

АВТОРЕФЕРАТ
А 50

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

АЛИЕВ Иса Алиевич

УДК 637.14:664.8/9

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СУХОГО И ЖИДКОГО
КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА, ВЫРАБОТАННОГО
ИЗ МОЛОКА КОНЦЕНТРИРОВАННОГО
УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЕЙ

Специальность 05.18.13 – технология консервированных
пищевых продуктов

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса – 1987

Работа выполнена на кафедре технологии молока и сушки пищевых продуктов Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор
М. А. Гришин

Научный консультант – кандидат технических наук, доцент
А. П. Чагаровский

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
М. И. Беляев

кандидат технических наук, доцент
Е. В. Щербакова


Ведущее предприятие – Производственно-экспериментальный завод Всесоюзного научно-исследовательского и конструкторского института молочной промышленности

Защита состоится "10" ~~сентября~~^{ноября} 1987 г³⁰ на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова, 270039, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "6" ~~ноября~~^{ноября} 1987 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат технических наук,
доцент


Е. Г. Кротов

О. В. 16003

Поверніть книгу не пізніше
зазначеного терміну

ОНАХТ 21.10.10
Разработка технологи



v016003

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Историческим XXVII съездом КПСС и июньским 1987 года Пленумом ее Центрального Комитета, посвященном коренной перестройке управления экономикой, перед народным хозяйством страны поставлены грандиозные задачи по переводу всех отраслей на новый более интенсивный и экономичный путь развития. Решение поставленных задач в современных условиях возможно только на основе освоения и внедрения новых энерго- и ресурсосберегающих технологий, а также совершенствования существующих технологических процессов. В полной мере это относится и к молочной отрасли агропромышленного комплекса страны. Особая роль в выполнении задач, поставленных партией и правительством принадлежит мембранным методам обработки молока, перспективность применения которых предопределяется достижением значительного экономического эффекта, а также возможностью получения молочных продуктов высокого качества и биологической ценности. В настоящее время в молочной промышленности благодаря применению мембранной техники возникло направление – мембранная технология, позволяющее с новых позиций решать вопросы производства традиционных молочных продуктов, а также открывающее большие перспективы создания продуктов питания с регулируемым минеральным и аминокислотным составом. Развитию этого направления способствовали работы советских ученых Н. Н. Липатова, М. А. Гришина, Е. А. Фетисова, П. Ф. Крашенина, А. В. Конанькина, А. П. Чагаровского, А. И. Гончарова, В. А. Лялина и других. В трудах, выполненных этими специалистами, показано, что мембранные процессы, в частности ультрафильтрация (УФ), наилучших результатов достигает при производстве продуктов в основе технологии которых лежит коагуляция белковой фазы молока. Это производство твердых и мягких сыров, творога и других кисломолочных продуктов. Среди перечисленных молочных изделий следует особо выделить группу кисломолочных напитков – продукции, выпускающейся в наиболее массовом масштабе. В ассортимент этой группы входят напитки, технология которых предусматривает повышение массовой доли сухих веществ в исходном сырье. К таким продуктам относятся: кефир таллинский, кефир "Особый", йогурт и ряд других. Существующая технология их производства далека от совершенства лишь только потому, что для повышения массовой доли сухих веществ в молоке используют дорогостоящие молочнoбелковые добавки (сухое цельное и обезжиренное молоко, казеинаты, копреципитаты, концентрат натурального казеина). Кроме того, технология получения таких добавок как казеинаты, копреципитаты пре-

дусматривает применение электролитов и коагулянтов, а также химических веществ (щелочей и кислот), которые приводят к структурно-механическим и химическим изменениям, вызывающим потерю нативных свойств белков молока, что является нежелательным и снижает биологическую ценность конечных продуктов.

К сожалению, до настоящего времени отсутствуют какие-либо конкретные технологические разработки, касающиеся получения кефира с применением УФ. В этой связи работы, направленные на совершенствование технологии кисломолочных напитков с повышенным содержанием сухих веществ на основе УФ концентрирования молока, являются актуальными и требуют незамедлительного решения. Следует подчеркнуть, что совершенствование технологии кефира вызывает необходимость уточнения технологических параметров консервирования этого продукта методом сублимационной сушки. Решение этой задачи тоже имеет важное значение.

Цель работы и задачи исследований. Целью настоящей диссертации, выполняемой в рамках целевой комплексной научно-технической программы Госагропрома СССР, является разработка технологии сухого и жидкого кисломолочного напитка с повышенным содержанием сухих веществ (кефира "Особого") на основе применения УФ. Для достижения поставленной цели были сформулированы и решались следующие задачи:

- изучить характеристики и свойства, а также определить режимы эксплуатации новых видов УФ мембран, выпускаемых отечественной химической промышленностью;
- исследовать влияние тепловой обработки ультрафильтрационных концентратов (УФК) на его микробиологические показатели и фракционный состав белковой фазы;
- исследовать процесс кислотной коагуляции УФК, синергетические и структурно-механические свойства полученных из них сгустков;
- разработать технологические схемы производства сухого и жидкого кефира "Особого" из УФК;
- определить биологическую ценность кисломолочных напитков, выработанных из УФК;
- уточнить технологические параметры сублимационной сушки кефира "Особого", полученного из УФК;
- разработать и утвердить техническое задание на кефир "Особый".

