

На правах рукописи

ЧЕРНЯЕВ Сергей Иванович

**РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ОСНОВ БИОТЕХНОЛОГИИ  
НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Специальность: 05.18.07 - Биотехнология пищевых продуктов  
(перерабатывающие отрасли АПК)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени доктора  
технических наук

Москва - 2002

Работа выполнена на кафедре «Технология молока и молочных продуктов»  
Московского государственного университета прикладной биотехнологии

Научные консультанты:

доктор технических наук, доцент

Н.А. ТИХОМИРОВА

доктор медицинских наук

В.В. ШАХТАРИН

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор

академик РАСХН,

Н.Н. ЛИПАТОВ доктор технических наук, профессор

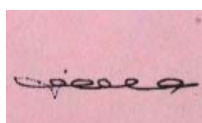
Э.С. ТОКАЕВ доктор биологических наук, профессор .Н. ЛЫКОВ

Ведущее учреждение: Всероссийский научно-исследовательский  
институт молочной промышленности /ГУ ВНИМИ, г. Москва/

Защита диссертации состоится « 28 » октября 2002г. в «14—» часов на  
заседании диссертационного совета Д 212.149.01 в Московском  
государственном университете прикладной биотехнологии по адресу: 109316,  
г. Москва, ул. Талалихина, 33С диссертацией можно ознакомиться в  
библиотеке МГУПБ.

Автореферат разослан «23 » сентября 2002г.

Ученый секретарь диссертационного совета. кандидат  
технических наук, доцент



А.Г. ЗАБАШТА

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** В России алиментарные дефициты носят массовый характер, и многие регионы относятся к разряду биогеохимических провинций по ряду важнейших микронутриентов (витаминам С, Е, бета-каротину, йоду, селену, железу и пр.). Следствием является ослабление сопротивляемости населения к воздействию неблагоприятных факторов среды обитания, формирование астеничности, синдрома хронической усталости, снижения умственной и физической активности. Данное положение усугубляется воздействием на проживающее население всего комплекса последствий аварии на ЧАЭС и других экологических катастроф (у населения, проживающего в экологически неблагоприятных условиях, как правило, существует повышенная потребность в этих микронутриентах). Обеспечение адекватного питания населения позволяет предупредить или нивелировать многие негативные тенденции, наблюдающиеся в состоянии общественного здоровья. Наряду с исключительным социальным значением, проблема укрепления здоровья россиян находится на одном из первых мест в целостной системе обеспечения национальной безопасности страны. Население должно получать с пищей весь комплекс необходимых микронутриентов, поэтому обогащение продуктов питания биологически активными добавками, а также повсеместное их производство, является перспективным направлением, реально обеспечивающим укрепление общественного здоровья.

Мировые и отечественные тенденции в области питания связаны с созданием ассортимента функциональных продуктов, способствующих улучшению здоровья при ежедневном потреблении и которые оказывают регулирующее и нормализующее воздействие либо на организм в целом, либо на определенные его органы или функции. Основные положения «Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2005 года» предусматривают более полное использование молочного сырья, а также широкое внедрение нутрицевтических, парафармацевтических и пробиотических БАД с целью создания новых молочных продуктов, обладающих лечебно-профилактическими и защитными свойствами.

Значительный вклад в разработку научных основ производства функциональных продуктов, а также исследования различных биологически активных ингредиентов внесли: Л.В. Антипова, Н.И. Бевз, В.М. Бондаренко, А.М. Бражников, В.А. Галочкин, В.И. Ганина, Г.И. Гончарова, А.В. Горбатов, А.И. Жаринов, Н.К. Журавская, В.Н. Зеленков, Э.П. Козлова, А.А. Кочеткова, Н.Н. Лизько, Н.Н. Липатов (мл.), Н.Н. Липатов (ст.), С.Л. Люблинский, И.И. Мечников, В.В. Молочников, Л.А. Остроумов, В.И. Покровский, И.А. Радаева, И.А. Рогов, Н.С. Родионова, Р.А. Розиев, В.Ф. Семенихина, В.Б. Спиричев, Б.В. Тараканов, Е.И. Титов, Э.С. Токаев, В.А. Тутельян, В.Д. Харитонов, А.Г. Храмцов, А.Ф. Цыб, А.М. Шалыгина, Б.А. Шендеров, S.Gilliland, T. Gordon, V.Hetzel, C. Maxwell, W. Ruhland, A. Wolford и другие отечественные и зарубежные ученые.

