

Учреждение образования
«Могилевский государственный университет продовольствия»

УДК 637.3

ГЛУШАКОВ МИХАИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННОГО
ТЕРМОКИСЛОТНОГО СЫРА ПОВЫШЕННОЙ ЖИРНОСТИ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

**по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных
продуктов и холодильных производств**

Могилев, 2010

Работа выполнена в Учреждении образования
«Могилёвский государственный университет продовольствия»

- Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент
ШИНГАРЁВА Татьяна Ивановна
Учреждение образования «Могилёвский
государственный университет
продовольствия», заведующая кафедрой
технологии молока и молочных продуктов
- Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
ЮКАЛО Владимир Глебович
Тернопольский государственный технический
университет имени Ивана Пулюя,
заведующий кафедрой пищевой
биотехнологии и химии
- Кандидат технических наук, доцент
ПАСТУХОВА Зоя Михайловна
Открытое акционерное общество
«ОРГПИЩЕПРОМ», инженер-технолог
- Оппонирующая организация – Республиканское унитарное предприятие
«Институт мясо-молочной промышленности»

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в Республике Беларусь, наряду с увеличением выпуска твердых, полутвердых ферментативных сыров, отмечается устойчивая тенденция роста мягких сыров различной жирности. При этом увеличивается производство и термокислотных сыров, расширяется их ассортиментный перечень. Однако до сих пор отсутствует выпуск термокислотных сыров повышенной жирности, несмотря на расширение потребительского спроса на сыры данной видовой группы.

Известно, что переработка молочного сырья повышенной жирности сопряжена с большими потерями молочного жира в сыворотку, что увеличивает затраты на их производство. Снизить потери молочного жира возможно за счет гомогенизации молочного сырья. Однако гомогенизация, способствуя повышению стабильности жировой фазы, приводит к снижению прочностных характеристик образуемых белковых сгустков, способствуя увеличению потерь белковой пены, поэтому при производстве твердых, полутвердых ферментативных сыров гомогенизацию не применяют. Хотя имеется положительный опыт применения гомогенизации молока при производстве мягких ферментативных сыров, например, сыра «Рокфор», а также в технологии термокислотного сыра «Майский» 40%-й жирности [1], что повышает степень использования составных частей сырья и эффективность их производства. В этой связи заслуживает внимания применение указанного технологического приёма при выработке термокислотных сыров повышенной жирности.

Применяемые сегодня в мире технологии производства термокислотных сыров имеют существенные отличия, но в целом для них характерна высокая затратность производства, что связано с применением высоких температур термообработки и коагуляции молочного сырья и прочее. Поэтому актуальными являются исследования, направленные на совершенствование процесса термокислотной коагуляции и создание малозатратной технологии производства термокислотного сыра повышенной жирности.

При производстве сыров, в том числе и термокислотных, важным процессом является посолка, которая, несмотря на многовековой опыт применения в классическом сыроделии, остаётся недостаточно глубоко изученной при производстве термокислотных сыров. Кроме того, немаловажным является возможность осуществить оперативный контроль содержания поваренной соли на промежуточных этапах получения продукции.

Известно, что применение высоких температур при получении термокислотных сыров ингибирует деятельность молочнокислых микроорганизмов, поэтому сыры, полученные на основе термокислотной коагуляции, в основе своей представляют белково-жировые концентраты. Это, в сравнении с ферментированной продукцией, снижает их пищевую и биологическую ценность, повысить которую

возможно за счёт их обогащения заквасочными культурами и/или их метаболитами, способствующими нормализации микробиоценоза в организме человека. Альтернативным решением в этой области может явиться ферментация уже полученного термокислотного белкового сгустка.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. Настоящая работа выполнялась на кафедре технологии молока и молочных продуктов УО «МГУП» по теме следующих НИР: «Теоретическое обоснование и исследование закономерностей формирования белковой массы и создание на ее основе инновационных молочных продуктов» (БРФФИ – Могилев-2006), грант Министерства образования Республики Беларусь «Исследование процесса и разработка виртуальной модели термокислотной коагуляции молока» – номер госрегистрации 20081201, «Технология нового вида мягкого полножирного ферментированного термокислотного сыра» (ХД 2009-15).

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы являлось создание малозатратной технологии производства ферментированного термокислотного сыра повышенной жирности.

Для реализации этой цели были поставлены следующие задачи:

- изучить влияние режимов пастеризации и термокислотной коагуляции на состояние белковой и солевой фаз молока и выходные показатели термокислотного продукта, а также установить целесообразность применения высоких температурных режимов термокислотной коагуляции молочного сырья;
- исследовать влияние видового состава и физико-химических показателей коагулянта на устойчивость белковой фазы молока в процессе термокислотной коагуляции и выходные показатели термокислотного сыра;
- определить целесообразность гомогенизации молочной смеси и способов проведения гомогенизации на эффективность использования сухих веществ молочного сырья и выходные показатели термокислотного сыра повышенной жирности;
- разработать экспресс-методику определения массовой доли поваренной соли в сыре;
- изучить процесс посолки термокислотного белкового сгустка и получить его математическое описание;
- исследовать влияние параметров процесса ферментации термокислотного белкового сгустка на выходные показатели термокислотного сыра;

– исследовать изменение микробиологических, биохимических, физико-химических и органолептических показателей качества ферментированного термокислотного сыра повышенной жирности в процессе хранения и установить его гарантированный срок годности;

– разработать технологию производства ферментированного термокислотного сыра повышенной жирности.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

– научно обоснованные параметры технологического процесса термокислотной коагуляции молочных белков: кислотность молочной смеси не более 19°T , температура пастеризации и термокислотной коагуляции $85\pm 1^{\circ}\text{C}$, продолжительность пастеризации 3 ± 1 мин, кислотность сыворотки–коагулянта $100\pm 10^{\circ}\text{T}$ и ее расход $14\pm 2\%$, в совокупности увеличивающие степень использования составных частей молочного сырья за счёт снижения количества пригара на 25%, повышения коагуляционной активности солей кальция и их степени перехода в целевой продукт (на 21%), снижения энергетических затрат (10% и более) и ведения процесса термокислотной коагуляции молочных белков при температурах, на 10°C ниже традиционных;

– научно обоснованный способ составления молочной смеси для получения термокислотного сыра повышенной жирности ($55\pm 5\%$), основанный на смешивании обезжиренного молока и предварительно гомогенизированных сливок жирностью $18\div 22\%$, обеспечивающий получение продукта с требуемыми текстурными свойствами, высокую степень использования молочного сырья (57,2%), в том числе жира (96,4%);

– методика определения массовой доли поваренной соли в термокислотном сыре, молочных белковых продуктах или сыворотке, основанная на сравнении потенциала ионселективного электрода на ионы натрия или хлора в опытной и контрольной пробах исследуемого продукта, отличающийся низкой материалоемкостью, малой продолжительностью (3÷5 минут), простотой в исполнении и погрешностью, не превышающей 6%;

– математическое описание процесса посолки при выработке термокислотного сыра, представляющее собой систему дифференциальных уравнений и её решение в виде функций, позволяющих прогнозировать интенсивность и продолжительность процесса посолки, конечную концентрацию поваренной соли в готовом продукте и среде посолки;

– способ ферментации свежеполученного термокислотного сгустка, основанный на внесении солёной ферментированной сыворотки кислотностью $100\pm 10^{\circ}\text{T}$ в количестве $12\pm 3\%$ от массы молочной смеси, в сгусток при температуре $85\pm 1^{\circ}\text{C}$ и его ферментацию при этой температуре в течение 16 ± 2 мин, что позволяет обогатить готовый продукт метаболитами заквасочной

микрофлоры и продуктами протеолиза молочных белков, придать сыру выраженный кисломолочный вкус и повысить его пищевую ценность.

Личный вклад соискателя. Соискателем подобрана и проанализирована научная литература по теме диссертации, лично получены и систематизированы экспериментальные данные, составляющие основу работы, осуществлён их анализ, обобщение и статистическая обработка, подготовлены публикации. Участие соавторов заключалось как в проведении совместных исследований по согласованному плану (Н.А. Скапцова), так и в обсуждении полученных результатов и научных консультациях (А.М. Осинцев, Н.Н. Курилович, В.В. Ясинецкий, Л.П. Юрасова, В.В. Автушенко).

