существенно меняющими его микрофлору. Для этой цели используют специальную продукцию с пробиотиками - микроорганизмами специальной направленности. Целесообразно использовать пребиотики, добавки, способные активировать собственную микрофлору кишечника организма человека. В качестве такой добавки хорошо зарекомендовали себя лактулоза, являющаяся продуктом изомеризации лактозы, продукты переработки топинамбура, в том числе инулин. Лактулозу используют в виде сиропов различной концентрации. Исследованы их технологические свойства, в том числе растворимость, термоустойчивость, водосвязывающая способность, а также основные характеристики растворов различной концентрации.

Таким образом, использование функциональных ингредиентов в рецептурах продуктов питания позволяет не только создавать изделия нового поколения, направленные на сохранение и улучшение здоровья, но и регулировать пищевую ценность рационов, а также реологические

свойства полуфабрикатов, участвовать в формировании вкуса и запаха изделий, способствовать более длительному хранению изделий и улучшению отдельных показателей качества.

Учитывая вышеизложенные проблемы, на базе мясного предприятия Белорусского государственного аграрного технического университета разработан и освоен ассортимент продуктов из свинины, обогащенных витаминной смесью с лактулозой и кальцием «Лактусан ВиКа» по ТУ 9229-015-53757476-05 (Россия). Данная смесь предназначена для использования в различных отраслях пищевой промышленности, возможно ее использование в производстве мясной продукции.

Физико-химические показатели данной витаминной смеси представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели витаминной смеси с лактулозой и кальцием «Лактусан ВиКа», %

Показатель	Значение
Массовая доля влаги	не более 6,0
лактата кальция	не менее 45,0
кальция	не менее 8,0
витаминового премикса Н33053	не менее 8,0
В том числе:	
Витамин А	не менее 0,03
Витамин D ₃	не менее 0,00008
Витамин Е	не менее 0,2
Витамин В ₁	не менее 0,06
Витамин В ₂	не менее 0,04
Витамин В ₆	не менее 0,08
Витамин В ₁₂	не менее 0,00011
Никотинамид	не менее 0,56
Фолиевая кислота	не менее 0,01
Витамин С	не менее 3,0
Массовая доля углеводов	не менее 42,0
В том числе:	
лактулозы	не менее 32,0
лактозы	не менее 7,0
галактозы	не менее 4,0

Данная витаминная минерально-лактулозная добавка была использована для выработки вареных колбасных изделий (сосисок, сарделек, колбас высшего сорта по СТБ 126).

Образец сосисок высшего сорта «Университетские», обогащенных витаминной смесью с лактулозой и кальцием «Лактусан ВиКа», выработанного в производственных условиях ПК ООО «Пластполиграф» г.Минска, испытан на содержание витаминов и минеральных веществ в готовом продукте (табл. 2). Рецептура сосисок «Университетских» включает в качестве основных компонентов свинину полужирную и молоко сухое.

Таблица 2 - Результаты испытаний сосисок «Университетских» на основе свинины с добавлением витаминной смеси с лактулозой и кальцием «Лактусан ВиКа»

Показатель	Результаты испытаний	РЦРБ100160682.004-2007
<i>1. Витаминный состав</i>		
А, мкг/100 г ($\pm 20\%$)	160,0 \pm 32,0	90,0-170,0
В ₁ , мг/100 г ($\pm 20\%$)	0,37 \pm 0,07	0,2-0,4
В ₂ , мг/100 г ($\pm 20\%$)	0,28 \pm ,06	0,2-0,3
В _С , мкг/100 г ($\pm 18\%$)	19,0 \pm 3,42	15,0-25,0
<i>2. Минеральный состав</i>		
Кальций, мг/100 г ($\pm 10\%$)	86,19 \pm 8,62	50,0-85,0

Аналогичные результаты получены при испытаниях образцов сарделек «Университетские», колбасы вареной «Университетская», колбасы вареной «Минская» высших сортов.

При разработке данных образцов учитывали рекомендованную медицинской наукой 1/3 суточной потребности в используемых витаминах. Следует отметить, что использована в разработке рекомендуемая суточная потребность – определенный Департаментом продовольствия и питания уровень потребления жизненно важных веществ, необходимых для обеспечения потребностей в них практически здоровых людей. (Нормы МЗ СССР – Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения, СССР, Москва 1991г. Используются данные по нормам физиологических потребностей для взрослого населения в день)

Таким образом, изготовленные образцы вареных колбасных изделий с добавлением витаминной смеси с лактулозой и кальцием «Лакту-

сан ВиКа» отвечают действующим в Беларуси нормативным докумен-там.

Литература

1. Цыганова, Т.Б. Функциональные ингредиенты и их использование. / Т. Б. Цыганова // Мясные технологии.—№ 4.—2007.—С. 40-41.

Р. И. Кавецкий
РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКОВ ОБВАЛОЧНЫХ ПРЕССОВ ПОСРЕДСТВОМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

В основу проведенного анализа легли технологические аспекты теории прессования, показывающие взаимосвязь геометрических параметров рабочих органов обвалочных прессов и качества получаемого продукта. Такие факторы, как содержание костного остатка и его размеры, температура продукта на выходе из пресса, напрямую обусловлены в первую очередь особенностями конструкции узла сепарации и на сегодняшний день вызывают противоречивые объяснения. На основании этого была предложена возможность обосновать конструктивные параметры шнека со ступенчатым изменением диаметров вала и его шага по ходу движения продукта с применением элементов математического моделирования. Предложенный подход позволяет обеспечить равномерное продвижение продукта по всей рабочей зоне узла сепарации и добиться постоянного коэффициента уплотнения сырья в каждом межвитковом пространстве шнека, улучшая качество прессованного сырья и повышая тем самым эффективность работы машины в целом.

Прессование является наиболее прогрессивным технологическим способом переработки сельскохозяйственного сырья и продуктов животноводства. На протяжении многих лет и до настоящего времени наиболее распространенными являются шнековые прессы. Это объясняется в первую очередь тем, что они представляют собой машины непрерывного действия и дают возможность полностью механизировать многие производственные процессы [1].

Широкое применение нашли шнековые прессы и на птицеперерабатывающих предприятиях для отделения мяса птицы от кости. Как известно, в Республике Беларусь переработка мяса птицы всегда занимала одну из ключевых позиций в обеспечении населения высококачественными продуктами питания. Повышенный интерес предприятий к обва-

лочным прессам обусловлен тем, что в последние годы наряду с традиционной переработкой (выделение наиболее ценных частей тушки: филе, окорочков), возник вопрос о рациональном использовании менее ценных частей тушки, таких как шеи, каркасы (спинно-лопаточная и пояснично-кресцовая части).

Однако, несмотря на важность и значимость шнековых прессов в общем парке оборудования различных отраслей, существует недостаточно информации о геометрических параметрах рабочих органов, которые не взаимосвязаны между собой и, следовательно, нуждаются в существенной доработке [2].

На птицеперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь механическая обвалка мяса птицы осуществляется на установках шнекового типа «Уникон-500», РВС-1000 и РВС-500 (установки с жестким рабочим органом). В данном типе устройств мясокостная масса спрессовывается шнеком внутри перфорированной гильзы, давление в зоне прессования регулируется специальным запорным устройством (клапаном), мясная масса под давлением истекает наружу через отверстия (щели) гильзы (сетки) или набора пластин, а костный остаток выводится из зоны прессования через щелевое отверстие кольцевого клапана. Важнейшими параметрами процесса, влияющими на качество продукта, являются содержание и размер костных включений в фарше, температура фарша на выходе из пресса, микробиологические показатели мяса.

С появлением механически сепарированного мяса птицы тема возможного содержания костных включений привлекает постоянное внимание. Исследовались частицы кости в мясе ручной обвалки и в механически сепарированном мясе птицы после применения прессов от различных производителей. В настоящее время очень тщательно контролируется содержание кальция с пересчетом на эквивалентное содержание кости. Несомненно, костные частицы, попадающие в мясо механической обвалки, являются ограничительным фактором при его использовании. Ря-

дом ученых было показано, что костные фрагменты растворяются соляной кислотой желудочного сока человека и биопригодность кальция из кости примерно такая же, как и кальция молока. Вместе с тем это утверждение имеет место только при условии нормальной кислотности желудочного сока. Частицы кости, выделенные из мяса ручной обвалки, имели, как правило, несколько большие размеры, чем частицы из механически сепарированного мяса. Все частицы кости, обнаруживаемые в механически сепарированном мясе птицы, могут быть охарактеризованы как «порошкообразные» и не представляют опасности для потребителя [3]. В нашей стране, например, с вводом так называемого кодекса установившейся практики, применение мяса механической обвалки при производстве многих видов продукции высшего и первого сортов было полностью исключено. Можно при этом заметить, что в европейских странах мясо механической обвалки употребляют при производстве продуктов детского питания. Поэтому необходимо учитывать тот факт, что рабочие органы прессов очень быстро изнашиваются и количество костных включений, а также их размер заметно увеличиваются. Срок службы рабочих органов прессов марки «Уникон» составляет всего 200 ч, а у прессов РВС-1000 и вовсе 70 ч, в то время как у прессов американской фирмы «Бихайв» этот показатель равен 800 ч. При этом птицеперерабатывающие предприятия Беларуси прибегают к восстановлению рабочих органов прессов в соседних странах (Россия), ввиду отсутствия специализированного оборудования и опыта в проведении такого рода работ в нашей стране. Покупка же новых узлов отжатия для прессов у фирм-производителей обходится нашим предприятиям намного дороже. Существенным недостатком является и значительное потребление электроэнергии (до 0,015 кВт·ч/кг) [4].

Конструкция рабочих органов пресса предопределяет температурные параметры процесса. Из-за сильного трения сырья о рабочие органы, а также трения слоев продукта относительно друг друга температуры, а

повышается. На установках шнекового типа температура нагрева колеблется в пределах от 3 °С до 14 °С. Поэтому рекомендуют подавать мясо на обработку в подмороженном минус 2–3 °С или охлажденном виде 0–4 °С. Так, при подаче мяса в подмороженном виде на переработку возникают следующие изменения: при небольшом износе витков подающего шнека мясо в приемном бункере проскальзывает и от трения о витки шнека начинает интенсивно нагреваться, проталкиваясь далее к узлу сепарации. Спекшиеся в результате нагрева части кости, попадая в зазор между прессующим шнеком и перфорированной гильзой, забивают ее отверстия и тем самым уменьшают рабочую зону сепарации, снижая производительность и качество перерабатываемого сырья. Это возможно и вследствие несовершенной конструкции сепарирующей головки (большой зазор между шнеком и гильзой, формой и количеством проходных отверстий, геометрией самого шнека, а также скоростью его вращения). В технических паспортах на обвалочные прессы завод-изготовитель рекомендует для получения фарша с оптимальными технологическими параметрами использовать нулевой зазор между шнеком и гильзой.

Анализ работы шнекового пресса механической обвалки показывает, что отжатие жидкой фазы из материала происходит в результате постепенного уплотнения массы материала. Причем этого можно добиться как за счет сокращения объема материала, находящегося между витками, уменьшения шага витков, а иногда и их высоты, так и за счет механического воздействия витков на материал в процессе вращения шнека. К тому же необходимо учитывать трение прессуемого материала о поверхность витков, стенки цилиндра и частиц материала между собой и сопротивление устройства, регулирующего величину выходного отверстия для уплотнения остатка [5].

Степень сжатия характеризуется коэффициентом сжатия (k), который равен отношению объемов материала, занимаемого в межвитковых

пространствах, причем коэффициент уплотнения может изменяться в широких диапазонах, в зависимости от вида прессуемого материала и конструкции пресса.

Существует целый ряд технических приемов в конструировании шнеков прессующего типа для обвалки мяса. Рассмотрим конструкцию шнека, в котором его функциональность обусловлена изменением высоты витков путем ступенчатого изменения диаметров вала шнека [6]. Эффективность отжатия материала может при этом регулироваться изменением шага витков шнека, а именно его уменьшением по ходу движения. Представленная схема шнека (рисунок 1) применяется не только в обвалочных прессах, но также и в установках для тепловой обработки фаршевых мясopодуKтов, например, при производстве детского и диетического питания. Принцип работы этой машины заключается в обезвоживании продукта при тепловой обработке.

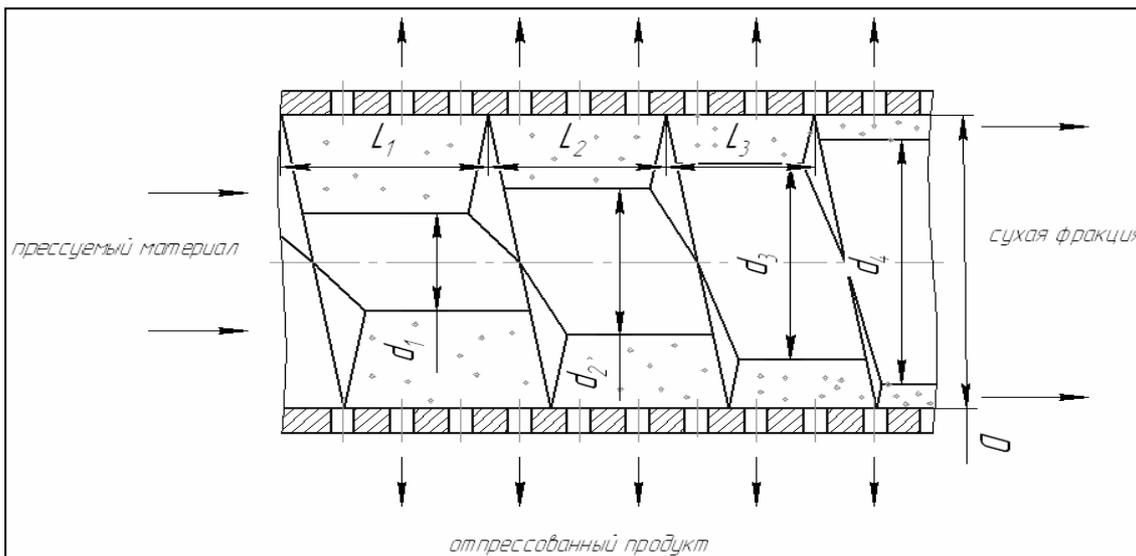


Рисунок 1 – Схема узла сепарации пресса

Формула коэффициента уплотнения продукта определяется выражением

$$k = V_1 / V_2, \quad (1)$$

где V_1 и V_2 объемы межвитковых пространств двух соседних витков соответственно,

В нашем случае мы будем рассматривать формулу определения коэффициента уплотнения материала как отношение площадей межвитковых пространств, поскольку толщиной винтовых канавок мы пренебрегаем. Для обеспечения высокого качества продукта, а следовательно, и работы всей машины в целом необходимо, чтобы выполнялось условие

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{F_2}{F_3} = \frac{F_3}{F_4} = k = const. \quad (2)$$

Поскольку качество прессуемого материала зависит от коэффициента уплотнения, значит его величина должна быть постоянной на протяжении всей рабочей длины шнека во всех межвитковых пространствах. Применительно к вышеуказанной конструкции шнека со ступенчатым изменением диаметров вала шнека по всей его рабочей длине необходимо знать, как и по какому закону они изменяются. Этого можно добиться, используя приемы математического моделирования.

Для определения поставленной задачи воспользуемся конструктивной упрощенной схемой (рис. 2).

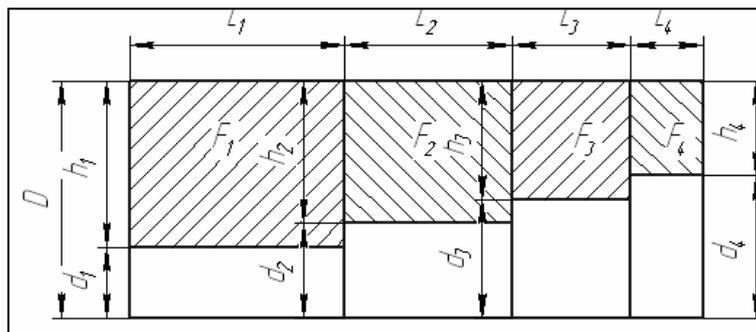


Рисунок 2 – Конструктивная схема шнека

Площадь первого межвиткового пространства определяется выражением

$$F_1 = h_1 L_1 = (D - d_1) L_1, \quad (3)$$

где h_1 – высота первой винтовой канавки; L_1 – шаг шнека, изменяющийся по длине (принимается конструктивно с учетом общей длины шнека и вида прессуемого продукта); D – наружный диаметр шнека (принимается конструктивно); d_1 – диаметр шнека на первом участке (принимается конструктивно).

Аналогично можно записать и площади межвитковых пространств для оставшихся участков шнека.

Предположим, что ступенчатое возрастание диаметров вала шнека, а также изменение величины его шага подчиняется следующему закону:

$$D_n = X d_{n-1}, \quad (4)$$

где d_n – диаметр n -го участка вала шнека (зависит от количества витков); d_{n-1} – диаметр предыдущего участка вала шнека; X – коэффициент пропорциональности, как среднее арифметическое между полученными значениями x_i и x_j заданной функции (6)

$$L_n = Y L_{n-1}, \quad (5)$$

где L_n – шаг n -го участка шнека; L_{n-1} – шаг предыдущего участка шнека; Y – коэффициент пропорциональности, как среднее арифметическое между полученными значениями y_i и y_j заданной функции (6)

Анализируя полученные формулы, например, для первых двух межвитковых пространств можно заключить, что при постоянных коэффициентах пропорциональности X и Y , и известном коэффициенте уплотнения прессуемого продукта, мы бы получили систему двух уравнений с двумя неизвестными, которая вероятней всего не будет иметь решения. Поэтому коэффициенты пропорциональности изменения диаметров и шагов по длине шнека будут не одинаковы. С помощью математического моделирования можно будет получить при бесконечном множестве решений систем уравнения, только те, значения которых наименьшим образом отличаются друг от друга. Для этого можно использовать функцию Excel «Поиск решения», указав целевую функцию

$$\max(|x_i - x_j|, |y_i - y_j|) \rightarrow \min, \quad (6)$$

где x_i и x_j - i и j коэффициенты пропорциональности диаметров вала шнека, изменяющиеся в зависимости от числа витков; y_i и y_j - соответственно i и j коэффициенты пропорциональности изменения шага шнека по длине.

Записав с учетом формулы (3) условие (2) для первых трех витков, получим систему

$$\begin{cases} \frac{(D - d_1)L_1}{(D - x_1 d_1)y_1 L_1} = k \\ \frac{(D - x_1 d_1)y_1 L_1}{(D - x_1 x_2 d_1)y_1 y_2 L_1} = k \end{cases}, \quad (7)$$

Полученные с помощью функции (6) значения коэффициентов пропорциональности при шаге и диаметрах участков вала шнека очень близки друг с другом. Поэтому для практического использования полученных данных необходимо использовать среднее их значение, подставив его в формулы (4) и (5) вместо переменных X и Y . Выполнение такой задачи позволит более точно обосновать геометрические параметры шнека и выйти на постоянный коэффициент уплотнения продукта по всей его рабочей длине.

