

Учреждение образования
«Могилёвский государственный университет продовольствия»

УДК 637.146

**КОРОТЧЕНКО
НАТАЛЬЯ ФЕДОРОВНА**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО
ПРОДУКТА, ОБОГАЩЕННОГО КАЛЬЦИЕМ И
ПРОБИОТИЧЕСКОЙ МИКРОФЛОРОЙ**

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

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

Могилёв, 2010

Работа выполнена в Учреждении образования
«Могилёвский государственный университет продовольствия»

- Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент
ШУЛЯК Татьяна Леонидовна
УО «Могилёвский государственный университет продовольствия»,
доцент кафедры 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
САФРОНЕНКО Людмила Владимировна
Министерство сельского хозяйства и
продовольствия Республики Беларусь,
заместитель начальника управления
продовольствия
- Оппонирующая организация – Республиканское унитарное предприятие
«Институт мясо-молочной промышленности»

ВВЕДЕНИЕ

Одним из приоритетных направлений государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь является создание продуктов функционального назначения, благотворно влияющих на организм человека.

В условиях Беларуси в рационе питания людей реально имеет место дефицит кальция. Недостаток кальция может привести к нарушению обмена веществ, вызывающему ряд заболеваний, таких как рахит и неправильный рост зубов у детей, искривление позвоночника, остеопороз или хрупкость костей у пожилых людей. Кроме того, расстройство кальциевого обмена часто сопровождается аллергией, малокровием, бессонницей, подверженностью простудам, стрессам, ослаблением иммунной системы, понижением сопротивляемости действию радиации [1*].

Как показывает мировой опыт, наиболее эффективным и экономически доступным путем улучшения обеспеченности населения микронутриентами (минеральными веществами, витаминами) является дополнительное обогащение ими продуктов питания массового потребления, доступных для всех групп детского и взрослого населения и регулярно используемых в ежедневном рационе. Среди продуктов массового потребления важное место занимает молоко и ферментированные молочные (кисломолочные) продукты [2*].

Обогащать кальцием целесообразнее кисломолочные продукты, так как молочная кислота, образующаяся при жизнедеятельности микрофлоры заквасок, способствует лучшему усвоению кальция [3*]. При этом большое значение в производстве кисломолочных продуктов функционального назначения имеет использование пробиотических культур – естественных обитателей желудочно-кишечного тракта. Жизнедеятельность пробиотиков (бифидо-, лактобактерий и других) тормозит рост раковых клеток кишечника, подавляет активность гнилостных и патогенных бактерий, стимулирует продуцирование витаминов, активизирует иммунные процессы и кишечные функции [4*].

При производстве кисломолочных продуктов функционального питания особенно нежелательным является наличие антибиотиков в молоке. Остаточные количества антибиотиков в молоке могут нарушить производственный процесс, ингибируя заквасочную микрофлору. Еще более опасными являются последствия попадания остатков антибиотиков в организм человека [5*]. В связи с этим разработана экспресс-методов, позволяющих достаточно быстро проводить контроль загрязненности молока антибиотиками

и оперативно принимать меры, снижающие контаминацию молока и, соответственно, риск для здоровья потребителей, имеет важное научное и практическое значение.

Таким образом, создание кисломолочных продуктов, обогащенных пробиотическими культурами и кальцийсодержащими добавками, для нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта, повышения иммунитета, укрепления костной ткани и профилактики остеопороза является актуальным и своевременным.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. С 2004 г. по 2005 г. работа выполнялась по теме НИР кафедры «Технология молока и молочных продуктов» УО «Могилевский государственный университет продовольствия» «Разработка научных основ повышения использования отечественных сырьевых ресурсов с целью создания конкурентоспособных продуктов питания, безопасных для потребителя» (ГБ №21-05), номер гос. рег. 20013329, с 2006 г. по 2008 г. – по теме НИР «Разработка биотехнологии ферментированных молочных продуктов функционального назначения», включенной в Государственную комплексную программу научных исследований «Продовольственная безопасность» (ГЗ № 06-07), номер гос. рег. 20062409.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы явилась разработка технологии производства кисломолочного продукта, обогащенного кальцием и пробиотической микрофлорой.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

- разработать ускоренный метод определения ингибирующих веществ в молоке-сырье и установить его чувствительность применительно к различным антибиотикам, применяемым в ветеринарии;
- разработать ускоренный метод определения левомицетина в молоке-сырье;
- исследовать закваски и бакконцентраты для кисломолочных продуктов на устойчивость к антибиотикам и протеолитическую активность с целью отбора наиболее активных из них для создания кисломолочного продукта, обосновать вид, дозу и стадию внесения пробиотической микрофлоры для обеспечения пробиотических свойств продукта;
- обосновать вид, дозу кальцийсодержащей добавки и разработать способ обогащения кисломолочного продукта кальцием;

– исследовать влияние обогащающих добавок на органолептические, физико-химические, биохимические, реологические и микробиологические свойства продукта в процессе его производства и при хранении;

– разработать технологию производства кисломолочного продукта, обогащенного кальцием и пробиотической микрофлорой;

– разработать технические нормативные правовые акты на кисломолочный продукт, обогащенный кальцием и пробиотической микрофлорой.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

– ускоренный метод определения ингибирующих веществ в молоке-сырье с индикатором резазурином, включающий использование тест-культуры в объеме 0,6 см³, разбавленного водой основного раствора резазурина в соотношении 1:1, выдержку пробы в течение 40 мин после внесения тест-культуры и в течение 5 мин после внесения раствора резазурина, и дополненный цветовой шкалой, что в совокупности позволяет сократить продолжительность стандартного метода в 1,7 раза и определить ориентировочные концентрации 15 антибиотиков в молоке;

– ускоренный метод определения левомицетина в молоке, заключающийся в восстановлении его до аминопроизводного за счет добавления соляной кислоты и цинковой пыли при нагревании, диазотировании аминопроизводного левомицетина нитритом натрия и сочетании диазосоединения со щелочным раствором β -нафтола с образованием азокрасителя красного цвета, позволяющий определить левомицетин в молоке в концентрации 1,5 мкг/см³ и более в течение 15-20 мин, что сокращает продолжительность существующего стандартного хроматографического метода в 35 раз, известного экспресс-метода «Дельвотест» – в 12 раз, повысить в 5 раз чувствительность тест-системы «Дельвотест»;

– биохимические свойства бактериальных заквасок и концентратов (протеолитическая активность, устойчивость к антибиотикам), позволяющие обосновать выбор кефирной грибковой закваски, закваски АВ и бакконцентрата КБСАП-1 ацидофильной палочки для создания кисломолочного продукта;

– способ обогащения кефира пробиотической микрофлорой закваски АВ и бакконцентрата КБСАП-1 ацидофильной палочки, заключающийся во внесении их в продукт перед созреванием в количестве 1,5% и 8 Е.А./1000 кг соответственно, что обеспечивает пробиотические свойства продукта и улучшает его качество за счет интенсификации микробиологических и биохимических процессов при созревании;

– способ обогащения кефира лактатом кальция, учитывающий среднегодовое содержание кальция в молоке-сырье, перерабатываемом в Республике Беларусь, и включающий использование раствора лактата кальция,

приготовленного из расчета 30 кг порошка на 100 кг раствора, пастеризованного при $87 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 15-20 с, и внесение его в подготовленное перед заквашиванием молоко при температуре не ниже $50 \pm 1^\circ\text{C}$ в количестве 10 кг на 1000 кг продукта, что исключает возможную коагуляцию белка при тепловой обработке молока и дополнительное использование стабилизаторов для повышения его термоустойчивости, а также в большей степени обеспечивает состояние кальция в растворимой легкоусвояемой форме и удовлетворяет суточную потребность в кальции различных групп населения на 25-40% при употреблении 200 г продукта:

– технология производства кисломолочного продукта, обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой, включающая разработанные способы обогащения кефира лактатом кальция и ацидофильной палочкой, которая позволяет сократить продолжительность сквашивания на 1 ч по сравнению с традиционным кефиром, улучшить структурно-механические свойства продукта (эффективная вязкость, способность восстанавливать структуру после перемешивания), а также интенсифицировать микробиологические и биохимические процессы, обеспечивающие высокие органолептические показатели обогащенного кефира за счет формирования определенного спектра вкусовых и ароматических веществ (карбонильные соединения, летучие жирные кислоты, этиловый спирт, углекислый газ, азотистые соединения).

Личный вклад соискателя. Диссертация является самостоятельно выполненной автором научной работой, обобщает результаты теоретических и экспериментальных исследований. Автором диссертации изучены, обобщены и проанализированы литературные данные по теме диссертационной работы, подобраны методы и методики исследования, проведены экспериментальные исследования и опытно-промышленные испытания, обработаны и проанализированы экспериментальные данные, разработаны технические условия, технологическая инструкция и рецептуры на разработанный продукт, а также методики выполнения измерений по определению ингибирующих веществ в молоке и левомицетина в молоке.