Объекты исследования. Объектами исследований в ходе выполне-

ния настоящей диссертационной работы являлись: УФ мембраны первого поколения УАМ 500, второго поколения УПМ и мембраны Рипор 1, Рипор 2, Рипор 3, Рипор 4, УФК обезжиренного молока с массовой долей сухих веществ 8,0...13,0%, комплексе синергетических и структурно-механических свойств кислотных сгустков, процесс кислотной коагуляции УФК, процесс сублимационной сушки кефира "Особого", выработанного из УФК обезжиренного молока.

Метод исследований. При выполнении диссертационной работы использовались общепринятые и стандартные методы для анализа молока и молочных продуктов; методы инженерной физико-химической механики с применением компьютеризированного реовискозиметра Реотрон фирмы "Brabender", метод диск-электрофореза; методы исследований структур с помощью электронно-сканирующего микроскопа "JSM-50".

Научная новизна. Установлено, что исследуемые УФ мембраны относятся к уплотняющимся мембранам и им присуще наличие максимально-допустимых, а для некоторых видов и критических величин давлений фильтрации. Выявлено, что тепловая обработка УФК обезжиренного молока при температуре 85...92°C, выдержка 2...10 мин приводит практически к полной денатурации сывороточных белков. Установлено, что кислотные сгустки, полученные из УФК обезжиренного молока, подвергнутые тепловой обработке при режимах, характерных для кисломолочных напитков, обладают высокой гидрофильностью и отделяют сыворотки меньше, чем сгустки, полученные из обезжиренного молока, нормализованные казеинами, копреципитатами и сухим молоком. Вязкость, предельное напряжение сдвига сгустков повышается при увеличении массовой доли сухих веществ в УФК. Показано, что структура сгустков, полученных из УФК более однородна, в сравнении со структурой сгустков, выработанных из молочного сырья нормализованного казеинатом в соответствии с ТУ 49 463-78 и сухим молоком. Получены зависимости реологических характеристик кислотных сгустков при различном содержании сухих веществ, от градиента скорости сдвига, общий вид которых хорошо описывается уравнением Освальда-де-Валье.

Практическая ценность работы. Определены режимы эксплуатации УФ мембран первого и второго поколения. Показано, что УФ мембраны Рипор 1, Рипор 2, Рипор 3, Рипор 4 имеют худшие характеристики (производительность) в сравнении с мембранами УАМ-500 и УПМ. Установлено, что для УФ мембран УАМ-500 и УПМ следует использовать моющие и дезинфицирующие растворы рН, которых не должно быть ниже 2. На базе обобщения результатов экспериментальных исследований разработана технология кефира "Особого", за счет исключения внесе-

ния дорогостоящих молочно-белковых концентратов (сухого молока, казеинатов, копреципитатов, концентрата натурального казеина). Предложено эти продукты вырабатывать из молока концентрированного УФ. Разработано и утверждено техническое задание на производство кефира "Особого" с применением УФ. Уточнены параметры сублимационной сушки кефира "Особого", выработанного из молока концентрированного УФ, которые проверены в производственных условиях производственно-экспериментального завода Всесоюзного научно-исследовательского и конструкторского института молочной промышленности.

Расчетный экономический эффект при производстве кефира "Особого" по предложенной технологии составляет 8,7...10,02 рублей на тонну продукта.

Апробация диссертационной работы. Основные положения диссертации доложены и одобрены: на Всесоюзной научной конференции "Проблемы индустриализации общественного питания страны" (Харьков, 1984 г.); на II и III республиканских семинарах по мембранам (Одесса, 1985, 1986 гг.); на вечере в Московском Доме ученых АН СССР, посвященном применению мембранной технологии в народном хозяйстве (Москва, 1985 г.); на республиканской научно-технической конференции "Мембранная технология в пищевой промышленности" (Херсон, 1986 г.); Всесоюзной научно-технической конференции "Теоретические и практические аспекты применения методов инженерной физико-химической механики с целью совершенствования и интенсификации технологических процессов пищевой промышленности" (Москва, 1986 г.); научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава Одесского технологического института пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова (1985, 1986, 1987 гг.); на межфакультетском заседании Одесского технологического института пищевой промышленности им.М.В.Ломоносова (1987 г.).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано: 1 брошюра, 3 статьи и получено положительное решение ВНИИПЭ по заявке на авторское свидетельство.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, включающих обзор литературы, организацию, технику и методы исследований, экспериментальную часть, выводы по работе, список использованной литературы, содержащий 156 наименований, в том числе зарубежных источников и приложения.

Работа изложена на 122 страницах машинописного текста, включает 26 рисунков и 20 таблиц.