Литература

1. Прессы пищевых и кормовых производств / А. Я. Соколов [и др.]; под ред. А. Я. Соколова—Москва: Машиностроение, 1973.—290 с.
2. Груданов, В.Я. «Золотая» пропорция в инженерных задачах / В. Я. Груданов.—Могилев: МГУ им. Кулешова, 2006.—288 с.
3. Мясо птицы механической обвалки / В. А. Гоноцкий [и др.]; под общ. ред. А. Д. Давлеева.—Москва: Альфа-Дизайн, 2004.—200 с.
4. Кавецкий, Р. И. Теоретическое обоснование геометрических параметров рабочих органов обвалочных прессов / Р. И. Кавецкий // Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов: материалы междунар. науч.-практ. конф., Краснодар: КНИИХП, Куб.ГТУ, под ред. Р.И. Шаззо.—Краснодар, 2008.—272 с.

5. Стабников, В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств / В. Н. Стабников.—3-е изд.—М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.—328 с.

6. Падохин, В. А. Физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов: учеб. пособие / В. А. Падохин.—Иваново, 2007.—128 с.

*В. А. Варганов, к.б.н.
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

СТАБИЛИЗАТОРЫ «СТМ»

В рамках выполнения Государственной программы импортозамещения отделом технологий гомогенизированных продуктов РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в 2008 г. разработано 5 рецептур стабилизаторов под видовым наименованием «СТМ». Разработанные стабилизаторы используются для стабилизации водных растворов, суспензий и водно-жировых эмульсий, составляющих различные виды пищевых продуктов и предназначены для молочной и других отраслей пищевой промышленности, в промышленной кулинарии, при изготовлении продуктов, полуфабрикатов в сети предприятий общественного питания. В статье приведены данные о составе стабилизаторов, их функциональных свойствах и аспектах применения.

Современные технологии производства продуктов питания не обходятся без применения функциональных пищевых добавок - стабилизаторов [1, 2, 3]. Различные отрасли отечественной пищевой промышленности из-за отсутствия широкомасштабного производства собственно белорусских стабилизаторов используют указанные пищевые добавки импортного производства.

В рамках выполнения Государственной программы импортозамещения были проведены исследования по подбору компонентов, обладающих влагосвязывающей, стабилизирующей способностью, и созданы рецептуры новых видов стабилизаторов, которые будут иметь перспективу применения при производстве молочной и другой пищевой продукции.

Отделом технологий гомогенизированных продуктов РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в 2008 г. разработано 5 рецептур стабилизаторов под видовым наименованием «СТМ», имеющих следующие показатели относительной влагосвязывающей способности, ха-

рактизуемые способностью удержания единицей массы стабилизатора соответствующего количества единиц массы влаги.

Из таблицы 1 видно, что стабилизаторы, в особенности «СТМ»-3, «СТМ»-4 и «СТМ»-5, обладают высокой степенью универсальности и могут быть использованы в производстве майонезов, кетчупов, кондитерских кремов и других продуктов питания.

Таблица 1 – Сводная таблица характеристик стабилизаторов «СТМ»

Стабилизатор	Состав	Показатель ОВС	Область применения
«СТМ»-1	E412; E471; E 466; E407	70–80	Производство мороженого, молочно-жировых продуктов (сливочные пасты, десерты)
«СТМ»-2	крахмал картофельный; E412; E407; E415; E412	30–40	Производство кисломолочной продукции
«СТМ»-3	E412; E415; крахмал картофельный; E407	90–100	Молочные десерты, сливочные соусы, кремы
«СТМ»-4	E412; E415; E 407; E466	120–130	Плавленые сыры, молочные десерты, в том числе взбитая творожная продукция
«СТМ»-5	E412; E415; E466	100–120	Кисломолочная продукция, творожные изделия, молочно-жировые продукты

Состав стабилизатора «СТМ»-1 разработан с учетом синергического взаимодействия между гуаровой камедью и карбоксиметилцеллюлозой, а также между гуаровой камедью и каррагинаном. Эффект синергизма усилен также и за счет взаимодействия каррагинана с молочными белками.

В связи с тем, что рекомендуемая область применения стабилизатора «СТМ»-1 – производство мороженого и молочно-жировых продуктов, в его состав дополнительно введены эмульгирующие агенты – моно- и диглицериды жирных кислот. Данный состав стабилизатора обеспечивает хорошее эмульгирование молочного жира и последующую стаби-

лизацию молочной основы мороженого, а наличие в его составе каррагинана препятствует образованию крупных кристаллов льда при последующем замораживании молочной смеси.

При разработке стабилизатора «СТМ-2» учитывали синергические взаимодействия гуаровой и ксантановой камедей, гуаровой камеди и каррагинана, каррагинана и нативного картофельного крахмала, каррагинана и молочных белков. В связи с множественностью синергических взаимодействий расчетная относительная влагосвязывающая способность была сознательно снижена. Это связано с тем, что рекомендуемая область применения данного стабилизатора – производство кисломолочной продукции (йогуртов и йогуртных продуктов и т.д.). При ее производстве первоначальная вязкость молочной смеси со стабилизатором не должна быть очень высокой, чтобы не препятствовать образованию молочного сгустка в результате деятельности заквасок молочно-кислых бактерий. Основная стабилизирующая роль вышеназванной пищевой добавки начинает проявляться на конечной стадии получения кисломолочного продукта, т.е. после образования молочного сгустка, и выражается в сохранении (стабилизации) его структуры и препятствовании отделению молочной сыворотки.

Состав стабилизатора «СТМ-3» также основан на ряде синергических взаимодействий гуаровой и ксантановой камедей, гуаровой камеди и каррагинана, каррагинана и нативного картофельного крахмала, каррагинана и молочных белков. Данный стабилизатор разрабатывался таким образом, чтобы создавать максимальную вязкость с момента его введения в молочную основу изготавливаемого продукта.

Последний фактор особенно важен при производстве десертов, сливочных соусов и кремов, так как обеспечивает их густую консистенцию в присутствии даже разжижающих компонентов – сахара, порошка какао, фруктовых наполнителей и т.д.

При разработке стабилизатора «СТМ»-4 учитывали синергические взаимодействия гуаровой и ксантановой камедей, гуаровой камеди и карбоксиметилцеллюлозы, гуаровой камеди и каррагинана, каррагинана и молочных белков. Данный стабилизатор разрабатывался не только для обеспечения густой консистенции молочных продуктов, но и для придания им пластичной гелеобразной структуры. Указанные свойства стабилизатора «СТМ»-4 с успехом можно использовать при производстве плавленых сыров (для придания им более «короткой» нетекучей структуры), молочных десертов типа пудингов и взбитых десертов, в которых легкая гелеобразность стабилизирует массу воздушных пузырьков в структуре конечного продукта.

Стабилизатор «СТМ»-5 разработан таким образом, что его максимальная эффективность проявляется уже при смешивании с молочным сырьем при температуре 5–20 °С и не изменяется даже после нагревания сырья до температуры 95 °С. Таким образом, данный стабилизатор можно применять даже на конечных стадиях изготовления молочных продуктов, после их охлаждения, использовать для корректировки их структуры, а также при изготовлении молочных коктейлей и майонезов холодным способом. В то же время термообработка как технологический фактор производства молочной продукции ни в коей мере не ограничивает сферу применения стабилизатора «СТМ»-5.

Рецептурный состав стабилизатора «СТМ»-5 разработан с учетом синергических взаимодействий гуаровой и ксантановой камедей, гуаровой камеди и карбоксиметилцеллюлозы. С учетом технологических особенностей применения данного стабилизатора и высоких показателей относительной влагосвязывающей способности он, помимо молочной промышленности, может использоваться и в других пищевых отраслях.

Для выявления технологической эффективности разработанных стабилизаторов на модельных системах были проведены исследования влияния концентраций жира в молочной смеси на расход (концентра-

цию) стабилизатора, обеспечивающего не менее 98% стойкости эмульсионного молочного продукта.

В качестве модельной системы использовали смесь обезжиренного молока с 10–60 % молочного жира (сливочного масла 82,5%-ной жирности). В качестве испытуемого образца использовали стабилизатор «СТМ»-3, растворяемый в различных концентрациях в указанной смеси при температуре 75 °С. Молочно-жировые смеси гомогенизировали с помощью лабораторного диспергатора (турбомиксера) при температуре 55–60 °С, после чего охлаждали до 20 °С и анализировали качество полученного продукта по показателю стойкости неразрушаемой эмульсии, определенной по ГОСТ 30004.2 (рис. 1).

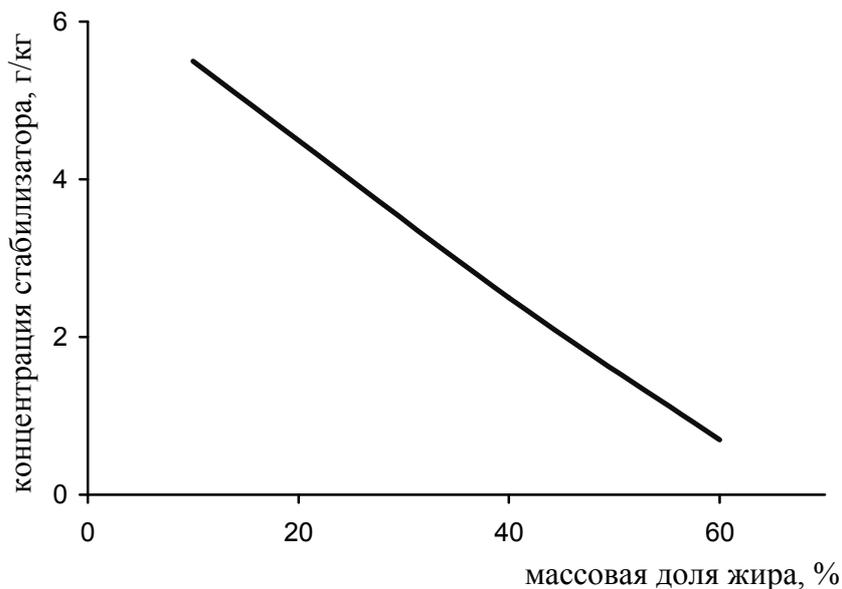


Рисунок 1 – Зависимость соотношения стабилизатор:жир в системе эмульсии 98%-ной стойкости

Из данных, представленных рис. 1 видно, что зависимость концентрации стабилизатора, обеспечивающего гарантированную стабильность эмульсии, от концентрации жира в молочно-жировой смеси носит прямолинейный характер. Так, для получения стабильной эмульсии 10%-ной жирности расход стабилизатора составил 5,5 г/кг, эмульсии 40%-ной жирности – 2,5 г/кг, а эмульсии 60%-ной жирности – 0,7 г/кг.

Следует отметить, что при заданной (не менее 98%) стойкости эмульсии плотность модельного молочно-жирового продукта увеличивалась с возрастанием в нем концентрации жира. В то же время с увеличением жирности продукта эффективная концентрация стабилизатора уменьшалась.

Полученные результаты объясняются тем, что стабилизация консистенции продукта непосредственно связана с влагоудерживающей способностью стабилизатора, являющегося водорастворимым агентом, создающим пространственную решетку, связывающую молекулы воды. С повышением жирности молочного продукта массовая доля влаги в нем уменьшается, что влечет соответствующее снижение концентрации стабилизатора, необходимого для получения его стабильной структуры.

В процессе экспериментальных исследований были выявлены некоторые закономерности стабилизации структуры молочных продуктов в зависимости от содержания в них не только жировой фазы, но и концентрации белка.

Исследования проводили на модельных системах, представленных молочно-жировыми смесями 10%-ной жирности, нормализованных по белку (с содержанием от 3 до 15%) с помощью сухого обезжиренного молока. В качестве испытуемого образца так же, как и в предыдущих экспериментах, использовали стабилизатор «СТМ»-3.

Качество стабилизации модельных молочных продуктов в зависимости от содержания в них белка и концентраций испытуемого стабилизатора оценивали органолептически, исходя из консистенции полученных продуктов с 98%-ной стойкостью эмульсии (рис. 2).

Результаты проведенных исследований отражает рисунок 2.

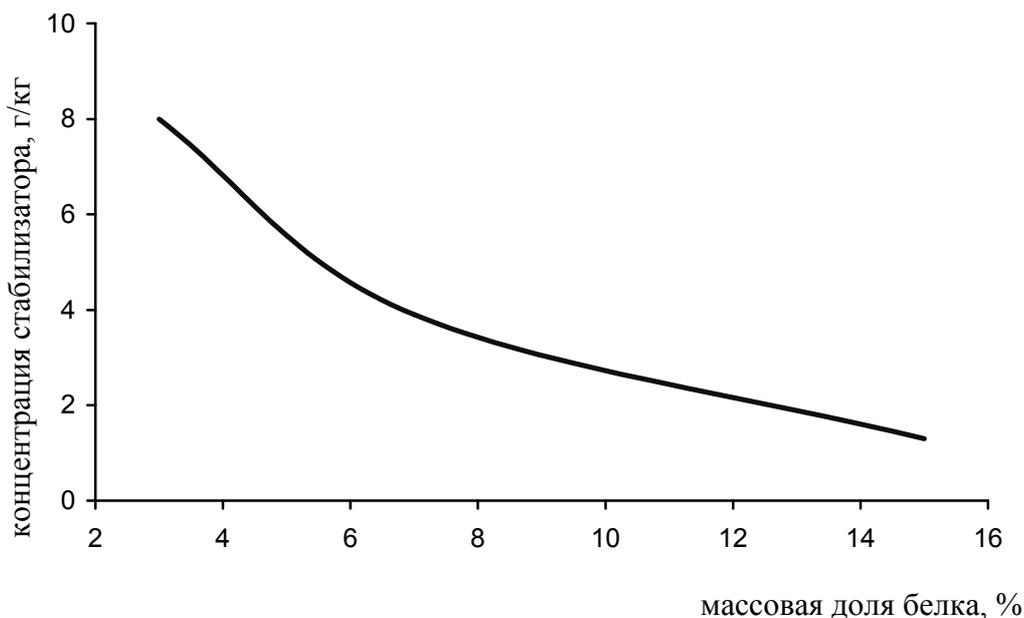


Рисунок 2 – Зависимость соотношения стабилизатор:белок в системе эмульсии 98%-ной стойкости

Закономерности зависимости концентраций стабилизатора, необходимых для создания хорошо стабилизированных структур молочно-жировых продуктов от содержания в них белка описывается параболической кривой. С увеличением содержания в модельном продукте концентрации белка при постоянной (10%-ной) жирности концентрация пищевой добавки, необходимой для создания стабильной структуры продукта, уменьшается. При этом густота продукта склонна к увеличению с возрастанием в нем концентрации белка.

Для создания стабильной структуры молочно-жирового продукта с 3%-ным содержанием белка концентрация стабилизатора «СТМ»-3 должна составлять порядка 8 г/кг, 7%-ным – 3,9 г/кг, а с 15%-ным – порядка 1,3 г/кг.

В результате проведенных экспериментов установлено, что температура внесения стабилизатора в изготавливаемые молочные продукты существенно влияет на его расход и фактическую влагосвязывающую способность. При изготовлении молочных продуктов горячим способом

с использованием стабилизатора, вносимого при достижении этими продуктами температуры пастеризации – 75 °С, стабилизация всей системы достигается при более низких концентрациях упомянутой пищевой добавки, чем в случаях ее применения при изготовлении молочного продукта с температурой 20–25 °С.

Этот факт объясняется тем, что содержащийся в экспериментальном продукте белок при температуре пастеризации имеет более высокую степень набухания и образует в водной среде более прочную и разветвленную пространственную решетку с молекулами стабилизатора.

Анализ результатов, полученных экспериментальным путем, показал высокую эффективность разработанных стабилизаторов «СТМ» при различных способах изготовления молочных продуктов, что создает частичную перспективу их применения в пищевой промышленности в качестве альтернативы зарубежным аналогам, ввозимым в Республику Беларусь.

Литература

1. Печнев, А.А. Пищевые добавки / А.А.Печнев, А.А. Кочеткова, А. М. Зайцев // «Колос», – М. – 2001.
2. Булдаков, А. С. Пищевые добавки. // М. «Де Ли принт» – 2001.
3. Пищевые добавки и функциональные ингредиенты // Молочная промышленность. – 2007. – № 10.

*В. С. Ветров¹, к.х.н., О.Н. Анискевич²,
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»¹
ОАО «Пинский мясокомбинат»²*

АСПЕКТЫ ОГЛУШЕНИЯ И ОБЕСКРОВЛИВАНИЯ СВИНЕЙ

Оглушение является одним из самых важных процессов современного убоя свиней. Необходимость оглушения продиктована двумя причинами. Во-первых, из гуманистических соображений перед самим убоем животное следует выводить из сознательного состояния, дабы оградить его от страданий и агонии. Во-вторых, отсутствие стресса у животных перед убоем оказывает позитивное воздействие на качество заготовливаемого сырья. В результате стресса меняется химический состав мяса, а также физическое состояние мышечных волокон. Целью эффективного оглушения является тот факт, чтобы убойное животное было приведено в состояние бесчувственности и бессознательности во избежание боли и страданий при проведении прокола обескровливания.

Новейшие исследования на свиньях доказывают, что мясо от недостаточно обескровленных животных имеет меньше цвета и аромата, и к тому же по сравнению с хорошо обескровленными животными насыщено высоким содержанием аммиака и бактериями. Тем самым заметно уменьшается сохранность мяса.

В последнее время наблюдается значительный рост интереса многих мясоперерабатывающих предприятий к совершенствованию своих производственных мощностей по убою и первичной переработке свиней. Достигнув достаточно высокого, даже по мировым стандартам, технологического уровня глубокой переработки мясного сырья, многие производители подошли к необходимости совершенствования и начальной стадии своего производства – процесса убоя и первичной переработки, поскольку именно на этих этапах закладывается основа будущего качества конечного продукта.

Существует целый ряд причин «гуманизации» убоя, совершенствование процесса оглушения и обескровливания.

Оглушение является одним из самых важных процессов современного убоя свиней. Необходимость оглушения продиктована двумя причинами. Во-первых, из гуманистических соображений перед самым убоем животное следует выводить из сознательного состояния, чтобы оградить его от страданий и агонии. Во-вторых, отсутствие стресса у животных перед убоем оказывает позитивное воздействие на качество заготавливаемого сырья. В результате стресса меняется химический состав мяса, а также физическое состояние мышечных волокон. Нельзя забывать и о посмертном окоченении, с которого начинается цепочка процессов биохимического характера, также меняющих химический состав мышечных тканей. От характера протекания посмертного окоченения зависит длительность хранения свежего мяса: чем позже оно наступает и чем дольше длится, тем лучше для длительного хранения полутуш. Характер протекания посмертного окоченения зависит от эмоционального состояния животного. Неправильное оглушение животного чревато длительной предсмертной агонией, что только ускорит посмертное окоченение и сократит период хранения свежего мяса. О качественных характеристиках сырья в данном случае вообще нет смысла говорить [4].

За последнее время в разных странах проводятся работы по совершенствованию этих процессов и их механизация. Ведущей страной по изучению данных вопросов являются США, далее Франция, Великобритания, Германия, Япония, Австралия, Нидерланды, Швейцария, Дания и Корея. Этими странами были выданы патенты, которые были направлены на совершенствование устройств и способов для обездвиживания и убоя животных различными методами. Получены следующие патенты: гидравлический аппарат для оглушения животных (патент № EP 909131 A4); устройство для оглушения животных перед убоем (патент №5906640); устройство для пневматического оглушения животных (патент №6135871); способ и устройство для гуманного убоя животных (па-

тент №5727996 А); туннельное устройство для иммобилизации диоксидом углерода (патент №5788564 А) и многие др.