Апробация результатов диссертации. Основные положения и результаты диссертационных исследований представлялись и обсуждались на научных и научно-технических конференциях, в том числе на международных научно-технических конференциях: «Техника и технология пищевых производств» (Могилёв, 2006-2009), 73-й научной конференции молодых учёных, аспирантов и студентов «Научные достижения молодёжи – в решении проблем питания населения XXI века» (Киев, 2007), Международной научной конференции молодых учёных «Молодёжь в науке» (Минск, 2007, 2009), образцы сыра были представлены на выставке научно-технических разработок, посвящённой 35-летию основания УО «МГУП» (Могилёв, 2008), IV-й Международной научно-практической конференции «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» (Санкт-Петербург, 2009).

Опубликованность результатов диссертации. Количество авторских листов публикаций по теме диссертации, соответствующих пункту 18 Положения о присуждении учёных степеней и присвоении учёных званий в Республике Беларусь от 22 февраля 2006 года, составляет 2,56 авторских листа. Основное содержание работы изложено в 28 публикациях, в том числе 8 статей в рецензируемых научных журналах, 5 статей в научных журналах и сборниках научных трудов, 10 тезисов докладов, 3 патента, 1 заявка на изобретение, 1 методика выполнения измерений.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 7 глав, заключения, списка использованных источников, приложений.

Общий объём диссертации составляет 198 страниц машинописного текста, содержит 19 таблиц на 10 листах, 40 рисунков на 21 листе, 18 приложений на 49 листах, 185 источников на 12 листах, по теме диссертации 28 источников на 5 листах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе представлен аналитический обзор отечественных и зарубежных информационных источников и нормативной документации, касающейся актуальности развития технологий получения продуктов на основе термокислотной коагуляции молочных белков (ТКК МБ). Проанализированы технологические режимы, используемые в данных технологиях, и ассортиментный перечень продукции. Отражены современные пути в развитии технологий термокислотных сыров, включая ферментированные. Особое внимание уделено возможности эффективного производства термокислотных сыров повышенной жирности. Показаны особенности влияния гомогенизации молочного сырья на устойчивость жировой фазы и использование его составных частей при проведении ТКК МБ. Кроме того, рассмотрены современные подходы к описанию процесса посолки при выработке сыра и проанализированы аналитические способы контроля содержания поваренной соли в сыре. Обоснована необходимость создания рабочего алгоритма процесса посолки и нетрудоёмкого ресурсосберегающего метода определения массовой доли поваренной соли в сыре и, в целом, разработки малоотходной технологии получения нового вида ферментированного термокислотного сыра.

Во второй главе представлена характеристика объектов, материалов, методик исследований, использованных в работе. Объектами исследований явились: обезжиренное молоко (ОБМ), гомогенизированные сливки, молочная смесь, коагулянты, молочная центрифугированная плазма (МЦП) – тонкодисперсная система, полученная путём центрифугирования исследуемых образцов молока, термокислотный сыр, термокислотная сыворотка. Отбор проб, подготовку и проведение испытаний проводили общепринятыми и специальными физическими, химическими и органолептическими методами оценки и анализа свойств сырья и готовой продукции. Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики с использованием стандартных компьютерных программ. Структурная схема проведения стандартных исследований представлена на рисунке 1.

В третьей главе представлены результаты исследований влияния температурных режимов термообработки молочного сырья: пастеризации и последующей за ней ТКК МБ на использование составных частей исходного сырья (молоко цельное жирностью 4,1%) и выходные параметры термокислотного сыра. В проведенных исследованиях температура пастеризации молочного сырья варьировалась в диапазоне температур 75÷95°С, а продолжительность пастеризации – 0÷600 с, при этом температура ТКК МБ соответствовала температуре пастеризации.

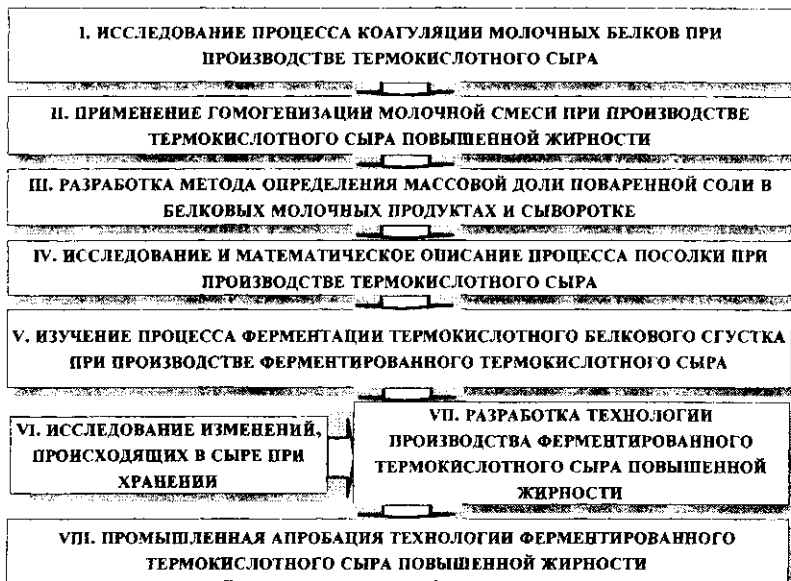


Рисунок 1 – Структурная схема исследований

Установлено, что при пастеризации молочного сыра в исследуемых температурных режимах изменяется минеральный состав и молочные белки: содержание ионизированного кальция снижается на 25%÷50%, а среднечастичный диаметр мицелл казеина увеличивается на 4,3÷8,1%. Это указывает о протекании агрегационных процессов при пастеризации молочного сыра и участии в них, помимо белковых мицелл, ионизированного кальция, который дестабилизирует молочные белки.

Известно, что при пастеризации молока на теплообменной поверхности образуются белково-жировые и минеральные отложения (молочный пригар), что снижает эффективность пастеризации и увеличивает потери молочного сыра. Количество пригара зависит от температуры и продолжительности пастеризации, а также кислотности молока [2]. В проведенных исследованиях установлено, что при пастеризации молока кислотностью 16÷21°Т в исследуемом диапазоне температура пастеризации и кислотность молока, по сравнению с выдержкой, оказывают большее влияние на количество пригара (отношение массы сухого вещества пригара к массе сухого вещества молочного сыра). Так, снижение температуры пастеризации с 95 до 85°С и 75°С позволяет уменьшить общее количество пригара на 25÷26% и на 53÷55% соответственно. Повышение кислотности молока до 21°Т (в сравнении с 16°Т) приводит к увеличению количества пригара на 37% для температуры 75°С, на 45% – для

температуры 85°C, и на 56% – для температуры 95°C. При этом увеличение пригара более чем на половину от указанных значений происходит при повышении кислотности молока до 20°Т. В то же время при пастеризации молока кислотностью 19°Т абсолютное увеличение пригара составляет только 14÷25% для исследуемых температур, что указывает на необходимость использования в технологиях ТКК МБ молока кислотностью не более 19°Т.

Изучение степени коагуляции молочных белков показало, что процесс ТКК МБ протекает в три стадии, которые были названы «избирательная коагуляция», «массовая коагуляция», «остаточная коагуляция». Данные стадии характеризуются различной степенью интенсивности коагуляционного процесса (рисунок 2). Установлено, что «избирательная коагуляция» белков протекает при количестве внесенного в молоко коагулянта, которого еще недостаточно для наступления явной коагуляции молочных белков. Начало «массовой коагуляции» соответствует формированию видимых белковых агрегатов, а её окончание – протеканию явной (визуально определяемой) коагуляции молочных белков (круглые маркеры на рисунке 2). При этом последующее внесение коагулянта в молоко и переход в область «остаточной коагуляции» признаны нецелесообразными, так как не обеспечивают заметного увеличения степени коагуляции молочных белков.