Апробация результатов диссертации. Основные положения диссертационной работы представлены на Международных научно-технических конференциях «Техника и технология пищевых производств» (г. Могилев, 2005 г., 2007 г., 2009 г.), на Международных научных конференциях студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств» (г. Могилев, 2004 г., 2006 г., 2008 г.), на Международной конференции «Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии» (г. Минск, 2004 г., 2006 г.), на Международных научных конференциях молодых ученых «Молодежь в науке – 2006», «Молодежь в науке – 2007» (г. Минск, 2006 г., 2007 г.), на Международных конференциях

ближнего и дальнего зарубежья (г. Елгава, 2005 г., г. Бухара, 2005 г., г. Харьков, 2006 г., г. Улан-Удэ, 2006 г., г. Казань, 2007 г., г. Каунас, 2007 г., г. Киев, 2008 г.). Работа представлена на постоянно действующей выставке научно-технических разработок студентов и аспирантов высших учебных заведений Республики Беларусь (г. Минск, 2006 г.)

Всего по материалам диссертационной работы опубликовано 32 работы, в том числе 9 статей в рецензируемых научных изданиях в соответствии с требованиями ВАК Беларуси, 8 статей в сборниках материалов конференций, 9 тезисов докладов, 1 патент, 2 методики выполнения измерений, 1 технические условия, 1 технологическая инструкция, 1 рецептуры.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа общим объемом 208 страниц машинописного текста, содержит 31 таблицу на 16 страницах, 29 рисунков на 17 страницах, 17 приложений на 59 страницах, 169 источников на 13 страницах, 32 источника по теме диссертации на 5 страницах. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 6 глав, заключения, списка использованных источников, приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе представлен аналитический обзор научно-технической отечественной и зарубежной информации, касающейся актуальности разработки технологий и потребления функциональных продуктов питания в Республике Беларусь и за рубежом.

Рассмотрен вопрос контроля качества молока-сырья на содержание антибиотиков как одного из значимых факторов, влияющих на качество кисломолочных продуктов. Проанализированы существующие методы контроля антибиотиков в молоке.

Дана характеристика кальция с точки зрения его физиологического значения для организма человека, указаны факторы, влияющие на усвояемость кальция в организме человека, приведен обзор представленных на мировом рынке кальцийсодержащих добавок.

Представлена характеристика пробиотических культур и их использование в производстве кисломолочных продуктов.

Обоснована необходимость разработки технологий кисломолочных продуктов с добавлением кальцийсодержащих добавок и пробиотических культур, что определило цель и конкретные задачи исследований.

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

Объектами исследований являлись бактериальные закваски и концентраты для кисломолочных продуктов, цельное и обезжиренное молоко, кефир, кефир обогатенный, кальция лактат 5-водный (удостоверение о гигиенической регистрации № 08-33-0.350726).

Отбор проб, подготовку и проведение испытаний проводили общепринятыми и специальными физическими, химическими и органолептическими методами оценки и анализа свойств сырья и готовой продукции. принятыми в пищевой промышленности.

Протеолитическую активность (ПА) бактериальных заквасок и концентратов определяли по модифицированному методу Гула, содержание кальция в молоке – комплексометрическим методом по А.Я. Дуденкову и на спектрометре ARL 3410+ с предварительной минерализацией проб, активную кислотность – на pH-метре 222.2, массовую долю сухих веществ – методом высушивания, влагоудерживающую способность – центрифужным способом. Определение эффективной вязкости производилось на ротационном вискозиметре марки VT 7 plus модификации L (производства Германии), условной вязкости – на измерителе консистенции ИК-1. Состав микрофлоры заквасок и продуктов контролировали методом микроскопирования, количество колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) – путем посева на плотную питательную среду, количество бактерий ацидофильной палочки – методом предельных разведений и посева на твердую питательную среду. Определение содержания вкусовых и ароматических веществ проводили хроматографическим методом на газовом хроматографе ГХ-1000. Определение диацетила и ацетоина, этилового спирта осуществляли методом дистилляции. Определение различных форм азота в продуктах проводили на анализаторе белка Kjeltec 2200.

Все результаты исследований в работе представлены среднеарифметическими значениями, которые определяли из трех параллельных опытов при 3–5-кратном повторении измерений. Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики с использованием стандартных компьютерных программ. Общая схема проведенных исследований представлена на рисунке 1.

В третьей главе представлены результаты исследования по разработке методов входного контроля молока-сырья на содержание антибиотиков.

На предприятиях молочной промышленности Республики Беларусь определение ингибирующих веществ в молоке проводят по ГОСТ 23454-79. Продолжительность анализа с индикатором метиленовым голубым составляет 2,5–3,0 ч, с резазурином – 1,7–2,0 ч. Тест на ингибирование не позволяет количественно определить ингибирующее вещество.

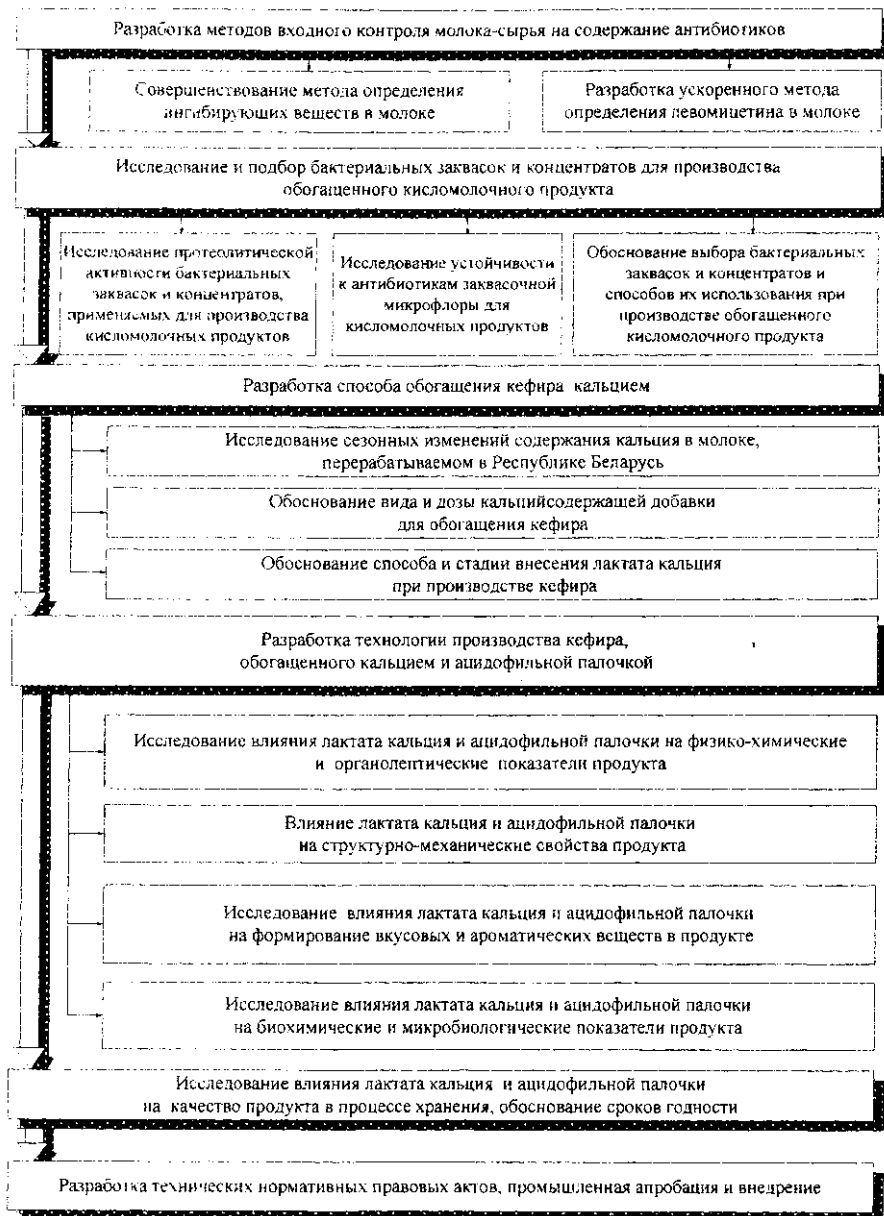


Рисунок 1 – Схема организации исследований

В стандартном методе определения ингибирующих веществ в молоке указана чувствительность лишь к четырем антибиотикам в молоке (пенициллин, стрептомицин, левомецетин, тетрациклин). Однако в настоящее время спектр антибиотиков, применяемых в ветеринарии, значительно расширился. Поэтому были установлены минимальные уровни обнаружения еще для 11 различных антибиотиков в молоке (таблица 1).

Таблица 1 – Минимальные уровни обнаружения антибиотиков в молоке

Антибиотик	Наименьший предел определения, ед (мкг)/см ³
Ампициллин	0,10
Линкомицин	0,50
Эритромицин	0,05
Гентамицин	10,00
Доксициклин	0,50
Цефазолин	0,10
Цефотаксим	0,10
Оксациллин	0,10
Цефалексин	5,00
Амоксициллин	0,10
Бициллин	0,10

С целью сокращения продолжительности стандартного метода определения ингибирующих веществ в молоке с индикатором резазурином варьировали объем вносимой тест-культуры (0,5; 0,6; 0,7; 0,8 см³), продолжительность выдержки содержимого пробирки до внесения индикатора резазурина (30, 40, 50, 60 мин) и после (3, 5, 10 мин), использовали разбавленный водой раствор резазурина вместо основного (разбавление основного раствора водой в соотношениях 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 2:1, 3:1).

