

Учреждение образования  
«Могилевский государственный университет продовольствия»

УДК 637.3

**КУЩОВА  
ОЛЬГА ИВАНОВНА**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФЕРМЕНТАЦИИ МОЛОЧНОЙ  
СЫВОРОТКИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРА С  
ТЕРМОКИСЛОТНОЙ КОАГУЛЯЦИЕЙ БЕЛКОВ МОЛОКА**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

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

Могилев, 2008

Работа выполнена в Учреждении образования  
«Могилёвский государственный университет продовольствия»

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент  
**ПИНГАРЕВА Татьяна Ивановна**  
Учреждение образования «Могилёвский  
государственный университет продовольствия»,  
заведующая кафедрой технологии молока и  
молочных продуктов

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
**ЗАБОДАЛОВА Людмила Александровна**  
Санкт-Петербургский университет  
низкотемпературных и пищевых технологий,  
заведующая кафедрой технологии молока и  
молочных продуктов

кандидат технических наук, доцент  
**ПАСТУХОВА Зоя Михайловна**  
Учреждение образования «Белорусский  
государственный аграрный технический  
университет», доцент кафедры управления и  
научно-технического прогресса

Опонирующая организация – Республиканское унитарное предприятие  
«Институт мясо-молочной промышленности»

## ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с «Программой развития мясной и молочной промышленности на 2005-2010 годы» одной из задач, поставленной перед молочной промышленностью Республики Беларусь, является увеличение производства творога и сыров, что влечет за собой рост объемов получения молочной сыворотки [1\*]. Одним из наиболее востребованных путей переработки сыворотки является ее ферментация заквасочной микрофлорой и дальнейшее использование при производстве продуктов различного функционального назначения, в том числе и термокислотных сыров, где ферментированную сыворотку применяют в качестве коагулянта [2\*, 3\*, 4\*].

В последнее время в молочной промышленности все шире внедряются бактериальные закваски (БЗ) прямого способа внесения, которые непосредственно вносятся в среду для ферментации – молоко, сыворотку и т.д. Основными достоинствами БЗ прямого внесения являются: исключение помещений заквасочных для приготовления производственных БЗ, сведение к минимуму риска внесения вместе с БЗ бактериофага в продукт, сокращение материальных затрат на приготовление БЗ и др. [5\*]. Однако сыворотка как среда для развития молочнокислых микроорганизмов отличается от молока, в тоже время процесс ее ферментации БЗ прямого внесения в настоящий период глубоко не исследован.

Сегодня в Республике Беларусь наблюдается тенденция роста производства термокислотных сыров, к которым относятся сыр «Адыгейский», а также новые виды сыров этой группы «Летний», «Майский» и др. Благодаря высоким вкусовым показателям, повышенной биологической ценности и низкой себестоимости, термокислотные сыры пользуются большим спросом у населения. Вторичным продуктом при производстве сыров этой группы является термокислотная сыворотка, которую относят по видовому составу к подсырной, в тоже время при ее получении используется термокислотная, а не сычужная коагуляция белков молока, однако системного анализа состава и свойств данной сыворотки до сих пор не проводилось.

При производстве большинства термокислотных сыров в качестве коагулянта применяется молочная сыворотка кислотностью 80-140°Т, которую получают путем ферментации БЗ молочнокислых микроорганизмов, как правило, сильных кислотообразователей *Lbc. bulgaricus* и *Lbc. helveticus*. Причем до недавних пор подготовку этих БЗ проводили путем активизации, приготавливая производственную БЗ, что требовало дополнительных затрат труда и времени. Однако при переходе на БЗ прямого внесения остается нерешенным вопрос по определению экспозиции: расход БЗ, продолжительность ферментации молочной сыворотки, используемой в качестве коагулянта при производстве термокислотных сыров.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами.** Настоящая работа выполнена на кафедре «Технология молока и молочных продуктов» Учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» по теме НИР кафедры «Разработка научных основ повышения использования отечественных сырьевых ресурсов с целью создания конкурентоспособных продуктов питания, безопасных для потребления» - номер госрегистрации 20013329 и в соответствии с двумя грантами Министерства образования Республики Беларусь: «Исследование возможности использования различных видов сыворотки-коагулянта при производстве белковых продуктов» - номер госрегистрации 2005770, «Использование заквасок прямого внесения для ферментации молочной сыворотки» - номер госрегистрации 20062397.

**Цель и задачи исследования.** Целью настоящей работы явилась разработка научно-практических основ ферментации различных видов молочной сыворотки заквасками прямого внесения и технологии термокислотного сыра на основе использования ферментированной сыворотки.

В соответствии с основной целью поставлены следующие задачи:

- провести сравнительный анализ химического состава и физико-химических свойств различных видов молочной сыворотки, как среды для ферментации молочнокислыми микроорганизмами;
- изучить процесс ферментации молочной сыворотки различной заквасочной микрофлорой;
- установить особенности процесса ферментации молочной сыворотки производственными БЗ и БЗ прямого внесения;
- разработать способ ферментации сыворотки-коагулянта заквасочной микрофлорой прямого внесения для производства термокислотных сыров;
- исследовать микробиологические процессы метаболизма бактериальных клеток технически важной микрофлоры, происходящие в сыворотке, ферментированной активизированными БЗ прямого внесения, и определить сроки годности коагулянта;
- совершенствовать технологию производства сыра «Могилевский» с применением разработанного способа ферментации сыворотки-коагулянта заквасками прямого внесения.

**Положения диссертации, выносимые на защиту.**

- химический состав, физико-химические свойства сыворотки, полученной при термокислотной коагуляции белков молока и ее сравнительный анализ с подсырной сывороткой (сычужная коагуляция) и творожной (кислотная коагуляция), позволяющие выявить видовые

особенности сыворотки термокислотной и установить различия при использовании отдельных видов сыворотки в качестве питательной среды для разведения молочнокислой заквасочной микрофлоры;

- научно обоснованные параметры ферментации (титруемая и активная кислотность, содержание молочной кислоты, лактозы, растворимого белкового азота, количество бактериальных клеток) отдельных видов молочной сыворотки различными БЗ прямого внесения лиофильной сушки и их сравнительный анализ с заквасками производственными, позволяющие выявить различия в течении данного процесса в зависимости от способа внесения БЗ и среды ферментации;

- научно обоснованный способ ферментации сыворотки БЗ *Lbc. acidophilus* прямого внесения лиофильной сушки, предусматривающий предварительную выдержку заквасочной микрофлоры в течение 1,0-1,5 ч в 0,2-1,0 л различных сред (вода питьевая, физраствор, 5%-ый водный раствор лактозы и 1%-ый водный раствор лактулозы, молочная сыворотка) при температуре 36-38°C с последующим внесением ее в среду ферментации – сыворотку, что обеспечивает сокращение продолжительности ферментации сыворотки в 2,3 раза, по сравнению с прямым способом внесения БЗ, и снижение расхода БЗ в 20 раз;

- микробиологические, физико-химические и органолептические показатели качества молочной сыворотки, ферментированной БЗ *Lbc. acidophilus* прямого внесения согласно разработанному способу, в процессе хранения, позволяющие определить срок годности ферментированной сыворотки, который составляет не более 36 часов при температуре 2-6°C;

- научно обоснованная и совершенствованная технология производства мягкого термокислотного сыра «Могилевский», предусматривающая применение разработанного способа ферментации сыворотки-коагулянта заквасочной микрофлорой *Lbc. acidophilus* прямого внесения лиофильной сушки, что позволило сократить продолжительность самопрессования сыра в 2 раза и уменьшить трудозатраты на подготовку сыворотки-коагулянта.

**Личный вклад соискателя.** Диссертация является самостоятельно выполненной автором научной работой, обобщает результаты теоретических и экспериментальных исследований. Соискателем самостоятельно изучены, обобщены и критически проанализированы литературные данные по теме диссертационной работы, подобраны методы и методики исследования, проведен эксперимент и опытно-промышленные выработки сыров, обработаны и проанализированы экспериментальные данные, принято участие в разработке технических нормативных правовых актов (ТНПА) на сыр мягкий «Могилевский» (технологическая инструкция, технические условия).