На защиту выносятся: результаты исследований УФ мембран; результаты исследований технологического процесса производства кефира

"Особого" из молока концентрированного УФ; режимы сублимационной сушки кефира "Особого", выработанного из УФ концентрата.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе "Обзор литературы" приведена краткая характеристика кисломолочных продуктов, выпускаемых отечественной молочной промышленностью. Проанализированы и рассмотрены технологии их производства. Среди выпускаемых кисломолочных напитков особо выделена группа продуктов с повышенным содержанием сухих веществ, к которой относятся: кефир таллинский, кефир "Особый". Технология названных напитков предусматривает внесение молочно-белковых добавок в виде сухого цельного и обезжиренного молока, казеинатов, копреципитатов, концентрата натурального казеина. Анализ технологий этих добавок показал, что в процессе их получения используют электролиты, коагулянты, щелочи, кислоты на различных стадиях производства, что приводит к потере нативных свойств белков исходного молочного сырья. Кроме того, стоимость всех видов сухих молочно-белковых концентратов высока, что приводит к значительному увеличению статьи "Сырье и основные материалы", и получению низкой прибыли от реализации кисломолочных напитков с повышенным содержанием сухих веществ. Рассмотрена сущность мембранных процессов, в основе которых лежит использование полупроницаемых мембран. Показано, что изыскание новых видов мембран с высокой производительностью будет способствовать повышению эффективности этих методов обработки молока. Проанализировано современное состояние вопроса в области технологии цельномолочной продукции, кисломолочных продуктов и сыров на основе применения мембранной техники. Показано, что УФ обработка молока позволяет улучшить качество выпускаемой продукции, увеличить выход и дает значительный экономический эффект. На основании анализа сведений, проведенных в данной главе обоснованы и сформулированы задачи исследований настоящей диссертационной работы.

Во второй главе "Организация, техника и методы исследований" приведена схема экспериментальных исследований (рисунок I), описана лабораторная УФ установка, представляющая собой емкость с мешалкой для принудительной турбулизации фильтруемой жидкости, на дне которой расположена УФ мембрана; УФ установка с фильтрующими пластинами конструкции ВНИЭКИ продмаш, площадь фильтрации $1...2 \text{ м}^2$; лабораторно-пилотная УФ установка УР 35-2,25 датской

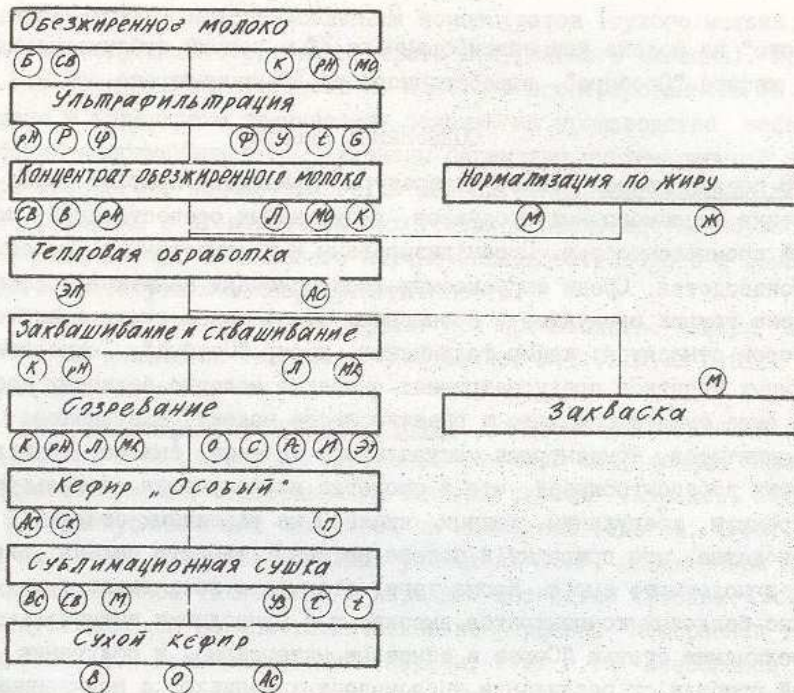


Рис. I. Схема проведения экспериментальных исследований:

(Б) – массовая доля белка; (СВ) – массовая доля сухих веществ; (К) – титруемая кислотность; (рН) – активная кислотность; (М/О) – микробиологические показатели; (G) – производительность мембран; (У) – селективность мембран; (Р) – давление ультрафилтрации; (Т) – температура; (Ф) – фактор концентрирования; (У) – усадка мембран; (Л) – массовая доля лактозы; (Ж) – массовая доля жира; (М) – масса; (Э) – время; (ЭТ) – эффективность пастеризации; (ДС) – денатурационные свойства; (М) – массовая доля молочной кислоты; (О) – органолептическая оценка; (С) – синергетические свойства; (РС) – реологические свойства; (И) – время истечения; (ЭТ) – массовая доля спирта; (АС) – аминокислотный состав; (СК) – аминокислотный скор; (П) – перевариваемость; (УЗ) – электронномикроскопические исследования; (УЗ) – удельная загрузка; (ВС) – влагосодержание.

фирмы DSS, площадью фильтрации $2,25 \text{ м}^2$, лабораторная пастеризационно-охлажденная установка шведской фирмы "Альфа-Лаваль", экспериментальная установка сублимационной сушки, созданная на кафедре технологии молока и сушки пищевых продуктов. Приведены общепринятые стандартные методики анализа молока и молочных продуктов, используемые в работе при выполнении экспериментальных исследований.

Третья глава "Исследование отечественных УФ мембран" посвящена изучению характеристик, свойств и режимов эксплуатации УФ мембран первого поколения УАМ-500, второго поколения УПМ и УФ мембран Рипор I, Рипор 2, Рипор 3, Рипор 4.

Установлено, что в начальный период эксплуатации УФ мембраны УАМ-500, УПМ, Рипор I, Рипор 2 не обладают стабильностью такой характеристики как производительность (по дистиллированной воде), которая заметно снижается. Предложен показатель, учитывающий эти изменения, названный коэффициентом усадки мембран, равный соответственно для УАМ-500 – $0,45 \dots 0,50$; УПМ – $0,6 \dots 0,65$; Рипор I – $0,50 \dots 0,55$; Рипор 2 – $0,40 \dots 0,45$; Рипор 3 и Рипор 4 – $1,0$.