Необходимостью комплексного подхода к созданию новых продуктов функционального назначения, обладающих широким спектром защитных функций и освоения технологии их промышленного производства, для обеспечения условий массового оздоровления населения, определены: предмет, цель и задачи настоящего исследования.

**Предметом исследования** является разработка технологий и расширение ассортимента функциональных молочных продуктов, обогащенных биологически активными добавками.

**Цель исследования** - научное обоснование и практическая реализация комплексного подхода к разработке биотехнологии новых молочных продуктов функционального назначения путем направленного формирования их защитных свойств посредством обогащения нутрицевтическими, парафармацевтическими, пробиотическими биологически активными добавками, не нарушающими нормальных физиолого-биохимических процессов человеческого организма.

**Задачи исследования:**

- научное обоснование применения нутрицевтических, парафармацевтических и пробиотических биологически активных добавок при разработке биотехнологии функциональных молочных продуктов;
- научное обоснование создания функциональных молочных продуктов, обогащенных: йодированным по аминокислотным остаткам белком молока - БАД «Йодказеин», органическим соединением селена - БАД «Селексен», гемоглобином крови сельскохозяйственных животных - БАД «Гемобин», парафармацевтическими БАД «Сухой концентрат топинамбура» и «Стевиозид», основанное на изучении их функциональных свойств;
- научное обоснование создания функциональных молочных продуктов, обогащенных пробиотическими БАД, основанное на исследованиях функциональных свойств *B.bifidum* и *B.longum*, являющихся характерными представителями нормальной аутофлоры различных возрастных групп населения;
- разработка и промышленная апробация биотехнологий функциональных мо *B.longum*, «Йодказеин», «Селексен», «Гемобин» «Стевиозид», «Сухой концентрат топинамбура»;
- создание обособленных и комбинированных цехов-модулей для производства функциональных молочных продуктов.

**Научная концепция.** Решение сформулированной научной проблемы основано на комплексном подходе с учетом принципов фармаконутрициологии.

**Научная новизна.** На основе проведенных исследований установлены рациональные концентрации БАД «Йодказеин», «Селексен», «Гемобин» «Стевиозид» и «Сухой концентрат-Г топинамбура» для спектра основных молочных, продуктов: питьевого молока, сломирлонньциипитков, кефира, творога.

Проведенные исследований функциональных свойств монокультур *B.bifidum* и *B.longum*, являющихся характерными представителями нормальной

аутофлоры различных возрастных групп населения, показали, что они обладают выраженной адгезивностью и бактериоциногенностью.

Исследования ассоциации *B.bifidum* 791 и *B.longum* B379M, выявили, что она обладает большей антагонистической активностью по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам в сравнении с монокультурами этих же штаммов.

На основе исследований функциональных свойств нутрицевтических, парафармацевтических и пробиотических БАД созданы новые молочные продукты. В результате проведенных медико-биологических и клинических исследований установлено, что концентрации вносимых БАД, соответствующие физиологическим потребностям организма, не оказывают влияния на биотехнологические процессы приготовления молочных продуктов.

Проведенные медико-биологические и клинические испытания подтвердили лечебно-профилактическое действие, разработанных молочных продуктов, что позволяет отнести их к функциональным продуктам питания.

Показана возможность комплексного использования нутрицевтических, парафармацевтических и пробиотических БАД для создания гаммы функциональных молочных продуктов.

На основе осуществленных научно-практических разработок созданы объединенные и комбинированные биотехнологические цехи-модули для производства функциональных молочных продуктов.

**Практическая значимость.** Разработаны технические условия и технологические инструкции на производство функциональных молочных продуктов, обогащенных йодказеином, селексеном, гемоглобином, стевиозидом, сухим концентратом топинамбура.

Результаты данной работы взяты за основу при разработке и реализации целевых областных программ «Развитие индустрии детского питания в Калужской области», «Диабет», «Профилактика йоддефицитных состояний», «Техническое переоснащение предприятий пищевой и перерабатывающей отраслей АПК Калужской области», «Здоровое питание», а также Федеральной программы «Дети Чернобыля».