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты диссертационной работы представлялись на Международных научно-технических конференциях «Техника и технология пищевых производств» (г. Могилев, 2005г., 2007г.), Международных научно-технических конференциях студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств» (г. Могилев, 2004г., 2006г.), Международной научно-практической конференции «Совершенствование технологии и оборудования производства алкогольной, слабоалкогольной и безалкогольной продукции и методов анализа их качества» (г. Минск, 2004г.), IV-ой Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Живые системы и биологическая безопасность населения» (г. Москва, 2005г.), Международной научной конференции молодых ученых «Молодежь в науке – 2006» (г. Минск, 2006г.). Работа представлена на постоянно действующей выставке научно-технических разработок студентов и аспирантов высших учебных заведений Республики Беларусь (г. Минск, 2006г.)

**Опубликованность результатов диссертации.** По теме диссертации опубликовано 7 статей в рецензируемых научных изданиях, соответствующие 2,3 авторского листа. Кроме того, основное содержание диссертационной работы изложено в 25 публикациях (из них 7 статей в научных журналах, 3 статьи в сборниках научных трудов, 1 статья в сборнике научных статей, 12 тезисов в сборниках материалов и тезисов докладов на научных конференциях, 1 патент на изобретение, 1 заявка на изобретение).

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, 5 глав, заключения, списка использованных источников, приложений.

Общий объем диссертации составляет 195 страниц машинописного текста, содержит 19 таблиц на 8 листах, 22 рисунка на 15 листах, 17 приложений на 68 листах, 225 источников на 16 листах, в том числе иностранных – 30, по теме диссертации – 25.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**В первой главе** представлен аналитический обзор научно-технической отечественной и зарубежной информации, касающейся актуальности использования в молочной промышленности процесса ферментации вторичного сырья – молочной сыворотки заквасочными микроорганизмами. Проанализированы способы получения вторичного сырья – молочной сыворотки в зависимости от способов коагуляции белков молока и выявлено, что термоякислотная сыворотка до сих пор не выделена в отдельный вид и относится к подсырной. Дана характеристика химического состава и физико-химических свойств различных видов молочной сыворотки с точки зрения среды для развития молочнокислой микрофлоры и изменений, происходящих в сыворотке

при хранении. Представлено влияние состава среды, физических и химических факторов на жизнедеятельность молочнокислых микроорганизмов. Отражены современные пути использования ферментированной молочной сыворотки в различных отраслях молочной промышленности, показаны преимущества применения сыворотки в качестве коагулянта для термокислотной коагуляции белков молока (ТККБМ). Особое внимание уделено имеющимся на сегодняшний день бактериальным закваскам и способам внесения заквасочных культур в среду ферментации: через получение пересадочной (производственной) закваски и прямой способ внесения. Обоснована необходимость разработки научно-практических основ ферментации молочной сыворотки БЗ прямого внесения и ее применения при производстве термокислотных сыров, что определило цель и конкретные задачи исследований.

**Во второй главе** представлен перечень и характеристика объектов, материалов, методик исследований, использованных в работе.

Объектами исследований явились: молочная сыворотка: подсырная (сычужный способ), термокислотная (термокислотный способ), творожная (кислотный способ), смесь термокислотной и творожной сыворотки в соотношении (1:1); БЗ лиофильной сушки, приготовленные в виде производственной БЗ, и БЗ прямого внесения; термокислотный сыр «Могилевский».

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 исследований представлена на рисунке 1.

**В третьей главе** представлены результаты исследования химического состава и физико-химических свойств термокислотной сыворотки (термокислотная коагуляция), ее сравнительный анализ с другими видами сыворотки: подсырной (сычужная коагуляция), творожной (кислотная коагуляция) и обезжиренным молоком (ОБМ) как питательной среды для развития молочнокислой микрофлоры, отражены результаты изучения процесса ферментации отдельных видов молочной сыворотки различной заквасочной микрофлорой и установлены особенности ферментации сыворотки БЗ *Lbc. acidophilus* прямого внесения.

Установлено, что термокислотная сыворотка отличается не только от творожной, но и подсырной по значению активной кислотности, мутности,