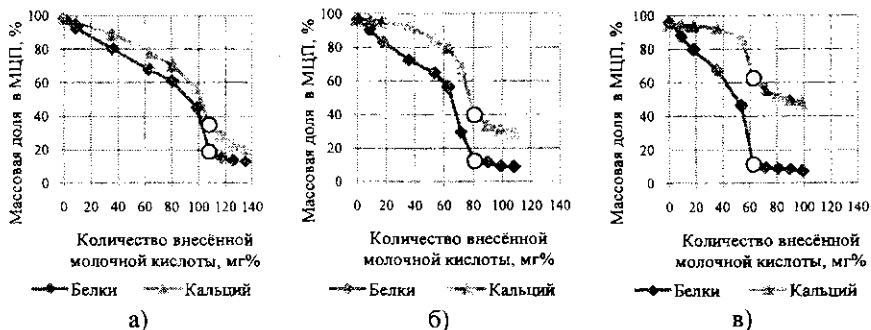


Рисунок 2 – Зависимость содержания кальция и молочных белков в пересчёте на их исходное содержание в МЦП от количества внесённой молочной кислоты при различных температурах коагуляции: а – 75°C, б – 85°C, в – 95°C

Известно, что из минерального состава около 22% всего кальция молока входит в состав молочных белков – органический кальций [3]. Для оценки степени участия кальция в процессе ТКК МБ (рисунок 2) молока, прошедшего пастеризацию, вводили коагулянт, количество которого в пересчете на молочную кислоту соответствовало 0÷140 мг% от массы молока, при этом получали МЦП и белковый коагулят (осадок). По результатам исследований

установлено значительное снижение содержания кальция в МЦП, что свидетельствует о переходе последнего в термокислотный белковый сгусток. Это позволяет рассматривать присутствие указанного макроэлемента в качестве дополнительного фактора дестабилизации молочных белков, роль которого со снижением температуры ТКК МБ, напротив, повышается (рисунок 2), что способствует переходу большего количества кальция в готовый продукт.

Установлено, что при температуре ТКК МБ 95°C в белковый продукт переходит 39% кальция от его содержания в исходной молочной смеси, при 85°C и 75°C – 60 и 67% соответственно. Таким образом, снижение температуры ТКК МБ, способствуя лучшему использованию кальция, обеспечивает повышение пищевой ценности готового продукта. В то же время установлено, что при снижении температуры пастеризации и ТКК МБ с 95°C до 75°C степень использования сухих веществ (СИСВ) молока снижается с 53,5% до 47,1%, а выход сыра уменьшается с 13,4% до 12,8%. Поэтому было принято решение применять температуру пастеризации и ТКК МБ на уровне не 75°C, а 85°C, которая обеспечивает достаточно высокую СИСВ (52,3%), выход сыра (13,2%), переход из молочного сыворотки солей кальция (до 60%) и, в то же время, по сравнению с температурой 95°C, существенно уменьшает количество пригара и энергозатраты на термообработку молочного сырья (более чем на 10%).

Известно, что в процессе ТКК МБ могут использоваться различные типы коагулянтов: водные растворы пищевых кислот, кислая молочная сыворотка, сквашенная или подкисленная пищевыми кислотами [4]. При этом исследователи при оценке их коагуляционной активности применяют разные характеристики коагулянтов: массовую концентрацию, активную или титруемую кислотность. Представляло интерес провести оценку основных характеристик различных коагулянтов и выяснить, какой критерий наиболее полно отражает степень коагуляционной активности различных коагулянтов.

В ходе эксперимента установлено (таблица 1), что при использовании коагулянтов с одинаковой титруемой кислотностью (образец 1 и 2), но при этом с разной массовой долей кислоты и активной кислотностью, явная коагуляция молочных белков происходит в обоих случаях при внесении равного количества коагулянтов, что соответствует 11,5% от массы молочной смеси. Применение водного раствора соляной кислоты (образец 3) с активной кислотностью 2,78 ед. рН не приводит к явной коагуляции молочных белков, при этом кислотность молочной смеси снижается только до уровня 6,53 ед. рН, а внесение в молочную смесь раствора соляной кислоты (образец 4) в концентрации, соответствующей массовой доли 900мг%, обеспечивает уже избыток коагулянта, о чём свидетельствует низкая величина рН сыворотки (5,22 ед.), образуемой в процессе ТКК МБ. При этом формируется излишне плотный сгусток и имеет место низкий выход продукции (12,2%). Таким

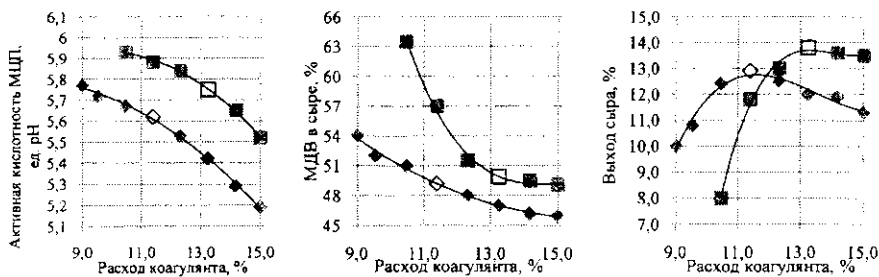
образом, установлено, что из исследованных показателей больше всего в качестве основной характеристики коагуляционной активности коагулянта при проведении процесса ТКК МБ подходит показатель его титруемой кислотности.

Таблица 1 – Сравнительный анализ коагуляционной активности коагулянтов с различными физико-химическими показателями

Образец	Коагулянт	Кислотность коагулянта		Массовая доля кислоты в коагулянте, % (±4)	Активная кислотность образцов (молочная смесь + коагулянт), ед. рН (±0,03)	Выход продукта, % (±0,1)
		титруемая, °Т (±0,5)	активная, ед. рН (±0,01)			
1	водный раствор молочной кислоты	100,0	2,78	0,900	5,62	13,0
2		100,0	1,13	0,360	5,56	13,0
3	водный раствор соляной кислоты	2,0	2,78	0,007	6,53	-
4		250,0	0,67	0,900	5,22	12,2

Экспериментально доказано, что при использовании в качестве коагулянта ферментированной молочной сыворотки (многокомпонентного коагулянта), в сравнении с коагулянтами на основе водного раствора молочной кислоты, явная коагуляция молочных белков и оптимальная завершенность процесса ТКК МБ достигаются при более высоком значении рН (рисунок 3, а). Отмечено, что при этом готовый продукт имеет большую на 1% массовую долю влаги (МДВ) и на 2% более высокий выход (рисунок 3, б, в). Последнее обусловлено присутствием в сыворотке-коагулянте молочных белков, преимущественно сывороточных, с низкой дисперсностью и высокой коагуляционной активностью, что способствует их переходу в продукт при ТКК МБ. При этом оптимальный расход сыворотки-коагулянта, в сравнении с раствором молочной кислоты, повышается 1,16 раза.

Установлено, что применение в качестве коагулянта кислой молочной сыворотки обеспечивает дополнительное использование молочного сырья в целевой продукт, кроме того, сравнительно низкая себестоимость сыворотки и наличие практически на любом молочном предприятии делают ее более приоритетной в технологиях получения продукции на основе ТКК МБ. Поэтому в дальнейших исследованиях при производстве термокислотного сыра повышенной жирности в качестве коагулянта было принято решение использовать молочную сыворотку (сыворотку-коагулянт) титруемой кислотностью $100 \pm 10^\circ\text{T}$, расход которой при получении сыра из молочного сырья с массовой долей жира 4,1% составил $14 \pm 2\%$.



◆ – Водный раствор молочной кислоты; ■ – Сыворотка-коагулянт

а)

б)

в)

Рисунок 3 – Влияние типа коагулянта на: а) активную кислотность МЦП; б) выход белкового продукта; в) массовую долю влаги в белковом продукте

(не закрашенные маркеры соответствуют протеканию явной коагуляции молочных белков)

В четвёртой главе приведены результаты исследований применения гомогенизации при выработке термокислотного сыра $55 \pm 5\%$ -й жирности с целью снижения потерь жира и повышения СИСВ молочного сырья. Установлено, что по сравнению с ТКК МБ из негомогенизированной молочной смеси, проведение гомогенизации молочного сырья способствует снижению массовой доли жира в полученной при термокислотной коагуляции белков сыворотке с 0,50% до 0,05%. Однако при этом уменьшается прочность белкового сгустка, что увеличивает отход белковой пыли в сыворотку с 0,27% до 0,57%. При этом сыр приобретает излишне мягкую, мажущуюся консистенцию. В результате полная гомогенизация молочной смеси, используемой на выработку термокислотного сыра повышенной жирности, наряду со стабилизацией жировой фазы, негативным образом отражается на молочных белках. Поэтому в дальнейших исследованиях было принято решение применять раздельную гомогенизацию – предварительно гомогенизировать только сливки и затем их смешивать с ОБМ, получая нормализованную смесь на сыр. Отмечено, поскольку непосредственно ОБМ гомогенизации не подвергалось, отрицательного воздействия на большую часть молочных белков не происходило, что обеспечило лучшие выходные параметры получаемой продукции, в сравнении с полной гомогенизацией молочной смеси. Применение раздельной гомогенизации способствовало повышению степени использования жира (СИЖ) и уменьшило количество белковой пыли, что способствовало повышению эффективности использования молочного сырья (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ эффективности использования молочного сырья от степени гомогенизации молочной смеси