В результате исследований установлены оптимальные параметры проведения анализа (рисунок 2), которые обеспечивают такую же воспроизводимость и чувствительность ко всем присутствующим антибиотикам в молоке, что и стандартный метод, и в то же время позволяют сократить продолжительность стандартного метода в 1,7 раза.

Также разработана цветовая шкала, которая позволяет определить ориентировочные концентрации 15 антибиотиков в молоке. Разработанная цветовая шкала применима как к стандартному, так и к ускоренному методу.

Из известных антибиотиков наиболее нежелательно в молоке присутствие левомецетина. Это связано с его токсичностью, проявляющейся в аллергических реакциях, поражении кровеносных органов. В настоящее время определение левомецетина в молоке проводится методом тонкослойной хроматографии в специализированных центрах в течение более 10 часов.

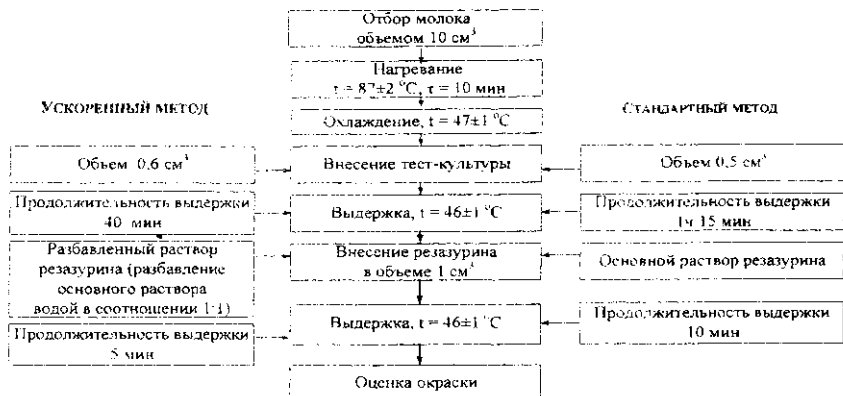


Рисунок 2 – Схема методов определения ингибирующих веществ в молоке

Поэтому актуальной является разработка метода для оперативного контроля левомицетина в молоке, который был бы достаточно эффективным, надежным и точным.

При разработке ускоренного метода за основу была использована качественная реакция на левомицетин, известная в фармакологии, химизм которой представлен на рисунке 3. Путем варьирования объемов применяемых реактивов и других условий проведения реакции, установлены оптимальные параметры качественной реакции на левомицетин в молоке.

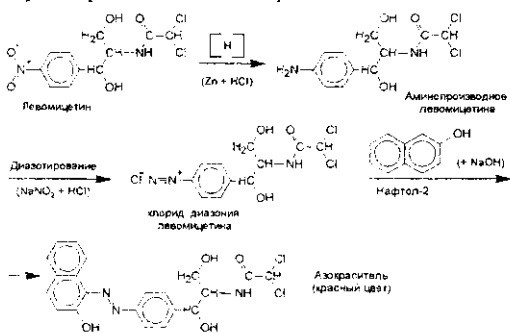


Рисунок 3 – Химизм качественной реакции на левомицетин

затем 5 мин в водяной бане при температуре $(58 \pm 2)^\circ\text{C}$, добавляют $0,3 \text{ см}^3$ смеси 10%-го раствора нитрита натрия с соляной кислотой в соотношении 100:1, встряхивают и выдерживают в течение 1-2 мин, смесь фильтруют и в полученный фильтрат добавляют 1 каплю 2%-го раствора β -нафтола в 40%-ном растворе гидроксида натрия, тщательно перемешивают. Через 30-60 с

оценивают окраску содержимого пробирки. Появление красной окраски свидетельствует о наличии левомицетина в молоке. Появление желтой или кремово-оранжевой окраски указывает на отсутствие левомицетина.

Ускоренный метод определения левомицетина в молоке позволяет определить антибиотик в концентрации $1,5 \text{ мкг/см}^3$ и более в течение 15-20 мин, что позволяет сократить в 35 раз продолжительность существующего стандартного хроматографического метода и в 12 раз известного экспресс-метода «Дельвотест», а также повысить в 5 раз чувствительность тест-системы «Дельвотест». Научная новизна разработки подтверждена патентом 11240 РБ «Способ определения левомицетина в молоке».

Четвертая глава посвящена подбору бактериальных заквасок и концентратов для производства кисломолочного продукта.

Исследовались биохимические свойства (протеолитическая активность и устойчивость к антибиотикам) заквасок и бакконцентратов для создания кисломолочного продукта. Использование протеолитически активных микроорганизмов в производстве кисломолочного продукта, обогащенного кальцием, позволит обеспечить образование большего содержания низкомолекулярных азотистых соединений, в том числе фосфопептидов, положительно влияющих на усвояемость кальция [5*]. Применение устойчивых к антибиотикам микроорганизмов заквасок способствует приживаемости их в кишечнике и нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта, что также улучшает процесс усвоения кальция.

В работе была исследована протеолитическая активность 15 заквасок и бакконцентратов, в состав которых входят молочнокислые палочки (болгарская и ацидофильная), и симбиотических заквасок для кефира, при оптимальных условиях их развития и в процессе хранения при 4°C .

Исследована устойчивость этих же заквасок и бакконцентратов, к четырем антибиотикам, являющимся представителями основных групп антибиотических веществ: левомицетину, стрептомицину, пенициллину, тетрациклину. Установлено, что все исследованные закваски и бакконцентраты устойчивы к концентрации пенициллина в молоке $0,01 \text{ ед/см}^3$, стрептомицина – $0,5 \text{ мкг/см}^3$, левомицетина – $0,05 \text{ мкг/см}^3$ и тетрациклина – $0,01 \text{ мкг/см}^3$. Полностью подавляет развитие исследованной заквасочной микрофлоры, концентрация пенициллина и тетрациклина в молоке $0,2 \text{ ед/см}^3$, стрептомицина – 30 мкг/см^3 , левомицетина – 5 мкг/см^3 .

По совокупности исследованных биохимических свойств для создания кисломолочного продукта были отобраны наиболее протеолитически активные и устойчивые к антибиотикам закваски и бакконцентраты: закваска ацидофильной палочки АВ и бакконцентрат ацидофильной палочки КБСАП-1 производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (Республика Беларусь), а также кефирная грибковая закваска.

В соответствии с существующими принципами для обогащения микро-, макроэлементами и витаминами должен использоваться продукт, регулярно присутствующий в ежедневном рационе любого человека. С учетом отобранных заквасок для обогащения кальцием был выбран кефир как самый популярный у населения кисломолочный продукт, в производстве которого используется кефирная грибковая закваска.

Отобранные по протеолитической активности и устойчивости к антибиотикам закваска ацидофильной палочки АВ и бакконцентрат ацидофильной палочки КБСАП-1 относятся к пробиотическим микроорганизмам. Известно, что пробиотики активизируют микрофлору желудочно-кишечного тракта, способствуя лучшему усвоению кальция. В связи с этим в работе исследовалась возможность их применения в производстве кефира, обогащенного кальцием.

Обосновывались дозы и стадии внесения закваски и бакконцентрата ацидофильной палочки при производстве кефира. Культуры ацидофильной палочки вносились на разных стадиях производства: в сквашенный продукт до созревания и в готовый кефир после созревания (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-химические, биохимические и микробиологические показатели кефира обезжиренного, обогащенного ацидофильной палочкой

Показатели	Кефир (контроль)	Кефир, обогащенный ацидофильной палочкой			
		производственная закваска АВ		бакконцентрат КБСАП-1	
		внесение до созревания (1.5%)	внесение после созревания (2.0%)	внесение до созревания (8 Е.А./ 1000 кг)	внесение после созревания (8 Е.А./ 1000 кг)
Титруемая кислотность, °Т	94,00±0,19	97,00±0,20	97,00±0,25	99,00±0,21	97,00±0,25
Активная кислотность, ед. рН	4,51±0,04	4,48±0,03	4,49±0,02	4,49±0,03	4,50±0,03
Эффективная вязкость, мПа·с	1330±13	1350±14	1310±13	1340±14	1300±14
Количество тирозина и триптофана, мг/100 г	5,4±0,4	6,8±0,3	5,7±0,3	6,4±0,2	5,5±0,2
Содержание ЛЖК, см ³ 0,1 моль/дм ³ NaOH / 100 г продукта	1,358	1,746	1,552	1,746	1,358
Образование углекислого газа, см	1,7±0,2	1,8±0,3	1,8±0,2	1,7±0,3	1,7±0,3
Наличие диацетила и ацетона	+	+	+	+	+
КМАФАнМ, 10 ⁶ ·КОЕ/г	212±8	246±6	239±12	241±7	233±9
Количество бактерий ацидофильной палочки, 10 ⁶ ·КОЕ/г	–	5,0±1,0	7,2±0,1	16,0±1,0	3,0±0,2

Установлено, что кефир при внесении бактерий ацидофильной палочки до созревания отмечался более высокой кислотностью, вязкостью. Кроме того, в нем также наблюдалось большее содержание аминокислот тирозина и триптофана, летучих жирных кислот (дистилляционное число), что свидетельствует о более интенсивном протекании при созревании продукта биохимических и микробиологических процессов.