Результаты исследований внедрены в промышленное производство на предприятиях 41 субъекта РФ, в т.ч. на Бежецком, Волгодонском, Ефремовском, Екатеринбургском, Звенигородском, Ижевском, Йошкар-Олинском, Кашиинском, Кингисепском, Ковровском, Краснодарском, Курганском, Магаданском, Надымском, Нижегородском, Норильском, Омском, Раменском, Ржевском, Ростовском, Сарапулском, Саратовском, Сургутском, Ульяновском, Уренгойском, Чебоксарском молочных комбинатах, а также «Петмол», «Детское питание «Истра-Нутриция» и 23 предприятиях Калужской области, в т.ч. на Думиничском, Калужском, Кировском, Жуковском молочных-заводах, КАП «Коммунар», КСП Мичурина.

Проведенные исследования позволили разработать промышленные технологии функциональных молочных продуктов с использованием

отечественного оборудования, на основе которых разработаны обособленные и комбинированные цехи-модули.

Разработаны и апробированы в лабораторных и промышленных условиях рецептуры, технологический регламент и нормативно-техническая документация на продукты функционального назначения, обогащенные нутрицевтическими, парафармацевтическими и пробиотическими БАД /ТУ 9225-002-00427483-99, ТУ 9225-005-004227477-99, ТУ 9206-004-48363077-00, ТУ 9206-005-48363077-00, ТУ 9206-006-48363077-00, ТУ 9206-007-48363077-00, ТУ 9222-501-05348185-00, ТУ 9222-002-053481^5-00, ТУ 9222-003-0534185-00, ТУ 9222-004-05348185-00/. Результаты исследований используются в учебном процессе при чтении лекций по курсам: «Технологии молока и молочных продуктов», «Физика и химия молока», «Биотехнология», а также в дипломном и курсовом проектировании в МГУПБ, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана и КМТКМП.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований доложены и обсуждены на: Всероссийских научно-технических конференциях по социально-экономическим проблемам управления производством, созданию прогрессивных технологий, конструкций и систем в условиях рынка /Калуга, 1997, 1998/; региональной научно-практической конференции "Региональная экономика, наука и инновации" /Калуга, 1999/; Всероссийском семинаре с руководителями и главными специалистами молочных предприятий России "Новое в технике и технологии молочной промышленности" /Адлер, 1 999/; региональной экономической конференции "Инвестиции, инновации, менеджмент" /Калуга, 2000/; региональной научно-практической конференции "Актуальные проблемы управления социально-экономическими процессами в регионе" /Калуга, 2000/; региональной научно-практической конференции "Актуальные проблемы экономики и управления и пути их решения в современных условиях" /Калуга, 2000/; Всероссийском семинаре с руководителями и главными специалистами молочных предприятий /Сочи, 2000/; совместном заседании Бюро Отделения профилактической медицины и Бюро ^Отделения- клинической медицины РАМП /Москва, 2006/; III Международном симпозиуме «Биокорректоры - 2000» /Москва, 2000/; Международной выставке «Спасение-2000» /Москва, 2000/; научно-практической конференции «Наследие Чернобыля» /Калуга, 2001/.

**Публикации.** По результатам исследований опубликовано 33 работы, в т.ч. 3 монографии, 13 статей в центральной печати /журналы: "Пищевая промышленность", "Молочная промышленность"/, 17 докладов и тезисов докладов.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 346 страницах, содержит 49 таблиц и 42 рисунка, состоит из введения, 7 глав, заключения, списка использованной литературы из 556 наименований (в т.ч. 273 - иностранных авторов) и приложений.

**Основные положения, представленные к защите:**

- научное обоснование актуальности комплексного подхода к использованию нутрицевтических, парафармацевтических и пробиотических БАД для

- разработки биотехнологии функциональных молочных продуктов;
- результаты экспериментального изучения функциональных свойств БАД «Йодказеин», «Селексен», «Гемобин», «Стевиозид» и «Сухой концентрат топинамбура» для разработки рецептур функциональных молочных продуктов;
  - результаты экспериментального изучения функциональных свойств монокультур *B.bifidum* 791 и *B.longum* B379M и их ассоциации для создания функциональных молочных продуктов;
  - результаты апробации биотехнологии функциональных пробиотических молочных продуктов, обогащенных БАД «Стевиозид», «Сухой концентрат топинамбура» и «Йодказеин» в промышленных условиях;
  - обособленные и комбинированные цехи-модули для производства функциональных молочных продуктов.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Введение.** Обоснована актуальность решаемой научной проблемы, сформулирована краткая сущность поставленной научной проблемы, определяется предмет исследования, обозначена цель и научные задачи, определены методологические и теоретические основы исследований, их новизна, практические результаты и их ценность, теоретическая значимость работы, выделены основные положения, выносимые на защиту, приведена информация о результатах апробации положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в работе.