Изучение зависимости производительности мембран от давления фильтрации показало, что для всех видов мембран имеются конкретные значения максимально допустимых давлений фильтрации. Эти величины равны для УАМ-500 – $0,35 \dots 0,45 \text{ МПа}$, УПМ – $0,35 \dots 0,50 \text{ МПа}$, Рипор I – $0,20 \dots 0,25 \text{ МПа}$, Рипор 2, Рипор 3, Рипор 4 – $0,35 \dots 0,45 \text{ МПа}$. Кроме того, в исследуемом диапазоне давлений ($0 \dots 1,0 \text{ МПа}$) для мембран УАМ-500, Рипор I и Рипор 2 присуще наличие критических величин давлений фильтрации, по достижении которых резко снижается их производительность. Такое явление наблюдается у УАМ-500 при достижении $0,7 \dots 0,75 \text{ МПа}$ и $0,9 \dots 0,95 \text{ МПа}$, у Рипор I – $0,25 \dots 0,35 \text{ МПа}$ и $0,7 \dots 0,8 \text{ МПа}$, Рипор 2 – $0,8 \dots 0,9 \text{ МПа}$.

Установлено, что рН фильтруемого раствора оказывает существенное влияние на удельную проницаемость мембран УАМ-500, УПМ и Рипор I. У мембран УПМ и УАМ-500 происходит резкое ухудшение проницаемости при рН обрабатываемой жидкости < 2 , а у Рипор I при рН $< 1,0$. Использование раствора с рН ниже указанных приводит к "химической" усадке мембран. На остальные мембраны рН фильтруемого раствора влияния не оказывает.

Установлено, что высокие температуры фильтрации оказывают негативное воздействие на мембраны марки Рипор. При достижении тем-

пературы фильтрации $t = 40^{\circ}\text{C}$ происходит снижение проницаемости мембран за счет известного явления "отжига". Определены основные характеристики мембран при УФ обработке обезжиренного молока, которые приведены в табл. I.

Таблица I

Характеристики	Марка мембраны					
	УАМ-500	УПМ	Рипор 1	Рипор 2	Рипор 3	Рипор 4
Производительность, кг/м ² -г	24,6	25,0	12,0	11,0	10,0	5,0
Селективность по белку, %	92,0	92,5	93,0	94,0	93,0	94,0
по лактозе	8,0	8,5	12,7	12,7	8,6	6,0

Анализируя данные таблицы, а также обобщая изложенные выше результаты исследований, можно сделать вывод, что наилучшими мембранами для обработки молочного сырья являются мембраны УАМ-500 и УПМ.

Четвертая глава "Технологические особенности производства кисломолочных напитков из молока, концентрированного УФ". При УФ обработке в обезжиренном молоке повышается массовая доля высокомолекулярных соединений, нерастворимых минеральных веществ, находящихся в коллоидной форме и концентрируются микроорганизмы. Изучение микробиологических показателей УЖ непастеризованного обезжиренного молока показало, что при используемых температурных режимах фильтрации ($51 \pm 1^{\circ}\text{C}$) общее количество микроорганизмов резко возрастает при увеличении фактора концентрирования. Так, при массовой доле сухих веществ в концентрате 9% количество микроорганизмов составляло $591 \cdot 10^3$ бак/мл; 10% - $721 \cdot 10^3$ бак/мл; 11% - $816 \cdot 10^3$ бак/мл; 13% - $857 \cdot 10^3$ бак/мл. Анализ результатов свидетельствует о том, что выявленная зависимость носит нелинейный характер, т.е. при температуре 50°C определенная часть микроорганизмов подавляется. Увеличение общего содержания микроорганизмов в непастеризованном обезжиренном молоке в процессе УФ может привести к получению неблагоприятного с микробиологической точки зрения сырья. В этой связи для УФ обработки необходимо использовать только пастеризованное молочное сырье.

Изучено влияние режимов тепловой обработки используемых в производстве кисломолочных напитков ($85...87^{\circ}\text{C}$, выдержка 5...10 мин и $90...92^{\circ}\text{C}$, выдержка 2...3 мин) на микробиологические показатели УЖ обезжиренного молока с массовой долей сухих веществ

8,5...13,0% установлено, что данные режимы обеспечивают получение сырья, микробиологические показатели которого удовлетворяют требованиям, предъявляемым к молоку, идущему на производство кисломолочных напитков. Эффективность пастеризации во всех случаях очень высока и находится в пределах 99,5...99,9%.

Выявлено влияние режимов пастеризации на степень денатурации сывороточных белков УЖ обезжиренного молока (табл. 2).