Показатель	Гомогенизи- рованная молочная смесь 100% (контроль)	Количество гомогенизированных сливок в молочной смеси, %									
		51	41	34	29	25	23	20	18	17	16
		Массовая доля жира в гомогенизированных сливках, %									
		8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
СИЖ, %	94,8	95,8	96,1	96,3	96,3	96,4	96,5	96,4	96,3	96,2	96,1
СИСВ, %	55,5	56,3	56,6	56,8	56,9	57,0	57,1	57,2	57,2	57,2	57,1
МДВ, %	57,8	55,4	54,8	54,4	53,7	53,0	52,4	52,0	51,6	51,2	50,9
Выход, %	16,6	16,0	15,8	15,7	15,5	15,3	15,2	15,1	14,9	14,8	14,7

Как видно из таблицы 2 в сравнении с контролем, снижение количества гомогенизированных сливок в молочной смеси до 18÷23% и пропорциональное увеличение их жирности до 18÷22% обеспечивает максимальные СИЖ (использование сливок жирностью 24 и 26% менее целесообразно, что вызвано снижением стабильности их жировой фазы). При этом отмечено уменьшение МДВ в сыре и, как результат, снижение его выхода.

Изменение количества гомогенизированных сливок в молочной смеси отразилось на текстурных свойствах (консистенции) сыра, что подтверждено реологическими исследованиями (таблица 3). В качестве контроля являлся термокислотный сыр «Майский», вырабатываемый из полностью гомогенизированной молочной смеси.

Таблица 3 – Зависимость реологических показателей сыра от степени гомогенизации молочной смеси

Показатель	Контроль	Количество гомогенизированных сливок в молочной смеси, %				
		41	29	23	18	16
Модуль упругости E, МПа	0,071	0,056	0,077	0,083	0,090	0,092
Полная деформация при напряжении, вызывающем разрушение образцов сыра	0,27	0,38	0,37	0,36	0,33	0,31
Вязкоупругая деформация	0,036	0,034	0,031	0,030	0,028	0,026
Вязкопластическая деформация	0,072	0,138	0,103	0,066	0,051	0,039
Отношение вязкоупругой к вязкопластической деформации	0,50	0,24	0,30	0,45	0,55	0,67

Установлено, что наибольшее соответствие консистенции опытных сыров требуемым параметрам имели опытные образцы, полученные при использовании гомогенизированных сливок в количестве $18 \div 23\%$ от массы молочной смеси. Отмечено, что при изменении количества гомогенизированных сливок более 23% или менее 18% приводило к получению сыра с нетипичной консистенцией, соответственно мажущейся или излишне плотной и крошливой.

С учётом результатов физико-химических, реологических и органолептических исследований установлено, что при выработке термокислотного сыра жирностью $55 \pm 5\%$ оптимальное содержание гомогенизированных сливок в составе молочной смеси составляет $18 \div 23\%$, а массовая доля жира в них – $18 \div 22\%$.

В пятой главе для оценки завершенности процесса посолки предложен потенциометрический метод определения массовой доли поваренной соли в молочном белковом продукте или сыворотке (рисунок 4).

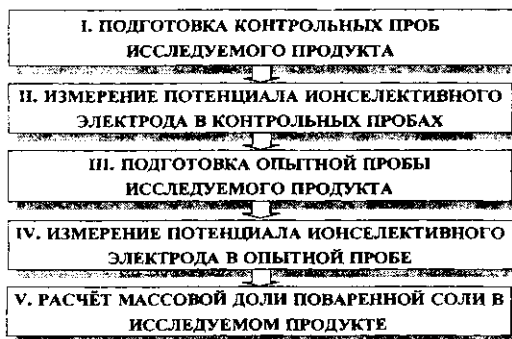


Рисунок 4 – Метод определения поваренной соли в продукте

Метод отличается низкой материалоёмкостью, малой продолжительностью ($3 \div 5$ минут), простотой в исполнении и погрешностью не более 6% . Разработанный метод основан на сравнении потенциала ионселективного электрода на ионы натрия или хлора в пробе исследуемого продукта с данными показателями в двух пробах продукта аналогичного состава с известным количеством внесённой поваренной соли (контрольные пробы). Для расчёта поваренной соли в исследуемом продукте предложено выражение (1).

$$\lg[\omega] = 2 \cdot \frac{E_1 - E}{E_1 - E_2} - 1,4, \quad (1)$$

где E_1 – потенциал ионселективного электрода на катионы натрия или анионы хлора в первой контрольной пробе, мВ;

E_2 – потенциал ионселективного электрода на катионы натрия или анионы хлора во второй контрольной пробе, мВ;

E – потенциал ионселективного электрода на катионы натрия или анионы хлора в опытной пробе, мВ.

Проведено аналитическое исследование процесса посолки сыра, в ходе которого установлено, что снижение разности концентраций поваренной соли в термокислотном белковом сгустке или сыре и среде посолки (термокислотная сыворотка, рассол) за время её проведения определяет нестационарную диффузию поваренной соли. Для численной характеристики процесса посолки предложено его математическое описание в виде системы дифференциальных уравнений, решением которой получены функции, позволяющие рассчитать необходимый расход поваренной соли, продолжительность посолки, содержание поваренной соли (%) в готовом продукте (2) и среде посолки (сыворотке или рассоле) (3).

$$C_{сыра} = \frac{P_{соли} M_{мол} V_{лсыра}}{10^5 (V_2 + V_1)} \left[1 - e^{-\gamma \left(\frac{V_2 + V_1}{V_1} \right) \tau} \right], \quad (2)$$

$$C_{сыв} = \frac{P_{соли} M_{мол} V_{лсыв}}{10^5 (V_2 + V_1)} \left[1 - \frac{V_2}{V_1} e^{-\gamma \left(\frac{V_2 + V_1}{V_1} \right) \tau} \right], \quad (3)$$

где $M_{мол}$ – масса молока, кг;

$V_{лсыра}$ – массовая доля влаги в сыре, %;

$V_{лсыв}$ – массовая доля влаги в сыворотке, %;

$P_{соли}$ – расход поваренной соли на 100 кг молока, г;

γ – константа, характеризующая скорость диффузии поваренной соли;

V_1 – объём водной части среды посолки (сыворотка, рассол), л;

V_2 – объём водной части сыра, л;

τ – продолжительность посолки, мин.

Экспериментально определено значение рабочего параметра уравнений, характеризующего скорость диффузии поваренной соли ($\gamma=0,09$), и установлено оптимальное содержание поваренной соли в сыре ($1,1 \pm 0,1\%$), при этом сыр имел приятный хорошо выраженный солоноватый привкус.

В шестой главе предложен способ получения ферментированного термокислотного сыра с выраженным кисломолочным привкусом,

обогащенный метаболитами заквасочных культур. Применительно к предложенному способу представлены результаты исследований ферментации свежеполученного термокислотного белкового сгустка путём выдержки его с ферментированной и пастеризованной творожной сывороткой.

Варьируемыми параметрами в исследованиях выступали: кислотность ферментированной сыворотки ($60 \div 140^\circ\text{T}$ с шагом 40°T), ее расход ($5 \div 25\%$ от массы молочной смеси с шагом 5%), продолжительность ферментации ($5 \div 25$ мин с шагом 5 мин). Контролем в исследованиях выступал термокислотный сыр аналогичного состава (сыр повышенной жирности), но выработанный без ферментации. По результатам исследований выявлен интенсивный массоперенос кислот и растворимых азотистых веществ (белковых и небелковых) из ферментированной сыворотки в белковый сгусток (рисунок 5).