### Глава 1. Особенности современной теории функционального питания

На основе литературных данных, проанализированы проблемы создания функциональных продуктов, рассмотрены современные научные подходы к прикладным элементам теории функционального питания. Систематизированы имеющиеся данные о возможных безопасных для здоровья путях эффективной компенсации дефицита ежедневно требующихся организму аминокислот, витаминов и минеральных веществ, одним из которых является создание пищевых продуктов поликомпонентного состава с заданными защитными свойствами. Развивается теория использования БАД, способствующих профилактике ряда заболеваний, повышению иммунитета, укреплению способности нормально воспроизводства, полноценного роста и развития детей, коррекции функциональной активности отдельных органов и систем, регулированию микробиоты кишечника, выведению из организма чужеродных веществ и продуктов метаболизма, повышению умственной и физической активности. Концептуально проблема рассмотрена с позиций разработки теоретических основ, производства, реализации и потребления функциональных продуктов. За рубежом исследователи определяют три основных качества функциональных продуктов: высокая пищевая ценность; привычные вкусовые качества; благотворное физиологическое воздействие. Отечественные ученые определяют

функциональные продукты, как продукты, которые должны быть полезными для здоровья и не причинять организму человека вреда. Эти требования относятся к продуктам в целом и к отдельным ингредиентам. Рассмотрена теория Д. Поттера, согласно которой на сегодняшнем этапе развития рынка эффективно используются семь основных видов функциональных ингредиентов: пищевые волокна (растворимые и нерастворимые); витамины (А, группа В, D и т. д.); минеральные вещества (такие как кальций, железо); полиненасыщенные жиры (растительные масла, рыбий жир; омега-3-жирные кислоты); антиоксиданты: бета-каротин и витамины (аскорбиновая кислота - витамин С и альфа-токоферол - витамин Е); олигосахариды (как субстрат для полезных бактерий); эубиотики. Проанализированы требования к ингредиентам, придающим продуктам функциональные свойства: полезность для здоровья; научная обоснованность ежедневных доз потребления с позиций фармаконутрициологии; безопасность и натуральность.

Таким образом, в результате анализа и обобщения литературных данных, установлена необходимость поиска новых источников пищевого сырья с высокими медико-биологическими показателями, направленными лечебно-профилактическими и защитными свойствами, а также актуальность обогащения привычных, традиционных продуктов повседневного питания биологически активными ингредиентами с целью придания им функциональных свойств. В связи с этим обоснована актуальность разработки научно-практических основ обогащения наиболее потребляемых молочных продуктов БАД органического происхождения, физиологическая доступность которых соответствует особенностям настроек физиолого-биохимических механизмов человеческого организма, а также необходимость укрепления и расширения технологической базы молочной промышленности для производства функциональных продуктов на их основе.

## **Глава 2. Объекты исследований и экспериментальные методы**

Для выполнения работы использовались стандартные общепринятые в исследовательской практике биохимические, микробиологические и радиометрические методы, а также модифицированные и усовершенствованные методики. Повторность опытов была 10 кратная. Экспериментальные данные обрабатывались общепринятыми методами математической статистики. Объектами исследований являлись: йодказеин; селексен; гемоглобин бычий; стевиозид; сухой концентрат топинамбура; штаммы *B.bifidum* 791 и *B.longum* B379M; *Str.diacetilactis*; кефирные грибки. Острую и хроническую токсичность БАД определяли на лабораторных. Биохимические исследования сыворотки крови проводились на анализаторе "KQNEIJLTRA" (Швеция). Свободный тироксин в сыворотке крови определяли с помощью набора FT<sub>4</sub> RIA-gnost (Франция), Радиометрию проводили на гамма-счетчике VIZAR-1470 (Финляндия). Состояние мочевыделительной системы оценивали по величине суточного диуреза, рН мочи, концентрации белка глюкозы и уробилиногена в моче. Определение содержания нутрицевтических БАД в пищевых продуктах