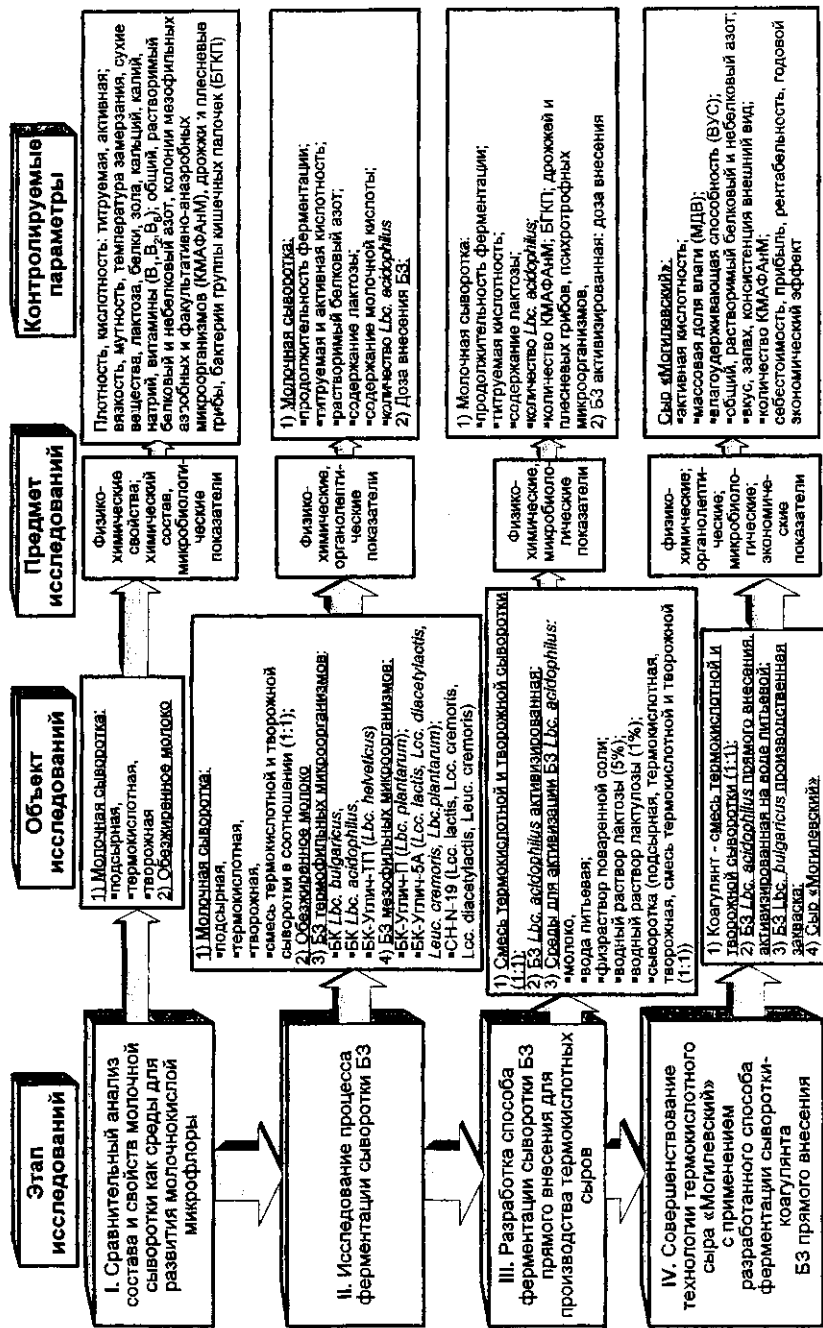


Рисунок 1 – Структурная схема проведения исследований



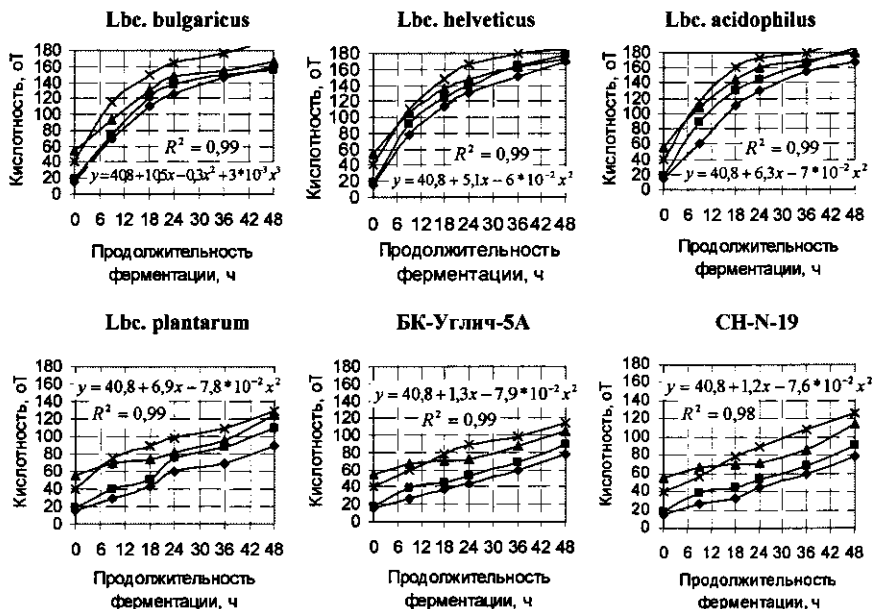
содержанию сухих веществ, общего, белкового растворимого и небелкового азота, минеральных элементов, лактозы, факторов роста (витамины и т.д.), количественному составу микрофлоры, что подтверждает необходимость и целесообразность ее выделения в отдельный вид молочной сыворотки (таблица 1).

Таблица 1 – Состав и свойства термокислотной сыворотки в сравнении с другими видами: подсырной, творожной и ОБМ

Показатели	ОБМ	Сыворотка		
		творожная (кислотный способ)	подсырная (сычужный способ)	термокислот- ная (термокислот- ный способ)
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1030,0±2,5	1022,0±2,0	1023,0±3,5	1024,5±2,5
Кислотность:				
- титруемая, °Т	18±1	60±5	15±5	20±4
- активная, ед. рН	6,60±0,05	4,75±0,25	5,95±0,15	6,15±0,15
Вязкость, мПа*с*10 <sup>-3</sup>	1,75±0,21	1,57±0,18	1,60±0,15	1,64±0,19
Мутность, см <sup>-1</sup>	1,14±0,05	0,23±0,04	0,15±0,05	0,10±0,01
Температура замерзания, °С	-0,49±0,03	-0,47±0,03	-0,43±0,03	-0,45±0,03
Сухие вещества, %	7,82±0,14	4,42±0,13	5,22±0,06	5,53±0,07
в том числе, %:				
- лактоза	4,80±0,15	3,75±0,17	4,50±0,28	5,00±0,87
- белки	2,92±0,12	0,57±0,02	0,62±0,01	0,43±0,02
Минеральные вещества (зола), %	0,91±0,19	0,84±0,17	0,59±0,19	0,66±0,12
в том числе, %:				
- кальция	0,12±0,02	0,09±0,02	0,08±0,02	0,07±0,01
- калия	0,19±0,02	0,18±0,02	0,11±0,01	0,19±0,02
- натрия	0,08±0,02	0,07±0,01	0,06±0,02	0,07±0,01
Водорастворимые витамины, мкг/кг:				
- В <sub>1</sub> (тиамин)	610±1,3	255±2,9	309±2,3	420±2,8
- В <sub>2</sub> (рибофлавин)	1850±2,6	1115±4,5	1374±5,7	1521±3,5
- В <sub>6</sub> (пиридоксин)	901±1,4	469±1,6	520±3,1	547±0,9
Молочная кислота, %	0,162±0,540	0,540±0,162	0,135±0,045	0,180±0,036
Азот, мг/100мл:				
- общий	3548,6±0,9	336,9±0,7	608,2±0,3	179,2±0,6
- растворимый белковый	450,5±0,5	95,7±0,7	67,8±0,3	64,7±0,6
- небелковый	37,5±0,3	34,4±0,6	31,6±0,6	24,6±0,5
Микробиологические показатели, КОЕ/г:				
- КМАФАнМ	(50,1±3,2)*10 <sup>4</sup>	(42,0±4,5)*10 <sup>6</sup>	(48,5±5,4)*10 <sup>5</sup>	(18,5±2,5)*10 <sup>2</sup>
- дрожжи и плесневые грибы	(1,7±2,5)*10 <sup>1</sup>	(3,9±0,9)*10 <sup>2</sup>	(5,5±0,4)*10 <sup>2</sup>	(45,0±0,90)*10 <sup>0</sup>
- БГКП	(3,5±0,7)*10 <sup>1</sup>	(6,4±0,5)*10 <sup>2</sup>	(5,0±0,3)*10 <sup>2</sup>	(37,0±0,6)*10 <sup>0</sup>

Кроме того, при рассмотрении отдельных видов сыворотки: подсырной, творожной и термокислотной, с точки зрения питательной среды для развития молочнокислой микрофлоры БЗ, установлено, что они не одинаковы, поскольку имеют разный химический состав и физико-химические свойства (таблица 1).

Наряду с этим, в работе исследованы процессы ферментации различных видов молочной сыворотки БЗ термофильных и мезофильных молочнокислых микроорганизмов, которые вносили в сыворотку в виде производственной БЗ в количестве 5% от массы сыворотки (рисунок 2).



Молочная сыворотка: ◆ подсырная; ■ термокислотная; ▲ творожная; —х— смесь термокислотной и творожной в соотношении (1:1)

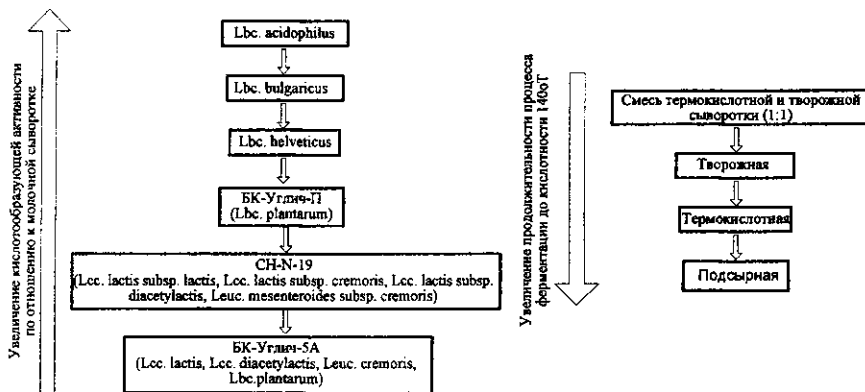
Рисунок 2 – Зависимость титруемой кислотности молочной сыворотки от продолжительности ферментации и микрофлоры производственной БЗ

На основании полученных данных определено, что на скорость процесса ферментации сыворотки, в первую очередь, оказывает влияние вид молочной сыворотки и вид применяемой заквасочной молочнокислой микрофлоры БЗ (рисунок 2). В тоже время характер протекания самого процесса ферментации имеет одинаковые закономерности.

В ходе исследований выявлено, что накопление молочной кислоты при ферментации сыворотки слабыми кислотообразователями (мезофильные

молочнокислые микроорганизмы) протекает в 2 раза медленнее (рисунок 2), по сравнению с активными (термофильные молочнокислые палочки).