На высокопроизводительных линиях убоя свиней на Западе наряду с системой двухэлектродного электрического оглушения повсеместно используется химическое оглушение (с помощью CO_2), а также оглушение электродами на сердце.

На большинстве отечественных предприятиях существует очень серьезные проблемы с электрическим оглушением и обескровливанием животных, поэтому целесообразно будет рассмотреть эти проблемы в деталях и во взаимосвязи с анатомией и физиологией животных.

Действие оглушения через электричество базируется на массивной стимуляции центральной нервной системы электрическим током, которая приводит к деполяризации нервных окончаний и разрушению обычной электрической деятельности мозга. Действие электрического тока основывается на влиянии на мембранопотенциальные нервные клетки, деполяризацию и гиперполяризацию клеточных мембран. При одновременном раздражении заторможенных промежуточных нейтронов начинаются как тормозящие, так и возбуждающие состояния [1, 2].

У свиней путем электрического оглушения можно отметить эффект генерализованной гиперсинхронии разрядки нейронов различных областей мозга [3].

Немаловажное значение имеет изучение воздействия электрического оглушения на физиологические функциональные процессы убойных свиней.

Анестезия наступает при достижении определенной силы тока, который проходит через мозг животного и не зависит от приложенного напряжения. Электрооглушение может считаться приемлемым, когда замечен эпилептический припадок с выраженным отсутствием ощущений. К тому же необходимо увеличить силу тока в течении 1 секунды до 1,3 А при оптимальном позиционировании электродов, например между осно-

ваний ушей и глаз достаточно лишь 0,41 А для достижения эпилептического припадка [3].

Токовое изменение находится под влиянием потенциальной разницы напряжения между электродами и сопротивления объекта (закон Ома). У животных же к этому процессу необходимо подходить комплексно. Количество электричества, проходящего между электродами зависит от множества факторов. Наряду с влажностью шкуры, типом шкуры, количеством жира и уровнем воды в животном чистота и состояние оглушительных электродов также играют огромную роль для достижения активного сопротивления. Путь тока зависит и от различных сопротивлений тканей туши.

Целью эффективного оглушения является тот факт, чтобы убойное животное было приведено в состояние бесчувственности и бессознательности во избежание боли и страданий при проведении прокола обескровливания. Моментально начавшийся эпилептический приступ свидетельствует об успешно проведенном оглушении и тем самым достижения оптимальной бессознательности животного. В случае достижения достаточной силы тока через мозг животного, наступает эпилептический шок как следствие зависимой от частоты поляризации всех мембран тканей, через которые проходит ток [2, 3].

Место головного мозга, в котором начинается эпилептический шок, называется гипоталамусом. Благодаря его функции переключения выключаются все чувственно-сенсорные возбудители коры головного мозга.

Во время эпилептического шока можно наблюдать две фазы: тоническую (укрепляющую) и клоническую (судорожную). Некоторые исследователи говорят о двух различных клонических фазах [1, 3].

В начале действия тока животное цепенеет, дыхание задерживается, позиция глаз фиксирована, голова запрокидывается назад и задние конечности втягиваются в тело животного, передняя часть тела обычно

растягивается. Данная тоническая фаза длится приблизительно 10–20 с. Клоническая фаза длительностью 15–45 с наступает непосредственно за тонической и характеризуется гребными и ударными движениями. В течение всего процесса шока животное находится в бесчувственном и безжизненном состоянии, следовательно, животное оглушено.

Общая длительность бессознательного состояния продолжается приблизительно 66 с, а полное бессознательное состояние – в течение 50 с.

В том случае, если используются возвратные способы оглушения и прокол осуществляется несвоевременно, после клинической фазы животное оживает.

В зависимости от метода оглушения и вида животного можно наблюдать типичные образцы поведения и физические рефлексы, которые характеризуют качество произведенного оглушения.

Эффективное электрооглушение – это оглушение, которое в течение 1 с приводит к генерализованному церебральному приступу, указываемому на отсутствие рефлексов мозгового ствола, таких как корнеальный и губный рефлексы.[1]

Признаки недостаточного оглушения: ритмическое дыхание, сжатые зрачки, попытки поднятия головы, вокализация, позитивные корнеальные рефлексы и реакции на болевой раздражитель.

Появление ритмического дыхания является свидетелем того факта, что животное способно ощущать боль. При достаточном проведении тока до появления ритмичного дыхания проходит приблизительно 37 с.

Следует отличать ритмичное дыхание от так называемого «хватящего дыхания», которое характеризуется как «медленное, с продолжительными паузами, прерывистое дыхание». Хватящее дыхание животного – верный признак скорого умерщвления животного в результате смерти мозга.

Значительное влияние на качество мяса имеет процесс обескровливания. Оно должно производиться в максимально короткие сроки после оглушения животного и освобождать из него максимально возможное количество крови [1].

Кроме того, немедленно и эффективное обескровливание требуется многими специалистами для обеспечения убоя, соответствующего гуманному убоя животных, поэтому целесообразно будет рассмотреть этот вопрос в рамках не только технологии, но и анатомии и физиологии животных.

После быстрого и хорошо выполненного прокола для обескровливания у свиньи быстрая потеря крови ведет к резкому падению кровяного давления и тем самым вызывает остановку мозговой функции, обусловленную церебральной ишемией, с последующей смертью животного [1].

Также при электрическом оглушении с наступлением мерцания желудочков сердца прокол для обескровливания, если он производится вовремя и вызывает достаточное открытие сосудов, признается непосредственной причиной смерти.

Существует взаимосвязь между потерей крови за единицу времени и времени до наступления смерти мозга из-за ишемии. Скорость потери крови зависит в том числе и от выполнения прокола для обескровливания, так что значительные колотые раны приводят к более быстрой потере чувствительность и восприятия.

В противоположность прокола грудной клетки рассечение яремных вен и вен кава может замедлять обескровливание и увеличить промежуток времени до прекращения кровоснабжения мозга. В течение 23 с после нанесения разреза для обескровливания с рассечением близких сердцу сосудов приводит к прекращению мозговой функции. Выяснилось, что некоторые опытные бойцы достигли времени 12–20 с.

Продолжительность состояния потери чувствительности и восприятия, которое вызывается оглушением, должно длиться как минимум так долго, как сумма временных интервалов между концом оглушения и разрезом для обескровливания и между проколом и наступлением смерти из-за потери крови. Если включить время 37 с до наступления ритмического дыхания после обратимого оглушения, от оглушения до прокола получается максимально приемлемой промежуток времени 15 секунд, чтобы обеспечить непрерывный переход от оглушения до смерти. Наиболее приемлемым считается интервал между оглушением и проколом 20 с. Абсолютно оптимальный промежуток времени составляет 10 с. Чрезмерно долгие временные интервалы между оглушением и проколом приводили у примерно 21% животных к возвращению чувствительности с наступлением ритмического дыхания [3].

При недостаточной эффективности обескровливания или обескровливания с временным запаздыванием после применения обратимого метода оглушения следует рассчитывать на восстановление чувствительности и способности восприятия у животных.

Необходимо изучить влияние эффективности обескровливания или количества крови от прокола ввиду гуманного убоя, т.е. быстрого наступления смерти животного. Для этого регистрировались рефлекс и реакции свиней на последнем участке обескровливания.

О влиянии эффективности обескровливания на степень обескровливания, а также качества мяса известно относительно мало. Поэтому эти взаимосвязи должны быть также выяснены в рамках собственных исследований, после оглушения с помощью проведения электричества через сердце.

Внимательность ответственного сотрудника в отношении эффективности прокола для обескровливания должна быть улучшена. Обучение персонала может способствовать гарантии качества обескровливания. В особенности у недостаточно оглушенных свиней с точки зрения

защиты животных огромное значение имеет прокол, так как у 6% животных пробуждение было обусловлено некорректным выполнением прокола. После того как была улучшена техника выполнения прокола соответствующего сотрудника, ни одно из следовавших 50 животных не показало признаки возвращения чувствительности и восприятия [3].

Обескровливание должно проводиться только на бесчувственном и оглушенном животном. Необходимо следить за тем, чтобы у теплокровных животных при открытии хотя бы одной сонной артерии или соответствующего кровеносного сосуда сразу же произошел усиленный кровоток. Дальнейшие работы над телом животного могут производиться только в случае отсутствия каких-либо движений животного. Таким образом, процесс обескровливания должен находиться под строгим контролем.

Хорошее обескровливание предполагает достаточно глубокое оглушение, так как толкательные движения свиней после оглушения электричеством приводят к неполному обескровливанию.

При оглушении с помощью остановки сердца не нужно ожидать негативного влияния на количество крови от прокола у свиней. Благодаря этому не меняется также скорость выхода крови. Тем самым были опровергнуты более ранние тезисы, о том, что необходимо бьющееся сердце, чтобы откачивать кровь из организма.

Различия в полученном количестве крови выявляются от возраста и категории упитанности животных. У больных или почти мертвых животных следует ожидать более низкую потерю крови, чем у свиней, которые получили время спокойствия до 12 ч: кровопотери этих животных были на 9,1% выше, чем у животных, которые были убиты непосредственно после транспортировки. К тому же у отдохнувших свиней скорость тока крови в течение первых 15 с была сильнее. Установленное количество крови от прокола у откормочных свиней женского пола было

примерно на 7,5% выше, чем у кастратов. На количество получаемой крови влияет также порода [3].

Позиция обескровливания влияет на скорость тока крови, а также на количество крови от прокола. Так, при вертикальном обескровливании у свиней была экспериментально подтверждена большая потеря крови, чем при горизонтальном. Установлено, что потеря крови при вертикальном обескровливании составляет 75–77%, при горизонтальном обескровливании 65–70% от общего количества крови, а также что при горизонтальном обескровливании следует рассчитывать на более длительное время обескровливания 90–100 в противоположность вертикальному методу, при котором требуется всего 38–40 с. Кроме того специалисты исходят из того, что при вертикальном обескровливании можно избежать застоя крови. Решающее значение при обескровливании имеет выполнение разреза для обескровливания. Большое значение имеет, какие кровеносные сосуды пересекаются, а также длина и проходимость разреза для обескровливания. Маленький разрез приводит к замедленному и неполному обескровливанию. Эффективность обескровливания зависит от работающего персонала. Применение различных ножей – обычный нож или полый нож – также могут поставить бойца перед проблемой. Необходимость обучения и удостоверения о квалификации для бойца являются обязательными.

Непрофессиональное выполнение уменьшает количество крови и ведет к увеличению времени обескровливания. Техника выполнения прокола является различной при вертикальном и горизонтальном обескровливании. В противоположность описанной технике при горизонтальном обескровливании с помощью поперечного разреза открываются большие шейные сосуды.

В зависимости от того, какие пересекаются сосуды, более или менее быстро падает кровяное давление, когда стенки артерий больше не держат давление. Это является причиной, почему кровь вытекает непрерыв-

ной струей, а не толчками, как следовало бы предполагать, рассматривая функцию сердца как насоса.[3]

В специальной литературе степень обескровливания определяется как количество крови, которое остается в туше по окончании процесса убоя.

В другом определении под степенью обескровливания понимается разница между общим объемом крови убойного животного и полученным при обескровливании количеством крови считается мерой степени обескровливания. Так степень обескровливания определяется как отношение общего объема крови живого животного к полученной в результате обескровливания части крови.

Эффективному и по возможности полному обескровливанию с давних пор придается большое значение. Многие ученые доказывают, что степень обескровливания является одним из важнейших факторов, влияющих на качество. Научные исследования выявили, что недостаточное обескровливание ведет к недостаткам при созревании мяса. При плохо обескровленной мускулатуре был выявлен замедленный гидролиз гликогена. Недостаточное снижение значения рН, обусловленное щелочностью крови с недостаточным образованием кислоты в мясе в сочетании с увеличенной водянистостью мяса создает оптимальную среду для микробов. Они способствуют бактериальному разложению и ферментативному расщеплению [2, 3].

Новейшие исследования на свиньях доказывают, что мясо от недостаточно обескровленных животных имеет меньше цвета и аромата, к тому же по сравнению с хорошо обескровленными животными насыщено высоким содержанием аммиака и бактериями. Тем самым заметно уменьшается сохранность мяса.

Однако представленная взаимосвязь между степенью обескровливания и качеством мяса в прошлом не была замечена всеми исследователями. Это обусловлено тем фактом, что кровь здоровых убойных живот-

ных считается стерильной и обладает антимикробными свойствами, поэтому высокое содержание оставшейся крови не влияет негативно ни на созревание, ни на сохранность мяса.

Многие специалисты и исследователи указывают на то, что для определения степени обескровливания основное внимание должно быть уделено содержанию оставшейся крови в мускулатуре. В живом организме у здоровых животных находится 1/3 общей массы крови в селезенке, печени и внутренних органах.

С помощью эффективного обескровливания могло быть улучшено качество мяса. Из этого следовали в соответствии с тенденцией более высокие начальные и существенно большие конечные показатели рН, меньшая электрическая проводимость, а также меньшая светлота мяса с более высокой долей красного (меньше изменений PSE). Результаты показывают, что обескровливание с временной задержкой приводило к постепенно положительному влиянию на качество мяса с высокими конечными показателями рН и меньшей электрической проводимости. Падение показателя рН происходит при задержанном обескровливании сначала быстрее, но все же приходит на высоком уровне прекращается. В качестве доказательства повышенного процента глюкозы в начале могли бы служить (на основании отсутствующего быстрого обескровливания) дольше длящаяся мускульная активность, которая ведет к повышению температуры, а также дополнительное влияние гуморальных стрессовых факторов (катехоламины) у свиней с задержанным обескровливанием. Падение показателя рН в течение 24 ч уменьшается с помощью начального буферного действия крови, которая дольше остается в туше и нейтрализует часть образовавшегося лактата [4].

Мясо с повышенными показателями рН и низкой электрической проводимостью обладает лучшей способностью удерживать сок и поэтому особенно ценится при продаже. В целом результаты могут быть интерпретированы как небольшое отклонение качества мяса в сторону

мяса-DFD. Если бы обескровливание, которое было проведено спустя 3 мин, было проведено еще позже, проявление качеств DFD вероятно было бы еще четче.

Литература

1. Бобровский, А.Я. Анатомия и физиология сельскохозяйственных животных. / А. Я. Бобровский, Н. А. Лебедева, В. Н. Писменская. // Б 72–М.: Колос, 1992.–207 с.

2. Die 56-seitige Broschüre «Arbeiten in der Grotierschlachtung» (Stand 11/2007) ist seit 2008 auch Inhalt der neuen CD-ROM «Kompendium Arbeitsschutz».

3. Schulte Lebensmitteltechnik GmbH & Co. KG Gottlieb-Daimler-Str.3 D-19230 Hagenow Ust.-ID-Nr.

4. Рогов, И.А. Пищевая биотехнология. / И. А. Рогов, Л. В. Антипов, Г. Н. Шуваева // Кн. 1.–М.:Колос,2004.

*В. С. Ветров¹, к.х.н., О.Н. Анискевич²,
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»¹
ОАО «Пинский мясокомбинат»²*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНИНЫ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

В ряде европейских стран отмечается значительный спрос на конское мясо. Конское мясо, полученное при убое молодых, здоровых представляет собой вкусный питательный продукт. Конский жир плавится при более низкой температуре, чем жир других домашних животных. Средняя температура плавления конского жира 30–35°, тогда как говяжьего и бараньего сала 44–51°. Поэтому конский жир хорошо усваивается организмом, что особенно важно при питании больных людей.

В конине, в зависимости от возраста, пола и упитанности животных, содержания белка колеблется от 18 до 23%; жира - от 1–20%. В конском мясе содержание витамина А достигает 20 мг% (в жире), тиамин – 0,07, рибофлавин – 0,1, никотинамида – 4,2 мг%.

На столах римских патрициев самым изысканным блюдом считалось мясо жеребенка. Это прекрасный диетический продукт и в наше время. Химический состав, калорийность, биологическая и пищевая ценность конины. Мясо сельскохозяйственных животных, в том числе конское, ценится за содержание в нем полноценных белков, жиров и витаминов. В конине, в зависимости от возраста, пола и упитанности животных, содержание белка колеблется от 18 до 23%; жира – от 1–2 (при нестандартной упитанности) до 18–20% (в тушах лошадей I категории упитанности). Химический состав мяса лошадей конюшенного содержания в среднем следующий: воды – 74,2%, белка – 21,6%, жира – 2,5% и золы – 1%; мяса казахских лошадей табунного содержания средней упитанности 70%, 24,6%, 4,7% и 0,93% соответственно. В конском мясе содержание витамина А достигает 20 мг% (в жире), тиамин – 0,07, рибофлавин – 0,1, никотинамида – 4,2 мг% [1].

Конина как продукт питания до недавнего времени недооценивалась человеком. Между тем значительная часть населения некоторых

республик издавна употребляет в пищу и высоко ценит конское мясо и жир. Вполне благоприятные условия и большие возможности для развития специально мясного направления в коневодстве имеются в Башкирии, Бурятии, Казахстане, Калмыкии, Киргизии, Якутии, на Алтае.

В ряде европейских стран отмечается значительный спрос на конское мясо. В Бельгии, например, фермеры практикуют выращивание жеребят для забоя их на мясо после отъема. Во Франции население ежегодно потребляет более 60 тыс. т конины. Италия, Австрия, Голландия, Швейцария, Швеция и Англия импортируют лошадей на убой из других стран. Польша уже более 10 лет экспортирует лошадей на мясо в эти и некоторые другие страны [1].

Конское мясо, полученное при убое молодых, здоровых, после хорошего нагула или откорма лошадей, представляет собой вкусный питательный продукт. Лучшее мясо получают при забое лошадей, выращенных при круглогодичном табунном содержании. Мясо старых, много работавших лошадей, содержащихся в конюшенных условиях при однообразном кормлении, обладает значительно худшими свойствами, оно невкусно, жестко, без жировых прослоек, малокалорийно. Мясо же молодой, хорошо упитанной лошади плотное, с нежными волокнами и равномерными прослойками жира, с толстым слоем наружного сала, оно отличается высокими вкусовыми качествами. Конский жир плавится при более низкой температуре, чем жир других домашних животных. Средняя температура плавления конского жира составляет 30–35°, тогда как говяжьего и бараньего сала 44–51 °, поэтому конский жир хорошо усваивается организмом, что особенно важно при питании больных людей. Народы нашей страны, употребляющие в пищу конину, к лучшим частям конской туши относят последние 12 пар ребер с брюшиной и слоем наружного сала (3–5 см) [2].

Животные жиры представляют собой смесь одно- и разнокислотных триглицеридов в разных соотношениях. В небольших количествах в

них присутствуют ди- и моноглицериды и свободные жирные кислоты (табл.1).

Таблица 1 – Жирно-кислотный состав жиров, % к ткани

Жир	Насыщенные кислоты			Ненасыщенные кислоты		
	миристиновая	пальмитиновая	стеариновая	9-гекса-деценовая	олеиновая	линолевая
Говяжий	3,3–3,3	24–29	21–24	2,1–2,7	41–42	2–5
Бараний	2,2–3,0	23–30	20–31	12,0–13,0	35–41	3–4
Свиной	0,8–0,9	27–30	13–18	1,7–1,9	37–44	8–9
Конский	3,3–5,0	24–31	4–10	14,0–15,0	35–40	5–8

Температура плавления жиров, как и их консистенция, зависят от преобладания в жире тех или иных жирных кислот. Температура плавления жира тем выше, чем больше в нем насыщенных жирных кислот и выше молекулярная масса кислот. Непредельные жирные кислоты – жидкие вещества. Значит, чем больше непредельных кислот и степень непредельности (число двойных связей), тем ниже температура плавления жира. Поэтому температура плавления бараньего жира, содержащего до 62% насыщенных кислот, выше, чем свиного, в составе которого насыщенных кислот только 47% [2].