осуществляли вольтамперометрическим методом посредством прибора «ЭКОТЕСТ-ВА», сопряженного с персональным компьютером по методике, разработанной НПП «Медбиофарм» (свидетельство N7-00 о метрологической аттестации МВИ) Антагонистическую активность ассоциированных штаммов бифидобактерий исследовали по отношению к E.coli 028, S.aureus 209, Pr.mirabilis, Pr.vulgaris. Оценка адгезивных свойств проводилась с помощью среднего показателя адгезии. Бактериоциногенные свойства бифидобактерий изучали с помощью отсроченного антагонизма по Фредерику в модификации Н.И. Бевз. Схема проведения исследований приведен на рис. 1.

### **Глава 3. Разработка биотехнологии кефира, обогащенного йодированным молочным белком**

В результате анализа литературных данных исследованы причины недостаточности поступления йода у отдельных групп населения в мире и России. Отмечено, что йоддефицитные состояния в человеческом организме характеризуются интенсивностью возникновения и распространенностью патологий. Критически проанализирована эффективность проведения профилактических мероприятий с использованием неорганических соединений йода, иногда приводящих к возникновению индуцированного йодом гипертиреоза. Установлено, что состояние йодной недостаточности сохраняется на фоне проведения общепринятых профилактических мероприятий с использованием йодированной соли.

Обоснована актуальность создания продуктов питания, обогащенных органическими соединениями йода. Отмечено, что йода организму нужно немного, но в физиологически доступной (органической) форме. Ввиду того, что потребность человеческого организма в йоде на 70-90% реализуется через потребление молока и молочных продуктов, в которых он находится в связанном с зеином виде, было синтезировано новое органическое соединение йода - «Йод-казеин», исключающее возможность передозировки, так как йод отщепляется от аминокислотных остатков под воздействием ферментов печени (дейодиназ), вырабатывающей их тем больше, чем выше недостаток йода. Когда организм набирает свою норму и лишний йод отщеплять уже нечем, последний эвакуируется из организма с каловыми массами.

Исследования проводились в НПП «Медбиофарм» медицинского радиологического научного центра РАМН (г. Обнинск).

Казеин - основной белок молока, богатый тирозиновыми остатками. Поэтому было произведено йодирование казеина по следующей схеме: тирозин из казеина + однохлористый йод = йодтирозин и дийодтирозин. Механизм йодирования казеина представлен на рис. 2.



Рис. 1. Схема проведения исследований

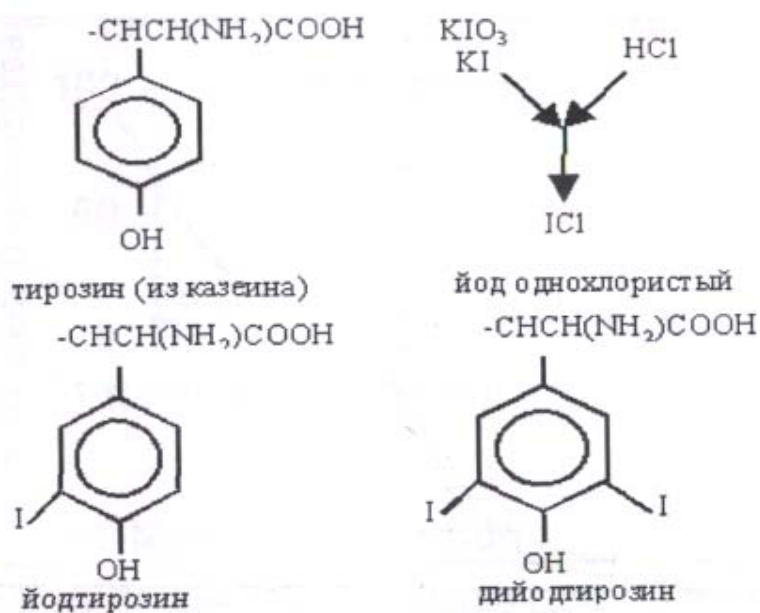


Рис. 2. Механизм йодирования казеина

Йодказеин - порошок желтоватого цвета, растворимый в воде при  $\text{pH} > 7.5$ , массовое содержание йода в нем составляет 7-9%. Содержание примесей не превышает 0,1%. Содержание тяжелых металлов не превышает требований МБТ. Йод находится в прочной ковалентной связи с бензольным кольцом ароматических аминокислот белка.