На основании полученных данных можно заключить, что внесение пробиотических культур ацидофильной палочки при производстве кефира до его созревания предпочтительнее, так как создаются более благоприятные условия для их жизнедеятельности (более высокая температура развития). При этом увеличивается содержание легкоусвояемых веществ, улучшающих органолептические свойства продукта. Такой продукт отличается высокими потребительскими свойствами. Кроме того, внесение ацидофильной палочки до созревания продукта позволяет сократить расход производственной закваски АВ на 0,5% по сравнению с внесением ее в готовый продукт, и при этом обеспечить пробиотические свойства продукта.

Таким образом, разработан способ обогащения кефира пробиотической микрофлорой ацидофильной палочки, предусматривающий внесение в продукт до созревания производственной закваски АВ в количестве 1,5% от массы продукта, что на 0,5% меньше, чем при внесении ее в готовый продукт, или бакконцентрата КБСАП-1 активностью 8 Е.А./1000 кг кефира, что обеспечивает содержание микробных клеток ацидофильной палочки в продукте не менее 10^6 КОЕ/см³ и получение продукта с высокими органолептическими показателями.

В пятой главе представлены исследования по разработке способа обогащения кефира кальцием. В соответствии с принципами обогащения количество вносимой добавки должно быть рассчитано с учетом содержания обогащающего компонента в сырье и используемой добавке. Однако в литературе отсутствуют данные о содержании кальция в молоке, заготавливаемом в настоящее время в Республике Беларусь. В связи с этим были изучены сезонные изменения содержания кальция в молоке, перерабатываемом в различных областях Республики Беларусь (рисунок 4).

Установлено, что содержание кальция в молоке, заготавливаемом в различных областях Республики Беларусь, в течение года колеблется от 108 до 137 мг/100г. Среднегодовое содержание кальция в молоке по Республике Беларусь составляет 122 мг/100г. Это значение использовалось для расчета количества кальцийсодержащих добавок для обогащения кефира.

В качестве кальцийсодержащих добавок использовались порошок яичной скорлупы, фосфорно-кальциевая добавка «Допинат», цитрат кальция и лактат кальция.

Установлено, что обогащение кефира порошком яичной скорлупы и фосфорно-кальциевой добавкой «Допинат» не оказывает значительного влияния на его физико-химические показатели. Однако при этом наблюдалось ухудшение органолептических свойств продукта, поскольку используемые добавки придавали ему выраженный специфический привкус и мучнистость.

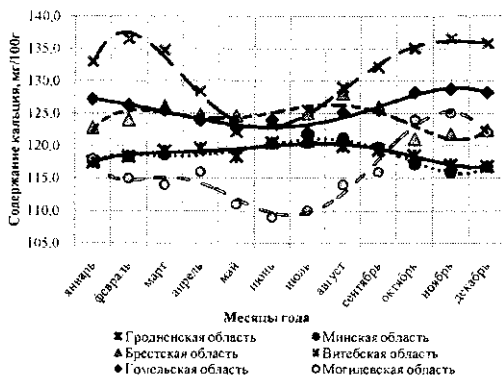


Рисунок 4 - Сезонные изменения содержания кальция в молоке-сырье, перерабатываемом на предприятиях различных областей Республики Беларусь

продуктов именно лактат кальция является наиболее предпочтительным ввиду того, что кальциевая соль молочной кислоты является основной естественной формой кальция в кисломолочном продукте. В связи с этим, в дальнейшем для обогащения кефира использовался лактат кальция.

На следующем этапе работы осуществлялся подбор стадии внесения лактата кальция при производстве кефира.

Экспериментальным путем установлено, что добавление лактата кальция в молоко до пастеризации в количестве 0,18 г/100 г вызывает свертывание молока при тепловой обработке. При добавлении растворимой соли в молоко происходит диссоциация лактата кальция с высвобождением ионов кальция, которые снижают термоустойчивость молока. Это указывает на невозможность внесения лактата кальция до пастеризации молока, чтобы обеспечить удовлетворение суточной потребности в кальции различных групп населения согласно принципам обогащения на уровне не менее 25% при употреблении 200 г продукта.

Поэтому исследовалась возможность внесения лактата кальция в виде пастеризованного раствора в молоко перед заквашиванием.

Для установления параметров приготовления раствора лактата кальция была построена кривая растворимости лактата кальция, которая

Использование цитрата также влияло на органолептические показатели кефира, придавая ему излишне кислый вкус.

При использовании лактата кальция органолептические свойства продукта не изменялись. Лактат кальция обладает также и рядом других преимуществ: хорошо растворим в воде, характеризуется наибольшей биодоступностью по сравнению с другими солями кальция [6*]. К тому же при обогащении кисломолочных

представлена на рисунке 5. Чтобы избежать значительного разбавления молока требуется достаточно высокая концентрация раствора лактата кальция. В то же время внесение концентрированных растворов в молоко с высокой температурой, обеспечивающей растворимость лактата кальция, может вызвать точечную коагуляцию белков молока, имеющего более низкую температуру (20–25°C). Поэтому в работе подбиралась оптимальная концентрация лактата кальция, позволяющая избежать возможных нежелательных явлений.

Установлено, что оптимальной концентрацией раствора лактата кальция является концентрация 30 г порошка / 100 г раствора, температура которого должна быть не ниже 50°C (рисунок 5).

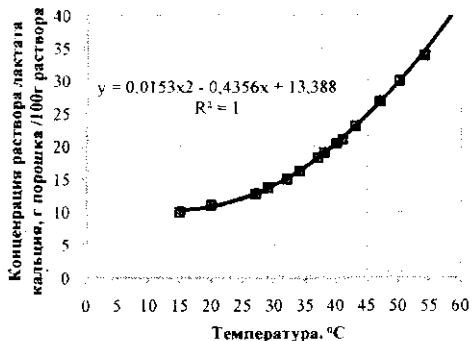


Рисунок 5 – Кривая растворимости лактата кальция в воде

На рисунке 6 представлены результаты исследований по определению ионизированного кальция в молоке в зависимости от разных способов и стадий внесения лактата кальция: в сухом виде перед и после пастеризации и в виде пастеризованного раствора перед заквашиванием.

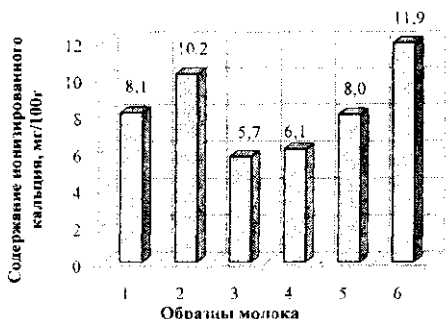
Лактат кальция вносили во все образцы в одинаковом количестве, которое в пересчете на сухой порошок составляет 0,16 г/100 г. В качестве контроля служило молоко без лактата кальция. Пастеризацию всех образцов проводили при 87±2°C в течение 15 мин.

Как видно из рисунка 6 внесение в молоко лактата кальция в сухом виде до пастеризации не позволяет обеспечить содержание ионизированного кальция в продукте даже на уровне сырого молока.

Внесение порошка лактата кальция в пастеризованное молоко способствует увеличению содержания ионизированного кальция только до 8 мг/100г, соответствующего содержанию его в сыром молоке.

Внесение лактата кальция в виде раствора после пастеризации молока имеет преимущество и в плане лучшей усвояемости кальция.

Как известно, биодоступность кальция в значительной степени зависит от того, в какой форме он находится в продукте. Лучше всего кальций усваивается из растворимых солей, а при пастеризации растворимые формы кальция переходят в плохо растворимые.



1 - молоко сырое; 2 - молоко сырое с порошком лактата кальция; 3 - молоко пастеризованное; 4 - молоко пастеризованное с добавлением порошка лактата кальция до пастеризации; 5 - молоко пастеризованное с добавлением порошка лактата кальция после пастеризации; 6 - молоко пастеризованное с добавлением раствора лактата кальция (по предлагаемому способу)

Рисунок 6 – Содержание ионизированного кальция в молоке при различных способах внесения лактата кальция

безопасность раствора, и охлаждали до температуры 50°C. Вносили раствор лактата кальция в пастеризованное и охлажденное до температуры заквашивания молоко в количестве 10 г/1000 г кефира, что обеспечивает в зависимости от исходного содержания кальция в сырье содержание кальция в готовом продукте на уровне 150–180 мг/100 г. Далее продукт вырабатывался по технологической инструкции на производство кефира.

В работе показано, что кефир, обогащенный лактатом кальция в виде пастеризованного раствора, по физико-химическим свойствам (титруемая кислотность, активная кислотность, условная вязкость) существенно не отличается от традиционного кефира. По органолептическим показателям кефир, обогащенный лактатом кальция, характеризуется более выраженным кисломолочным вкусом и ароматом по сравнению с традиционным кефиром.

При внесении в молоко лактата кальция повышается концентрация ионов кальция и снижается pH. Эти факторы способствуют снижению заряда и дегидратации казеиновых мицелл, что не может не сказаться на процессе образования сгустка при сквашивании молока.

В процессе сквашивания исследовалась кинетика структурообразования кислотных сгустков реологическим методом с помощью ротационного вискозиметра марки «VT 7 plus» модификации L (производства Германии).