Резко выраженной температура плавления у жиров нет, так как они представляют собой не химически чистые вещества, а сложную смесь. Однако по температуре плавления все же можно различать животные жиры различного происхождения. Температура плавления некоторых жиров приведена ниже.

Таблица 2 – Свойства животных жиров

Жир	Температура, °С		Число	
	плавления	застывания	кислотное	иодное
Говяжий	42–52	34–38	1,1–2,2	32–47
Бараний	44–55	39–45	1,2–2,2	31–46
Свиной	22–48	22–32	1,1–2,2	45–66
Конский	29–43	29–43	1,1–2,2	71–86

Жир у лошадей в основном откладывается на брюшной части и на ребрах, поэтому реберная часть туши имеет наибольшую калорийность – до 4949 ккал. С возрастом лошади содержание воды в мясе снижается,

количество жира увеличивается. Кисломолочные продукты кумыс, чигян содержат целый букет важных для организма компонентов: молочную кислоту, уксусную кислоту, антибиотики. Указанные соединения улучшают пищеварение и препятствуют желудочно-кишечным заболеваниям. Кисломолочные продукты также восполняют дефицит важного для обмена веществ человека витамина – аскорбиновой кислоты.

Литература

1. <http://www.nigma.ru/>. Использование конского жира.
2. Месхи, А.И. Биохимия мяса, мясопродуктов и птицепродуктов. / А. И. Месхи // Легкая и пищевая промышленность.–М.:, 1984.– 280 с.

*В. С. Ветров¹, к.х.н., О. Н. Анискевич²,
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»¹
ОАО «Пинский мясокомбинат»²*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОШПАРИВАНИЯ СВИНИНЫ

Ошпаривание и удаление щетины является важным аспектом для получения конечного высококачественного продукта (свиной полутуши). Бактериальная обсеменённость поверхности убойных туш является одним из критериев оценки гигиенического статуса мясокомбинатов.

Для исследования проводились четыре опыта с различной техникой для удаления щетины. Исследовались образцы шкуры из области спины и живота различных охлажденных туш.

Ошпаривание свиней, в основном, производится двумя способами. При горизонтальном положении свиньи ошпариваются в устройстве с автоматической системой транспортировки. Недостаток данного процесса в том, что загрязнённая ошпарочная вода может попасть внутрь свиньи.

При вертикальной ошпарке горячей водой свиньи опрыскиваются горячей водой на весу. Попадание воды внутрь свиньи исключается, однако вода, тем не менее, значительно загрязняется в процессе ошпарки. Самый современный и гигиеничный на сегодня способ – это так называемая конденсационная ошпарка.

Эффективность производства мяса и мясных продуктов в значительной мере зависит от региона, вида и породы животных, условий их кормления и содержания, а также от технической оснащённости мясоперерабатывающих предприятий.

Важный этап, который придает внешний вид свиной туше, является снятие щетины и зачистка туши. На этом участке сосредоточены самые дорогостоящие машины.

Ошпаривание и удаление щетины является важным аспектом для получения конечного высококачественного продукта (свиной полутуши). Бактериальная обсеменённость поверхности убойных туш является одним из критериев оценки гигиенического статуса мясокомбинатов. Дан-

ная бактериальная обсемененность поверхности туш в значительной степени находится под влиянием технологии убоя.

Этот процесс имеет также большое значение для рентабельности в производстве, так как от технологического процесса могут зависеть высокие затраты энергии и расход воды.

Ошпаривание свиней в основном производится двумя способами. При горизонтальном положении свињи ошпариваются в устройстве с автоматической системой транспортировки. Недостаток данного процесса в том, что загрязненная вода при ошпаривании может попасть внутрь свињи.

При вертикальной ошпарке горячей водой свињи опрыскиваются горячей водой на весу. Попадание воды внутрь свињи исключается, однако вода значительно загрязняется в процессе ошпарки. Самый современный и гигиеничный на сегодня способ – это так называемая конденсационная ошпарка.

При данном способе свињи автоматически транспортируются в туннель и ошпариваются свежим насыщенным паром. Конденсат, стекающий с туш, выводится через систему стока. Таким образом, свињи не входят в соприкосновение с загрязненной водой – достигается максимальная гигиеничность ошпарки.

При сравнении отдельных методов удаления щетины возникает вопрос, какое необходимо количество воды, чтобы: 1) вообще достичь оптимального удаления щетины с туши; 2) насколько может быть уменьшен расход воды без увеличения бактериальной обсемененности поверхности.

Для исследования туши убойных свиней ($n = 129$) предварительно мыли в машине с билами. Затем 6,5 мин при температуре 61 °С следовал процесс ошпаривания в конденсационной установке. Потом с туш удаляли щетину с применением различного количества свежей воды (75–70, 50, 40, 30, 20, 15 л на тушу) в установке с одним валом [1].

Исследования показали, что при использовании менее 20 л воды степень удаления щетины был оценен как неудовлетворительный, что значит при одинаковом времени удаления щетины, но при меньшем количестве используемой воды туши были недостаточно обезволены и тем самым не соответствовали требованиям практики. Использованное количество воды является тем самым не только микробиологической, но также и технологической проблемой [1].

В целом результаты при различных методах ошпаривания и удаления щетины зависят от времени ошпаривания, температуры воды для ошпаривания, от сезонных влияний и породы свиней.

В последние годы большинство мясокомбинатов отдают предпочтение конденсационному методу ошпаривания, поскольку он имеет следующие преимущества: может быть использован при высокой мощности убоя; установки легко чистятся; нет повреждений туш; низкий расход воды на тушу (около 1,5 л); низкий выход сточной воды.

Таким образом, при грубом сравнении показателей расхода воды и выхода сточной воды при традиционном методе и конденсационном ошпаривании, последний экономически превосходит первый [1, 2].

Единственный недостаток конденсационного ошпаривания, который признается всеми специалистами при практическом использовании – часто не достигается желаемый эффект ошпаривания и удаления щетины.

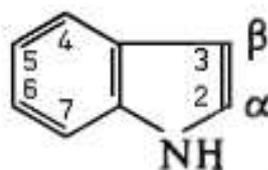
На бактериальную обсемененность поверхности (общее количество бактерий, количество бактерий кишечной группы, клостридии) использованное количество воды значительно не повлияло: общее количество бактерий находилось в пределах около 10^3 бактерий на cm^2 . Результаты показывают, что на бактериальную обсемененность поверхности не может влиять использованное количество воды [1, 3].

Идол и скатол на свиной шкуре после различных методов ошпаривания и удаления щетины. Скатол – это пахучее вещество от не-

чистот, оно бактериально образуется в прямой кишке, также может быть обнаружено при «нормальном» содержании домашних свиней в их жире и крови и на коже. Так как предел чувствительности для скатола находится на очень низком уровне, эта субстанция годится, как было доказано, в качестве индикатора эффекта мойки различных методов обработки убойных свиней.

Скатол - кристаллическое азотсодержащее тело. Легко переходит в мочу и открывается в ней прибавлением крепкой соляной кислоты, придающей моче фиолетово-красную окраску. Может быть получен также и из смеси измельченной поджелудочной железы и мышечного вещества при известных степенях разложения последнего [3].

Индол (2,3-бензопиррол) – бесцветные кристаллы с неприятным запахом; $T_{пл}$ 52 °С, $T_{кип}$ 254 °С.



Индол растворим в горячей воде и органических растворителях; содержится в каменноугольной смоле, из которой его выделяют в виде солей щелочных металлов, а также в некоторых эфирных маслах (например, в масле жасмина); наряду со скатолом (3-метилиндролом) индол найден в кишечнике человека и млекопитающих [3].

Для исследования проводили четыре опыта с различной техникой для удаления щетины. Исследовали образцы шкуры из области спины и живота различных охлажденных туш.

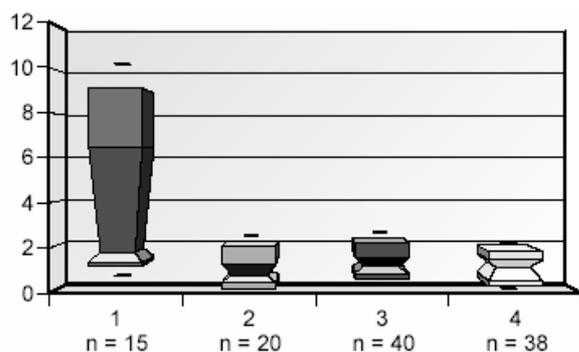
Различные методы ошпаривания и удаления щетины представлены в таблице 1.

Проведение анализов происходил следующим образом: определенная поверхность свиной шкуры опрыскивалась метанолом, в который был добавлен 2-метилиндрол [1, 3].

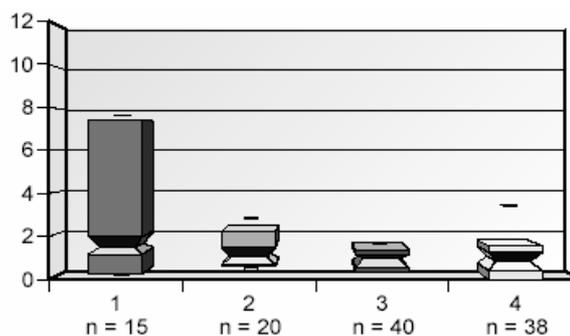
Таблица 1 – Техники ошпаривания и удаления щетины

Вариант опыта	Ошпаривание	Удаление щетины
I	Установка конденсационного ошпаривания: вертикально паром	Машина для удаления щетины (свежая вода)
II	Установка конденсационного ошпаривания: вертикально паром	Проходная машина для удаления щетины (циркуляция воды)
III	Туннель: вертикально горячей водой с циркуляцией	Проходная машина для удаления щетины (циркуляция воды, свежая вода на последнем этапе)
IV	Шпарчан	Машина для удаления щетины (свежая вода)

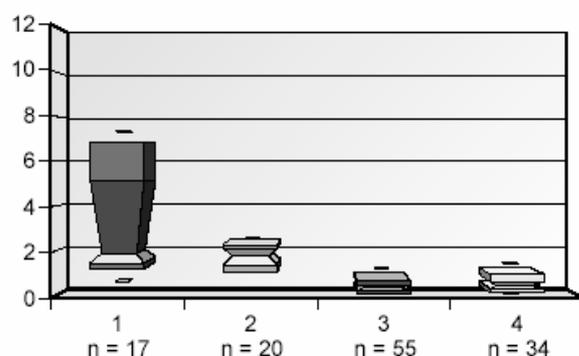
Установленные показатели идола и скатла представлены на рисунке. Черточки над и под геометрическими фигурами показывают 94- и 5% квартиль, грани оттуда в направлении математической средней величины (насечка) маркируют кварталы 90 и 10% или 75 и 25%.



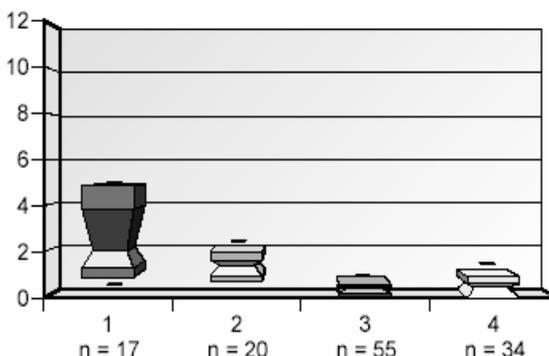
Идол живот



Скатол живот



Идол спина



Скатол спина

Самое высокое остаточное содержание идола и скатола было установлено в опыте I. Из этого мы делаем вывод, что мойка с помощью ошпаривания и удаления щетины, по сравнению с другими опытами была самым неэффективным способом обработки. Обе системы ошпаривания, при которых туши убойных свиней попадают в контакт с большим количеством горячей воды (вертикальное ошпаривание горячей водой, установка шпарчана), ведут к отчетливо низкому содержанию скатола и индола на поверхности убойных туш, чем оба испытанных конденсационных методов ошпаривания. Техника удаления щетины также влияет на окончательные показатели индола и скатола. При прочем одинаковом методе ошпаривания (конденсационное ошпаривание) после удаления щетины в проходной машине для удаления щетины с циркуляцией воды зафиксировано меньшее количество скатола и индола, чем после удаления щетины в скребмашине с использованием (явно меньшего количества) свежей воды [1].

Локализации спина и живот тоже отличаются друг от друга: в то время когда гладкие поверхности спины относительно легко моются, в области живота остаются большие остатки идола и скатола. Вероятно, первоначальное загрязнение в области живота было выше, что повлияло на наши данные. От сравнения концентрации скатола и идола на поверхностях с концентрациями, которые сенсорно различимее в жире, следует ожидать, что ни при одном из испытанных методов ошпаривания и удаления щетины не наступает нанесения вреда для запаха или вкуса свиной кожи скатолом [1,3].

Литература

1. Planung, Technik, Technologie für Tierzucht, Fleisch- und Fischverarbeitung. SCHULTE Lebensmitteltechnik.

2. Die 56-seitige Broschüre «Arbeiten in der Großtierschlachtung» (Stand 11/2007) ist seit 2008 auch Inhalt der neuen «Kompendium Arbeitsschutz».

3. Энциклопедия Брокгауза Ф.А. и Ефрона И.А. (1890 - 1916гг).

*В. С. Ветров, к.х.н., А. Н. Измер
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ В АППАРАТАХ РОТОРНОГО ТИПА

Обоснованы технологические и экономические параметры модернизации оборудования тонкого измельчения, основанные на следующих этапах проведения аналитико-практических изысканий: постановка цели исследования, выбор базовой технологической и экономической основы; идейное определение методологии совершенствования конструктивного исполнения объекта; проведение эмпирического исследования для доказательства адекватности в выборе идейного направления; представление окончательного результата синтетического (обобщенного) исследования. Научно обоснованный подход в модернизации оборудования тонкого измельчения позволил увязать аналитико-практические изыскания в положениях, оказывающие существенное влияние на технологический процесс, гарантируя высокое качество выпускаемого пищевого продукта.

При решении проблемы, связанной с рациональной переработкой мяса и мясных продуктов, важное значение приобретает технологическая эффективность процессов измельчения, которая, исходя из экономической обоснованности разработки, определяется качеством исходного сырья, совершенством конструкций измельчающих машин, техническим состоянием и уровнем их исполнения [1–3]. Научно обоснованный подход в создании и модернизации машин и оборудования исследуемого направления – это выполнение следующих этапов: «деталь – узел – сборочная единица – машина».

Целью работы является обоснование параметров отдельного элемента базовой конструкции, позволившее повысить эффективность производства и улучшить качество продукции на основе всесторонней интенсификации технологического процесса.

Базовой основой выбрано новаторское решение во взаимоувязке геометрических размеров целостной системы «неподвижные ножи – вращающиеся ножи» с научно обоснованным свойством «золотой пропорции», что позволило усовершенствовать конструкцию режущего механизма объекта исследований [4, 5]. Базовым элементом выбран первый вращающийся нож (по ходу продвижения продукта), который в сочетании с первым неподвижным ножом составляет системообразующий элемент. В процессе научно-аналитического изыскания методов и направлений модернизации элементного узла технологического оборудования получены следующие зависимости:

$$\hat{O} = \sum_{i=1}^6 \frac{d_{\hat{n}oi}}{d_{\delta i}}; \quad (1)$$

$$\hat{O} = \sum_{i=1}^5 \frac{h_i}{h_{i+1}}. \quad (2)$$

где Φ – число Фибоначчи (имеет различные производные ступени) равное 1,272); d – диаметр элемента ножевой системы объекта исследования; h – высота элемента ножевой системы объекта исследования.

Эмпирические изыскания, проведенные на следующем этапе, должны доказать обоснованность выбранного идейного направления. Как и любое экспериментальное исследование, измерение применительно к тематике настоящего исследования включает следующие стадии.

1. Формулировка цели экспериментального исследования. Целью экспериментального исследования по выбранной автором научной проблеме является получение эмпирических данных, представляющих собой фактическое отражение обоснованности технологических параметров модернизации оборудования тонкого измельчения.

2. Выбор объекта исследования. Объектом исследования является опытный образец машины непрерывного действия.

3. Составление программы эксперимента, методическая и материальная подготовка эксперимента.

4. Получение фактических данных путем осуществления запланированного исследования.

5. Обработка данных и обработка первичных данных в реальном масштабе времени.

6. Обработка данных и оценка погрешностей измерений.

7. Анализ полученных данных, формулировка результата исследования и оценка исследования.

Задачами измерения физических величин в рамках данного исследования являются следующие: оценка значений полученных скалярных величин (геометрические размеры и масса), оценка значений векторных величин (угловая и линейная скорость, вязкость), воспроизведение реализации процесса в координатах «физическая величина — время», а также воспроизведение характеристик процесса и объекта в соответствующих координатах [6].

Немаловажным акцентом экспериментальных исследований является решение ряда вопросов, среди которых особое внимание уделено доминирующим факторам: априорность информации об объекте исследования и измеряемых величинах (функциональные связи между измеряемыми величинами, результатами предварительных измерений, предполагаемые диапазоны и др.); адекватность определяемых физических величин измеряемым; допустимые погрешности измерений (при использовании косвенных измерений существует необходимость в определении допустимой погрешности измерения каждой из непосредственно измеряемых величин); необходимость в алгоритмах и средствах обработки экспериментальных данных, а также оценки погрешностей измерений и их достоверности.

В процессе исследования выбрано два генеральных направления: анализ производительности объекта и степени измельчения сырья (ха-

рактельные зависимости представлены на рисунках 1 и 2). Исследование производительности опытного образца машины заключается в анализе влияния зазора между последней парой вращающихся и неподвижных зубчатых ножей, оценке структуры измельчаемого продукта, а также эффективности влияния частоты вращения приводного ротора и качественных параметров процесса. В результате определяется эффективность базового и усовершенствованного образцов режущего механизма посредством построения эмпирических фактических зависимостей по предметному изысканию. Исследование степени измельчения мясного сырья заключается в получении эмпирических зависимостей не только технологических параметров процесса (производительность), но и качественных показателей сырья (конечная температура, предельное напряжение сдвига, вязкость).