Таблица 2

№ пп	Исследуемый объект	Режим пастеризации	Массовая доля, %		Относительный денатурационный эффект, %
			общий белок	нативные сывороточные белки	
1. УЖ (9% сухих веществ)	непастеризованный	-	3,7	0,81	-
	пастеризованный	$85...87^{\circ}\text{C}$ (5...10 мин) $90...92^{\circ}\text{C}$ (2...3 мин)	3,7	0,05	94,2
2. УЖ (10% сухих веществ)	непастеризованный	-	4,7	1,0	-
	пастеризованный	$85...87^{\circ}\text{C}$ (5...10 мин) $90...92^{\circ}\text{C}$ (2...3 мин)	4,7	0,06	94,6
3. УЖ (11% сухих веществ)	непастеризованный	-	5,6	1,23	-
	пастеризованный	$85...87^{\circ}\text{C}$ (5...10 мин) $90...92^{\circ}\text{C}$ (2...3 мин)	5,6	0,06	95,1
4. УЖ (13% сухих веществ)	непастеризованный	-	6,5	1,43	-
	пастеризованный	$85...87^{\circ}\text{C}$ (5...10 мин) $90...92^{\circ}\text{C}$ (2...3 мин)	6,5	0,07	95,5

Как видно из представленной таблицы, тепловая обработка УЖ обезжиренного молока при традиционных режимах пастеризации обеспечивает практически полную денатурацию всех сывороточных белков.

Следующий этап исследований посвящен изучению процесса сквашивания и созревания кислотных стустков, полученных из УЖ обезжиренного молока. В ходе этих процессов определяли изменение титруемой и активной кислотности, содержание лактозы молочной кислоты и этилового спирта.

Динамика изменения титруемой кислотности, pH, лактозы, молочной кислоты в процессе сквашивания УЖ обезжиренного молока носит практически одинаковый характер. Установлено, что массовая доля этилового спирта во всех образцах кефира составляет 0,07...0,085%.

Выполненные исследования свидетельствуют о правомерности использования традиционных режимов сквашивания и созревания при производстве кефира из УЖ обезжиренного молока.

Важными характеристиками, предопределяющими качественные показатели кефира, являются синергетические и реологические свойства сгустков.

Изучение процесса синерезиса показало, что при увеличении массовой доли сухих веществ в УЖ наблюдается естественная закономерность снижения количества выделившейся сыворотки. Основываясь на работах Н.Н.Дипятова младшего и А.П.Чагаровского, для оценки качественной картины процесса синерезиса можно использовать следующее выражение:

$$Aq(c) = K \left(\frac{10\mathcal{F}}{c} - \frac{\sqrt{2\mathcal{F}}}{c} \right) \frac{1}{Dc\delta}, \quad (1)$$

где: $Aq(c)$ – количество выделившейся сыворотки; c – концентрация белка в концентрате; $Dc\delta$ – величина, учитывающая степень денатурации сывороточных белков.

Повышение массовой доли сухих веществ в УЖ обезжиренного молока приводит к увеличению значений таких реологических показателей, как вязкость и предельное напряжение сдвига, кефира. Анализ кривых течения сгустков кефира, полученных из УЖ показал, что их можно рассмотреть как псевдопластичные неньютоновские жидкости, которые хорошо описываются законом Освальда де Валье:

$$\mathcal{E} = A j^n \quad (2)$$

где: \mathcal{E} – предельное напряжение сдвига (Па); j – градиент скорости сдвига (c^{-1}).

Рассчитанные с помощью персонального компьютера значения величин, входящих в уравнение (2), для сгустков, полученных из УЖ с различным содержанием сухих веществ, приведены в табл.3.

Таблица 3

Рассчитанные величины	Массовая доля сухих веществ в сгустках, %					
	кефир "Особый" по ТУ 49463-78	8,5	9,0	10,0	11,0	13,0
Коэффициент корреляции закону Освальда де Валье	0,9385	0,9481	0,9456	0,9514	0,9363	0,9284
Коэффициент консистенции "А"	1,4002	1,6200	1,9248	3,8411	5,6467	10,9567
Индекс течения "7"	0,4122	0,4011	0,3987	0,3516	0,3196	0,2661

Результаты полученных реологических показателей находятся в хорошей корреляции с данными экспериментальных исследований по определению времени истечения сгустка на приборе ВКН.

Обобщая результаты исследований синергетических свойств и реологических показателей кислотных сгустков, сделан вывод о том, что даже в случае равенства сухих веществ в молоке, нормализованном казеинатом Na в соответствии с ТУ 49463-78 и УЖ обезжиренного молока сгусток последнего обладает лучшей влагоудерживающей способностью и более высокой вязкостью, что положительно сказывается на качестве готового продукта. Объяснения этому факту были получены в результате исследований структуры сгустков, выполненных с помощью электронной микроскопии, которые показали, что сгустки из УЖ имеют более однородную структуру.

Обобщение результатов исследований, а также экономический анализ и сенсорная оценка, позволили установить, что наиболее целесообразно процесс УФ использовать в технологии кефира "Особого". Разработанная схема технологического процесса производства кефира "Особого" приведена на рис.2.

О преимуществах применения УФ свидетельствуют результаты (см. табл.4), полученные нами при изучении аминокислотного состава и перевариваемости *in Vitro* кефира "Особого", выработанного по предложенной технологии в сравнении с кефиром "Особый" с казеинатом Na , выработанным по ТУ 49463-78.