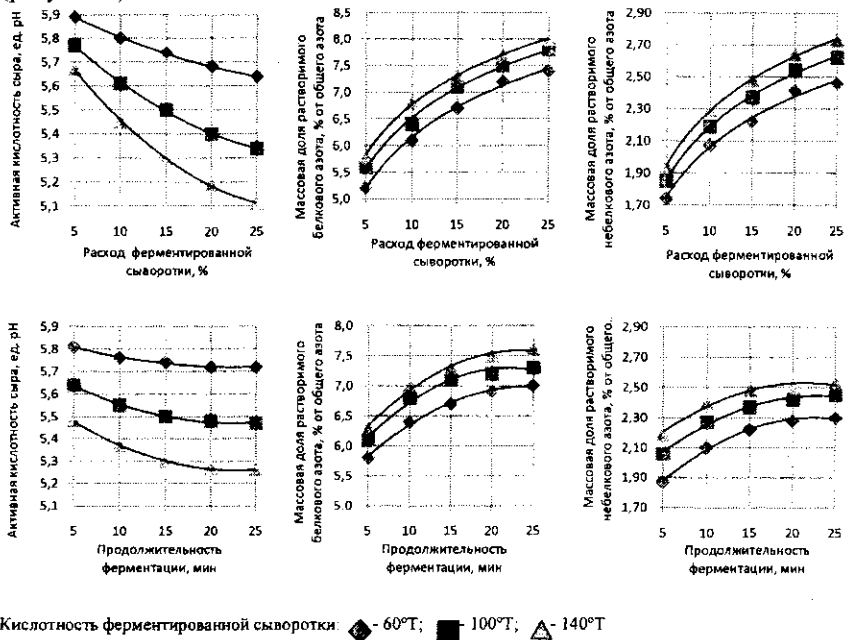


Рисунок 5 – Зависимость химических и биохимических показателей сыра от параметров ферментации

Установлено, что массовая доля растворимых белковых азотистых веществ в пересчёте на общий азот в опытных ферментированных сырах выше по сравнению с данным показателем в контроле ($4,1\%$) в $1,27 \div 1,95$ раза, а растворимых небелковых азотистых веществ (контроль $0,91\%$) – в $1,91 \div 3,00$ раза. При этом общее содержание растворимых азотистых веществ в опытных сырах превышает аналогичный показатель в контроле ($5,0\%$) в $1,4 \div 2,2$ раза, что

указывает на повышение пищевой ценности ферментированных термокислотных сыров, так как готовый продукт обогащён сывороточными белками и продуктами метаболизма микроорганизмов.

Анализ влияния режимов ферментации на выход сыра выявил снижение данного показателя по сравнению с контролем (14,9%). Значительное снижение выхода продукта (на $1,0 \pm 1,3\%$) отмечено при повышении кислотности ферментированной сыворотки до 140°T , а также (на $0,7 \pm 1,1\%$) при увеличении её расхода до 25%. В то же время, удлинение процесса ферментации с 5 мин до 25 мин приводило к снижению выхода сыра всего на $0,3 \pm 0,6\%$, который при средних значениях кислотности и расхода ферментированной сыворотки составлял 13,7%. Последнее определяет целесообразность использования ферментированной сыворотки с более низкими параметрами при одновременном удлинении продолжительности ферментации.

По результатам органолептической оценки ферментированных термокислотных сыров установлено, что с удлинением процесса ферментации и применением более кислой ферментированной сыворотки сыр приобретал более выраженный кисломолочный вкус, но при этом ухудшалась консистенция продукта, которая становилась излишне плотной и крошливой.

Анализ результатов эксперимента с помощью регрессионных уравнений позволил установить оптимальные параметры ферментации термокислотного белкового сгустка, предусматривающие возможность использования ферментированной сыворотки кислотностью от 60 до 140°T в определённом соотношении с её расходом и продолжительностью ферментации.

Поскольку технология подготовки сыворотки-коагулянта и ферментированной сыворотки одинаковы – было принято решение совместить их подготовку и использовать одну сыворотку для коагуляции и ферментации. Это позволило упростить технологию получения ферментированного термокислотного сыра и тем самым максимально приблизить к традиционной. При этом рекомендуемые параметры ферментации термокислотного сгустка составили: кислотность ферментированной сыворотки $100 \pm 10^\circ\text{T}$, её расход $12 \pm 3\%$ от массы молочной смеси и продолжительность ферментации 16 ± 2 мин.

С учётом принятых режимов ферментации и установленной ранее оптимальной массовой доли поваренной соли в готовом сыре ($1,1 \pm 0,1\%$) предстояло определить требуемый расход поваренной соли. При этом, согласно разработанной технологии, поваренную соль растворяли в ферментированной сыворотке перед ферментацией термокислотного сгустка. Для определения требуемого расхода поваренной соли использовалось уравнение (3), согласно которому это составляет 900 ± 100 г на 100 кг молочной смеси. Достоверность расчётов подтверждена экспериментально с помощью

разработанного потенциометрического метода и стандартного титриметрического метода с азотнокислым серебром [5, 6].

На основании результатов проведенных исследований разработана технология получения ферментированного термокислотного сыра повышенной жирности, включающая получение термокислотного белкового сгустка и его последующую выдержку с соленой ферментированной сывороткой (сывороткой-коагулянтном).

Седьмая глава посвящена изучению микробиологических, биохимических, физико-химических и органолептических показателей при хранении в течение 30 суток ферментированного термокислотного сыра повышенной жирности, упакованного в полиолефиновую термоусадочную плёнку марки BDF, в сравнении с неферментированным сыром. Биохимические процессы, происходящие в исследуемых сырах при хранении, отражены в таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Изменение азотистых веществ в ферментированном сыре

Продолжительность хранения, сут	Общий азот, %	Содержание фракций азота, % от общего азота				
		нерастворимый азот	растворимый азот			
			всего	в том числе		
				белковый	пептидный	аминный и аммиачный
0	3,07±0,15	93,04±0,50	6,96±0,50	5,31±0,29	0,73±0,07	0,92±0,07
5	3,07±0,15	92,74±0,50	7,26±0,50	5,37±0,29	0,81±0,07	1,08±0,06
10	3,09±0,15	92,32±0,55	7,68±0,55	5,55±0,32	0,88±0,08	1,25±0,08
15	3,09±0,17	91,94±0,50	8,06±0,50	5,73±0,29	0,93±0,06	1,40±0,07
20	3,09±0,17	91,44±0,45	8,56±0,45	5,91±0,30	1,01±0,06	1,64±0,07
25	3,09±0,17	90,78±0,45	9,22±0,45	6,09±0,30	1,14±0,06	1,99±0,08
30	3,09±0,18	90,28±0,45	9,72±0,45	6,27±0,31	1,21±0,06	2,24±0,08

Таблица 5 – Изменение азотистых веществ в неферментированном сыре

Продолжительность хранения, сут	Общий азот, %	Содержание фракций азота, % от общего азота				
		нерастворимый азот	растворимый азот			
			всего	в том числе		
				белковый	пептидный	аминный и аммиачный
0	2,71±0,14	95,72±0,45	4,28±0,45	3,37±0,25	0,19±0,04	0,72±0,07
5	2,72±0,14	95,22±0,45	4,78±0,45	3,47±0,27	0,42±0,04	0,88±0,07
10	2,80±0,14	93,91±0,40	6,09±0,40	4,02±0,27	0,76±0,05	1,31±0,08
15	2,88±0,14	92,17±0,50	7,83±0,50	4,94±0,25	1,09±0,06	1,80±0,10
20	2,90±0,15	89,93±0,50	10,07±0,50	5,81±0,30	1,46±0,09	2,80±0,11
25	2,91±0,15	87,92±0,45	12,08±0,45	6,40±0,29	1,95±0,08	3,74±0,11
30	2,91±0,16	85,82±0,45	14,18±0,45	6,92±0,28	2,51±0,10	4,75±0,10

Как видно из таблиц 4, 5, содержание общего растворимого азота через 30 суток хранения в ферментированном сыре увеличивается в 1,6 раза, в то время как в неферментированном данный показатель увеличивается в 4,4 раза.

Изучены физико-химические показатели ферментированного сыра при его хранении. Определено, что МДВ ферментированного термокислотного сыра при хранении практически не изменяется, в то время как в неферментированном сыре данный показатель снижается на 3% и более, что приводило к появлению свободной влаги под упаковкой сыра.

Установлено, что микробиологические, биохимические и физико-химические процессы, происходящие в ферментированном сыре при хранении, не оказывают выраженного негативного влияния на органолептические характеристики продукта, снижающие качество, в течение 25 суток хранения.