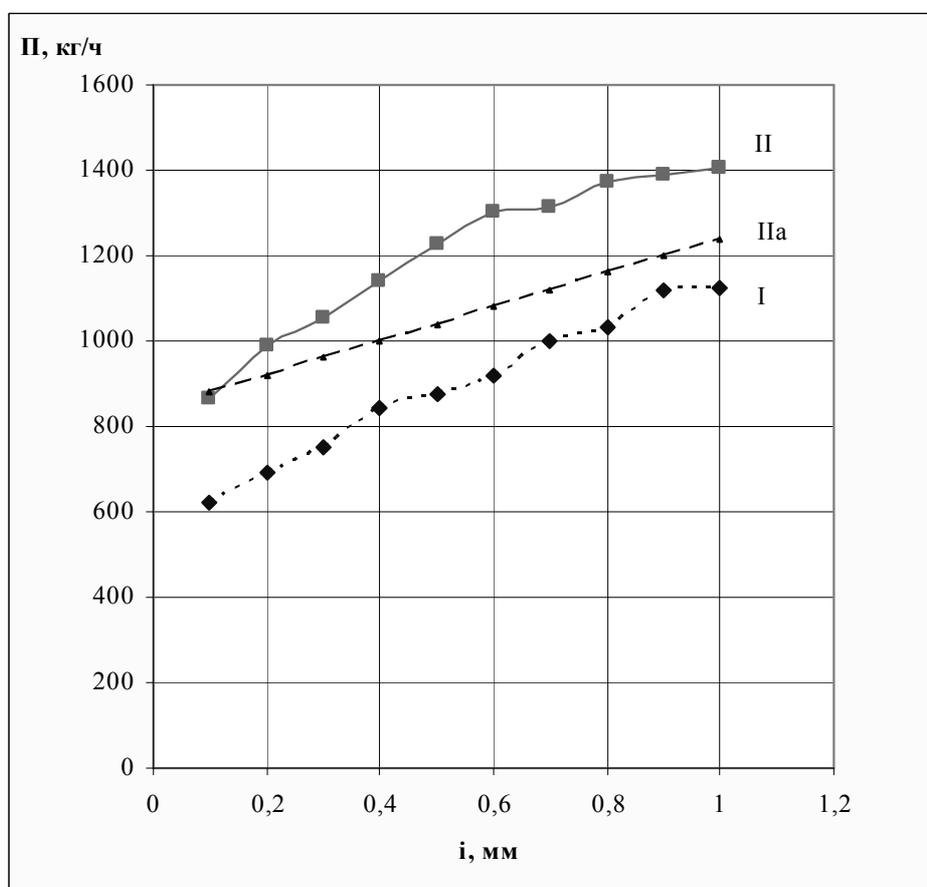


Рисунок 1 - Зависимость производительности от степени измельчения:

I – базового, II – усовершенствованного, IIa – расчетного

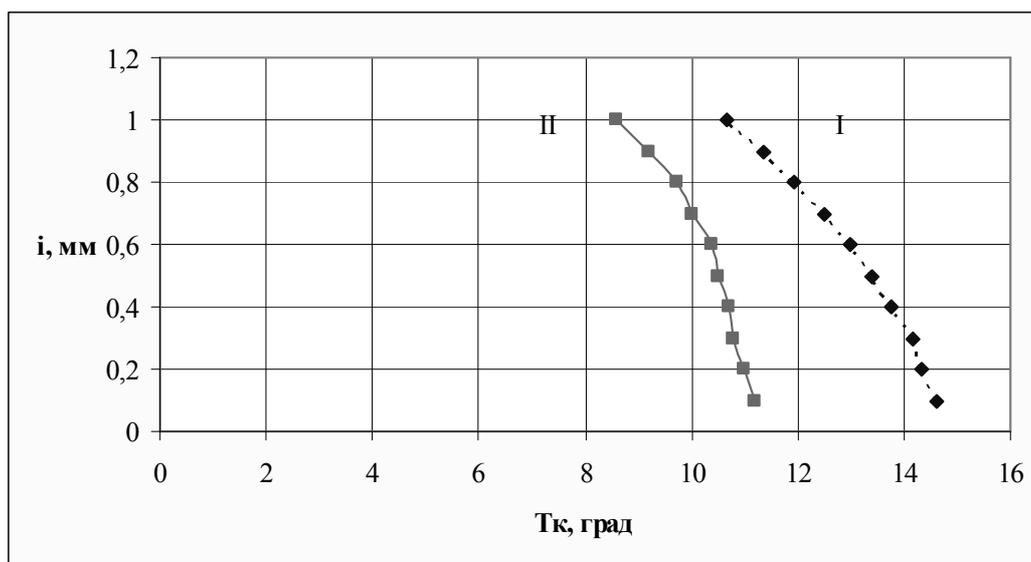


Рисунок 2 - Зависимость степени измельчения от конечной температуры сыря:

I – базового, II – усовершенствованного

На рисунке 1 представлен эффект усовершенствованного эмпирического (II) и усовершенствованного расчетного (IIa) образцов ножевого исполнения по сравнению с базовым (I). Анализ эмпирических графических данных позволяет получить трендовые уравнения для модернизированного варианта в интервале производительности 700÷1400 кг/ч.

На рисунке 2 показано существенное увеличение качественных показателей получаемого сыря (температура конечного мясного сыря должна варьировать в пределах 8÷16 °С) за счет применения геометрически и конструктивно усовершенствованной схемы.

Итогом экспериментальных и аналитических изысканий явился факт создания новой теоретической основы в теории тонкого измельчения. Полученные характеристические уравнения позволяют интегрировать обобщенные данные, получив следующие уравнения зависимости для производительности оборудования и степени измельчения сыря тонкого измельчения. Таким образом, критериальные уравнения прошли трансформацию и в соответствии с научно обоснованным подходом приняли следующий экспоненциальный вид:

$$P=(895e^{0.52i}; 755e^{0.0001n}; 627e^{0.006\theta}; 840e^{0.0108\eta_{эф}}; 764e^{0.011\gamma}; 1260e^{-0.2245V_{y\partial}}) \quad (3)$$

$$i = (0,0042e^{0,0039 P}; 1044e^{-0,758 T_k}; 0,082e^{0,0032 \theta}; 0,1457 e^{0,0581 \eta_{эф}}) \quad (4)$$

где P – производительность объекта, кг/ч; i – степень измельчения, мм; n – частота вращения приводного вала, об/мин; θ – предельное напряжение сдвига, Па; $\eta_{эф}$ – эффективная (квазиньютоновская) вязкость, Па·с; γ – скорость сдвига, с⁻¹; $V_{y\partial}$ – удельный объем жидкости, ·10⁻⁵ м³/кг; T_k – конечная температура измельченного сырья, °С.

Обоснование экономических параметров. Немаловажным параметром усовершенствованной конструкции является обоснование экономической эффективности. Методика экономического обоснования целесообразности совершенствования (модернизации) машины непрерывного действия для тонкого измельчения мяса включает следующий ряд элементов:

$$Z = M + O_{np} + C_n + O_p \quad , \quad (5)$$

где Z – затраты на изготовление (модернизацию) оборудования, тыс. руб.; M – стоимость материала, тыс. руб.; O_{np} – расходы на оплату труда, тыс. руб.; C_n – отчисления на социальные нужды, тыс. руб.; O_p – общепроизводственные расходы, тыс. руб.

Для анализа технико-экономической эффективности модернизации оборудования применяются такие экономические показатели, как годовая экономия эксплуатационных затрат (\mathcal{E}_2), годовой доход (D_2), чистый дисконтированный доход ($ЧДД$) и срок окупаемости ($T_{ок}$) [7]. Результаты расчетов приведены в таблице.

Таблица 1 - Технико-экономические показатели эффективности изготовления (модернизации) машины непрерывного действия для тонкого измельчения мяса

Наименование	Вариант МТИ		Отклонение
	Базовый	Усовершенствованный	
Балансовая стоимость оборудования, тыс. руб.	19350	19350	0
Затраты на изготовление (модернизацию) оборудования, тыс. руб.	271,6	197,3	74,3
Производительность оборудования, кг/ч	1000	1000	0

Наименование	Вариант МТИ		Отклонение
	Базовый	Усовершенствованный	
Количество обслуживающего персонала, чел.	2	2	0
Эксплуатационные издержки, тыс. руб.	7311,2	6730,7	+580,5
Годовая экономия издержек, тыс. руб.	580,5		
Годовой доход от капитальных вложений, тыс. руб.	580,5		
Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	1358		
Срок окупаемости капитала, лет	0,76		

Важнейшее направление дальнейших исследований для решения проблемы интенсификации процессов, связанных с применением высокоэффективного оборудования для измельчения мяса прежде всего необходимо связать с установлением обоснованного времени широкого распространения тех или иных нововведений. Очевиден факт, что все фазы жизненного цикла нововведения, кроме фазы его использования, являются убыточными (рисунок 3). Кривые эффективности нововведения как бы «вморожены» в календарное время». Если начать внедрение нововведения преждевременно или с опозданием, то эффект ΔZ не сможет достичь учредительской величины ΔZ_0 .

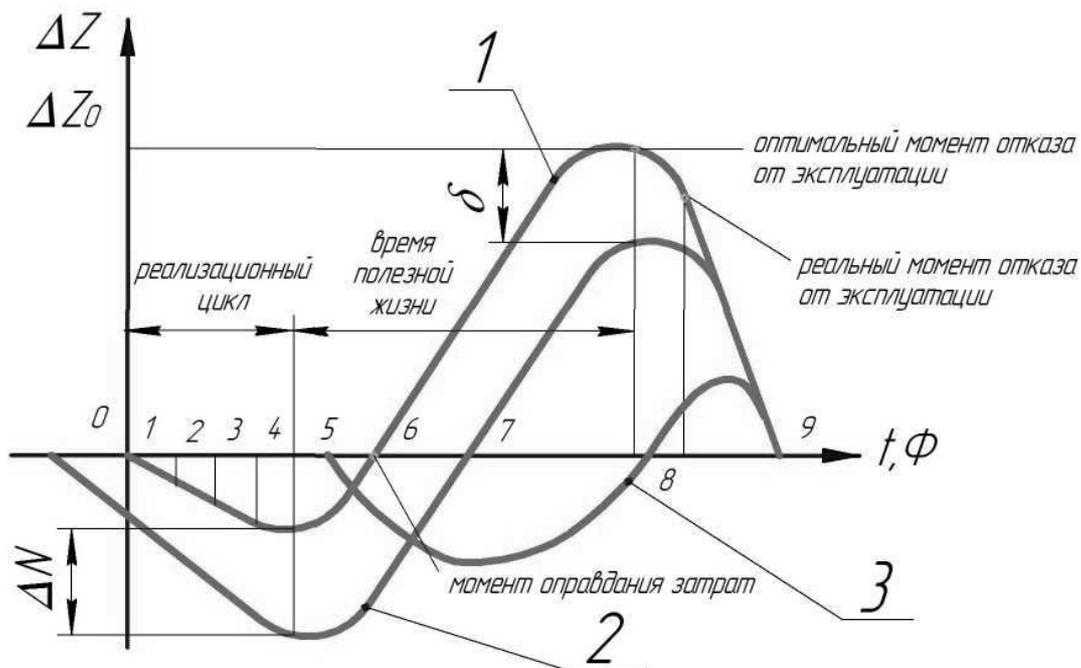


Рисунок 3 - Зависимость эффективности нововведения от фаз жизненного цикла: 1 – при своевременной разработке и внедрении; 2 – при преждевременном внедрении; 3 – при запоздалом внедрении нововведения

Как видно из рисунка, важно своевременно начать разработку и внедрение нововведения. Преждевременное внедрение нововведения приводит к повышению затрат на величину ΔN и снижению эффекта на δ . Следовательно, эффективность определяется своевременностью его широкого распространения, которое в свое время зависит от своевременности формулировки технологической задачи [8].

Упомянутые в процессе расчета экономической эффективности направления (применение нового техпроцесса изготовления продукции, новый способ организации производства, использование новых и усовершенствованных средств труда) переплетаются между собой, действуют в комплексе и позволят в дальнейшем учитывать полученные показатели в целях дальнейшего совершенствования представленного оборудования для производства новой продукции или продукции повышенного качества.

Факторы и положения теории измельчения. Для развиваемой на основе различных законов измельчения и теорий совершенствования конструктивного исполнения технологического оборудования выявлены факторы и положения, существенным образом влияющие непосредственно на процесс тонкого измельчения.

1. Влияние внешней среды на процесс измельчения весьма велико и проявляется уже при добавлении жидкости; практические изыскания показали существенное изменение процесса тонкого измельчения при добавлении $(0,3 \div 0,6) \cdot 10^{-5}$ м³ воды на килограмм перерабатываемого продукта. Данный интервал может быть в дальнейшем сужен до меньшего предела вариации, вплоть до определения конкретного и более точного значения искомой величины, что позволит существенно повысить эффективность процесса измельчения.

2. Механическое разрушение продукта происходит при создании в нем предельных упругих напряжений, которые на конечной стадии раз-

рушения неизбежно сопровождаются пластическими деформациями, на которые затрачивается значительная доля работы внешних сил. Пластическому деформированию подвергаются тонкие, непосредственно прилегающие к поверхностям истирания слои частиц. Толщина таких слоев и плотность затрат энергии на пластическое деформирование при предельном (разрушающем) напряжении определяются только природой продукта и особенностями условий разрушения, но не размерами разрушаемых фрагментов.

3. Энергия, затрачиваемая на трение и образование новой поверхности при разрушении частиц, как и энергия пластического деформирования, пропорциональна удельной поверхности. Износ мелющих тел и затрачиваемая на него энергия по мере увеличения дисперсности за редким исключением уменьшаются.

4. В теории измельчения неизбежно использование хорошо известных законов разрушения продуктов конечных размеров, разрушаемых также на фрагменты конечных размеров. Порция механической энергии, затраченной на совершившееся разрушение тела конечных размеров, также всегда конечна (не исключая усталостное разрушение, для которого удельные затраты на разрушение в среднем многократно больше затрат на обычное предельное упруго-пластичное воздействие). Это, казалось, исключает написание закономерностей измельчения в виде дифференциальных уравнений. Для привлечения аппарата математического анализа к теории измельчения мог быть использован тот факт, что в ансамбле множества частиц дисперсной системы всегда имеются такие группы, размеры которых можно полагать отличающимися от других групп частиц на бесконечно малую величину. Это означает, что распределение частиц по размерам могло быть аппроксимировано непрерывной функцией, причем безразличен вид такого распределения и величина его используемого участка. Другие предпосылки для математического ана-

лиза процесса измельчения не требовались. Отметим, что такой прием общепринят, но в теории измельчения его ранее не применяли.

5. Масштабное упрочнение частиц (как физическое явление), в силу непрерывного пополнения объема каждой из них в последовательных актах разрушения разного рода дефектами, для процесса измельчения весьма проблематично. Тем не менее учет этого эффекта по классической схеме произведен, и удалось показать, что он не приводит к заметным изменениям соотношений, полученным из более основательных предпосылок.

Научно обоснованный подход в модернизации оборудования тонкого измельчения позволяет увязать параметры и факторы, оказывающие существенное влияние на технологический процесс, гарантируя высокое качество выпускаемого пищевого продукта. Выбрано оптимальное воздействие, которое обеспечивается расчетом системы *«машина – перерабатываемый продукт»*, проведен учет связи структурно-механических свойств продукта с геометрическими и конструктивными параметрами оборудования.

Литература

3. Алексеев, Е. А. Моделирование и оптимизация технологических процессов в пищевой промышленности/ Е. Л. Алексеев, В. Ф. Пахомов; под ред. А. П. Серика.–М.: Агропромиздат, 1987.–272 с.

1. Чижикова, Т. В. Машины для измельчения мяса и мясных продуктов / Т. В. Чижикова // под ред. В. И. Баратовой.–М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982.–302 с.

2. Измер, А. Н. Технологические аспекты современного производства мясных фаршевых продуктов/ А. Н. Измер/ «Молодежь в науке – 2007»: прил. к журн. «Весці Нац. акад. навук Беларусі»: В 4 ч.–Ч. 1. Серия аграрных наук / редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.), И. М. Богдевич [и др.]–Минск: Беларус. наука, 2008.–С. 337–340.

6. Спектор, С. А. Электрические измерения физических величин: Методы измерений: учеб. пособие для вузов / С. А. Спектор; под ред. Л.М. Пархоменко–Л.: Энергоатомиздат, 1987.–320 с.

4. Груданов, В. Я. Совершенствование конструкций машин и аппаратов пищевых производств: учеб. пособие/ В. Я. Груданов.–Мн.: Высш. шк., 1996.–221 с.

5. Исторические и математические предпосылки чисел Фибоначчи // Форекс [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: http://www.foreks.ru/Chf/index_2.htm. – Дата доступа: 11.06.2008.

7. Гусаков, Б. И. Экономическая эффективность инвестиций собственника/ Б. И. Гусаков// Финансы, учет, аудит.–1998.–С. 216.

8. Дмитриев, А.М. Интенсификация сельскохозяйственных процессов ионизирующими излучениями: дис. д-ра техн. наук: 05.20.01, 05.20.02/ А. М. Дмитриев.–Минск, 1982.–460 л.

*В. С. Ветров¹, к.х.н., О.Н. Анискевич²,
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»¹
ОАО «Пинский мясокомбинат»²*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ МЯСА

Одним из наиболее прогрессивных методов консервирования скоропортящихся продуктов является метод сублимационного обезвоживания в вакууме. Сублимационная вакуумная сушка соединяет достоинства двух технологий: замораживания и сушки (удаления влаги).

Метод сублимационной сушки позволяет сохранять высокие вкусовые качества и питательную ценность пищевых продуктов продолжительное время (до 5 лет) при нерегулярных температурах (от минус 50 до +40 °С).

Продукты сублимационной сушки имеют широчайшие возможности для использования их в качестве готовых продуктов быстрого приготовления, так и в качестве полуфабрикатов для дальнейшей промышленной переработки в мясо-молочной отрасли.

Одним из наиболее прогрессивных методов консервирования скоропортящихся продуктов является метод сублимационного обезвоживания в вакууме. Сублимационная вакуумная сушка соединяет достоинства двух технологий: замораживания и сушки (удаления влаги).

Вакуумная сублимационная сушка (еще ее называют лиофилизацией, возгонкой) – процесс перехода вещества из твердого состояния в газообразное без жидкой фазы. Она не разрушает структуру продуктов, сохраняет в них до 95% питательных веществ, витаминов, ферментов и других биологически активных веществ, поэтому ее используют в производстве продуктов питания, лекарств, биологически активных добавок.

Технология сублимационной сушки была открыта в 1929 г. советским ученым Лаппой-Старженецким. Впервые ее стали применять во время Второй мировой войны в основном для производства антибиотиков и сухих кровезаменителей. Уже после войны этот метод получил широкое распространение в пищевой индустрии.

Ценность сушеных продуктов определяется в первую очередь по способности к набуханию и восстановлению первоначальных свойств сырья при замачивании в воде. Продукты животного и растительного происхождения атмосферной и особенно горячей сушки этим качеством не обладают, так как сушка при более высокой температуре сильно денатурирует белок и разрушает структуру продукта.

В настоящее время разработаны два наиболее совершенных способа сушки, а именно:

- *холодная вакуумная сушка*, т.е. сушка в вакууме при положительных температурах высушиваемого объекта;

- *вакуумная сублимационная сушка*, т.е. сушка в вакууме при отрицательных температурах высушиваемого объекта.

- *холодная вакуумная сушка* – процесс удаления основного количества влаги из продукта при давлении близком к состоянию тройной точки воды ($p=610$ Па) и положительной температуре (4–6 °С). Окончательное досушивание продукта до относительной влажности ниже 5% происходит при режимах традиционной вакуумно-сублимационной сушки, поэтому в пищевых продуктах в основном сохраняются витамины, ферменты, экстрактивные вещества, вкус, запах, что в максимальной степени приближает продукты после их восстановления к показателям качества исходного сырья.