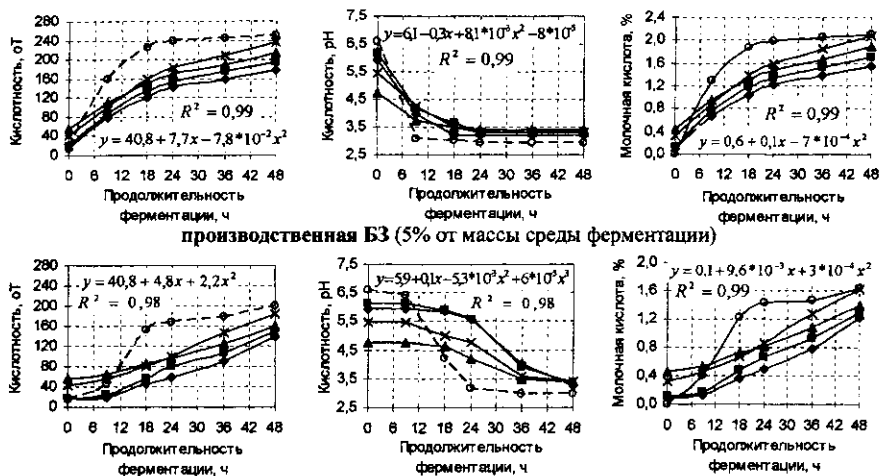
Установлено, что молочнокислые микроорганизмы БЗ, в зависимости от вида сыворотки, по кислотообразующей активности располагаются в следующей последовательности (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Кислотообразующая активность заквасочных микроорганизмов по отношению к молочной сыворотке**

Как видно из рисунков 2 - 3, лучшей питательной средой для развития всех исследуемых БЗ является смесь термокислотной и творожной сыворотки (1:1), а более интенсивный процесс кислотообразования в течение 48 ч при ферментации молочной сыворотки отмечен у молочнокислых палочек *Lbc. bulgaricus*, *Lbc. helveticus* и *Lbc. acidophilus*. Однако БЗ *Lbc. acidophilus* в настоящий период широко применяется в молочной промышленности не только, как активный кислотообразователь, но и как микроорганизм-пробиотик, кроме того, эта закваска выпускается в Республике Беларусь в виде бакконцентрата. В этой связи в дальнейших исследованиях в качестве БЗ прямого внесения применяли БК *Lbc. acidophilus* отечественного производства.

В процессе работы изучены параметры ферментации (титруемая и активная кислотность, содержание молочной кислоты, лактозы, растворимого белкового азота, количество бактериальных клеток) отдельных видов молочной сыворотки БЗ *Lbc. acidophilus*, которую вносили непосредственно в среду ферментации – прямым способом и путем приготовления из нее производственной БЗ, а также проведен сравнительный анализ процесса ферментации сыворотки с ОБМ (рисунки 4 - 5).

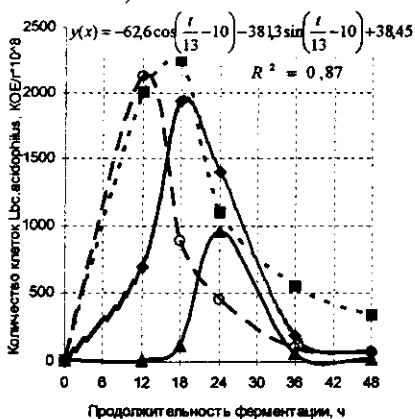


прямое внесение БЗ (5000 Е.А. БЗ прямого внесения для сыворотки и 3 Е.А. для ОБМ)  
**Молочная сыворотка:** —◆— подсырная; —■— термокислотная; —▲— творожная; —х— смесь термокислотной и творожной в соотношении (1:1); **ОБМ:** - - - -

**Рисунок 4 – Зависимость титруемой, активной кислотности, содержания молочной кислоты сыворотки и ОБМ от продолжительности ферментации и способа внесения БЗ *Lbc. acidophilus***

Установлено, что закономерности процесса ферментации отдельных видов сыворотки БЗ *Lbc. acidophilus*, вносимой прямым способом и в виде производственной БЗ, являются различными (рисунок 4). Так, с момента внесения производственной БЗ *Lbc. acidophilus* в среду ферментации – сыворотку наблюдается интенсивное увеличение титруемой кислотности в течение 24ч, на протяжении последующего времени ферментации до 48 ч отмечен более медленный прирост кислотности. Что касается БЗ прямого внесения, при внесении ее в сыворотку в первые 8ч ферментации прироста титруемой кислотности практически не наблюдается, и только лишь в последующие часы ферментации она постепенно возрастает, однако, к 48 ч ферментации титруемая кислотность сыворотки намного ниже, по сравнению с ферментацией сыворотки производственной БЗ, о чем свидетельствует накопление молочной кислоты. Так, при использовании производственной БЗ к 48 ч ферментации накапливается 1,5 – 2,1% молочной кислоты, тогда как при ферментации БЗ прямого внесения 1,2 – 1,6%. Активная кислотность сыворотки при ферментации в зависимости от способа внесения БЗ изменяется неодинаково: при использовании для ферментации производственной БЗ pH сыворотки резко снижается в течение первых 10 ч ферментации, в то время как

при внесении БЗ прямым способом активная кислотность в течение 8ч не изменяется, а затем плавно снижается.



Сыворотка: - ◆ - БЗ производственная;  
 - ▲ - БЗ прямого внесения,  
 ОБМ: - - - ■ - БЗ производственная;  
 - - - ○ - БЗ прямого внесения

**Рисунок 5 – Зависимость количества клеток *Lbc. acidophilus* в сыворотке и ОБМ от продолжительности ферментации и способа внесения БЗ**

Как видно из рисунков 4 – 5, характер протекания процесса ферментации различных видов молочной сыворотки БЗ *Lbc. acidophilus* прямого внесения существенным образом отличается от ферментации молока, о чем свидетельствует динамика изменения титруемой, активной кислотности, накопления молочной кислоты, а также прироста биомассы клеток микроорганизмов в процессе ферментации, что объясняется, в первую очередь, различным составом исследуемых сред: сыворотка более бедна питательными веществами, по сравнению с ОБМ.

Установлено, что при внесении в сыворотку микрофлоры, находящейся в состоянии анабиоза (прямое внесение), фаза задержки роста микроорганизмов длится намного дольше – до 12ч, тогда как в молоке – до 3ч (рисунок 5).

Выявлена корреляционная связь между динамикой изменения лактозы и растворимых азотистых соединений в ОБМ и сыворотке при ферментации этих сред БЗ *Lbc. acidophilus*, которая не зависит от способа внесения БЗ. Установлены одинаковые закономерности гликолиза лактозы в процессе ферментации, как при использовании производственной БЗ, так и БЗ прямого внесения. Определено, что к 48ч ферментации лактоза, в зависимости от вида сыворотки, сбрасывается не более, чем на половину от исходной ее величины и

Показано, что при внесении производственной БЗ в сыворотку заквасочные микроорганизмы начинают активно развиваться, поскольку они уже активизированы и находятся в логарифмической стадии роста, тогда как при непосредственном внесении этих культур в сыворотку данной микрофлоре необходимо время для реактивации (рисунок 5). Определено, что вместе с производственной БЗ, полученной на ОБМ, в среду ферментации – сыворотку вносится определенное количество белковых веществ, подвергнутых протеолизу, что оказывает стимулирующее воздействие на рост бактериальных клеток заквасочной микрофлоры.

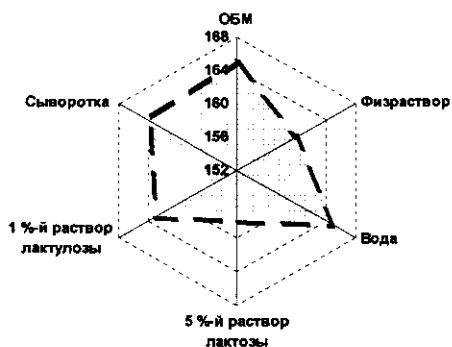
достигает уровня 1,5 – 2,3%. При этом выявлено, что содержание растворимых азотистых соединений увеличивается в 2 – 4 раза в зависимости от вида сыворотки.

Установлено, что, по сравнению с молоком, прямое внесение БЗ *Lbc. acidophilus* в сыворотку при ее ферментации приводит к значительному перерасходу БЗ – до 5000 Е.А. на 1000л, тогда как для молока расход БЗ составляет 3 Е.А., при этом также существенно увеличивается продолжительность ферментации сыворотки (рисунок 4). Так, для достижения кислотности сыворотки 140°Т требуется 48 ч, а для молока – 14 ч, что объясняется длительной продолжительностью реактивации микрофлоры при прямом внесении БЗ в сыворотку из-за практического отсутствия в ней казеина, оказывающего буферное (защитное) действие на клетки заквасочных микроорганизмов.