Комплексный анализ всех показателей сыра на стадии хранения позволил рекомендовать срок годности готового продукта с учётом коэффициента запаса 1,5 [7] до 16 суток при условии упаковки последнего в полиолефиновую термоусадочную плёнку марки BDF и хранения при температуре $4\pm 2^{\circ}\text{C}$. Таким образом, срок годности продукта по сравнению с неферментированным термокислотным сыром увеличен более чем в 2 раза.

Разработанная технология ферментированного термокислотного сыра повышенной жирности апробирована в производственных условиях. Для ОАО «Бабушкина крынка» (город Могилёв) разработаны проекты технических нормативных правовых актов (ТУ, ТИ) на сыр «Магнат». Ожидаемый экономический эффект от внедрения технологии производства нового вида сыра составляет 38279,8 тыс. руб. в год в ценах 2009 года при объёмах выпуска сыра 500 кг в неделю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К основным, наиболее значимым, результатам, составляющим основу научных исследований, относится следующее.

1 Изучены особенности процесса термокислотной коагуляции молочных белков, впервые позволившие выделить в нём три стадии: «избирательная коагуляция», «массовая коагуляция», «остаточная коагуляция», характеризующиеся различной интенсивностью коагуляционных процессов. Доказано, что «избирательная коагуляция» протекает уже при пастеризации молока, что позволяет рассматривать данный технологический процесс как начальный этап термокислотной коагуляции. Научно обоснована необходимость завершения процесса термокислотной коагуляции в конце стадии «массовой коагуляции» молочных белков, соответствующей их явной коагуляции [1-А, 2-А, 3-А, 4-А, 17-А, 19-А, 21-А].

2 Впервые определено, что кальций исходного молочного сырья является дополнительным фактором дестабилизации молочных белков в процессе термокислотной коагуляции, а его активность и переход в целевой продукт обратно коррелируют с температурой коагуляции [4-А].

3 Доказано, что снижение температурных режимов пастеризации и термокислотной коагуляции с 95 до 85°C обеспечивает эффективное использование составных частей молочного сырья при одновременном уменьшении общего количества пригара (до 25%) и соответственно энергозатрат, а также улучшает органолептические характеристики продукта за счет снижения привкуса пастеризации.

Установлено, что в технологиях на основе термокислотной коагуляции молочных белков интенсивность пригараобразования в значительной степени определяется кислотностью молочной смеси. Доказана необходимость использования молочных смесей с титруемой кислотностью не более 19°Т [5-А, 11-А, 23-А].

4 Обоснована роль титруемой кислотности коагулянта как основного показателя его коагуляционной активности. Установлено, что многокомпонентные коагулянты на основе молочной сыворотки, в сравнении с водными растворами кислот, обладают в 1,16 раза меньшей коагуляционной активностью и способствуют протеканию процесса термокислотной коагуляции при более высоком уровне рН среды, а их применение увеличивает выход готовой продукции на 1% за счет перехода составных частей сыворотки-коагулянта в целевой продукт. Определены оптимальные параметры сыворотки-коагулянта для выработки термокислотного сыра повышенной жирности: кислотность $100 \pm 10^\circ\text{T}$, расход (от массы молочного сырья) – $14 \pm 2\%$ [9-А, 25-А].

5 Разработан научно обоснованный способ производства термокислотного сыра повышенной жирности ($55 \pm 5\%$), основанный на раздельной гомогенизации молочной смеси, включающий предварительную гомогенизацию сливок жирностью $18 \div 22\%$ и их использование для нормализации обезжиренного молока [6-А, 7-А, 8-А, 10-А, 14-А, 16-А, 18-А, 24-А].

6 Разработан потенциометрический метод определения массовой доли поваренной соли в молочном белковом продукте или сыворотке, отличающийся низкой материалоемкостью, малой продолжительностью ($3 \div 5$ минут), простотой в исполнении и погрешностью не превышающей 6% [13-А, 28-А].

7 Впервые разработано математическое описание процесса посолки при выработке сыра в виде системы дифференциальных уравнений, учитывающей нестационарную диффузию поваренной соли, решением которой являются функции, описывающие изменение массовой доли поваренной соли в сыре, сыворотке и других средах, используемых для посолки, при варьируемых параметрах: расход поваренной соли, продолжительность посолки, объем водной фазы сыра и среды посолки [13-А].

8 Разработана технология получения ферментированного термокислотного сыра повышенной жирности, основанная на выдержке

свежевыработанного термокислотного белкового сгустка при температуре $85 \pm 1^\circ\text{C}$ с солёной ферментированной сывороткой, в качестве которой может использоваться сыворотка-коагулянт кислотностью $100 \pm 10^\circ\text{T}$ с внесением в неё поваренной солью перед ферментацией сгустка. Расход ферментированной сыворотки составляет $12 \pm 3\%$. Готовый ферментированный сыр обладает выраженным кисломолочным вкусом, обогащён сывороточными белками и содержит не менее 9% растворимых азотистых веществ от массы общего азота сыра, что определяет его высокую биологическую ценность. Изучено изменение микробиологических, физико-химических, биохимических и органолептических показателей сыра при хранении. Определён срок годности продукта, который составляет до 16 суток, что более чем в 2 раза превышает срок годности термокислотного сыра, выработанного без ферментации. Проведена опытно-промышленная выработка сыра на ОАО «Бабушкина крынка» и разработаны проекты технических нормативных правовых актов (ТУ, ТИ) на сыр «Магнат». Ожидаемый экономический эффект от внедрения технологии производства нового вида сыра составляет 38279,8 тыс. руб. в год в ценах 2009 года при объёмах выпуска сыра 500 кг в неделю [12-А, 15-А, 20-А, 22-А, 26-А, 27-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

По результатам проведенных в рамках диссертационной работы научных исследований разработаны технология производства ферментированного термокислотного сыра повышенной жирности и потенциометрический метод определения массовой доли поваренной соли в молочном белковом продукте или сыворотке; предложено математическое описание процесса посолки при производстве сыра, которые могут быть использованы для организации производства сыра и контроля его качественных показателей на любом молокоперерабатывающем предприятии Республики Беларусь без дополнительных капиталозатрат, научных целей и учебном процессе.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных журналах:

1–А Шингарёва, Т.И. Изучение основ термокислотной коагуляции белков молока / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков // Вестник Могилёвского государственного университета продовольствия. – Могилёв, 2007. – №2 (3). – С. 38–43.

2–А Шингарёва, Т.И. Способы повышения качества продукции на основе термокислотной коагуляции обезжиренного молока / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков // Вестник Могилёвского государственного университета продовольствия. – Могилёв, 2008. – №2 (5). – С. 7–12.

3–А Шингарёва, Т.И. Анализ эффективности различных способов коагуляции белков молока / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков, Н.А. Скапцова // Молочна промисловість. – Киев, 2008. – №5 (48). – С. 60–63.

4–А Шингарёва, Т.И. Процесс термокислотной коагуляции белков молока / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – №10. – С. 23–26.

5–А Шингарёва, Т.И. Как повлиять на пригариобразование молока / Т.И. Шингарёва, Н.А. Скапцова, М.А. Глушаков // Переработка молока. – 2009. – №9. – С. 48–51.

6–А Шингарёва, Т.И. Разработка технологии мягкого термокислотного сыра повышенной жирности / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков, Ю.М. Здитовецкая // Молодёжь в науке – 2007. Приложение к журналу «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі» / Национальная академия наук Беларуси. – Минск, 2008. – Ч.4. – С. 403–407.

7–А Шингарёва, Т.И. Исследование и оптимизация процесса термокислотной коагуляции при производстве полножирных термокислотных сыров / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков // Обладнання та технології харчових виробництв. – Донецк, 2009. – №20. – С. 131–138.

8–А Шингарёва, Т.И. Влияние раздельной гомогенизации молочной смеси на реологические свойства полножирных термокислотных сыров / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков, Н.Н. Курилович // Молочна промисловість. – Киев, 2009. – №3 (52). – С. 50–53.

Статьи в сборниках научных трудов:

9–А SHingaryova, T.I. Study and optimization of the process thermo-acid coagulation unfat milk / T.I. SHingaryova, M.A. Glushakov, YU.M. Zditoveckaya, E.A. Gordeyuk // Food science, engineering and technologies 2007: Scientific works / University of Food Technologies: the composer Atanas Georgiev. – Plovdiv: «STUDIO 2000», – Plovdiv, 2007. – V.54. – I.I. – P. 83–88.