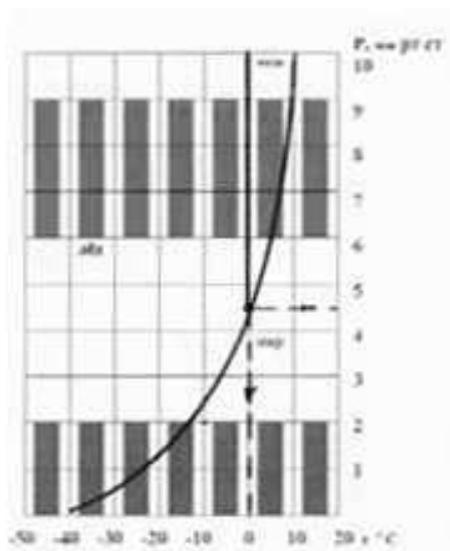
Продукты после холодной вакуумной сушки, как и после сублимационной, имеют пористую структуру, благодаря чему высушенные продукты хорошо и быстро восстанавливаются. В результате применения такого способа получают продукты более высокого качества, чем из ранее известных методов сушки биологических материалов.

Сушка методом сублимации – это способ консервирования, при котором сушат продукты в замороженном состоянии. Данный способ основан на способности некоторых твердых тел (например, твердого льда), обладающих высокой упругостью паров, переходить при определенных

условиях из твердого состояния в пар, минуя жидкую фазу. Особенностью этого способа консервирования является замораживание продукта перед сушкой. Чтобы ускорить процесс и предотвратить оттаивание продукта в результате притока извне, его сушат под значительным вакуумом (остаточное давление менее 1 мм рт. ст.).

Для осуществления сублимационной сушки парциальное давление водяного пара над сушимым материалом должно быть ниже тройной точки. В воде, содержащейся в продуктах питания, растворены различные соли и минеральные вещества, поэтому температура ее замерзания и равновесное давление водяного пара ниже, чем для чистой воды, соответственно, для льда, образующегося в реальных продуктах питания, парциальное давление составляет от 40 до 130 Па (0,3–1,0 мм рт. ст.).

Для получения качественного сухого продукта при сублимационной сушке температура в центре продукта поддерживается на уровне от минус 20 °С до минус 25 °С. Конечная температура продукта не должна превышать 60 °С, чтобы не наблюдалась тепловая денатурация белков продукта.



-зона холодной вакуумной сушки

- зона сублимационной сушки

Тройная точка воды:

$p = 4,58 \text{ мм рт ст (610 Па)}$

$T = 0^\circ\text{C}$

Рисунок 1 – Равновесное состояние воды в продукте

Низкая, порядка 2–5%, конечная влажность сублимационных материалов создает предпосылки для их длительного хранения в условиях нерегулируемых температур.

К достоинствам сублимированных продуктов относят: длительные сроки хранения (несколько лет); малая масса; сохраняется размер, форма, цвет.

На сегодняшний день вакуумная сублимационная сушка представляет собой самый совершенный метод консервирования, поскольку он позволяет сохранять высокие вкусовые качества и питательную ценность пищевых продуктов продолжительное время (до 5 лет) при нерегулярных температурах (от минус 50 до плюс 40 °С).

В производстве продуктов питания сублимация представляет собой технологию удаления влаги из свежих предварительно замороженных продуктов вакуумным способом, что позволяет практически полностью (до 95%) сохранить в них питательные вещества, витамины, микроэлементы, первоначальную форму, естественный запах, вкус и цвет. Это является одним из важнейших достоинств сублимации, при этом структура продукта не разрушается, быстро восстанавливаются сублимированные продукты, так как они имеют пористую структуру. Данный факт примечателен тем, что сублимированные продукты в полной мере пригодны для детского и диетического питания [2].

Продукты сублимационной сушки имеют широчайшие возможности для использования их в качестве готовых продуктов быстрого приготовления, так и в качестве полуфабрикатов для дальнейшей промышленной переработки в мясо-молочной отрасли.

Технология сублимации включает в себя два основных этапа: замораживание и сушку, поскольку во время вакуумно-сублимационной сушки из продукта влага удаляется путем испарения льда. Высокое качество и биологическая полноценность готовых сублимированных продук-

тов объясняется еще и тем, что обработке должно подвергаться только свежее сырье.

Вес сублимированных продуктов в среднем принимается от 1/5 до 1/10 начальной массы, что важно для существенного сокращения расходов при их транспортировке.

Поскольку в процессе сушки в условиях вакуума сочетаются замораживание и высушивание, на микроорганизмы, находящиеся в консервируемом продукте, неблагоприятно воздействуют многие факторы: низкая температура замораживания; высокая концентрация солей, создающаяся при замерзании воды; механическое воздействие образующихся кристаллов льда; обезвоживание продукта и частично повышенная температура в период досушивания. Влияние всех этих факторов может оказаться губительным для некоторых микроорганизмов.

Поэтому сушка в условиях вакуума приводит к значительному уменьшению микробной обсемененности консервируемых мясопродуктов. После предварительного замораживания количество жизнеспособных микробных клеток снижается примерно в 2–6 раз. В процессе сушки происходит дальнейшее отмирание части микроорганизмов, и после высушивания КОЕ (КОЕ – количество образовавшихся единиц: микробное число, т.е. общее количество аэробных и факультативно-анаэробных бактерий в 1 г) уменьшается в 10–20 раз по сравнению с микробной обсемененностью исходного охлажденного продукта до консервирования. Степень отмирания микроорганизмов в процессе сублимационной сушки зависит от технологических режимов сушки, физико-химических свойств продукта (рН, активности воды и др.), индивидуальной устойчивости микробов и их количественного содержания в консервируемом продукте [1].

Несмотря на то, что значительная часть микроорганизмов погибает в процессе замораживания и последующего высушивания, общая микробная обсемененность (микробное число) высушенных мясопродуктов

иногда остается довольно высокой и составляет в среднем 10^3 – 10^6 микробных клеток в 1 г.

От санитарно-гигиенических условий производства существенно зависит степень бактериальной обсемененности мясопродуктов сублимационной сушки.

Основную массу остаточной микрофлоры (микроорганизмов, выживших в процессе сушки) мясопродуктов сублимационной сушки составляют наиболее устойчивые к сублимации спорообразующие бактерии – анаэробные клостридии (до 40% остаточной микрофлоры) и аэробные бациллы (20–22% остаточной микрофлоры). Кроме этих микроорганизмов в мясопродуктах, обезвоженных в условиях вакуума, постоянно присутствуют микрококки, стафилококки, молочнокислые бактерии, дрожжи. В отдельных случаях выявляют наличие в небольших количествах (десятки, сотни микробных клеток в 1 г) кишечных палочек рода эшерихия, бактерий рода протеус, сальмонелл и других бактерий [1, 2].

Некоторые микроорганизмы (стафилококки, сальмонеллы и др.), выжившие в процессе сублимационной сушки, могут изменять свои свойства, в частности утрачивать способность размножаться на элективных средах, продолжая оставаться при этом жизнеспособными [1].

При последующем хранении герметично упакованных мясопродуктов сублимационной сушки наблюдается дальнейшее отмирание части микробов из остаточной микрофлоры. Наиболее интенсивно оно происходит в первые 4–6 мес. хранения, затем скорость отмирания микробов резко снижается. При неправильном хранении продуктов сублимационной сушки в условиях повышенной влажности воздуха в них происходит интенсивное размножение сохранивших жизнеспособность микробных клеток, количество микроорганизмов через 24 ч увеличивается в 10 раз и более [1, 2].

Литература

1. Особенности санитарно-микробиологического контроля сырья и продуктов питания животного происхождения: учеб. пособие / сост. Н. И. Хамнаева.–Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ.

2. Костенко, Ю. Г. Основы микробиологии, гигиены и санитарии на предприятиях мясной и птицеперерабатывающей промышленности: учеб. пособие / Ю. Г. Костенко, С. В. Нецепляев, Л. А. Гончарова.– Москва: Изд-во ВО «Агропромиздат».

*В. С. Ветров¹, к.х.н., О. Н. Анискевич²,
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»¹
ОАО «Пинский мясокомбинат»²*

ПРОИЗВОДСТВО СЫРОКОПЧЕНЫХ И СЫРОВАЯЛЕННЫХ КОЛБАС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУБЛИМИРОВАННОГО МЯСА

Новым приемом при изготовлении сырокопченых колбас является замена части мороженого сырья сублимированным мясом, что ведет к значительному сокращению времени созревания. В экспериментах использовали сублимированное мясо в следующих процентах: 3,1; 4,7; 6,2; 7,8%. Чем больше содержание сублимированного мяса, тем короче процесс созревания. Использование сублимированного мяса в количестве 3,1% приводит к тому, что уже в начале процесса созревания-сушки потеря влаги составляет 8%, а весь процесс длится всего 12 дней. При использовании сублимированного мяса в количестве 4,7% потеря влаги составляет 12%, вследствие чего процесс созревания-сушки сокращается до 11 дней. При использовании сублимированного мяса в количестве 7,8% процесс созревания-сушки сокращается до 7 сут.

Процесс производства сырокопченых и сыровяленых колбас – это совокупность технологических операции, во время которых происходит обезвоживание мясного фарша. Потеря влаги начинается при осадке колбас за счет стекания ее излишков, составляющих 5–10% массы. Также влага удаляется в камерах созревания, в которых продукт пребывает от 14 до 28 дней. Обезвоживание проводят до 30% от исходного количества влаги, содержащейся в фарше. Поскольку в процессе обезвоживания (сушки) формируются свойства готового продукта: вкус, цвет, аромат, то от организации этого процесса во многом зависит качество колбасы.

Новым приемом при изготовлении сырокопченых колбас является замена части мороженого сырья сублимированным мясом, что ведет к значительному сокращению времени созревания. В экспериментах использовали сублимированное мясо в следующих процентах: 3,1; 4,7; 6,2; 7,8%, что соответствует снижению влаги 8; 12; 16; 20% соответственно уже в начале процесса созревания [1].

Сублимированное мясо получают при помощи сублимационной сушки. Сублимационная сушка – процесс перехода вещества из твердого состояния в газообразное без жидкой фазы, она не разрушает структуру продуктов, сохраняет в них до 95% питательных веществ, витаминов, ферментов и других биологически активных веществ, поэтому ее используют в производстве продуктов питания, лекарств, биологически активных добавок.

Определяющим моментом этого способа является контроль показателя активности воды (a_w) – отношение давления пара над продуктом к давлению водяных паров чистой воды. Он позволяет установить взаимосвязь между состоянием слабосвязанной влаги в продукте и возможностью развития в нем микроорганизмов.

Из всей воды, содержащейся в продукте, микроорганизмы могут использовать для своей жизнедеятельности лишь определенную – активную – ее часть. Поэтому показатель a_w (свободной, не связанной влаги в пищевых продуктах) дает возможность, в частности, судить о жизнеспособности бактерий, содержащихся в мясе и мясных продуктах, их стойкости к тепловой обработке, а также подверженности продукта микробиологической порче.

Активность воды влияет на микробиальные, ферментативные, химические и физические изменения в мясе. От величины a_w зависят сроки хранения мяса и мясопродуктов, формирование цвета и запаха, а также потери при термообработке и хранении.

На рисунке 1 представлено изменение рН в процессе созревания на примере 5 опытов. Исследованиями установлено, что чем больше содержание сублимированного мяса, тем медленнее снижается рН.

На 4 день процесса созревания во всех опытах рН достигает величины около 5.

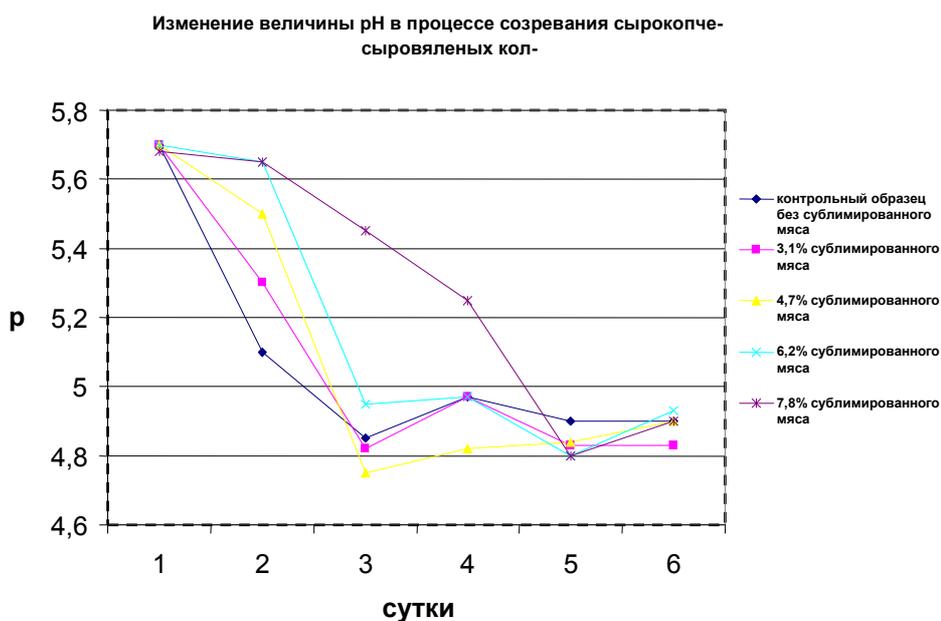


Рисунок 1 – Изменение величины pH в процессе созревания сырокопченых и сыровяленых колбас

Так, чем выше содержание сублимированного мяса, тем ниже активность воды в начале процесса созревания. По сравнению с опытным образцом ($a_w = 0,965$) в опыте с содержанием сублимированного мяса в количестве 3,1 и 4,7% a_w равняется 0,956 и 0,953 соответственно.

В опыте с содержанием сублимированного мяса 6,2% $a_w = 0,945$. В опыте с 7,8%-ным содержанием сублимированного мяса $a_w = 0,937$ уже в начале процесса созревания. При потере влаги до 25% во всех сырых колбасах a_w колеблется между 0,914 и 0,925 [1].

На рисунке 2 показано изменение потери влаги в 5 опытах.

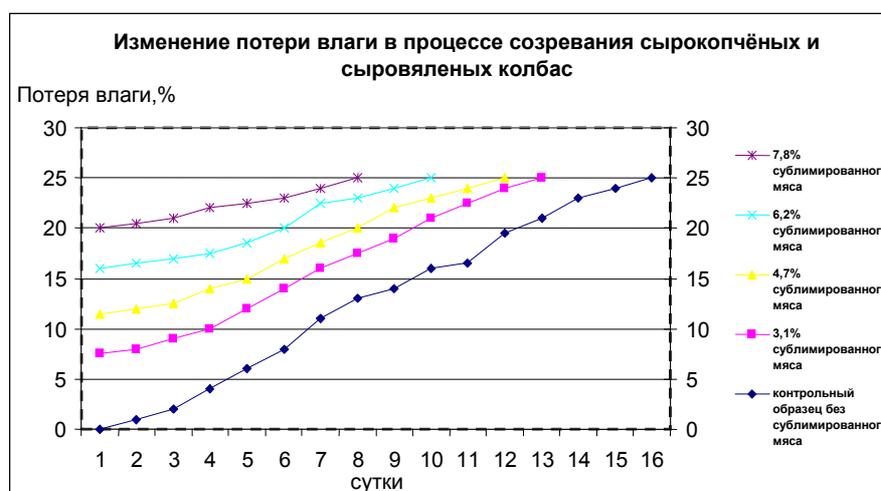


Рисунок 2 - Изменение величины потери влаги в процессе созревания сырокопченых и сыровяленых колбас

Из него следует, что чем больше содержание сублимированного мяса, тем короче процесс созревания. Использование сублимированного мяса в количестве 3,1% приводит к тому, что уже в начале процесса созревания-сушки потеря влаги составляет 8%, а весь процесс длится всего 12 дней. При использовании сублимированного мяса в количестве 4,7% потеря влаги составляет 12%, вследствие чего процесс созревания-сушки сокращается до 11 дней. При использовании сублимированного мяса в количестве 7,8% процесс созревания-сушки сокращается до 7 сут [1, 2].

Литература

1. Leistner, L. Minimally processed, Ready-to-eat, and Ambient stable meat products. / L. Leistner // США, Мэрилэнд, 2000.

2. Косой, В. Д. Методология определения консистенции фарша сырокопченых колбас по структурно-механическим характеристикам. / В. Д. Косой, А. Д. Малышев, В. П. Дорохов // Мясная индустрия.–2001.– № 5.

*В. С. Ветров¹, А. И. Николаенков², Т. В. Жданович², Б. А. Мелещенко²,
В. Ф. Вербицкий²*

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»¹

УО «Белорусский государственный аграрно-технический университет»²

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА ПРОХОДНОГО СОРБЦИОННОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

Рассмотрены вопросы снижения ресурсоемкости воздухообменных производственных процессов для предприятий АПК Беларуси. приведены расчеты наиболее экономичных по энергетике проходных сорбционных фильтров. Детально рассмотрена последовательность инженерных расчетов применительно к фильтрующим системам, разработанных и внедренных на птицефабрике и свинокомплексах АПК республики.

Снижение ресурсоемкости воздухообменных производственных процессов является одной из наиболее актуальных направлений научных исследований. При этом внедрение в практику установок для очистки и рециркуляции воздуха производственных участков обеспечивает не только экономию энергозатрат при относительно невысоком (0,6–1,2 года) сроке окупаемости, но и создает благоприятные условия производства сельскохозяйственной продукции.

В практике известны и широко используются различные конструкции напорных сорбционных фильтров (вертикальные, горизонтальные, решетчатые), методологическая основа которых достаточно изучена, однако следует отметить, что удельные энергозатраты на воздухообменный процесс остаются достаточно высокими (от 0,14 до 3,2 Вт/м³), так и величина удельной материалоемкости (0,036–0,011 кг/м³ /ч в зависимости от типа фильтра) [1].

Проходной сорбционный фильтр, основы расчета которого предлагаются ниже, лишен указанных недостатков и отличается от других типов фильтрующих устройств более низкими энергозатратами

$(1,18 \cdot 10^{-3} \frac{\hat{A}\dot{\alpha}}{\dot{v}^3 / \div})$ материалоемкостью $(1,8 \cdot 10^{-3} \frac{\hat{e}\tilde{a}}{\dot{v}^3 / \div})$ и т.д. Кроме того, установки конструктивно достаточно несложны и просты в эксплуатации.

Расчет проходного сорбционного фильтра. Принципиальная схема проходного сорбционного фильтра приводится на рисунке 1.

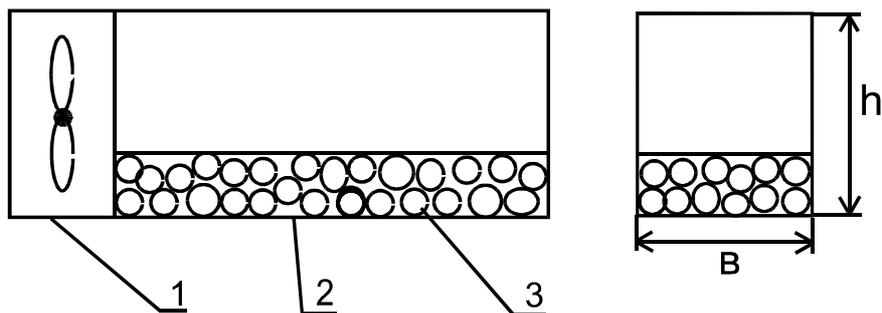


Рис.1 - Принципиальная схема проходного сорбционного фильтра

1 – вентилятор, 2 – корпус, 3 – сорбент

Технологический процесс очистки воздуха заключается в следующем.