В четвертой главе приведены результаты исследований предварительной выдержки БЗ *Lbc. acidophilus* прямого внесения в различных средах с целью реактивации микробных клеток и изучения процесса ферментации молочной сыворотки данной микрофлорой. При этом состав среды варьировали в диапазоне от минимального содержания растворимых в воде веществ – собственно, питьевая вода, до максимального: физраствор поваренной соли, водные растворы лактозы (5%) и лактулозы (1%), молочная сыворотка.

На рисунке 6 представлены результаты исследования процесса ферментации сыворотки БЗ *Lbc. acidophilus*, предварительно выдержанной при температуре 36-38°С в течение 1,0 – 1,5ч в 0,2 – 1,0л различных пастеризованных сред (95°С в течение 30 мин). В качестве среды - контроля применяли ОБМ. Для этого БЗ активизировали традиционным способом в 1,0 л стерилизованного ОБМ (120°С в течение 30 мин при 0,1 МПа) и выдерживали 2,5 ч до кислотности 30±5°Т.

Как видно из рисунка 6, на всех используемых средах, в которые вносили сухие культуры БЗ *Lbc. acidophilus*, выявлены одинаковые закономерности прироста титруемой кислотности сыворотки: по истечении 24ч ферментации титруемая кислотность сыворотки составляла 165°Т при использовании для реактивации ОБМ и 160-165 °Т – других вышеперечисленных сред, используемых для выдержки БЗ. Как следует из полученных данных, процесс реактивации бактериальной клетки зависит, в первую очередь, от наличия в среде свободной воды, которая является главным регулятором биохимических процессов. Проникновение воды внутрь микробной клетки, находящейся в высушенном состоянии, выводит ее из состояния ксероанабиоза, активизируя жизнедеятельность.



**Рисунок 6 – Зависимость титруемой кислотности сыворотки от среды реактивации B3 *Lbc. acidophilus***

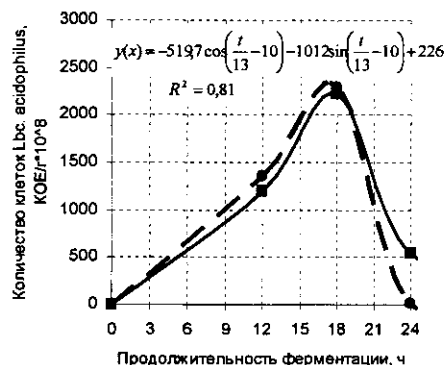
Как видно из рисунка 7, динамика развития *Lbc. acidophilus*, предварительно выдержанной в ОБМ или в питьевой воде, является практически одинаковой и схожа с процессом накопления количества бактериальных клеток при внесении производственной БЗ. При этом реактивированные микроорганизмы *Lbc. acidophilus*, попав в среду для ферментации, практически сразу начинают развиваться: фаза задержки роста длится не более 2 ч, а затем наступает фаза логарифмического роста, что напрямую доказывает целесообразность проведения выдержки БЗ в питьевой воде.

Наибольшее количество клеток *Lbc. acidophilus* наблюдается к 15ч ферментации, а далее наступает снижение их роста, что объясняется ингибированием их развития за счет накопления в результате их жизнедеятельности молочной кислоты.

Определен оптимальный расход БЗ *Lbc. acidophilus*, предварительно выдержанной в питьевой воде, для ферментации сыворотки, который составляет 250 Е.А. на 1000 л сыворотки (рисунок 8). При этом продолжительность процесса ферментации сыворотки до кислотности 140°Т составляет 15ч, что

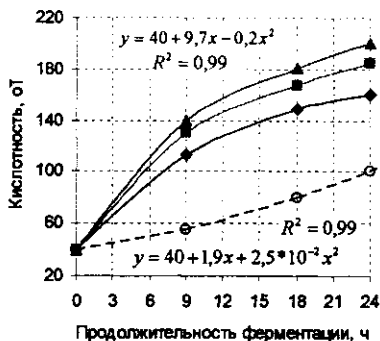
При этом продолжительность выдержки заквасочных культур в различных средах в течение 1,0 - 1,5 ч является оптимальной, так как 1,0 ч недостаточно для оживления микроорганизмов, находящихся в состоянии ксероанабиоза, а выдержка более 1,5 ч приводит к плазмолизу клеток микрофлоры из-за низкого осмотического давления в среде.

Таким образом, установлено, что на начальной стадии процесса реактивации (насыщение водой) бактериальная клетка не нуждается в питании.



Среда активизации БЗ: - - - - ОБМ, —■— вода

**Рисунок 7 – Зависимость количества *Lbc. acidophilus* от продолжительности ферментации и среды реактивации БЗ**



**Расход БЗ на 1000л сыворотки:**

БЗ, выдержанная в питьевой воде:

◆ 250 Е.А.; ■ 500 Е.А.; ▲ 750 Е.А.

БЗ, внесенная прямым способом:

-- ○ -- 5000 Е.А.

**Рисунок 8 – Зависимость кислотности сыворотки от продолжительности ферментации и дозы БЗ**

ферментировали БЗ *Lbc. acidophilus*, предварительно выдержанной в питьевой воде в течение 1,0 – 1,5 ч, в процессе хранения, что позволило определить срок ее годности, который составляет не более 36 ч при температуре 2 – 6°С, после чего сыворотку необходимо подвергать повторной тепловой обработке. При хранении ферментированной сыворотки свыше 36 ч в ней начинают активно развиваться посторонние микроорганизмы – дрожжи, плесневые грибы, и другая микрофлора, при этом накапливаются продукты их жизнедеятельности – экзо- и эндоферменты, осуществляющие дальнейший гликолиз, протеолиз и липолиз составных частей сыворотки, что отрицательно сказывается на качестве коагулянта и его органолептических показателях.

На основании проведенных исследований разработан способ ферментации сыворотки БЗ прямого внесения (рисунок 9).

Разработанный способ ферментации сыворотки БЗ прямого внесения апробирован в производственных условиях ОАО «Бабушкина крынка» (г. Могилев) при производстве термокислотного сыра «Могилевский».

**В пятой главе** представлены результаты исследований использования разработанного способа ферментации сыворотки БЗ прямого внесения при производстве мягкого сыра «Могилевский».

Сыр «Могилевский» 30%-ной жирности вырабатывали из пастеризованного нормализованного молока методом ТККБМ с применением

меньше в 2,3 раза, по сравнению с прямым внесением БЗ в сыворотку, а расход БЗ сокращается в 20 раз.

С целью установления математических зависимостей процесса ферментации различных видов сыворотки БЗ прямого внесения получены уравнения регрессии, которые дают возможность определять в зависимости от производственной необходимости требуемый расход БЗ для ферментации молочной сыворотки в течение желаемого периода времени, а также рассчитывать продолжительность ферментации сыворотки до требуемой кислотности в зависимости от расхода БЗ и исходной кислотности молочной сыворотки.

Кроме того, в работе исследованы микробиологические процессы, происходящие в сыворотке, которую



гомогенизации нормализованной смеси и последующей обработкой полученного сгустка. При производстве данного сыра в качестве коагулянта применяли сыворотку кислотностью 80-140°Т, ферментированную согласно разработанному способу. Контролем служил сыр, где в качестве заквасочной микрофлоры для ферментации сыворотки-коагулянта использовали производственную БЗ *Lbc. bulgaricus*. Срок годности продукта при температуре хранения 2-6°С – 7 суток (при условии упаковки в целлюлозную пленку).

Диаграмма технологического процесса производства сыра «Могилевский» с применением разработанного способа ферментации коагулянта представлена на рисунке 9.