Характер изменения вязкости в процессе сквашивания молока, обогащенного лактатом кальция, представлен на рисунке 7.

В то же время показано, что при внесении лактата кальция по предложенному способу в виде пастеризованного раствора обеспечивается в наибольшей степени содержание кальция в легкоусвояемой (ионизированной) форме (11,9 мг/100г), что в дальнейшем будет способствовать лучшей усвояемости кальция.

При дальнейших исследованиях раствор лактата кальция готовили на питьевой воде, пастеризовали при режиме (87±2°C с выдержкой 15-20 с), обеспечивающем гигиеническую

На представленной реограмме можно выделить три стадии формирования сгустка: участок ОК – индукционный период; участок КГ – стадия флоккуляции или гелеобразования; ГС – стадия метастабильного равновесия.

В опытном образце продолжительность индукционного периода составляет 6 ч, а в контроле – 7 ч. Сокращение индукционного периода можно объяснить более высокой кислотностью молока с лактатом кальция в момент внесения закваски, что способствует в дальнейшем увеличению интенсивности образования белковых агрегатов. За счет сокращения продолжительности индукционного периода процесс сквашивания опытного образца также сокращается.

В процессе сквашивания дополнительно контролировали титруемую и активную кислотность образцов. Характер нарастания титруемой кислотности для традиционного кефира и опытного образца был одинаковым. Изменение активной кислотности имело некоторые отличия и представлено на рисунке 8.

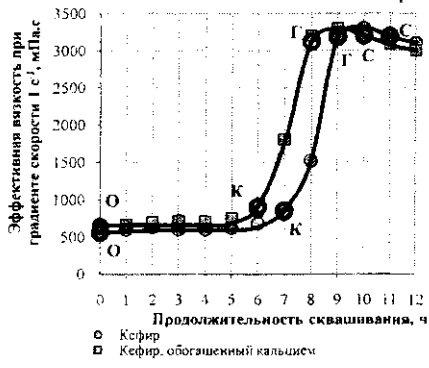


Рисунок 7 – Кинетика образования сгустка в процессе сквашивания

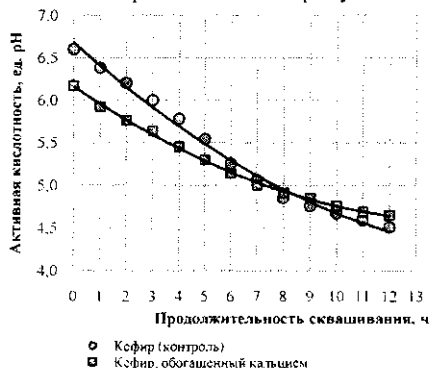


Рисунок 8 – Изменение активной кислотности в процессе сквашивания

Так как при производстве кефира, обогащенного кальцием, в молоко дополнительно вносится лактат кальция, то в интервале рН ($4,86 \pm 0,03$) действие лактатного буфера (молочная кислота/ лактат кальция) в нем проявляется в большей степени и после 8 ч сквашивания активная кислотность кефира с лактатом кальция становится выше, чем в контроле. При этом в результате действия лактатного буфера создаются благоприятные условия для дальнейшего развития заквасочной микрофлоры, образования большого количества легкоусвояемых веществ и тем самым повышения биологической ценности продукта.

Шестая глава посвящена исследованию влияния совместного присутствия лактата кальция и ацидофильной палочки на показатели качества продукта, разработке технологии производства кефира, обогащенного кальцием

и ацидофильной палочкой. а также установлению сроков годности кисломолочного продукта.

При производстве кефира, обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой, использовались рекомендованные и обоснованные в предыдущих главах способы обогащения продукта кальцием и ацидофильной палочкой. Для сравнения вырабатывался как традиционный кефир, так и кефир, обогащенный отдельно лактатом кальция и ацидофильной палочкой.

Изучено влияние лактата кальция и ацидофильной палочки на органолептические, физико-химические и реологические свойства продукта.

Органолептические свойства продукта обусловлены образованием в нем различных вкусовых и ароматических веществ. Влияние применяемых добавок на формирование вкусовых и ароматических веществ в продукте исследовано хроматографическим методом и известными в пищевой промышленности методами.

Хроматографическим методом установлено, что в кефире, обогащенном кальцием и ацидофильной палочкой, образуются многочисленные вкусовые и ароматические вещества в больших концентрациях, чем в других опытных образцах. Это указывает на более интенсивное развитие заквасочной микрофлоры при производстве кефира, обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой. Более высокие значения содержания этилового спирта, углекислого газа, летучих жирных кислот, диацетила и ацетона, полученные по общеизвестным методам, также свидетельствуют о более интенсивном развитии заквасочной микрофлоры в присутствии лактата кальция и ацидофильной палочки.

Влияние лактата кальция и ацидофильной палочки на реологические свойства продукта исследовались с помощью ротационного вискозиметра.

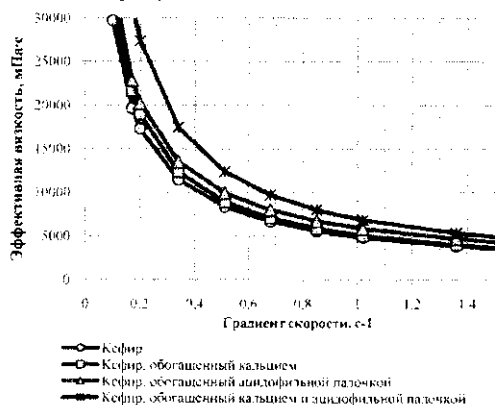


Рисунок 9 – Зависимость вязкости продуктов от градиента скорости

Поскольку кисломолочные продукты являются неньютоновскими жидкостями, то их консистенция характеризуется эффективной вязкостью, которая зависит от градиента скорости. Эта зависимость для изученных продуктов представлена на рисунке 9.

Исследование реологических свойств показало, что и лактат кальция, и ацидофильная палочка по

отдельности увеличивают вязкость продуктов, а в совокупности – в наибольшей степени.

Проведенные исследования тиксотропных свойств (способности восстанавливать структуру после перемешивания) продуктов и зависимости вязкости продуктов от температуры показали, что при совместном присутствии лактата кальция и ацидофильной палочки продукт обладает меньшей восприимчивостью к механическому воздействию и повышению температуры.

Исследованы изменения органолептических, физико-химических, микробиологических и биохимических показателей продуктов в процессе хранения, которые представлены в таблицах 3,4.

Таблица 3– Содержание фракций азота в продуктах при хранении

Образец	Сутки хранения	Содержание фракций азота, %				
		Нерастворимый азот	Растворимый азот			
			всего	белковый	пептидный	аминный и аммиачный
Кефир	0	98,16	1,84	1,51	0,18	0,14
	12	98,27	1,73	1,39	0,19	0,15
Кефир, обогащенный кальцием	0	97,74	2,26	1,78	0,24	0,24
	12	97,85	2,15	1,64	0,25	0,26
Кефир, обогащенный ацидофильной палочкой	0	97,68	2,32	1,85	0,22	0,25
	12	97,80	2,20	1,70	0,23	0,27
Кефир, обогащенный кальцием и ацидофильной палочкой	0	97,37	2,63	2,10	0,24	0,29
	12	97,44	2,56	1,97	0,27	0,31

Органолептические свойства продуктов в течение 10 суток хранения практически не изменялись, а на 12 сутки все исследованные продукты приобретали выраженный кислый вкус и более жидкую консистенцию.

Из таблицы 3 видно, что наибольшее количество растворимого азота и всех его фракций имеет кефир, обогащенный кальцием и ацидофильной палочкой. При этом следует отметить, что уменьшение растворимого азота в процессе хранения продукта именно при совместном присутствии лактата кальция и ацидофильной палочки происходит в наименьшей степени. Это говорит о том, что присутствие лактата кальция и ацидофильной палочки способствует менее активному развитию заквасочной микрофлоры при хранении.

Установлено, что на протяжении всего исследуемого срока хранения физико-химические (активная и титруемая кислотность), микробиологические (количество клеток заквасочных микроорганизмов, дрожжей, плесеней, бактерий группы кишечной палочки) показатели кефира, обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой, соответствовали нормативным показателям.