Воздушный поток вентилятором (1) подается на кассету с сорбентом (3), установленную в корпусе (2), где он очищается от токсичных соединений и выводится в помещение (при рециркуляции) либо поступает в систему общей вентиляции.

Расчет проходного фильтра производится в следующей последовательности.

Дано: производительность вентилятора (Q) – 2800 м³/ч; размеры лотка фильтра ($b \cdot h$) – (0,4·0,4) мм; требуется обеспечить показатель очистки $\eta = 0,39$, остаточная загрязненность $\alpha = (1 - \eta) = (1 - 0,39) = 0,61$.

Определяем:

- секундную производительность:

$$Q_s = \frac{2800}{3600} = 0,77 \text{ м}^3/\text{с};$$

- скорость воздушного потока (в поперечном сечении):

$$v_0 = \frac{Q_s}{S_n} \quad (1)$$

$$v_0 = \frac{0,77}{0,4 \cdot 0,4} = 4,81 \text{ м/с}$$

- приведенный диаметр поперечного потока:

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot S_i}{3,14}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,16}{3,14}} = 0,45 \text{ м};$$

- число Рейнольдса (для основного потока):

$$R_0 = \frac{v_0 d_n}{\nu}, \quad (2)$$

$$R_0 = \frac{4,81 \cdot 0,45}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 144800$$

($\nu = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ – кинематическая вязкость воздуха);

- производительность контактирующего потока [2]:

$$Q_k = \alpha Q_1, \quad (3)$$

$$Q_k = 0,66 \cdot 0,77 = 0,508 \text{ м}^3/\text{с};$$

- поверхность контакта [3]:

$$\eta = (0,56 \cdot S_k + 0,117)^k, \quad (4)$$

$$k = (2,87 \cdot Q_k + 0,344), \quad (5)$$

$$k = (2,67 \cdot 0,508 \cdot 0,344) = 0,117,$$

$$\eta = 0,56 \cdot S_k + 0,17,$$

$$0,53 = 0,56 \cdot S_k + 0,117,$$

$$S_k = \frac{0,53 - 0,117}{0,56} = 0,73 \text{ м}^2;$$

- скорость контактирующего потока:

$$v_{ki} = \frac{Q_k}{S_k} = \frac{0,508}{0,73} = 0,7 \text{ м/с};$$

- приведенный диаметр контактирующего потока:

$$d_{kn} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_k}{3,14}} = \sqrt{\frac{4,073}{3,14}} = 0,96 \text{ м};$$

- число Рейнольдса контактирующего потока:

$$R_{lk} = \frac{0,7 \cdot 0,96}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 44800;$$

- отношение чисел Рейнольдса:

$$\lambda_{R0} = \frac{R_0}{R_{lkn}}, \quad (6)$$

$$\lambda_{Rl} = \frac{144800}{44800} = 3,22 ;$$

- показатели очистки [2]:

$$\alpha = \frac{1}{\lambda_{Rl}} \cdot \sqrt{\frac{S_k}{S_n}}, \quad (7)$$

$$\alpha = \frac{1}{3,22} \cdot \sqrt{\frac{0,73}{0,16}} = 0,66 ,$$

$$\eta = (1 - \alpha) = (1 - 0,66) = 0,34 ;$$

- определяем длину сорбционного слоя:

$$l_{cc} = \frac{S_k}{b}, \quad (8)$$

$$l_{cc} = \frac{0,73}{0,4} = 1,8 \text{ м.}$$

Примечание. Чтобы снизить длину устройства, следует поставить еще одну касету на высоте $\frac{h}{2}$, считая, что поток воздуха будет разделен пополам, и провести аналогичный расчет (в результате которого получим длину сорбционного слоя $l_{cc}=1,04$ м). Установка количества касет более 2 не имеет технологических преимуществ [2], так как поток воздуха невозможно разделить на равные части.

Мощность, затрачиваемая на очистку воздушного потока от токсичных соединений:

$$N_{l_0} = \frac{\rho(Q_k)^3}{2(S_k)^2}, \quad (9)$$

$$N_{l_0} = \frac{1,24 \cdot (0,508)^3}{2 \cdot (0,73)^2} = 0,152 \text{ Вт},$$

а с учетом мощности электродвигателя:

$$N_{l_{\text{дв}}} = \frac{N_l K_3}{\eta_a \eta_r} = \frac{0,152 \cdot 1,1}{0,59 \cdot 0,95} = 0,298 \text{ Вт}.$$

Удельный расход энергоресурсов на очистку воздушного потока от токсичных соединений составит

$$N_0 = \frac{N_{l_{\text{дв}}}}{Q_k} = \frac{0,298}{1828} = 1,63 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3/\text{ч}}$$

В то же время мощность, расходуемая на работу установки будет равна

$$N_{l_{\eta}} = \frac{1,24 \cdot (0,77)^3}{2 \cdot (0,16)^2} = 11 \text{ Вт}$$

$$N_{l_{\text{дв}}} = \frac{1,1 \cdot 1,1}{0,59 \cdot 0,95} = 21,7 \text{ Вт}.$$

Удельный расход мощности на работу установки

$$N_0' = \frac{21,7}{1825} = 1,18 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3/\text{ч}},$$

тогда коэффициент полярного действия установки (по затратам мощности) составит

$$l_0 = \frac{N_0}{N_0'} = \frac{1,63 \cdot 10^{-4}}{1,18 \cdot 10^{-2}} = 1,38 \cdot 10^{-2}.$$

С учетом постановки второй сетки $l_0 = 9,86 \cdot 10^{-3}$;

при увеличении показателя очистки $\eta = 0,6 \cdot l_0 = 3,33 \cdot 10^{-3}$.

Определяем массу сорбента:

$$\dot{I} \tilde{n} = S_k h_c \rho_c, \quad (10)$$

$$= 0,73 \cdot 0,1 \cdot 350 = 25,6 \text{ кг},$$

где ρ_c – плотность сорбента, $\rho_c = 350 \text{ кг/м}^3$.

Аммиакоемкость сорбционного слоя находим по выражению

$$I_{\text{а}} = 0,15 \cdot 25,6 \cdot 0,8 \cdot 10^6 = 3,07 \cdot 10^6 \text{ кг} \quad (11)$$

где 0,15 – минимальный процент насыщенности сорбента аммиаком; 0,8 – влажность сухого остатка в сорбенте.

Определим длительность работы фильтра (без замены сорбента) при следующих условиях.

Начальная загрязненность помещения $\tilde{N}_i = 45,5 \text{ мг/м}^3$; объем помещения $V_n = 450 \text{ м}^3$. Тогда

$$T = \frac{M_a}{\Delta C \cdot V_n \cdot 24}, \quad (12)$$

$$T = \frac{3,07 \cdot 10^6}{15,5 \cdot 450 \cdot 24} = 18 \text{ сут.}$$

При установке двух сеток $T = 23$ сут, при показателе очистки $\eta = 0,6$ $T = 13$ сут (при расчетных параметрах фильтра).

Предложенные аналитические зависимости и пример их численной реализации могут служить основой для расчета проходных сорбционных фильтров.

Последние были использованы при расчете, разработке и внедрении фильтрующих устройств на птицефабрике «Держинская», свино-комплексах «Борисовское», «Турец» и др.

Литература

1. Томсон, А. И. Сравнительные характеристики устройств для очистки воздуха технологических участков предприятий агропромышленного комплекса. / М. А. Григорьева [и др.]// Агропанорама.–№ 4,– 2003.–С. 16–18.
2. Жданович, Т. В. Изучение и расчет напорных сорбционных устройств для очистки воздуха технологических участков предприятий

агропромышленного комплекса. / Т. В. Жданович [и др.]. // Инженерный вестник.–№ 1(25).–2008.–С. 44–49.

3. Николаенков, А. И. Исследование закономерностей формирования и утилизации тепла низкопотенциальных потоков в предприятиях агропромышленного комплекса АПК. Отчет по НИР / Белорусский государственный университет культуры; рук. темы А. И. Николаенков.– Минск.–2001.–С. 123.

*В. С. Ветров¹, А. И. Николаенков², Б. А. Мелещенко², В. Ф. Вербицкий²
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»¹
УО «Белорусский государственный аграрно-технический университет»²*

РАСЧЕТ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ

В технологических процессах воздухообмена, наряду с очисткой воздуха от токсичных соединений органического происхождения и микробиологической заземленности, которая достигается использованием рециркуляционно-очистного оборудования (сорбционные фильтры, ультрафиолетовые установки и др.), проблеме снижения содержания в воздухе технологических участков пыли принадлежит ведущая роль.

По данным Института экспериментальной ветеринарии им. С.Н.Вышелесского, в 1 мг пыли содержится до 2,5 млрд. бактерий, обладающих очень сильными аллергенными свойствами [1].

Анализ существующих способов очистки воздуха от пыли показывает, что все устройства в основном предназначены для улавливания минеральных веществ. Методы их расчета достаточно сложны, поэтому на предприятиях АПК используются крайне редко.

Цель наших исследований – разработка основ расчета конструктивных и технологических показателей устройства для очистки воздуха от пыли.

В качестве исходного образца принята конструкция циклона, как наиболее простого в устройстве и эксплуатации.

Физическая картина пылеотделения в циклонах состоит в следующем. Запыленный воздух подводится к циклону воздуховодом, направленным по касательной к цилиндрической части циклона, вследствие чего воздух внутри циклона совершает вращательное движение. При этом развивается центробежная сила, под воздействием которой пыль, обла-

дающая большей массой, чем запыленный воздух, отбрасывается от центра к периферии, осаждаясь на стенках аппарата. Затем она удаляется периодически через коническую часть. Воздух, освобожденный (в какой-то мере) от пыли удаляется из циклона по выхлопной трубе. На рисунке представлена принципиальная схема циклона:

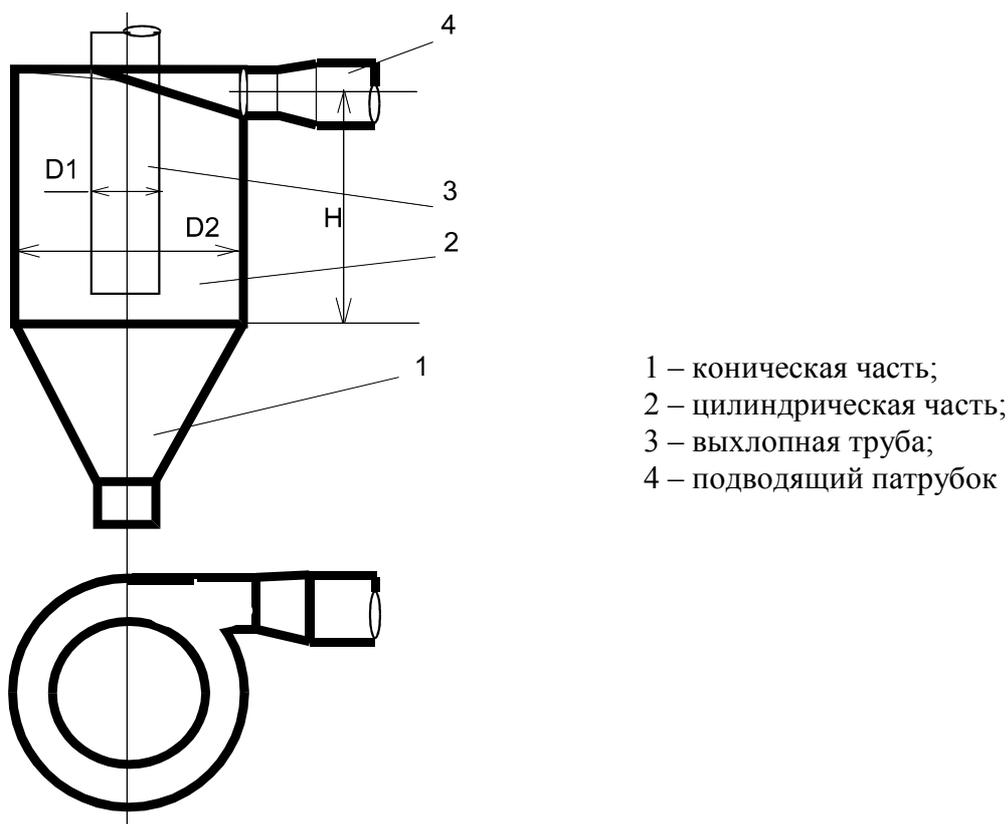


Рисунок 1 – Принципиальная схема циклона

Для большей наглядности расчет будем производить в численном значении переменных.

Дано: количество воздуха, требующее очистки $L = 3\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($0,83 \text{ м}^3/\text{с}$); значение скоростей (рекомендуемое) [2]: окружная (ω) – 12 м/с в выхлопной трубе, (ω_r) – 4 м/с в подводящем лотке ($\omega_{\text{до}}$) – 18 м/с.

Задаем внешний радиус цилиндрической части циклона (R_2) – 0,5 м.

Определяем время пребывания пылинки в циклоне:

$$\tau = (2\pi R_2)\varphi / \omega, \quad (1)$$

$$\left(\varphi = \frac{10}{2\pi} = \frac{10}{2 \cdot 3,14} = 1,59\right)$$

$$\tau = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,59 \cdot 0,5}{12} = 0,416 \text{ с}$$

- радиус выхлопной трубы:

$$R_1 = \sqrt{\frac{L}{\pi\omega_t}}, \quad (2)$$

$$R_1 = \sqrt{\frac{0,83}{3,14 \cdot 4}} = 0,26 \text{ м}$$

-высоту цилиндрической части:

$$H = \frac{L}{(R_2 - R_1) \cdot \omega}, \text{ м} \quad (3)$$

$$H = \frac{0,83}{(0,5 - 0,26) \cdot 12} = 0,29 \text{ м};$$

-скорость осаждения пылинки:

$$\tau = \frac{(R_2 - R_1)}{\omega_0}, \quad (4)$$

откуда

$$\omega_0 = \frac{R_2 - R_1}{\tau}, \quad (5)$$

$$\omega_0 = \frac{0,5 - 0,26}{0,416} = 0,578 \text{ м/с};$$

- проверим значение R_2 по выражению:

$$R_2 = \frac{R_1}{1 - \frac{2\phi\omega_0}{\omega\pi}}$$

$$R_2 = \frac{0,26}{1 - \frac{2 \cdot 1,59 \cdot 0,578}{12}} = 0,5 \text{ м};$$

- длину пути невыгодно расположенной пылинки[3]:

$$l = \omega t, \quad (7)$$

$$l = 12 \cdot 0,416 = 4,99 \text{ м.}$$

- средняя длина пути каждого витка приблизительно может быть принята равной длине средней окружности

$$l_0 = 2\pi R_0 \quad (8)$$

$$(R_0 = \frac{0,5 + 0,26}{2} = 0,38)$$

$$l_0 = 3,14 \cdot 2 \cdot 0,38 = 2,38 \text{ м}$$

- необходимое число витков:

$$\eta = \frac{l}{l_0}, \quad (9)$$

$$\eta = \frac{4,99}{2,38} = 2,1;$$

- угловая скорость вращения частицы в средней части циклона вокруг оси будет равна

$$\Omega = \frac{\omega}{R_0}, \quad (10)$$

$$\Omega = \frac{12}{0,38} = 31,6 \text{ 1/с.}$$

При заданном значении плотности воздуха $\rho_1 = 1,226 \text{ кг/м}^3$; плотность пыли $\rho_2 = 900 \text{ кг/м}^3$, кинематической вязкости $\mu = 14,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ определим минимальный диаметр осаждаемых пылинок на расстоянии $R_1 = 0,260 \text{ м}$ от оси циклона [3]:

$$d = 3 \cdot \sqrt{\frac{\mu}{\pi n \Omega} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \ln \frac{R_2}{R_1}}, \quad (11)$$

$$\begin{aligned} d &= 3 \cdot \sqrt{\frac{14,4}{10^6 \cdot 3,14 \cdot 2,1 \cdot 31,6} \cdot \frac{1,226}{900} \cdot \ln \frac{0,5}{0,26}} = \\ &= 3 \cdot 7,84 \cdot 10^{-6} = 2,35 \cdot 10^{-5} \text{ м.} \end{aligned}$$

Представим численное значение зависимости (11) в виде

$$d = 2,95 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{\ln \frac{0,5}{0,26}}$$

и определим минимальный диаметр пылинок на расстоянии $0,5 \div 0,26$, получим ряд (с интервалом $0,04 \text{ м}$)

$$R_1 = 0,5 \cdot d = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ м},$$

$$R_1 = 0,34 \cdot d = 1,83 \cdot 10^{-5} \text{ м},$$

$$R_1 = 0,38 \cdot d = 1,54 \cdot 10^{-5} \text{ м},$$

$$R_1 = 0,46 \cdot d = 0,85 \cdot 10^{-5} \text{ м},$$

$$R_1 = 0,48 \cdot d = 0,59 \cdot 10^{-5} \text{ м}.$$

Считаем, что зависимость показателя очистки $\eta = f(d)$ – линейная и, принимая во внимание, что при $R_0 = R_{\text{оп}}$ $\eta = 0,5$ (50%), при $R_1 = 0,59 \cdot 10^{-5}$ $\eta = 1,0$ (100%), получим уравнение:

$$\eta = d \cdot (-0,52) + 1,3$$

и соответствующий численный ряд:

$$d_1 = 2,1, \quad \eta = 0,208,$$

$$d = 1,83, \quad \eta = 0,348,$$

$$d = 1,54, \quad \eta = 0,500,$$

$$d = 1,23, \quad \eta = 0,66,$$

$$d = 0,85, \quad \eta = 0,86,$$

$$d = 0,59, \quad \eta = 0,99,$$

$$\sum \eta = 3,566$$

$$\eta_{\text{ср}} = 0,594 \quad (59,4\%).$$

Сравним с табличным значением [4] при $d = 20$ и $\eta = 50\%$, получим $\eta_{\text{нб}} = 62,8\%$. Относительная погрешность:

$$\Delta = \frac{6,38}{59,4} = 5,7\%, \text{ что является вполне допустимым в соответствии с}$$

рекомендациями [3]. Диаметр отверстия для удаления осажженной пыли принимается ($d_{\text{ioa}} = 0,25 \text{ м}$) с углом между образующими $30\text{--}40^\circ$; выбираем среднее значение $\alpha = 35^\circ$, высоту конической части получим из условия

$$H_k = (R_1 - R_{k.2}) \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}, \quad (12)$$

$$H_k = (0,5 - 0,125) \cdot 3,17 = 1,2 \text{ м}.$$

Найдем число Рейнольдса при движении частиц пыли от внутренней стенки циклона к наружной для наиболее крупных частиц.