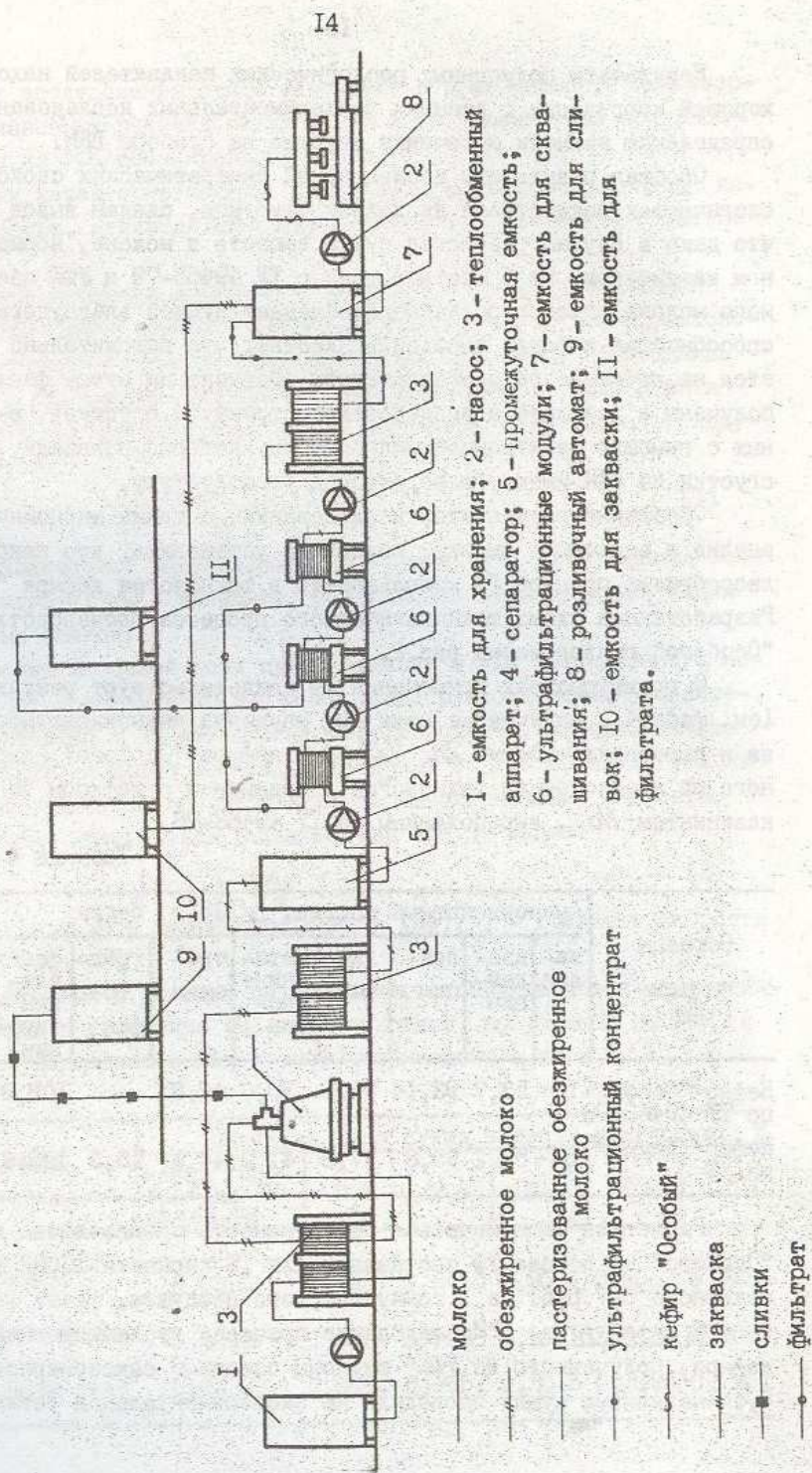
Таблица 4

Образцы кефира	Аминокислотный состав, г/100 г белка							степень гидролиза за 3 ч		
	валин	изолейцин	лейцин	лизин	метионин+цистин	треонин	триптофан	фенилаланин+тирозин	панкреозим	пепсин
Кефир "Особый" по ТУ 49463-78	50	53,7	93,14	76,6	35,0	42,85	-	102,9	72,2	71,3
Кефир "Особый" из УЖ	54	59,2	95,6	77,8	41,2	44,5	15,3	105,6	72,6	71,9

Расчетная экономическая эффективность производства кефира "Особого" на основе УЖ составляет для 1% жирности 10,02 руб., для нежирного 8,7 руб. на 1 тонну готового продукта.

В пятой главе "Исследование процесса сублимационной сушки кефира, полученного из УЖ" изучены основные закономерности сушки. Сублимационную сушку проводили на экспериментальной установке при

Рис.2. Аппаратурное оформление технологического процесса производства кефира "Особого" с применением ультрафильтрации



удельных нагрузках 4...7 кг/м². По результатам исследований построены кривые сублимационной сушки и температурные кривые кефира "Особого" при различных удельных нагрузках (рис.3). Наиболее приемлемой является удельная нагрузка 7 кг/м², обеспечивающая максимальный удельный съем сухого продукта при наименьших удельных затратах энергии. Продолжительность сублимационной сушки при удельной загрузке составляла 420 ± 15 мин. На основании анализа процесса сублимационной сушки установлена зависимость продолжительности сушки от удельной нагрузки, адекватно описываемая уравнением:

$$\varepsilon = 63,3 \frac{M}{F} - 13,3 \quad (3)$$

Используя метод приведенной скорости сушки проведен теоретический расчет общей продолжительности процесса сублимационной сушки:

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \left[(W_1 - W_k) + A \int_{W_2}^{W_k} \frac{dW}{(W - W_p)^m} + \beta (W_k - W_2) \right], \quad (4)$$

где: W_1 , W_p , W_k — начальное, равновесное, критическое влагосодержание ($W_k = 300\%$, $W_1 = 900\%$); A , β — массообменные коэффициенты; m — показатель степени.