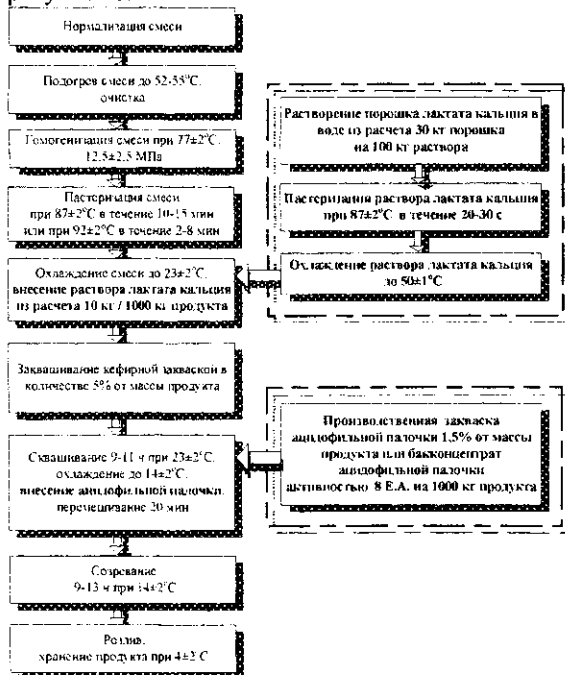
Таблица 4 ... Органолептические и физико-химические и микробиологические показатели продуктов в процессе хранения

Продолжительность хранения, сутки	Кефир				Кефир, обогащенный кальцием				Кефир, обогащенный ацидофильной палочкой				Кефир, обогащенный кальцием и ацидофильной палочкой										
	Органолептическая оценка, усл. балл	Кислотность	Дрожжи, 10 ⁶ КОЕ/см ³	КМАФАНМ, 10 ⁶ КОЕ/см ³	Органолептическая оценка, усл. балл	Кислотность	Дрожжи, 10 ⁶ КОЕ/см ³	КМАФАНМ, 10 ⁶ КОЕ/см ³	Органолептическая оценка, усл. балл	Кислотность	Дрожжи, 10 ⁶ КОЕ/см ³	КМАФАНМ, 10 ⁶ КОЕ/см ³	Органолептическая оценка, усл. балл	Кислотность	Дрожжи, 10 ⁶ КОЕ/см ³	КМАФАНМ, 10 ⁶ КОЕ/см ³							
0	5	100	4,48	4,56	212	5	102	4,52	4,75	244	5	103	4,47	4,54	241	6	5	103	4,47	4,78	253	9	10 ⁶ КОЕ/см ³
1	5	106	4,46	4,68	234	5	103	4,52	4,87	252	5	103	4,47	4,65	248	10	5	109	4,45	4,91	279	13	10 ⁶ КОЕ/см ³
3	5	110	4,44	4,89	242	5	107	4,51	4,94	268	5	107	4,46	4,81	255	16	5	112	4,44	4,96	291	20	10 ⁶ КОЕ/см ³
5	5	117	4,42	4,90	256	5	114	4,50	4,98	276	5	116	4,43	4,88	267	21	5	119	4,41	4,99	304	26	10 ⁶ КОЕ/см ³
8	5	123	4,39	4,91	261	5	118	4,49	5,01	281	5	120	4,40	4,90	279	22	5	125	4,38	5,01	308	23	10 ⁶ КОЕ/см ³
10	5	126	4,38	4,96	274	5	124	4,49	5,03	290	5	128	4,35	5,02	285	15	5	135	4,37	5,03	299	17	10 ⁶ КОЕ/см ³
12	4	131	4,37	4,98	276	4	135	4,47	5,04	291	4	133	4,33	5,04	282	11	4	137	4,35	5,02	295	10	10 ⁶ КОЕ/см ³

При этом продукт обладает функциональными свойствами за счет наличия в его составе пробиотической культуры ацидофильной палочки (на протяжении всего исследуемого срока хранения) в количестве не менее 10^7 КОЕ/г.

По органолептическим, микробиологическим и физико-химическим показателям с учетом 50%-го запаса качества установлен срок годности продукта, хранимого в лабораторных условиях при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$, который составляет 5 суток.

Обобщив результаты проведенных исследований, была разработана технология производства кефира, обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой. При этом технологический процесс производства обогащенного кефира по сравнению с традиционным кефиром дополнительно включает: внесение пастеризованного раствора лактата кальция в подготовленное перед заквашиванием молоко, внесение закваски или бакконцентрата ацидофильной палочки перед созреванием. Технологическая схема производства кефира, обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой, представлена на рисунке 10.



Разработанная технология апробирована на ОАО «Чаусский маслодельно-сыродельный завод».

Разработаны, согласованы и утверждены в установленном порядке технические нормативные правовые акты на кефир обогащенный «Полезный» – технические условия ТУ ВУ700036606.089-2008, технологическая инструкция ТИ ВУ 700036606.037-2008, рецептуры РЦ ВУ 700036606.071-2008, РЦ ВУ 700036606.074-2008, РЦ ВУ 700036606.075-2008.

Испытания, проведенные Республиканским испытательным центром качества мясной и

Рисунок 10 – Технологическая схема производства кефира «Полезный», обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой

молочной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», показали, что разработанный продукт по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям, показателям безопасности и содержанию радионуклидов соответствует требованиям технических условий, СанПиН 1163 РБ 98 и ГН 10-117-99.

Экономическая значимость работы может быть достигнута за счет внедрения новой технологии производства кефира «Полезный», обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой, и получения за счет этого предприятием ожидаемой прибыли, которая в ценах 2009 года составляет 452832 тыс. руб. в год при объемах выпуска 10 т/сут.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1 Разработан ускоренный метод определения ингибирующих веществ в молоке с индикатором резазурином, который позволяет сократить продолжительность стандартного метода в 1,7 раза за счет увеличения количества используемой тест-культуры, изменения концентрации раствора резазурина и имеет такую же чувствительность и воспроизводимость, что и стандартный метод. Установлены минимальные уровни обнаружения 15 различных антибиотиков в молоке с помощью ускоренного метода определения ингибирующих веществ в молоке с индикатором резазурином. Разработана цветовая шкала, которая позволяет определить ориентировочные концентрации 15 антибиотиков в молоке [4-А, 21-А].

2 Разработан метод определения левомецетина в молоке, заключающийся в определении левомецетина в молоке химическим способом в концентрации $1,5 \text{ мкг/см}^3$ и более в течение 15-20 мин, позволяющий сократить продолжительность существующего стандартного хроматографического метода в 35 раз, известного экспресс-метода «Дельвотест» – в 12 раз и повысить его чувствительность в 5 раз [5-А, 12-А, 27-А].

3 Впервые исследованы биохимические свойства бактериальных заквасок и концентратов для кисломолочных продуктов (протеолитическая активность, устойчивость к антибиотикам), позволившие отобрать кефирную закваску, закваску АВ и бакконцентрат КБСАП-1 ацидофильной палочки для создания кисломолочного продукта, обогащенного кальцием [1-А, 2-А, 6-А, 9-А, 11-А, 13-А, 14-А, 18-А, 20-А, 22-А].

4 Изучен и обоснован способ обогащения кефира пробиотической микрофлорой закваски АВ и бакконцентрата КБСАП-1 кислотофильной палочки, заключающийся во внесении их в продукт перед созреванием в количестве 1,5% и 8 Е.А./1000 кг соответственно, что обеспечивает пробиотические свойства продукта и улучшает его качество за счет интенсификации микробиологических и биохимических процессов в процессе созревания [16-А].

5 Впервые исследованы сезонные изменения содержания кальция в молочной-сырье, перерабатываемом в Республике Беларусь, которые позволили обосновать дозу внесения кальцийсодержащих добавок в кисломолочный продукт для удовлетворения суточной потребности в кальции различных групп населения [3-А, 15-А, 17-А, 23-А].

6 Разработан способ обогащения кефира лактатом кальция, включающий использование раствора лактата кальция, приготовленного из расчета 30 кг порошка на 100 кг раствора, пастеризованного при $87 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 15-20 с, и внесение его в подготовленное перед заквашиванием молоко при температуре не ниже $50 \pm 1^\circ\text{C}$ в количестве 10 кг на 1000 кг продукта, что исключает возможную коагуляцию белка при тепловой обработке молока и дополнительное использование стабилизаторов для повышения его термоустойчивости, а также в большей степени обеспечивает состояние кальция в растворимой легкоусвояемой форме, удовлетворяет суточную потребность в кальции различных групп населения на 25-40% при употреблении 200 г продукта [7-А, 8-А, 10-А, 19-А, 23-А, 24-А, 25-А, 26-А].

7 Разработана технология производства кефира, обогащенного кальцием и кислотофильной палочкой, включающая разработанные способы обогащения кефира лактатом кальция и кислотофильной палочкой, которая позволяет сократить продолжительность сквашивания на 1 ч по сравнению с традиционным кефиром, улучшить структурно-механические свойства продукта (эффективная вязкость, способность восстанавливать структуру после перемешивания), а также обеспечить его высокие органолептические показатели за счет формирования определенного спектра вкусовых и ароматических веществ (карбонильные соединения, летучие жирные кислоты, этиловый спирт, углекислый газ, азотистые соединения) в результате интенсификации микробиологических и биохимических процессов. Изучено влияние лактата кальция и кислотофильной палочки на органолептические, физико-химические, биохимические, микробиологические показатели готового продукта и при его хранении. Определен срок годности продукта в лабораторных условиях при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$, который составляет 5 суток.

Разработки, согласованы и утверждены в установленном порядке технические нормативные правовые акты на кефир обогащенный «Полезный» - ТУ ВУ 700036606.089-2008, ТИ ВУ 700036606.037-2008, РЦ ВУ 700036606.071-

2008, РЦ ВУ 700036606.074-2008, РЦ ВУ 700036606.075-2008 [28-А, 29-А, 30-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

По результатам проведенных в рамках диссертационной работы научных исследований разработаны и утверждены ТНПА на кефир «Полезный», обогащенный кальцием и ацидофильной палочкой – технические условия, технологическая инструкция, рецептуры, которые могут быть использованы для организации производства кефира, обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой, на любом молокоперерабатывающем предприятии Республики Беларусь [28-А, 29-А, 30-А]. Технология производства кефира «Полезный», обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой, апробирована в производственных условиях ОАО «Чаусский маслодельно-сыродельный завод», внедрена и используется в учебном процессе.