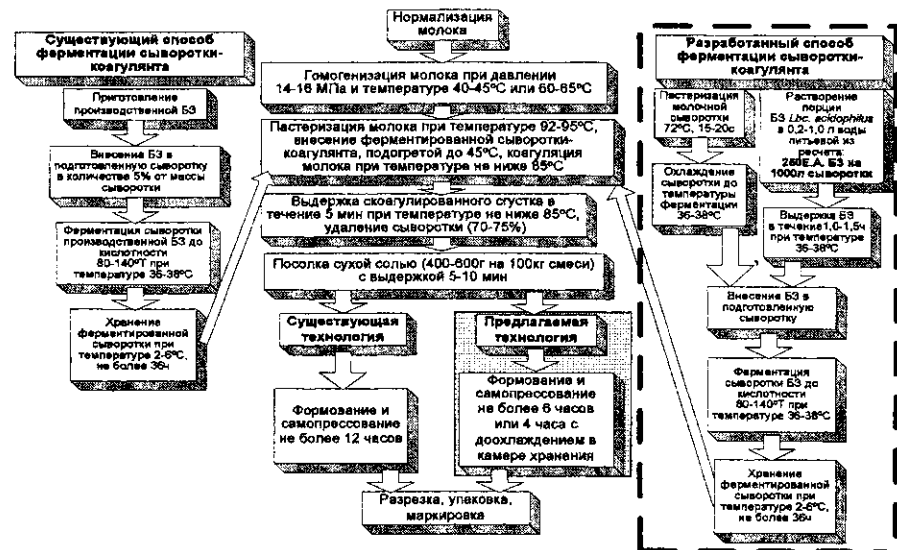


Рисунок 9 - Технология производства сыра «Могилевский» с применением разработанного способа ферментации сыворотки-коагулянта БЗ прямого внесения

Показано, что применение для ферментации сыворотки БЗ *Lbc. acidophilus*, которую предварительно выдерживали в течение 1,0-1,5ч при температуре 36-38°С в 0,2 – 1,0л воды питьевой, пастеризованной при 95°С в течение 30 мин, по сравнению с использованием для ферментации сыворотки-коагулянта *Lbc. bulgaricus* в виде производственной БЗ, позволяет сократить процесс самопрессования сыра в 2 раза: с 12 до 6ч за счет более быстрого выделения из продукта свободной влаги, что обусловлено меньшей влагоудерживающей способностью белков, вносимых с ферментированной сывороткой. При этом получается качественный продукт, соответствующий требованиям стандарта по

органолептическим и физико-химическим показателям в течение гарантированного срока годности. Выявлено, что самопрессование сыра более 6 ч (8 - 12ч) приводит к появлению излишне кислого вкуса, интенсивному накоплению растворимого белкового азота и небелковых азотистых соединений, а также интенсификации развития остаточной микрофлоры сыра при хранении.

Таким образом, полученные данные позволили усовершенствовать технологию производства термокислотного сыра «Могилевский». Технология производства сыра с применением разработанного способа ферментации сыворотки-коагулянта БЗ прямого внесения апробирована в производственных условиях ОАО «Бабушкина крынка» (г. Могилев) и внедрена в производство на данном предприятии. Разработаны, согласованы и утверждены в установленном порядке технологическая инструкция и технические условия на сыр мягкий «Могилевский» - изменение №1. Экономический эффект от внедрения разработанного способа ферментации сыворотки-коагулянта при производстве сыра «Могилевский» составляет 80 млн. бел. рублей в год.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К основным наиболее значимым результатам, составляющим основу научных исследований, относятся следующие:

1. Изучены физико-химические и биохимические показатели сыворотки, полученной при термокислотной коагуляции белков молока, и проведен ее сравнительный анализ с другими видами сыворотки: подсырной, творожной. Установлена необходимость и целесообразность выделения термокислотной сыворотки в отдельный вид молочной сыворотки. Кроме того, определено, что исследованные виды сыворотки отличаются по содержанию белковых, минеральных веществ, лактозы, факторов роста (витамины и т.д.) и, при рассмотрении их с точки зрения питательной среды для развития молочнокислой микрофлоры БЗ, они различны [1-А].

2. Впервые проведены системные исследования параметров ферментации (титруемая и активная кислотность, содержание молочной кислоты, лактозы, растворимого белкового азота, количество биомассы бактериальных клеток) отдельных видов молочной сыворотки различными БЗ прямого внесения лиофильной сушки в сравнении с производственными БЗ, позволяющие выявить различия в закономерностях данного процесса в зависимости от способа внесения БЗ и среды ферментации [2-А...4-А, 8-А, 10-А, 11-А, 17-А, 19-А, 20-А].

3. Впервые разработан научно обоснованный способ ферментации сыворотки БЗ *Lbc. acidophilus* прямого внесения лиофильной сушки, предусматривающий предварительную выдержку заквасочной микрофлоры в

течение 1,0-1,5 ч в 0,2-1,0 л различных сред (вода питьевая, физраствор, 5%-ый водный раствор лактозы и 1%-ый водный раствор лактулозы, молочная сыворотка) при температуре 36-38°C с последующим внесением ее в среду ферментации – сыворотку, что обеспечивает сокращение продолжительности ферментации сыворотки в 2,3 раза, по сравнению с прямым способом внесения БЗ, и снижение расхода БЗ в 20 раз [6–А, 9–А, 21–А...23–А].

Новизна технологического решения закреплена патентом №10406 «Способ ферментации молочной сыворотки при производстве термокислотных сыров» [24–А].

4. Впервые исследованы показатели микробиологических процессов, происходящие в сыворотке, ферментированной согласно разработанному способу БЗ *Lbc. acidophilus* прямого внесения лиофильной сушки, в процессе хранения, позволяющие определить срок годности ферментированной сыворотки, который составляет не более 36 часов при температуре 2-6°C [7–А].

5. Впервые совершенствована технология производства мягкого термокислотного сыра «Могилевский», включающая применение разработанного способа ферментации сыворотки-коагулянта заквасочной микрофлорой *Lbc. acidophilus* лиофильной сушки, что позволило сократить трудоемкость процесса приготовления БЗ и продолжительность самопрессования продукта в 2 раза [5–А, 12–А...16–А, 18–А, 25–А].

Разработаны, согласованы и утверждены в установленном порядке технологическая инструкция по производству сыра «Могилевский» ТИ РБ 700036606.023-2006 и технические условия ТУ РБ 700036606.048-2003 «Сыр мягкий «Могилевский» – извещение №1, в которых отражен разработанный способ ферментации сыворотки-коагулянта заквасочной микрофлорой, включая *Lbc. acidophilus*, прямого внесения [26–А, 27–А].

Осуществлено внедрение технологии производства сыра «Могилевский» с применением разработанного способа ферментации сыворотки-коагулянта заквасочной микрофлорой *Lbc. acidophilus* лиофильной сушки на предприятии молочной промышленности – ОАО «Бабушкина крынка», г. Могилев.

#### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Разработанный способ ферментации сыворотки заквасками *Lbc. acidophilus* прямого внесения может быть использован в производстве других видов сыров на основе термокислотной коагуляции молочных белков без дополнительных инвестиций на любом молочном предприятии и не требует дополнительных производственных площадей и нового оборудования.

Кроме того, разработанный способ ферментации сыворотки-коагулянта можно использовать для производства различных видов пищевой продукции, где основу составляет ферментированная молочная сыворотка.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Статьи в научных журналах:

1–А. Шингарева, Т.И. Исследование состава и свойств молочной сыворотки Беларуси / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова, Т.А. Полякова, А.В. Палеева, Н.В. Коваленко // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2006. – №1. – С. 83 – 85.

2–А. Шингарева, Т.И. Исследование процесса ферментации молочной сыворотки / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – №1. – С. 28 – 31.

3–А. Шингарева, Т.И. Ферментация сыворотки заквасками прямого внесения / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова // Молочная промышленность. – 2006. – №6. – С. 32.

4–А. Шингарева, Т.И. Применение заквасок прямого внесения для ферментации молочной сыворотки / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова // Вест. Мог. гос. ун-та продовольствия. – 2006. – №1. – С. 57 – 61.

5–А. Шингарева, Т.И. Влияние сыворотки-коагулянта на выход и качество термокислотного сыра / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова // Сыроделие и маслоделие. – 2006. – №5. – С. 18 – 20.

6–А. Купцова, О.И. Молочная сыворотка и ее использование при производстве термокислотного сыра / О.И. Купцова, Т.И. Шингарева, А.В. Палеева, Н.В. Коваленко // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – №9(53). – С. 26 – 30.