Обработка экспериментальных данных позволила установить, что для кефира $m = 1$. Тогда подинтегральное выражение будет иметь следующий вид:

$$m = 1 \quad \int_{W_2}^{W_k} \frac{dW}{(W - W_p)^m} = 2,3 \lg \frac{W_k - W_p}{W_2 - W_p} \quad (5)$$

а общее уравнение продолжительности сушки тогда определяется следующим выражением:

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \left[(W_1 - W_k) + 2,3 A \lg \frac{W_k - W_p}{W_2 - W_p} + \beta (W_k - W_2) \right] \quad (6)$$

Значения массообменных коэффициентов A и β нами определены экспериментально и представлены ниже

Продукт	Удельная нагрузка							
	A				β			
	4	5	6	7	4	5	6	7
Кефир "Особый"	210,2	376,8	512,9	488,8	0,2	0,0355	-0,003	0,0116

Скорость постоянного периода сушки N определяли как тангенс угла наклона касательной, проведенной через точку критического влагосодержания

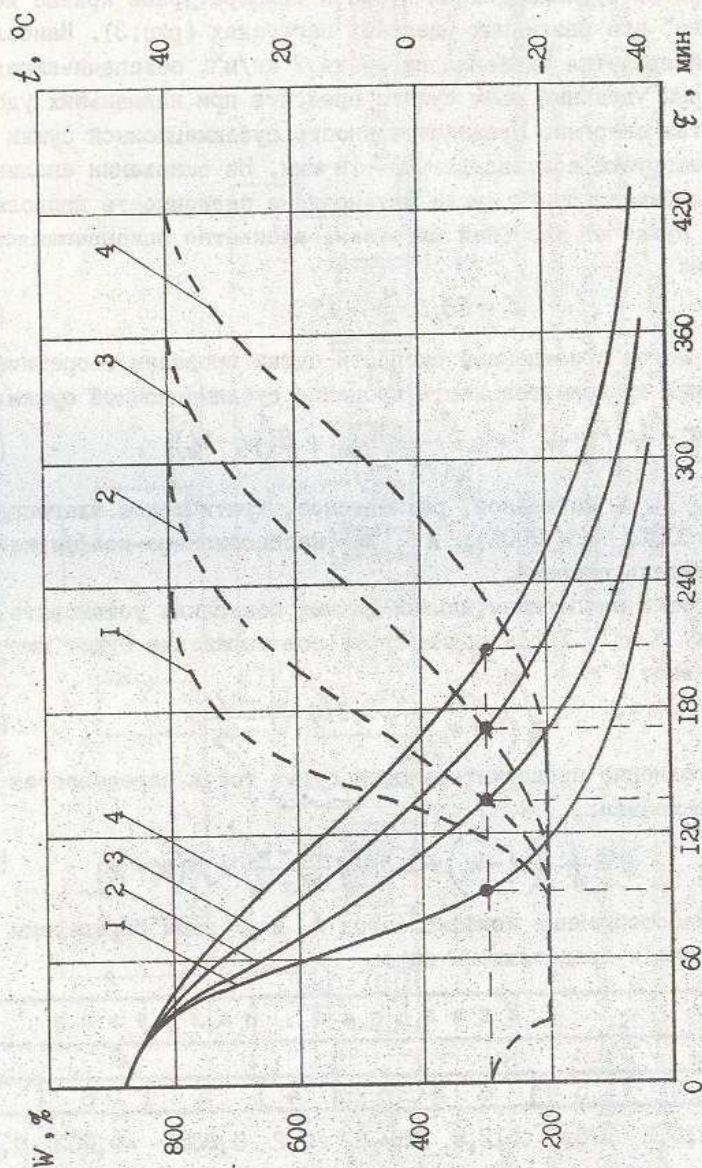


Рис.3. Кривые сублимационной сушки кефира "Особого" при удельной нагрузке:
1 - 4 кг/м²; 2 - 5 кг/м²; 3 - 6 кг/м²; 4 - 7 кг/м².

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{dW}{d\tau} = N \quad (\%/ \text{мин}) \quad (7)$$

Анализируя кривые сушки, можно сделать вывод о том, что скорость постоянного периода зависит от удельной нагрузки. Обработка результатов позволила установить эту зависимость:

$$N = -625 \frac{M}{F} + 7,5 \quad (8)$$

Среднеквадратичные отклонения расчетных и экспериментальных значений, полученных по формулам (3), (6), (8), не превышает 6...8%. Обобщение результатов органолептической оценки и аминокислотного состава восстановленного кефира сублимационной сушки и сравнение с аналогичными показателями кефира "Особого", полученного из УЖ обезжиренного молока, позволило сделать вывод, что эти продукты незначительно различаются между собой. Поэтому процесс сублимационного обезвоживания кефира следует проводить при следующих режимах: температура замораживания $-18...-20^{\circ}\text{C}$, давление 66...107 Па, температура поверхности продукта не должна превышать 45°C .

Выводы

1. Изучены характеристики и свойства отечественных УЖ мембран УАМ-500, УПМ, Рипор 1, Рипор 2, Рипор 3 и Рипор 4. Определены рабочие давления эксплуатации УЖ мембран, которые равны максимально допустимым величинам и составляют соответственно для УА-500 $0,25...0,45$ МПа, для УПМ $0,35...0,50$ МПа, для Рипор 1 $0,2...0,25$ МПа, для Рипор 2, Рипор 3, Рипор 4 $0,35...0,45$ МПа.