Химическая брутто-формула:  $\text{C}_{4265}\text{H}_{8345}\text{N}_{1903}\text{O}_{1221}\text{S}_{19}\text{I}_{18}$ . Аминокислотная формула (на  $10^5\text{г}$ ):  $\text{Al}_{143}\text{Gly}_{30}\text{Val}_{54}\text{Leu}_{60}\text{Lys}_{61}\text{i-Leu}_{49}\text{Prn}_{65}\text{Phe}_{28}\text{Tyr}_{45}\text{Tyr}_8\text{Ser}_{60}\text{Tre}_{41}\text{Cys}_2\text{Met}_n\text{Arg}_{25}\text{Gys}_{19}\text{Asp}_{63}\text{Glu}_{153}$ . Хроматографическая чистота йодка-зеина составляет более 99% (рис. 3).

Сравнительные исследования казеина и йодказеина показали, что йод практически не отщепляется от белка при повышении температуры до  $600\text{ C}$ , потеря массы обоих белков была практически идентичной (рис. 4). Из экспериментально полученной кривой видно, что прочность связи  $\text{C-I}$  достаточно высока, отщепление йода от йодказеина происходит только в процессе разложения самого белка вместе с разрывом других химических связей.

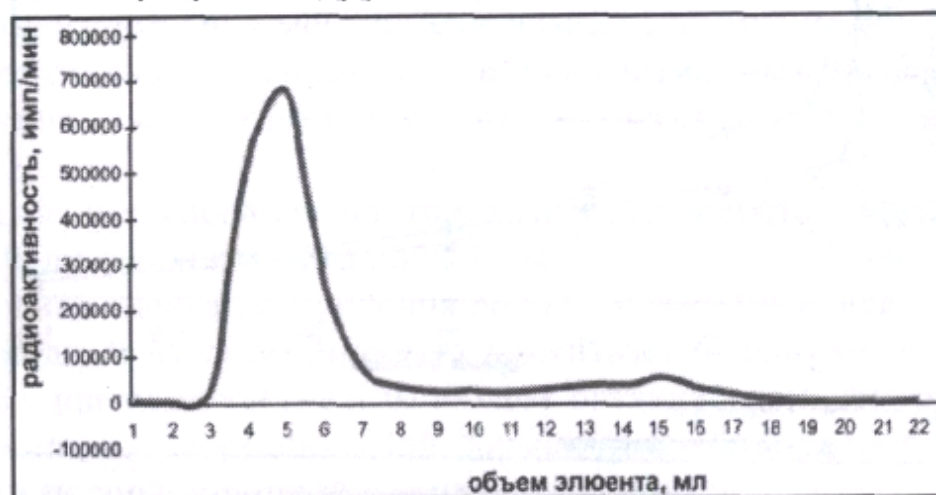