Кефир «Полезный», обогащенный кальцием и ацидофильной палочкой, может быть рекомендован для питания населения в составе ежедневного рациона всех возрастных групп с целью укрепления костной ткани и профилактики остеопороза, нарушения качественного и количественного состава кишечной микрофлоры человека, повышения иммунитета и оздоровления организма человека в целом.

Предложенная и описанная в технологической инструкции на кефир «Полезный», обогащенный кальцием и ацидофильной палочкой [29-А], технология обогащения лактатом кальция в виде пастеризованного раствора может быть использована при разработке и производстве широкого ассортимента кисломолочных продуктов, обогащенных кальцием.

Разработанные и утвержденные в установленном порядке ускоренные метод определения ингибирующих веществ в молоке [31-А] и метод определения левомицетина в молоке [32-А] внедрены в учебный процесс, апробированы в производственных условиях ОАО «Чаусский маслодельно-сыродельный завод» и могут найти практическое применение на предприятиях молочной промышленности для оперативного контроля молока-сырья и обеспечения тем самым производство безопасных молочных продуктов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в научных журналах:

1-А Коротченко, Н.Ф. Протеолитическая активность микроорганизмов заквасок для ферментированных продуктов / Н.Ф. Коротченко, Т.Л. Шуляк // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук / редкол.: В.Г. Гусаков (гл.ред.), И.М. Богдевич [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2005. – № 5. – С. 213-215.

2-А Шуляк, Т.Л. Исследование физиолого-биохимических свойств микроорганизмов заквасок для кисломолочных продуктов / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко, А.В. Веренич // Вест. Мог. гос. ун-та продовольствия. – 2006. – № 1. – С. 50-56.

3-А Шуляк, Т.Л. Использование кальцийсодержащих добавок в производстве кисломолочных продуктов / Т.Л. Шуляк., Н.Ф. Коротченко, Т.Н. Гацко // Вест. Мог. гос. ун-та продовольствия. – 2007. – № 2 – С. 59-64.

4-А Шуляк, Т.Л. Совершенствование метода определения ингибирующих веществ в молоке / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко // Молочная промышленность. – 2007. – № 11. – С. 26-27.

5-А Шуляк, Т.Л. Определение левомицетина в молоке / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко, Н.П. Герасимова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 5 – С. 31–34.

6-А Коротченко, Н.Ф. Устойчивость к антибиотикам заквасочной микрофлоры для ферментированных молочных продуктов / Н.Ф. Коротченко, Т.Л. Шуляк // Молодежь в науке-2007: прил. к журн. «Весці Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі». В 4 ч. Ч.4. Серия аграрных наук / редкол.: В.Г. Гусаков (гл.ред.), И.М. Богдевич [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2008. – С. 349–354.

7-А Шуляк, Т.Л. Образование ароматических и вкусовых веществ в кисломолочных продуктах функционального назначения / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко, О.М. Баранов // Вест. Мог. гос. ун-та продовольствия. – 2008. – № 2 (5). – С. 30–35.

8-А Шуляк, Т.Л. Исследование реологических свойств кисломолочных продуктов функционального назначения / Т.Л. Шуляк, В.А. Шуляк, Н.Ф. Коротченко // Молочна промысловісь. – 2009. – № 2 (51). – С. 51–54.

Статьи в сборниках научных трудов:

9-А Шуляк, Т.Л. Устойчивость к левомицетину заквасочных культур / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко, Н.П. Герасимова, И.А. Лебедева // Техника и

технология пищевых производств: Сб. науч. трудов по материалам V Междунар. науч.-техн. конф.: Т.С. Хасаншин (отв.ред.) и [др.]. – Могилев, 2005. – С. 38-41.

10–А Шуляк, Т. Создание кисломолочного продукта противо-аллергического назначения / Т. Шуляк, Н. Коротченко // Химия и технология пищи: науч. тр. / Пищевой институт Каунасского технол. ун-та; редкол.: J. Šalomskienė (отв. ред.) [и др.]. – Каунас, 2007. – Т. 41. – № 2. – С. 98-105.

Статьи в сборниках материалов конференций, тезисы докладов:

11–А Шуляк, Т.Л. Стрептомицинорезистентность заквасочных культур, используемых в молочной промышленности / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: Материалы Междунар. конф., Минск, 26-28 мая 2004 г. – Минск, 2004. – С. 172-174.

12–А Шуляк, Т.Л. Определение хлорамфеникола в молоке / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко, Н.П. Герасимова, И.А. Лебедева // Техника и технология пищевых производств: Тез. докл. V Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 18-20 мая 2005 г. – Минск, 2005. – С. 149-150.

13–А Коротченко, Н.Ф. Влияние хлорамфеникола на культуры заквасок / Н.Ф. Коротченко, Т.Л. Шуляк // Пищевая безопасность: Сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Бухара, 20-22 сентября 2005 г. – Бухара, 2005. – С. 68-69.

14–А Шуляк, Т. Антибиотикорезистентность микроорганизмов заквасок, используемых в молочной промышленности / Т. Шуляк, Н. Коротченко, И. Лебедева // New Technologies in Traditional Food: Reports of International Scientific Practical Conference, Jelgava, 11.05.2005. – Jelgava, 2005. – С. 109-113.

15–А Коротченко, Н.Ф. Исследование протеолитической активности заквасок и бакконцентратов для кисломолочных продуктов / Н.Ф. Коротченко, Е.П. Киреенко, Т.Л. Шуляк // Техника и технология пищевых производств: Тез. докл. V Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 26-27 апреля 2006. – Могилев, 2006. – С. 178-179.

16–А Коротченко, Н.Ф. Исследование сезонных изменений содержания кальция в молоке / Н.Ф. Коротченко, Т.Л. Шуляк // Техника и технология пищевых производств: Тез. докл. V Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 26-27 апреля 2006 г. – Могилев, 2006. – С. 179

17–А Шуляк, Т.Л. Обогащение молочных продуктов кальцийсодержащими добавками / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко, О.Л. Носова // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія : Матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 23-24 травня 2006 р. – Харків, 2006. – С. 551-553.

18–А Шуляк, Т.Л. Влияние антибиотиков на развитие микроорганизмов заквасок и концентратов в молоке / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: Материалы Междунар. конф., Минск-Раков, 1-2 июня 2006 г. - Минск, 2006. - С. 73-75.

19–А Шуляк, Т.Л. Создание функционального кисломолочного продукта, обогащенного кальцийсодержащими добавками и пробиотическими культурами / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко, А.В. Веренич // Основные направления функционального питания и безопасность пищевых продуктов: Материалы Всеросс. науч. молодежной конф. с междунар. участием, ВСГТУ, 4-7 сентября 2006 г. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – С. 87-88.

20–А Шуляк, Т.Л. Использование пробиотических культур ацидофильной палочки в производстве кефирного продукта / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко, О.Н. Новикова, И.Ю. Дранич // Пищевые технологии: тез. докл. Всеросс. конф. молодых ученых с междунар. участием, Казань, 9-10 апреля 2007 г. / Казанский госуд. технол. ун-т; под общ. ред. проф. А.Н. Николаева. – Казань: Изд-во «Отечество», 2007. – С. 260.

21–А Шуляк, Т.Л. Совершенствование метода определения ингибирующих веществ в молоке / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко, В.В. Бегун, А.М. Жерносек // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VI Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 22-23 мая 2007г. / УО «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО «МГУП», 2007. – С. 174.

22–А Шуляк, Т.Л. Обогащение кефира пробиотическими культурами ацидофильной палочки / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко // Совершенствование технологий и оборудования пищевых производств: часть 2, сб. докл. VI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Минск, 2-3 окт., 2007 г.) / науч. практ. центр НАН Беларуси по продов., редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. – Несвиж: Несв. укрупн. тип., 2007. – С. 19-23.

23–А Шуляк, Т. Создание кисломолочного продукта противоаллергического назначения / Т. Шуляк, Н. Коротченко // Development of foods with higher quality and biological value and investigation of their impact on human health: International scientific conference, Kaunas, 19 October 2007. - Kaunas, 2007. - С. 80-81.

24–А Коротченко, Н.Ф. Исследование биохимических процессов при производстве кисломолочного продукта функционального назначения / Н.Ф. Коротченко, Н.А. Ребова, И.В. Хвойницкая, Т.Л. Шуляк // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VI Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, 24-25 апреля 2008 г., Могилев/ УО «Могилевский

государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО «МГУП», 2008. – С. 242-243.

25–А Коротченко, Н.Ф. Разработка технологии кисломолочного продукта функционального назначения / Н.Ф. Коротченко, Т.Л. Шуляк // Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: Тези доповдей 74 Наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів. Київ, 21-22 квітня 2008 р. – Київ, 2008. – С. 302.

26–А Коротченко, Н.Ф. Изучение реологических свойств обогащенного кефира / Н.Ф. Коротченко // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VII Междунар. науч. - техн. конф., 21-22 мая 2009 г., Могилев/ УО «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: УО «МГУП», 2009. – С. 237.