10–А SHingaryova, T.I. Production engineering of a new aspect of thermo acid cheese with the raised content of a fatty basis / T.I. SHingaryova, M.A. Glushakov // Food science, engineering and technologies 2008: Scientific works / University of Food Technologies; the composer Atanas Georgiev. – Plovdiv: «STUDIO 2000», – Plovdiv, 2008. – V.55. – I.I. – P. 65–70.

11–А Шингарёва, Т.И. Влияние режимов процесса термокислотной коагуляции на эффективность использования составных частей молока и

выходные параметры белкового продукта / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов. – Кемерово, 2009. – №18. – С. 145–147.

12–А Глушаков, М.А. Создание новых видов мягких сыров на основе термокислотной коагуляции белков молока / М.А. Глушаков, Т.И. Шингарёва // Экологические аспекты переработки молочного сырья: материалы междунар. научно-практической конф., Минск, 10-11 декабря 2009 г. / РУП «Институт мясо-молочной промышленности» редкол.: З.В. Василенко (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2009. – С. 44–46.

13–А Глушаков, М.А. Изучение процесса посолки при производстве термокислотных сыров / М.А. Глушаков, Т.И. Шингарёва // Экологические аспекты переработки молочного сырья: материалы междунар. научно-практической конф., Минск, 10–11 декабря 2009 г. / РУП «Институт мясо-молочной промышленности» редкол.: З.В. Василенко (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2009. – С. 44–46.

Статьи в сборниках материалов конференций, тезисов докладов:

14–А Шингарёва, Т.И. Применение гомогенизации при производстве сыра / Т.И. Шингарева, М.А. Глушаков // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. V Междуна. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 26–27 апреля 2006 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия» редкол.: А.В. Акулич (отв.ред.) [и др.]. – Могилев, 2006. – С. 175.

15–А Шингарёва, Т.И. Создание продуктов функционального назначения на основе обезжиренного молока/ Т.И. Шингарева, М.А. Глушаков, Ю.М. Здитовецкая// Техника и технология пищевых производств. Тез. докл. VI-й Междуна. научно-техн. конф. Могилев, 22–23 мая 2007 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия» редкол.: А.В. Акулич (отв.ред.) [и др.]. – Могилев, 2007. – С. 146.

16–А Шингарёва, Т.И. Разработка технологии термокислотного сыра повышенной жирности/ Т.И. Шингарева, М.А. Глушаков, Е. А. Гордеюк, Л.В. Забрадоцкая // Техника и технология пищевых производств. Тез. докл. VI-й Междуна. научно-техн. конф. Могилев, 22–23 мая 2007 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия» редкол.: А.В. Акулич (отв.ред.) [и др.]. – Могилев, 2007. – С. 146.

17–А Шингарёва, Т.И. Совершенствование технологии термокислотных сыров // Пищевые технологии. / Т.И. Шингарева, М.А. Глушаков, // Тез. докл. VIII Всероссийская конференция молодых учёных с международным участием. Казань, 9–10 апреля 2007г. / УО «Казанский государственный технологический университет» редкол.: А.Н. Николаев (отв.ред.) [и др.]. – Казань, 2007. – С. 408.

18–А Глушаков, М.А. Применение гомогенизации при производстве термокислотного сыра / М.А. Глушаков // Наукові здобудки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті. Тез. докл. 73-й Научн. конф. молодых учёных, аспирантов и студентов. Киев, 23–24 апреля 2007 г. / Національний університет харчових технологій. редкол.: В.О. Колосюк (отв.ред.) [и др.]. – Киев, 2007. – Ч.2. – С. 31.

19–А Шингарёва, Т.И. Исследование факторов, влияющих на процесс термокислотной коагуляции молочных белков / Т.И. Шингарева, М.А. Глушаков // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке. Тез. докл. IV-й Междун. научн. технич. конф. Санкт-Петербург, 25–27 ноября 2009 г. / «Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий» редкол.: Бараненко А.В. (отв.ред.) [и др.]. – Санкт-Петербург, 2009. – С. 285–287.

20–А Шингарёва, Т.И. Ферментация белковой массы на основе термокислотной коагуляции / Т.И. Шингарева, Л.И. Совпель, Т.И. Пацук, М.А. Глушаков // Техника и технология пищевых производств. Тез. докл. VI-ой Междун. научн. конф. Могилев, 24–25 апреля 2008 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия» редкол.: А.В. Акулич (отв.ред.) [и др.]. – Могилев, 2008. – Ч.1. – С. 246.

21–А Шингарёва, Т.И. Исследование влияния режимов процесса термокислотной коагуляции молока на его выходные параметры / Т.И. Шингарева, М.А. Глушаков // Техника и технология пищевых производств. Тез. докл. VII-й Междун. научн. конф. Могилев, 21–22 мая 2009 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия» редкол.: А.В. Акулич (отв.ред.) [и др.]. – Могилев, 2009. – Ч.1. – С. 235.

22–А Шингарёва, Т.И. Разработка технологии получения термокислотного сыра с выраженным кисло-молочным вкусом / Т.И. Шингарева, М.А. Глушаков, В.Н. Астапёнок, С.С. Горбунова // Техника и технология пищевых производств. Тез. докл. VII-й Междун. научн. конф. Могилев, 21–22 мая 2009 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия» редкол.: А.В. Акулич (отв.ред.) [и др.]. – Могилев, 2009. – Ч.1. – С. 258.

23–А Шингарёва, Т.И. Влияние состава и свойств молока на пригараобразование при его термообработке / Т.И. Шингарева, М.А. Глушаков, Н.А. Скапцова, А.А. Юцова // Техника и технология пищевых производств. Тез. докл. VII-й Междун. научн. конф. Могилев, 21–22 мая 2009 г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия» редкол.: А.В. Акулич (отв.ред.) [и др.]. – Могилев, 2009. – Ч.1. – С. 260.

Заявки на изобретения, патенты:

24–А Способ производства мягкого термокислотного сыра: пат. 10404 Респ. Беларусь, МПК7 А 23С 19/00 / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков; заявитель Мог. гос. ун-т продовольствия. – № 20060107; заявл. 10.02.06; опубл. 28.02.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – №1. – С. 50.

25–А Способ получения белкового продукта термокислотной коагуляцией обезжиренного молока: пат. 11994 С2 Респ. Беларусь, МПК7 А 23С 19/00 / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков; заявитель Мог. гос. ун-т продовольствия. – № а 20080077; заявл. 24.01.08; опубл. 30.06.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №3. – С. 44.

26–А Способ получения сырного продукта термокислотной или термокальциевой коагуляцией молока: пат. 12049 С2 Респ. Беларусь, МПК7 А 23С 19/00 / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков; заявитель Мог. гос. ун-т продовольствия. – № а 20080078; заявл. 24.01.08; опубл. 30.06.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №3. – С. 44.

27–А Способ получения сырного продукта на основе термокислотной коагуляции молока: заявка на изобретение а 20081335 Респ. Беларусь, МПК7 А23С 19/00 / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков; заявитель Мог. гос. ун-т продовольствия. заявл. 22.10.08; опубл. 30.04.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №2. – С. 5.

Технические нормативные правовые акты:

28–А Метод определения массовой доли поваренной соли в молочных белковых продуктах и сыворотке: МВИ. МГ 220-2010 / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков, В.В. Автушенко. – Утв. ректором учреждения образования «Мог. гос. ун-т продовольствия» 17.02.2010. – Введ. 17.02.2010. – Могилев: Мог. гос. ун-т продовольствия, 2010. – 8 с.

ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1* Шингарева, Т.И. Производство сыра: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» / Т.И.Шингарева, Р.И.Раманаскас. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.

2* Шингарева, Т.И. Санитария и гигиена молока и молочных продуктов: учеб. пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего

образования по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» / Т.И. Шингарева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 330 с.

3* Справочник технолога молочного производства: в 9 т. – СПб.: ГИОРД, 1999. – 2005. – Т. 9: Консервирование и сушка молока: справочное издание / Л.В. Голубева. – 2005. – 264 с.

4* Смирнова И.А. Разработка технологии сыра с использованием термокислотного свертывания молочного сырья: автореф. дис. ...канд. техн. наук. – М.: 1995. – 20 с.