Максимальная длина пути частицы $l_2 = R_2 - R_1 = 500 - 260 = 240 \text{ мм} = 0,24 \text{ м}$, этот путь частицы проходят за $0,416 \text{ с}$, следовательно, максимальная скорость частиц к наружной стенке циклона

$$v = \frac{0,24}{0,416} = 0,577 \text{ м/с};$$

$$R_l = \frac{0,5776,54 \cdot 10^{-5}}{14,4 \cdot 10^{-6}} = 0,47 \text{ м}^2/\text{с}$$

Давление на входе в циклон определяем по формуле

$$P_{\text{ao}} = \frac{(\omega_{\text{ao}})^2}{2} \cdot 1,24, \quad (13)$$

$$P_{\text{ao}} = \frac{(18)^2}{2} \cdot 1,24 = 200 \text{ Па}$$

Давление в выхлопной трубе

$$D_{\text{ao}} = \frac{(\omega_t)^2}{2} \cdot 1,24, \quad (14)$$

$$D_{\text{ao}} = \frac{(4)^2}{2} \cdot 1,24 = 10 \text{ Па}$$

Мощность, затрачиваемая на подачу воздуха в циклон:

$$N_1 = \frac{P_{\text{ao}} Q}{3600 \cdot \eta_l \cdot \rho_n}, \quad (15)$$

$$N_1 = \frac{200 \cdot 8000}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,59 \cdot 0,95} = 0,297 \text{ кВт.}$$

Мощность на вывод воздуха из выхлопной трубы:

$$N_2 = \frac{P_{\text{вд}} Q}{3600 \cdot 1000 \eta_n \eta_n}, \quad (16)$$

$$N_2 = \frac{10 \cdot 3000}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,59 \cdot 0,95} = 1,48 \cdot 10^{-2} \text{ кВт,}$$

Показатели использования мощности:

$$\varepsilon_N = \frac{N_2}{N_1}; \quad (17)$$

$$\varepsilon_N = \frac{1,48 \cdot 10^{-2}}{0,297} = 5 \cdot 10^{-2} \cdot 100 = 5\%,$$

что является достаточно значительным значением для рассматриваемого типа устройств.

Предложенный расчет оборудования для очистки от пыли воздуха технологических участков предприятий АПК может быть использован для разработки, конструирования и изготовления оборудования применительно к условиям конкретных хозяйств.

Литература:

1. Эрм, Г. И. Проблемы гигиенической опасности и вредности пылевого фактора в промышленном птицеводстве. / Г. И. Эрм // Методология гигиенического регламентирования: сб. науч. тр. – Минск.: Беларус. навука, 1999.–С. 119–124.
2. Дроздов, В. Ф. Отопление и вентиляция. / В. Ф. Дроздов // Ч. 2. Вентиляция.–М.: Высшая школа, 1984.–263 с.
3. Калинин, П.Н. Отопление и вентиляция. / П. Н. Калинин // Ч. 2. Вентиляция.–М.: Стройиздат, 1966.–476 с.
4. Белевицкий, А. М. Проектирование газоочистных сооружений. / А. М. Белевицкий–Л.: Химия, 1990.–288 с.

*Т. В. Ховзун, Ю. В. Лобанов, А. В. Шах, Т. Ю. Вежновец
РУП «Институт мясо-молочной промышленности»*

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ГЕНЕРАТОР АЭРОЗОЛЕЙ «ХОЛОДНОГО ТУМАНА» ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫМИ АЭРОЗОЛЯМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В ходе выполнения работы были получены данные о применении дезинфицирующих растворов в виде аэрозолей, изготовлен экспериментальный образец отечественного генератора аэрозолей, проведены испытания, подобраны режимы использования дезинфектантов в отношении различных групп микроорганизмов. В качестве составляющих дифференцированных режимов объемной дезинфекции были исследованы: концентрация рабочего раствора; расход рабочего раствора на единицу объема помещения ($\text{мл}/\text{м}^3$); длительность дезинфекционной экспозиции. Характеристики экспериментально образца отечественного генератора аэрозолей: производительность, л/ч (в зависимости от установленной форсунки) – 3–20; дисперсность частиц аэрозоля, мкм – 50–100; дальность факела, м – 60.

Чтобы изменить многолетнюю традицию санитарной обработки оборудования и помещений на предприятиях пищевой промышленности, требовалось решить две задачи:

- заменить дезинфицирующие средства на более эффективные и экологически чистые;

- разработать новое поколение технических средств и новые технологии дезинфекции объектов (технологического оборудования, поверхностей и воздуха производственных помещений), без оператора в зоне обработки, которые позволят перейти на современный уровень дезинфекции.

Первая задача - это изменение подхода к дезинфекции объектов. Если раньше обработка проводилась в основном способами протирания, погружения или заполнения какого-либо объема дезинфектантом, что требовало большого расхода дезинфицирующих средств, воды и обяза-

тельного присутствия оператора, новая технология дезинфекции («объемная дезинфекция»), целью которой является уничтожение вредных микроорганизмов не только на открытых поверхностях закрытого помещения, но и в различных укрытиях, предполагает проводить санитарную обработку мелкодисперсным аэрозолем дезинфектанта при отсутствии оператора в зоне обработки [3].

Вторая задача – это создание аэрозольной формы дезинфицирующего раствора, позволяющего получить облако дезинфектанта с высокой проникающей способностью.

Под распылением, представляющим собой сложный гидродинамический процесс, подразумевается полное разрушение струи несжимаемой жидкости, сопровождающееся образованием массы полидисперсных капель [5].

Свойства аэрозолей определяются веществом дисперсионной среды и дисперсной фазы, концентрацией, размером частиц аэрозоля. Аэрозольная система всегда принципиально неустойчива и не может сохраняться в неизменном состоянии. В аэрозолях отсутствуют силы, препятствующие сцеплению частиц между собой и с макроскопическими телами при соударении. Разрушение аэрозолей происходит путем седиментации под действием сил тяжести, диффузии к стенкам, коагуляции.

Распыление веществ, предназначенных для дезинфекции, производится с помощью различного рода приборов. В зависимости от дисперсности получаемых систем аппараты делят на генераторы для создания грубодисперсных систем и высокодисперсных аэрозолей [4].

Одним из важных требований, предъявляемых к аппаратам для получения аэрозолей, является возможность изменять размер частиц. Наряду с этим очень важно, чтобы получаемый аэрозоль был возможно однороден по размерам капель. Аэрозольные частицы малых размеров обладают огромной проникающей способностью, в силу их низкой массы, увеличивается время физического распада аэрозоля и, следовательно,

эффективность и длительность действия дезинфектанта. Если дезинфекция осуществляется при включенных вентиляционных системах, а значит и при сохраненных по направленности и мощности воздушных потоках внутри помещений, аэрозоли дезинфицирующих средств приобретают характер проточного аэрозоля. Частицы дезинфектанта в этих условиях ведут себя аналогично микроорганизмам: оседают на те же участки поверхностей, где уже находятся микроорганизмы. Таким образом происходит адресная доставка дезинфектанта к месту его действия.

Для перевода веществ в состояние аэрозоля необходимо иметь распыливающее устройство, источник энергии и емкость для препарата. С помощью форсунок, являющихся основным элементом устройства для получения аэрозолей, обеспечивается достижение наибольшей относительной скорости жидкости и окружающего ее воздуха. Перевод веществ в состояние аэрозолей представляет процесс, требующий значительных затрат энергии, так как совершаемая работа идет на преодоление молекулярных сил, действующих на всех вновь образуемых поверхностях. Однако применение веществ в виде аэрозолей оправдано [1].

В зависимости от количества вещества, распыляемого в единицу времени, различают малопроизводительные аппараты и высокопроизводительные. При создании аппарата в зависимости от конкретных требований выбирают оптимальный вариант с учетом следующих характеристик — дисперсности получаемых частиц, производительности, затрат энергии, размеров и массы (табл. 1) приведены характеристики генераторов аэрозолей.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика генераторов аэрозолей «холодного тумана»

Генераторы аэрозолей	Большого объема	Малого объема (LV)*	Ультрамалого объема (ULV)**
Выпрыскиваемый объем жидкости, л/ч	Больше 100	100–25	5–25
Количество капель в 1 см ³	2–19	153–3000	более 3000

Генераторы аэрозолей	Большого объема	Малого объема (LV)*	Ультрамалого объема (ULV)**
Весит в воздухе	1,9–3,2 с	3,2–11,1 с	Около 1 ч
Выводы	Равномерное покрытие поверхностей раствором возможно только при очень большом количестве жидкости. Таким образом увеличивается влажность, частицы не висят в воздухе и поэтому образуются лужи на полу	Количество влаги и равномерная аппликация зависят от того, какой объем жидкости выпрыскивается в час, потому что диапазон генераторов малого объема широкий	Влага в помещении почти не вырастает, но аппликация поверхностей эффективна на 99%. Кроме того, частица долго висит в воздухе таким образом не выпадает большое количество воды на одну поверхность

* ULV режим получения частиц аэрозоля размером 10–100 мкм.

** LV режим получения частиц аэрозоля размером 100–400 мкм.

Действие аэрозольного дезинфектанта, кроме всего прочего, зависит еще от времени, в течение которого создается определенная концентрация действующего начала, а этот момент, в свою очередь зависит от производительности генератора аэрозоля, т.е. одно связано с другим, а эффективность целого обусловлена связью и соблюдением целого ряда соответствующих показателей и условий.

Аэрозоли дезинфицирующих препаратов применяют для профилактической, вынужденной и заключительной дезинфекции различных объектов на предприятиях пищевой промышленности. На отечественных пищевых предприятиях используют импортные генераторы «холодного тумана», ремонт и обслуживание которых приводит к дополнительным затратам валютных средств. При этом имеющиеся генераторы не являются последними разработками, поскольку современные и эффективные виды генераторов практически недоступны из-за высокой стоимости. Таким образом, одним из наиболее важных и перспективных направлений развития и внедрения аэрозольной дезинфекции является разработка и создание высокоэффективных и доступных по цене отечественных технических средств ее проведения [2].

Отделом санитарной обработки оборудования и помещений РУП «Институт мясо-молочной промышленности» по заданию АН07.71 «Разработать и внедрить генератор «холодного тумана» и технологию применения высокодисперсных аэрозолей для проведения санитарной обработки на предприятиях пищевой промышленности» Государственной программы импортозамещения был разработан экспериментальный образец генератора аэрозолей.

Генератор состоит из следующих частей: корпуса, электропривода, системы перемешивания, компрессора, электронного блока управления, бака, распыливающего устройства. Аэрозольный генератор приводится в действие электродвигателем. Движущийся с большой скоростью воздушный поток создается с помощью компрессора. Воздушный поток ускоряется с помощью завихрителя и создает разрежение во всасывающей трубке, которое и обеспечивает подачу рабочего раствора дезинфицирующего средства в распылительное устройство. Установленные на генераторе вентиляторы обеспечивают равномерную циркуляцию аэрозольных частиц раствора в обрабатываемом помещении. Генератор снабжен блоком управления, позволяющим работать как в ручном, так и в автоматическом режиме.

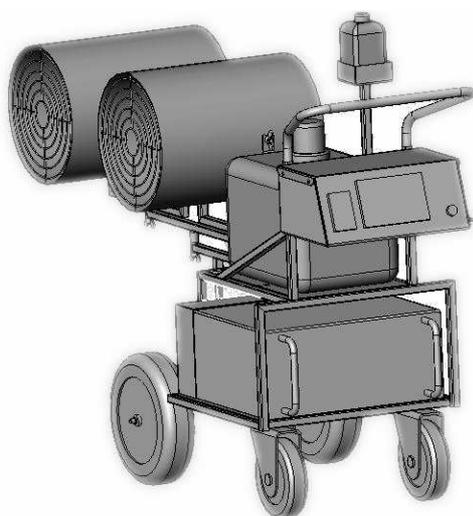


Рисунок 1 – Экспериментальный образец отечественного генератора аэрозолей

Для определения характеристик аппарата и проверки эффективности обеззараживания испытания экспериментального образца проводили следующим образом.

Для проверки эффективности обеззараживания опыт проводили с набором тест-поверхностей, которые используются при отделке производственных помещений и материалов, для изготовления технологического оборудования: нержавеющая сталь, керамическая плитка, пластмасса, бетон. Эффективность обеззараживания учитывали по снижению естественной микрофлоры, а также по гибели тест-микробов, нанесенных на испытываемую поверхность. Тест-микробами служили штаммы: *Esherichia coli* ATCC 11229, *St. aureus* ATCC 6538 (ДСМ 799), *Candida albicans* ATCC 10231.

Тест-поверхности заражали аэрозольным методом из расчета $5 \cdot 10^3$ - $5 \cdot 10^5$ микроорганизмов на 1 см^2 , в качестве белковой нагрузки использовали 20%-ную инактивированную сыворотку. Влажность до опыта колебалась от 68 до 80%, после опыта она увеличивалась до 85–95%. Температура в помещении до опыта колебалась от 16 до 18°C.

Отбор проб для определения эффективности обеззараживания поверхностей и воздуха проводили по общепринятым методикам и указаниям по исследованию действия на различные микроорганизмы антисептиков и дезинфицирующих средств (Инструкция №11-20-204-2003). Результаты проведенных опытов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты проведения объемной дезинфекции на различных поверхностях

Тест-поверхность	<i>St. aureus</i> , КОЕ на см^2		<i>Esherichia coli</i> , КОЕ на см^2		<i>Candida albicans</i> , КОЕ на см^2	
	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки
Бетон	$6,4 \cdot 10^4$	9	$2,5 \cdot 10^5$	2	$2,4 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^1$
Нержавеющая сталь	$4,6 \cdot 10^4$	–	$1,4 \cdot 10^5$	–	$1,9 \cdot 10^4$	–
Керамическая плитка	$3,5 \cdot 10^4$	–	$1,5 \cdot 10^5$	–	$1,1 \cdot 10^4$	–
Пластмасса	$1,7 \cdot 10^4$	3	$1,8 \cdot 10^5$	–	$1,7 \cdot 10^4$	2

Наиболее трудно поддавалась обеззараживанию бетонная шероховатая поверхность, где гибель микрофлоры составила 99,5%, а на остальных видов материалов достигала 99,9 и 100%.

Эффективность обеззараживания воздуха определяли с помощью аспирационного метода при помощи системы отбора проб воздуха LA030 до и после проведения аэрозольной дезинфекции и нейтрализации дезинфектанта. После инкубации посевов в термостате в течение 48 ч подсчитывали число колоний на чашках в опыте и контроле.

Для определения эффективности проведения дезинфекции применяли группу кислородсодержащих дезинфектантов, которые имеют широкий спектр антимикробной активности (эффективны в отношении бактерий, грибов, вирусов) при низких концентрациях и обладают такими свойствами, как быстрое саморазложение, отсутствие куммуляции в окружающей среде и организме, отсутствие канцерогенности, мутагенности, аллергенности. Поэтому были проведены испытания целого ряда пероксидов, режимы применения которых представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Режимы применения дезинфицирующих средств для проведения объемной дезинфекции на предприятиях пищевой промышленности

Дезинфектант	Сандим-Д			Нависан-1			Divosan Forte		
	концентрация рабочего раствора, %	расход рабочего раствора, мл/м ³	экспозиция, мин.	концентрация рабочего раствора, %	расход рабочего раствора (мл/м ³)	экспозиция, мин.	концентрация рабочего раствора, %	расход рабочего раствора мл/м ³	экспозиция, мин.
<i>Тест-культура</i>									
БГКП (<i>E. coli</i>)	2	40	60	2	30	60	2	30	60
<i>St. aureus</i>	2	40	60	1	30	60	2	30	60
Дрожжи плесени	4	40	60	2	30	60	3	30	60

Для исследования дисперсности полученного аэрозоля с помощью экспериментального образца отечественного генератора аэрозолей его частицы осаждали на предметные стекла, покрытые диметилдихлорсиланом. Стекла раскладывали в различных местах обрабатываемого помещения, а также проносили перпендикулярно оси струи аэрозоля, вы-

ходящей из генератора. После того, как проба каплею была отобрана, т.е. получены предметные стекла с осевшими на них каплями, приступали ко второму этапу исследования – измерению размера осевших каплею. Диаметр осевших частиц измеряли с помощью микроскопа. Установлено, что средний диаметр частиц на полу составлял 50–100 мкм, на стенах – 50 мкм, т.е. чем ближе от генератора располагались предметные стекла, тем крупнее был размер частиц.

Для определения дальности факела получаемого аэрозоля располагали предметные стекла через 1 м от генератора, включали аппарат, распыляли необходимое количество препарата и определяли наличие частиц на каждом стекле. В ходе проведения опыта была определена дальность факела получаемого аэрозоля, которая составила 60 м при работе распыляющих устройств генератора в противоположные стороны.

Выводы. 1. Эффективность аэрозолей дезинфицирующих средств при проведении «объемной дезинфекции» на предприятиях пищевой промышленности в значительной степени зависит от их дисперсности, поэтому в конечном итоге задача состоит в создании генератора для получения аэрозолей с заданной степенью дисперсности (10–100 мкм). Именно от этой величины зависит поведение аэрозоля во времени, его реакция на воздействие тех или иных внешних сил. Начиная с момента образования аэрозолей, идут процессы их разрушения в результате осаждения частиц, диффузии к стенкам, коагуляции, испарения. Следовательно, физико-химические и биологические свойства аэрозолей при прочих равных условиях существенно зависят от их дисперсности, а значит в конечном итоге и на качестве проведения дезинфекции всех поверхностей производственных помещений и технологического оборудования, воздуха производственных помещений.

2. Проведение дезинфекции отечественным генератором аэрозолей «холодного тумана» и получением аэрозоля дезинфицирующего средства

заданной и постоянной на протяжении всего периода распыления дисперсности частиц дезинфектанта позволит:

- значительно снизить микробную контаминацию технологического оборудования, поверхностей и воздуха производственных помещений;
- провести дезинфекцию труднодоступных мест, вентиляционной системы;
- сократить расход дезинфицирующих средств;
- снизить экологическую нагрузку;
- исключить влияние человеческого фактора на качество проводимой дезинфекции.

Литература

1. Лобанов, Ю.В. Аппаратура для объемной дезинфекции аэрозолями на предприятиях молочной промышленности. / Ю. В. Лобанов // Вес. Нац. акад. наук Беларуси, 2005.–№ 5.–С. 189–190.
2. Лобанов, Ю.В. Применение генераторов аэрозолей холодного тумана при проведении объемной дезинфекции на предприятиях молочной промышленности. / Ю. В. Лобанов [и др.]// «Современные технологии и комплексы технических средств в сельскохозяйственном производстве»: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф.–Минск, 2005г.
3. Лобанов, Ю.В. Объемная аэрозольная дезинфекция и опыт ее использования на предприятиях мясо и птицеперерабатывающей промышленности Республики Беларусь. / Ю. В. Лобанов [и др.]// «Инновационные технологии в производстве пищевых продуктов»: сб. тр. V междунар. науч.-практ. конф.–Минск, 2006г.
4. Пажи Д.Г., Галустов В.С. Основы техники распыливания жидкостей.–М.: Химия, 1984.–255 с.
5. Лярский П.П., Цетлин В.М. Дезинфекция аэрозолями.–М.: Медицина, 1981.–176 с.

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЯСНОГО И
МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ 2008

Компьютерный набор и верстка В.В. Хегстрем

Ответственный за выпуск С.А. Суслов

Подписано в печать 21.09.09

Формат 60×84/8. Бумага офсетная 70г/м². Гарнитура Times

Отпечатано на ризографе. Усл. печ.л.17,5 Уч.-изд.л.17,2

Тираж 100 экз. Заказ №53

Издатель и полиграфическое исполнение

РУП «Институт мясо-молочной промышленности»

ЛИ-0233/0131888

Адрес: 220075, Партизанский пр., 172