Температура фильтрации для мембран УАМ-500 и УПМ должна находиться в пределах $50...55^{\circ}\text{C}$, для мембран Рипор не должна превышать 40°C .

2. Изучено влияние pH фильтруемой жидкости на производительность УЖ мембран. Установлено, что УЖ обработка растворов pH которых < 2 для мембран УАМ-500 и УПМ, и $\text{pH} < 1$ для мембран Рипор, приводит к резкому снижению скорости фильтрации.

3. Установлено, что наиболее приемлемыми по своим характеристикам скорость фильтрации, селективность по белку и лактозе для УЖ концентрирования молочного сырья, являются мембраны УАМ-500 и УПМ.

4. Исследовано влияние УЖ обработки на микробиологические показатели УЖ обезжиренного молока. Установлено, что для получения благополучных по микробиологическим показателям УЖ обезжиренного молока на ультрафильтрацию, следует направлять пастеризованное исходное сырье при температуре $74 \pm 2^{\circ}\text{C}$, выдержка 15...20 с.

с. в. 16003 - 1016003
Одесский техникум пищевой промышленности

5. Показано, что режимы пастеризации используемые в производстве кисломолочных напитков ($t = 85...87^{\circ}\text{C}$, выдержка 5...10 мин и $t = 90...92^{\circ}\text{C}$, выдержка 2...3 мин) обеспечивают практически полную денатурацию сывороточных белков и хорошие микробиологические показатели УФК обезжиренного молока.

6. Установлено, что характер молочнокислого и спиртового брожения УФК обезжиренного молока, протекающий при температурных режимах, соответствующих производству кефира (температура сквашивания $20...25^{\circ}\text{C}$ в течение 8...12 часов, температура созревания $14...16^{\circ}\text{C}$ в течение 12...16 часов) практически не отличается от аналогичных процессов, происходящих в обезжиренном молоке при производстве кефира и нормализованной молочной смеси казеинатом натрия, при производстве кефира "Особого".

7. Изучение синергетических свойств, реологических показателей, аминокислотного состава, перевариваемости *in Vitro* позволило заключить, что кефир "Особый", полученный из УФК обезжиренного молока имеет более высокие качественные показатели и биологическую ценность в сравнении с продуктом, выработанным из молока нормализованного казеинатом натрия.

На основании выполненных исследований разработана технология кефира "Особого", предусматривающая УФ концентрирование молочного сырья. Расчетный экономический эффект от внедрения данной технологии составит 8,7...10,02 рублей на тонну готовой продукции.

8. Доказана целесообразность получения сухого кефира методом сублимации. Определена наиболее рациональная удельная нагрузка 7 кг/м^2 , при высушивании кефира сублимацией.

9. Проведен теоретический расчет процесса сублимационной сушки кефира. Установлены значения массообменных коэффициентов A и β . Получено уравнение продолжительности сублимационной сушки кефира. Определена зависимость продолжительности сублимационного обезвоживания и скорости постоянного периода сушки от удельной нагрузки.

10. Разработана технология сухого кефира из молока концентрированного УФ. Производственная проверка основных технологических параметров его производства ПЭЗ ВНИИМИ дала положительные результаты и подтвердила правильность основных положений диссертации.

Материалы диссертационной работы опубликованы в следующих работах:

1. К исследованию процесса кислотно-сычужной коагуляции белковой фазы концентрата обезжиренного молока, полученного ультра-

фльтрацией /М.А.Гришин, А.П.Чагаровский, В.П.Чагаровский, В.П.Круглик, И.А.Алиев. //Тезисы докл. Всесоюзной науч.-техн. конф. "Проблемы индустриализации общественного питания страны". - Харьков. - 1984. - С.617-618.

2. Ультрафилтрационная обработка молочного сырья и тенденции дальнейшей его переработки: Обзор. информ. /А.П.Чагаровский, М.А.Гришин, В.П.Чагаровский, В.И.Круглик, И.А.Алиев, Л.Н.Иванова, Т.П.Вачурина. - М.: ЦНИИТЭИ Мясомолопром, 1986. - 57 с.

3. Чагаровский А.П., Гришин А.М., Алиев И.А. Структурно-механические и синергетические свойства кислотных стустков ультрафилтрационных концентратов обезжиренного молока. //Материалы Всесоюзной науч.-техн. конф. "Теоретические и практические аспекты применения методов инженерной физико-химической механики с целью совершенствования и интенсификации технологических процессов пищ. пром-сти". - М., 1986. - С.155-156.

4. Свойства мембран "Владипор". /Е.А.Фетисов, А.П.Чагаровский, М.А.Гришин, В.И.Круглик, И.А.Алиев. //Мол. пром-сть. - 1986. - № 9. - С.67-68.

5. Заявка № 3996090/30-13 от 25.12.85. Способ получения кисломолочных продуктов /А.П.Чагаровский, М.А.Гришин, В.П.Чагаровский, Н.Н.Липатов, В.И.Круглик, И.А.Алиев, Л.Н.Иванова. //Полож. реш. ВНИИПЭ о выдаче авторского свидетельства от 26.02.87.

И. Алиев