5* Метод определения массовой доли поваренной соли в молочных белковых продуктах и сыворотке: МВИ. МГ 220-2010 / Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков, В.В. Автушенко. – Утв. ректором учреждения образования «Мог. гос. ун-т продовольствия» 17.02.2010. – Введ. 17.02.2010. – Могилев: Мог. гос. ун-т продовольствия, 2010. – 8 с.

6* Молочные продукты. Методы определения хлористого натрия: ГОСТ 3627–81. – Введ. 01.01.82. – Минск: Гос. Комитет по стандартизации Республики Беларусь: Госстандарт, 2007. – 53 с.

7* Государственная санитарно-гигиеническая экспертиза и подтверждение правильности установления сроков годности (хранения), условий хранения продовольственного сырья и пищевых продуктов: СанПиН 2.3.4.15-18-2005. – утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 25.08.2005г. – Минск, 2005. – 40 с.

РЕЗЮМЕ

Глушаков Михаил Александрович

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ТЕРМОКИСЛОТНОГО СЫРА ПОВЫШЕННОЙ ЖИРНОСТИ

Ключевые слова: обезжиренное молоко, сливки, гомогенизация, молочная смесь, коагулянты, молочная центрифугированная плазма, термокислотный сыр, термокислотная сыворотка, посолка, ферментированная сыворотка.

Современное производство должно быть ресурсоэффективным. Поэтому при разработке новых технологий необходимо изучать и оптимизировать основные технологические процессы, совершенствовать методы их управления и контроля. В связи с этим целью работы явилась разработка научно обоснованной технологии производства ферментированного термокислотного сыра повышенной жирности.

Объектами исследований явились: обезжиренное молоко, гомогенизированные сливки, молочная смесь, коагулянты, молочная центрифугированная плазма, термокислотный сыр, ферментированная сыворотка.

В работе изучены особенности процесса термокислотной коагуляции молочных белков, впервые позволившие выделить в нём три стадии: «избирательная коагуляция», «массовая коагуляция», «остаточная коагуляция». Установлено, что кальций исходного молочного сырья является дополнительным фактором дестабилизации молочных белков в процессе термокислотной коагуляции. Обоснована необходимость снижения температурных режимов пастеризации и термокислотной коагуляции с 95 до 85°C, что обеспечивает эффективное использование составных частей молочного сырья при одновременном уменьшении общего количества пригара (на 25%) и энергозатрат. Доказана необходимость использования при термокислотной коагуляции молочных смесей кислотностью не более 19°Т.

Разработан потенциометрический метод определения массовой доли поваренной соли в молочном белковом продукте или сыворотке. Впервые разработано математическое описание процесса посола при выработке сыра, учитывающее нестационарную диффузию поваренной соли.

Разработана технология получения ферментированного термокислотного сыра повышенной жирности, включающая раздельную гомогенизацию молочной смеси и выдержку термокислотного белкового сгустка с ферментированной сывороткой. Определён срок годности сыра, который составляет 16 суток, что более чем в 2 раза превышает срок годности сыра, выработанного без ферментации. Разработанная технология может быть внедрена практически на любом молокоперерабатывающем предприятии без дополнительных капиталозатрат.

РЭЗІЮМЭ

Глушакоў Міхаіл Аляксандравіч

ТЭХНАЛОГІЯ ВЫТВОРЧАСЦІ ФЕРМЕНТАВАНАГА ТЭРМАКІСЛОТНАГА СЫРУ ПАВЫШАНАЙ ТЛУСТАСЦІ

Ключавыя словы: абястлушчанае малако, вяршкі, гомагенізацыя, малочная сумесь, каагулянты, малочная цэнтрыфугаваная плазма, тэрмакіслотны сыр, тэрмакіслотная сыроватка, пасолка, ферментаваная сыроватка.

Сучасная вытворчасць павінна быць рэсурсаэфектыўнай, таму пры распрацоўцы новых тэхналогій неабходна вывучаць і аптымізаваць асноўныя тэхналагічныя працэсы, удасканалваць метады іх кіравання і кантролю. У сувязі з гэтым мэтай працы з'явілася распрацоўка навукова абгрунтаванай тэхналогіі вытворчасці ферментаванага тэрмакіслотнага сыру павышанай тлустасці.

Аб'ектамі даследаванняў з'явіліся: абястлушчанае малако, гомагенізаваныя вяршкі, малочная сумесь, каагулянты, малочная цэнтрыфугаваная плазма, тэрмакіслотны сыр, ферментаваная сыроватка.

У працы вывучаны асаблівасці працэсу тэрмакіслотнай каагуляцыі малочных бялкоў, якія дазволілі ўпершыню вылучыць у ім тры стадыі: "выбіральная каагуляцыя", "масавая каагуляцыя", "рэшткавая каагуляцыя". Вызначана, што кальцый зыходнай малочнай сыравіны з'яўляецца дадатковым фактарам дэстабілізацыі малочных бялкоў падчас тэрмакіслотнай каагуляцыі. Абгрунтавана неабходнасць зніжэння тэмпературных рэжымаў пастэрызацыі і тэрмакіслотнай каагуляцыі з 95 да 85°C, што забяспечвае эфектыўнае выкарыстанне састаўных частак малочнай сыравіны пры адначасовым памяншэнні агульнай колькасці прыгаркі (на 25%) і энергызатрат. Даказана неабходнасць выкарыстання пры тэрмакіслотнай каагуляцыі малочных сумесяў кіслотнасцю не больш за 19°T.

Распрацаваны патэнцыяметрычны метадка вызначэння масавай долі ўтрымання паваранай солі ў малочным бялковым прадукце ці сыроватцы. Упершыню распрацавана матэматычнае апісанне працэсу пасолкі пры выпрацоўцы сыру, якое ўлічвае нестацыянарную дыфузію паваранай солі.

Распрацавана тэхналогія атрымання ферментаванага тэрмакіслотнага сыру павышанай тлустасці, якая ўключае паасобную гомагенізацыю малочнай сумесі і вытрымку тэрмакіслотнага бялковага згустку з ферментаванай сыроваткай. Вызначаны тэрмін прыдатнасці сыру, які складае 16 сутак, што ў 2 разы перавышае тэрмін прыдатнасці сыру, выпрацаванага без ферментацыі. Распрацаваная тэхналогія можа быць укаранёна практычна на любым малакаперапрацоўчым праапрыемстве без дадатковых капіталазатрат.

RESUME

Glushakov Michail Aleksandrovich

PRODUCTION ENGINEERING OF FERMENTED THERMAL ACID CHEESE WITH ENCREASED AMMOUNT OF FATNESS.

Keywords: skim milk, cream, homogenization, milk admixture, coagulants, milk centrifuged plasma, thermal acid cheese, thermal acid serum, brining, fermented serum.

Up-to-date manufacturing should be effective, therefore during the new production engineering it is necessary to study and optimize the basic processes, to perfect methods of their control and checking. In this connection, the purpose of the work was the development of scientifically grounded technology of production of the fermented thermal acid cheese with the increased amount of fatness.

The objects of the examinations were as follows: skim milk, homogenized cream, milk admixture, coagulants, milk centrifuged plasma, thermal acid cheese, fermented serum.

In the process of the work were analyzed the peculiarities of the process of the milk proteins thermal acid coagulation and for the first time were segregated its three stages: «selective coagulation », «mass coagulation », «residual coagulation ». It is established that the calcium of the milk primary products is an additional factor of the milk proteins destabilization in the course of the thermal acid coagulation. It is proved the necessity of the depression of the temperature schedules of the pasteurization and the thermal acid coagulation from 95 to 85°C that provides an effective utilization of the milk primary products components at the simultaneous decrease in the total amount of a sand skin (on 25 %) and power inputs. It is proved that the milk mixtures acidity used for the thermal acid coagulation should be not more than 19°T.

The potentiometer method of the evaluation of the mass fraction of sodium salt in the milk protein product or serum is developed. For the first time is developed the mathematical formulation of the brining process in the cheese production including a sodium salt unsteady-state diffusion.

Is developed the process of the production of the fermented thermal acid cheese with the increased amount of fatness that includes a separate homogenization of the milk mixture and a thermal acid protein coagulum stand-up in the fermented serum. Is determined the cheese shelf life that 16 days and is two times more than the shelf life of the cheese produced without the fermentation. The developed production engineering can be implemented practically on any milk processing plant without additional capital costs.