7–А. Купцова, О.И. Исследование хранимостпособности сыворотки-коагулянта, ферментированной заквасками прямого внесения / О.И. Купцова, Т.И. Шингарева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – №6. – С. 64 – 67.

### Статьи в сборниках научных трудов:

8–А. Шингарева, Т.И. Использование производственных заквасок и бакконцентратов для ферментации молочной сыворотки / Т.И. Шингарева, Т.Л. Шуляк, О.И. Купцова // Сборник научных трудов по материалам V Междунар. науч.-техн. конф. «Техника и технология пищевых производств» / Мог. гос. ун-т продовольствия, Белорус. гос. концерн пищ. пр-ти; редкол.: Т.С. Хасаншин (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУ им. А.А. Кулешова, 2005. – С. 42 – 44.

9–А. Kuptsova, O.I. Research of a whey fermentation process with lyophilized and deep-frozen leaven starter-cultures / O.I. Kuptsova // Food science, engineering and technologies 2007: Scientific works / University of Food Technologies; the composer Atanas Georgiev. – Plovdiv: «STUDIO 2000», – Plovdiv, 2007. – V.54. – I.1. – P. 77 – 82.

10–А. Шингарева, Т. Анализ развития микрофлоры заквасок традиционных и прямого внесения при производстве сыра без созревания / Т. Шингарева, О. Купцова, С. Красоцкий, М. Селянко, О. Суходолова // Химия и технология пищи: науч. тр. / Пищевой институт Каунасского технол. ун-та; редкол.: J. Šalomskienė (отв. ред.) [и др.]. – Каунас, 2007. – С. 90 – 97.

Статьи в сборниках научных статей:

11–А. Купцова, О.И. Закономерности процесса ферментации молочной сыворотки заквасками прямого внесения / О.И. Купцова, Т.И. Шингарева // Сборник статей Междунар. науч.-практ. конф. «Пищевая безопасность» / Бух. технолог. ин-т. пищ. и легк. пр-ти; редкол.: М.Т. Ходжиев [и др.]. – Бухара, 2005. – Т.1. – С. 108 – 110.

Статьи в сборниках материалов конференций, тезисы докладов:

12–А Шингарева, Т.И. Применение чеддеризации в производстве мягких сыров / Т.И. Шингарева, Е.А. Кръжановская, О.И. Купцова // Техника и технология пищевых производств: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 26-28 марта 2003г. / УО «Мог. гос. ун-т продовольствия»; редкол.: Т.С. Хасаншин (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2003. – С.220.

13–А. Купцова, О.И. Исследование возможности производства новых видов молочных белковых продуктов на основе термокислотной коагуляции / О.И. Купцова // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов IV Междунар. науч. конф., Могилев, 21-23 апреля 2004г. / УО «Мог. гос. ун-т продовольствия»; редкол.: Т.С. Хасаншин (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2004. – С.113.

14–А. Купцова, О.И. Производство нового вида мягкого сливочного сыра / О.И. Купцова // НИРС-2004: тезисы докладов IX Респуб. науч. конф. студентов и аспирантов Респ. Беларусь, Гродно, 26-27 мая 2004 г.: в 8ч. / УО «Гродн. гос. техн. ун-т»; редкол.: А.И. Жук (отв. ред.) [и др.]. – Гродно, 2004. – Ч.2. – С.223.

15–А. Купцова, О.И. Использование белковой основы в производстве мягких сливочных сыров / О.И. Купцова, Т.И. Шингарева // Совершенствование технологии и оборудования производства алкогольной, слабоалкогольной и безалкогольной продукции и методов анализа их качества: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14-15 октября 2004г. / РУП «Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т пищ. пр-ти»; редкол.: З.В. Ловкис (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2004. – С. 99 – 100.

16–А. Шингарева, Т.И. Использование натурального и восстановленного ОБМ при производстве белковых продуктов / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова, О.Г. Гулевич // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов V

Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 18–20 мая 2005г. / УО «Мог. гос. ун-т продовольствия»; редкол.: Т.С. Хасаншин [и др.]. – Могилев, 2005. – С. 136.

17–А. Купцова, О.И. Исследование возможности использования заквасок прямого внесения для подготовки сыворотки-коагулянта / О.И. Купцова, Т.И. Шингарева, С.А. Воробей, Ж.М. Козловская // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов V Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 18–20 мая 2005г. / УО «Мог. гос. ун-т продовольствия»; редкол.: Т.С. Хасаншин [и др.]. – Могилев, 2005. – С. 146.

18–А. Купцова, О.И. Производство мягкого сливочного сыра / О.И. Купцова // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов V Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 18–20 мая 2005г. / УО «Мог. гос. ун-т продовольствия»; редкол.: Т.С. Хасаншин [и др.]. – Могилев, 2005. – С. 147.

19–А. Купцова, О.И. Факторы, влияющие на процесс ферментации сыворотки-коагулянта для производства термокислотных продуктов / О.И. Купцова, Т.И. Шингарева, Т.Л. Шуляк // Актуальные проблемы качества и безопасности продовольственного сырья и пищевой продукции: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 2005г. / ГУ КНИИХ и П с/х прод. РАСХН; редкол.: Р.И. Шаззо [и др.]. – Краснодар, 2005. – С. 131 – 133.

20–А. Купцова, О.И. Изучение процесса ферментации молочной сыворотки бактериальными заквасками / О.И. Купцова, Т.И. Шингарева // Живые системы и биологическая безопасность населения: материалы IV Междунар. науч. конф. студентов и молодых ученых, Москва, 30 ноября 2005г. / УО «Москов. гос. ун-т прикладной биотехнологии»; редкол.: Е.И. Титов [и др.]. – Москва, 2005. – С. 28 – 30.

21–А. Палеева, А.В. Способ ферментации молочной сыворотки / А.В. Палеева, Н.В. Коваленко, О.И. Купцова, Т.И. Шингарева // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов V Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 26-27 апреля 2006 г. / УО «Мог. гос. ун-т продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2006. – С. 181.

22–А. Купцова, О.И. Ферментация молочной сыворотки-коагулянта заквасками прямого внесения / О.И. Купцова, Т.И. Шингарева, Н.В. Коваленко, А.В. Палеева // Основные направления функционального питания и безопасность пищевых продуктов: материалы Всероссийской науч. молодежной конф. с междунар. участием., Улан-Удэ, 4-7 сентября 2006 г. / УО «Восточно-Сибирский гос. технол. ун-т»; редкол.: С.Н. Лебедева (отв. ред.). – Улан-Удэ, 2006. – С. 85 – 86.

23–А. Шингарева, Т.И. Ферментация молочной сыворотки / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов VI Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 22–23 мая 2007г. /

УО «Мог. гос. ун-т продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2005. – С. 147.

Патенты, заявки на изобретения:

24–А. Способ ферментации молочной сыворотки при производстве термокислотных сыров: пат. 10406 Респ. Беларусь, МПК7 А23С 19/045, 19/05 / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова; заявитель Мог. гос. ун-т продовольствия. - № а 20060183; заявл. 02.03.06; опубл. 28.02.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – №1. – С. 174.

25–А. Способ получения мягкого сливочного сыра: заявка на изобретение а20040431 Респ. Беларусь, МПК7 А23С 19/045, 19/05 / Т.И. Шингарева, О.И. Купцова; заявитель Мог. гос. ун-т продовольствия. заявл. 13.05.04; опубл. 30.12.04 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2004. – №4. – С. 8.

Технические нормативные правовые акты:

26–А. Сыр мягкий «Могилевский». Технические условия. Извещение №1 об изменении ТУ РБ 700036606.048-2003. - Введ. 01.01.06. - Могилев: Мог. гос. ун-т продовольствия, 2005. – 8с.

27–А. Технологическая инструкция по производству сыра мягкого «Могилевский». ТИ РБ 700036606.023-2006. - Введ. 01.01.06. - Могилев: Мог. гос. ун-т продовольствия, 2005. – 19с.

**ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

---

1\* Ермакович, Г.М. О состоянии и перспективах развития молочной отрасли в Республике Беларусь / Г.М. Ермакович // Переработка молока. - 2007.-№3.-С. 24-26.