Патент на изобретение:

27–А Способ определения левомицетина в молоке: пат. 11240 Респ. Беларусь, МПК(2006) G 01N 33/02 / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко; заявитель Могил. гос. ун-т прод-я. - № а 20060502; заявл. 25.05.2006; опубл. 30.10.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці – 2008. – № 5. – С. 130.

Технические нормативные правовые акты:

28–А Кефир обогащенный «Полезный». Технические условия.: ТУ ВУ 700036606.089-2008 / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко. - Утв. ректором учреждения образования «Мог. гос. ун-т продовольствия» 25.08.2008. – Введ. 15.12.2008. – Могилев: Мог. гос. ун-т продовольствия, 2008. – 16 с.

29–А Технологическая инструкция по производству кефира обогащенного «Полезный»: ТИ ВУ 700036606.037-2008 / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко. – Утв. ректором учреждения образования «Мог. гос. ун-т продовольствия» 25.08.2008. – Введ. 15.12.2008. – Могилев: Мог. гос. ун-т продовольствия, 2008. – 8 с.

30–А Рецептуры: Кефир «Полезный», обогащенный кальцием РЦ ВУ 700036606.074-2008; Кефир «Полезный», обогащенный ацидофильной палочкой РЦ ВУ 700036606.075-2008; Кефир «Полезный», обогащенный кальцием и ацидофильной палочкой РЦ ВУ 700036606.071-2008 / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко. – Утв. ректором учреждения образования «Мог. гос. ун-т продовольствия» 25.08.2008. - Введ. 15.12.2008. – Могилев: Мог. гос. ун-т продовольствия, 2008. – 10 с.

31–А Метод определения ингибирующих веществ в молоке с индикатором резазурином: МВИ. МГ 218-2010 / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко. – 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.

32- А Метод определения левомицетина в молоке: МВИ. МГ 219-2010 / Т.Л. Шуляк, Н.Ф. Коротченко. – Утв. ректором учреждения образования «Мог. гос. ун-т продовольствия» 17.02.2010. – Введ. 17.02.2010. – Могилев: Мог. гос. ун-т продовольствия, 2010. – 5 с.

ЦИТИРУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Горбачев, В.В. Витамины, микро- и макроэлементы: справочник / В.В. Горбачев, В.Н. Горбачева. – Минск: Книжный дом, Интерпрессервис, 2002. – 544 с.

2 Зобкова, З.С. Молочные продукты с витаминами / З.С. Зобкова // Молочная промышленность. – 2004. – № 5. – С. 28-30.

3 Детское питание / М.В. Чичко [и др.]; под ред. А.В. Дечко. – Минск: Современное слово, 2001. – 256 с.

4 Шевелева, С.А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса / С.А. Шевелева // Вопросы питания. – 1999. – № 3. – С. 32-40.

5 Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.

6 Евелева, В.В. Лактаты – полифункциональные добавки / В.В. Евелева, Г.А. Кесоян // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2003. – №1. – С. 38-40.

РЭЗЮМЭ
Каротчанка Наталля Фёдараўна

**Тэхналогія вытворчасці кісламалочнага прадукта,
узбагачанага кальцыем і прабіятычнай мікрафлорай**

Ключавыя словы: лактат кальцыю, ацыдафільная палачка, узбагачэнне, кефір, структурна-механічныя характарыстыкі, фізіка-хімічныя паказчыкі якасці, органалептычныя паказчыкі, біяхімічныя паказчыкі, мікрабіялагічныя паказчыкі.

Дысертацыя прысвечаная распрацоўцы тэхналогіі вытворчасці кісламалочнага прадукта, узбагачанага кальцыем і прабіятычнай мікрафлорай.

Былі распрацаваны паскораныя метады ўваходнага кантролю малака-сыравіны: метады азначэння інгібіруючых рэчываў у малаку з індикатарам рэзазурынам, метады азначэння левамецытыну ў малаку. Былі ўзгодненыя і зацверджаныя ва ўсталяваным парадку метадыкі выканання вымярэнняў для распрацаваных метадаў.

Даследаваны біяхімічныя ўласцівасці (пратэялітычная актыўнасць, устойлівасць да антыбіётыкаў) бактэрыяльных заквасак і канцэнтратаў для кісламалочных прадуктаў. Вывучаны і абгрунтаваны спосаб узбагачэння кефіру прабіятычнай мікрафлорай закваскі АВ і бакканцэнтрату КБСАП-І ацыдафільнай палачкі.

Даследаваны сезонныя змены змяшчэння кальцыю ў малаку-сыравіне, якое перапрацоўваецца у Рэспубліцы Беларусь, якія дазволілі абгрунтаваць дозу занясення кальцыйзмяшчаючых дадаткаў у кісламалочны прадукт для задавальнення сутачнага запатрабавання ў кальцыі розных груп насельніцтва.

Распрацаваны і навукова абгрунтаваны спосаб узбагачэння кефіру лактатам кальцыя ў выглядзе пастэрызаванага раствора. Вывучанае ўплыў лактата кальцыя на кінэтыку структураўтварэння згустку.

Паказана ўплыў лактата кальцыя і ацыдафільнай палачкі на органалептычныя, фізіка-хімічныя, біяхімічныя, мікрабіялагічныя паказчыкі гатовага прадукта і пры яго захоўванні. Вызначаны тэрмін прыдатнасці прадукта.

Распрацавана тэхналогія вытворчасці кефіру, узбагачанага кальцыем і ацыдафільнай палачкай.

Распрацаваны, узгоднены і зацверджаны ва ўсталяваным парадку тэхнічныя нарматыўныя прававыя акты на кефір узбагачаны "Палезны": тэхнічныя ўмовы, тэхналагічная інструкцыя, рэцэптуры.

РЕЗЮМЕ

Коротченко Наталья Федоровна

Технология производства кисломолочного продукта, обогащенного кальцием и пробиотической микрофлорой

Ключевые слова: лактат кальция, ацидофильная палочка, обогащение, кефир, структурно-механические характеристики, физико-химические показатели качества, органолептические показатели, биохимические показатели, микробиологические показатели.

Диссертация посвящена разработке технологии производства кисломолочного продукта, обогащенного кальцием и пробиотической микрофлорой.

Разработаны ускоренные методы входного контроля молока-сырья: метод определения ингибирующих веществ в молоке с индикатором резазурином, метод определения левомицетина в молоке. Согласованы и утверждены в установленном порядке методики выполнения измерений для разработанных методов.

Исследованы биохимические свойства (протеолитическая активность, устойчивость к антибиотикам) бактериальных заквасок и концентратов для кисломолочных продуктов. Изучен и обоснован способ обогащения кефира пробиотической микрофлорой закваски АВ и бакконцентрата КБСАП-1 ацидофильной палочки.

Исследованы сезонные изменения содержания кальция в молоке-сырье, перерабатываемом в Республике Беларусь, которые позволили обосновать дозу внесения кальцийсодержащих добавок в кисломолочный продукт для удовлетворения суточной потребности в кальции различных групп населения.

Разработан и научно обоснован способ обогащения кефира лактатом кальция в виде пастеризованного раствора. Изучено влияние лактата кальция на кинетику структурообразования сгустка.

Показано влияние лактата кальция и ацидофильной палочки на органолептические, физико-химические, биохимические, микробиологические показатели готового продукта и при его хранении. Определен срок годности продукта.

Разработана технология производства кефира, обогащенного кальцием и ацидофильной палочкой.

Разработаны, согласованы и утверждены в установленном порядке технические нормативные правовые акты на кефир обогащенный «Полезный»: технические условия, технологическая инструкция, рецептуры.

THE RESUME
Korotchenko Natalia Fedorovna

**The technology of a fermented milk product
enriched by calcium and probiotic microflora**

Keywords: calcium lactate, *Lactobacillus acidophilus*, enrichment, kefir, structurally-mechanical characteristics, physical and chemical indicators of quality, sensory indicators, biochemical indicators, microbiological indicators.

The dissertation is devoted working out of the technology of the fermented milk product enriched by calcium and probiotic microflora.

The accelerated methods of the entrance control of milk-raw materials are developed: a definition method inhibitory substances in milk with the indicator пезазурином, a definition method levomicetin in milk. Techniques of performance of measurements for the developed methods are co-ordinated and confirmed when due hereunder.

Biochemical properties (proteolity activity, stability to antibiotics) bacterial ferments and concentrates for fermented milk products are investigated. The way of enrichment of yoghurt probiotic microflora of ferment *Lactobacillus acidophilus* is studied and proved.

Seasonal changes of the maintenance of calcium in the milk-raw materials processed in Byelorussia which have allowed to prove an entering dose calcium including additives in fermented milk product for satisfaction of daily requirement in calcium for various groups of the population are investigated.

The way of enrichment of kefir by calcium lactate in the form of the pasteurised solution is developed and scientifically proved. Influence calcium lactate on kinetic clot structurizations is studied.

Influence calcium lactate and *Lactobacillus acidophilus* on органолептические, physical and chemical, biochemical, microbiological indicators of a ready product is shown and at its storage. Product working life is defined.

The technology of the yoghurt enriched by calcium and *Lactobacillus acidophilus* is developed.

Technical standard legal certificates on kefir enriched "Useful" are developed, ordinated and confirmed: specifications, the technological instruction, compoundings.