2\* Храмов, А.Г. Направления промышленной переработки молочной сыворотки / А.Г. Храмов, И.А. Евдокимов, П.Г. Нестеренко, Д.А. Дубиков // Переработка молока. – 2006. - №3. – С. 32-35.

3\* Hill, A. Whey processing / A. Hill // Dept of Food Science, University Guelph [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/cheese/sectionh.htm>. – Date of access: 08.02.2008.

4\* Ostoji, S. Processing of whey from dairy industry waste / S. Ostoji [and other] // Environmental Chemistry Letters. – 2007. - V 3, - № 1. – P. – 29-32.

5\* Ганина, В.И. Интегрированный подход к созданию отечественных стартовых культур прямого внесения / В.И. Ганина, Н.В. Ананьева, Т.В. Рожкова // Молочная промышленность. – 2005. - №11. – С. – 23-24.

## РЭЗЮМЭ

Купцова Вольга І ванаўна

### НАВУКОВА-ПРАКТЫЧНЫЯ АСНОВЫ ФЕРМЕНТАЦЫІ МАЛОЧНАЙ СЫРОВАТКІ І ЯЕ ПРЫМЯНЕННЕ ПРЫ ВЫТВОРЧАСЦІ СЫРА З ТЭРМАКІСЛОТНАЙ КААГУЛЯЦЫЯЙ БЯЛКОЎ МАЛАКА

Ключавыя словы: ферментацыя, сыроватка-каагулянт, бактэрыяльная закваска вытворчая, бактэрыяльная закваска прамога занясення, вытрымка мікрафлары, асяроддзе для рэактывацыі, тэрмакіслотны сыр

Адным з перспектыўных напрамкаў у малочнай прамысловасці з’яўляецца ферментацыя сыроваткі малочна-кіслымі мікраарганізмамі. У Рэспубліцы Беларусь назіраецца ўзрост вытворчасці тэрмакіслотных сыроў, дзе ферментаваная сыроватка выкарыстоўваецца ў якасці каагулянта.

У апошні час шырокае распаўсюджванне атрымалі бактэрыяльныя закваскі новага пакалення, якія непасрэдна заносзяцца ў асяроддзе для ферментацыі. Аднак праблема ферментацыі сыроваткі закваскамі прамога занясення застаецца невяршанай. У сувязі з гэтым мэтай работы з’явілася распрацоўка навукова-практычных асноў ферментацыі розных відаў малочнай сыроваткі закваскамі прамога занясення і тэхналогіі тэрмакіслотнага сыра на аснове выкарыстання ферментаванай сыроваткі.

Аб’ектамі даследаванняў з’явіліся: малочная сыроватка, бактэрыяльныя закваскі вытворчыя і прамога занясення, тэрмакіслотны сыр “Магілёўскі”.

У рабоце ўпершыню вывучаны склад і якасці тэрмакіслотнай сыроваткі і праведзены яе параўнальны аналіз з другімі відамі сыроваткі з пункту гледжання асяроддзя для жыццядзейнасці малочнакіслай мікрафлары, упершыню праведзены сістэмныя даследаванні параметраў ферментацыі розных відаў сыроваткі заквасачнымі мікраарганізмамі. Упершыню рапрацаваны навукова-абгрунтаваны спосаб ферментацыі сыроваткі-каагулянта закваскамі прамога занясення і даследаваны паказателі мікробіялагічных працэсаў пры захаванні ферментаванай сыроваткі. Упершыню навукова абгрунтавана і ўдасканалена тэхналогія вытворчасці сыра “Магілёўскі”, якая прадугледжвае прымяненне распрацаванага спосабу ферментацыі сыроваткі-каагулянта, што скарачае працягласць самапрэсавання сыра ў 2 разы і памяншае затраты працы на падрыхтоўку сыроваткі-каагулянта.

Распрацаваны спосаб ферментацыі сыроваткі-каагулянта закваскамі прамога занясення можна выкарыстоўваць для вытворчасці розных відаў харчовай прадукцыі, дзе асновай з’яўляецца ферментаваная малочная сыроватка.



---

## РЕЗЮМЕ

Купцова Ольга Ивановна

### **НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФЕРМЕНТАЦИИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРА С ТЕРМОКИСЛОТНОЙ КОАГУЛЯЦИЕЙ БЕЛКОВ МОЛОКА**

Ключевые слова: ферментация, сыворожка-коагулянт, бактериальная закваска производственная, бактериальная закваска прямого внесения, выдержка микрофлоры, среды для реактивации, термокислотный сыр.

Одним из перспективных направлений в молочной промышленности является ферментация сыворожки молочнокислыми микроорганизмами. В Республике Беларусь наблюдается рост производства термокислотных сыров, где ферментированная сыворожка используется в качестве коагулянта.

В последнее время широкое распространение получили бактериальные закваски нового поколения, которые непосредственно вносятся в среду для ферментации. Однако проблема ферментации сыворожки заквасками прямого внесения остается нерешенной. В связи с этим целью работы явилась разработка научно-практических основ ферментации различных видов молочной сыворожки заквасками прямого внесения и технологии термокислотного сыра на основе использования ферментированной сыворожки.

Объектами исследований явились: молочная сыворожка; бактериальные закваски производственные и прямого внесения; термокислотный сыр «Могилевский».

В работе впервые изучены состав и свойства термокислотной сыворожки, и проведен ее сравнительный анализ с другими видами сыворожки с точки зрения питательной среды для развития молочнокислой микрофлоры, впервые проведены системные исследования параметров ферментации отдельных видов сыворожки заквасочными микроорганизмами. Впервые разработан научно-обоснованный способ ферментации сыворожки-коагулянта заквасками прямого внесения и исследованы показатели микробиологических процессов при хранении ферментированной сыворожки. Впервые научно обоснована и совершенствована технология производства сыра «Могилевский», включающая применение разработанного способа ферментации сыворожки-коагулянта, что позволило сократить продолжительность самопрессования сыра в 2 раза и уменьшить трудозатраты на подготовку сыворожки-коагулянта.

Разработанный способ ферментации сыворожки-коагулянта можно использовать для производства различных видов пищевой продукции, где основу составляет ферментированная молочная сыворожка.

---

**THE RESUME**  
**Kuptsova Olga Ivanovna**

**THE SCIENTIFICALLY-PRACTICAL BASE OF THE WHEY  
FERMENTACION AND ITS APPLICATION AT THE CHEESE  
PRODUCTION WITH THERMOACID MILK COAGULATION**

**Keywords:** fermentation, whey-coagulant, industrial starter cultures, DVS starter cultures, endurance microflora, ambiances for reactivation, thermoacid cheese.

One of the perspective directions in milk industry is an use wheys fermentation by lactic microorganism. In Republic Belarus grows production of thermoacid cheese, where fermented whey is used as coagulant.

In recently broad spreading have got the DVS starter cultures of the new generation. These DVS starter cultures are directly entered in ambience for fermentation. However problem of the DVS starter cultures fermentation remains undecided. In this connection purpose of the work was a development scientifically-practical base of different type of the milk whey fermentation by DVS starter cultures and thermoacid cheese technologies on the fermented wheys base.

The Object of the studies were: dairy whey; the industrial and DVS starter cultures; thermoacid cheese "Mogilevskiy".

This work for the first time studied composition and characteristic thermoacid wheys. Its benchmark analysis is organized with the other type of the wheys with standpoint of the nourishing ambience for development lactic microflora. For the first time systematic studies of the wheys' separate type fermentation parameter by the starter cultures microorganism are organized. For the first time was designed scientifically-motivated way of the wheys-coagulant fermentation by DVS starter cultures. It is explored factors microbiological processes at the storage time of the fermented wheys. For the first time scientifically proved and improved technology of the cheese "Mogilevskiy" production. It provides apply the designed way of the wheys-coagulant fermentation. This has allowed to shorten length of cheese selfpressing in 2 times and reduce labour inputs on preparing the whey-coagulant.

The designed wheys-coagulant fermentation way makes possible to use different type of food stuffs production based on the fermented dairy whey.