Рис. 3. Хроматографическая чистота йодказеина

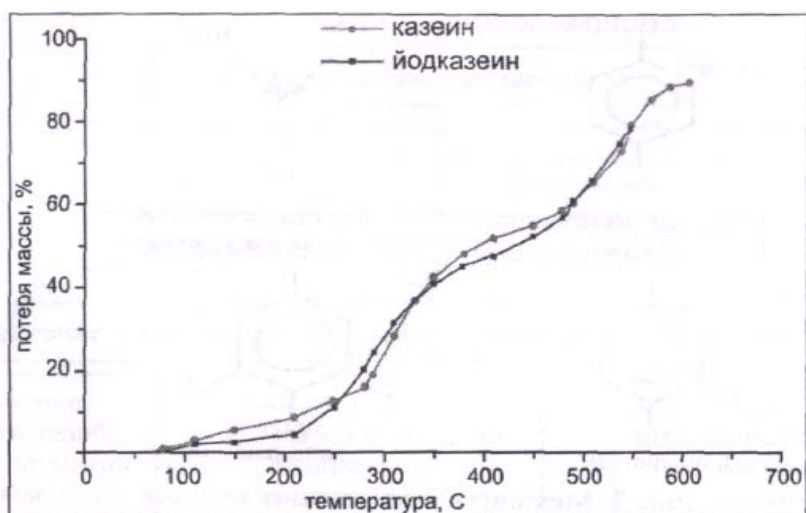


Рис. 4. Термогравиметрические кривые для казеина и йодказеина

Анализ данных по фармакокинетике и соответствующая картина накопления и выведения препаратов йода (рис. 5, 6, 7), позволяет отметить, что среднее содержание йода в щитовидной железе животных, которые находились в условиях йодной недостаточности, при его введении в форме йодказеина составляло на 3 сутки 36,3% и при введении в форме йодида натрия 24,5% от введенного количества.

Таким образом, у животных с йоддефицитом, йод, поступающий в организм в органической форме, усваивается в 1,5 раза лучше, чем йод, поступающий в неорганической форме. У животных, которые содержались на рационе с достаточным содержанием йода, наблюдалась обратная картина накопления йода в щитовидной железе при введении его в форме йодказеина и йодида натрия.

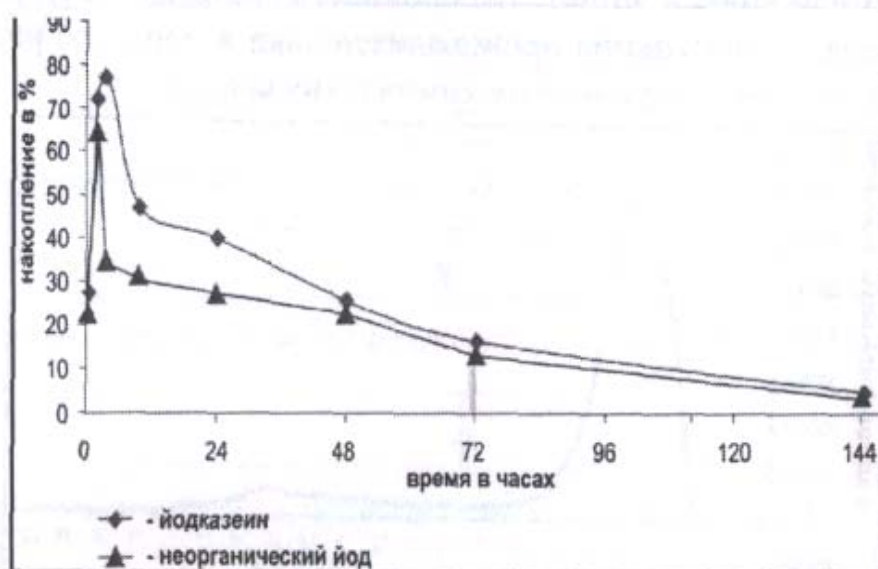
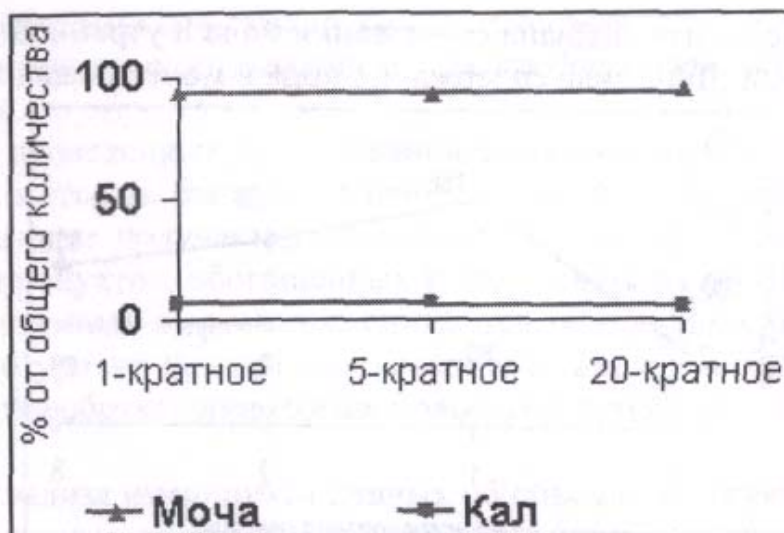
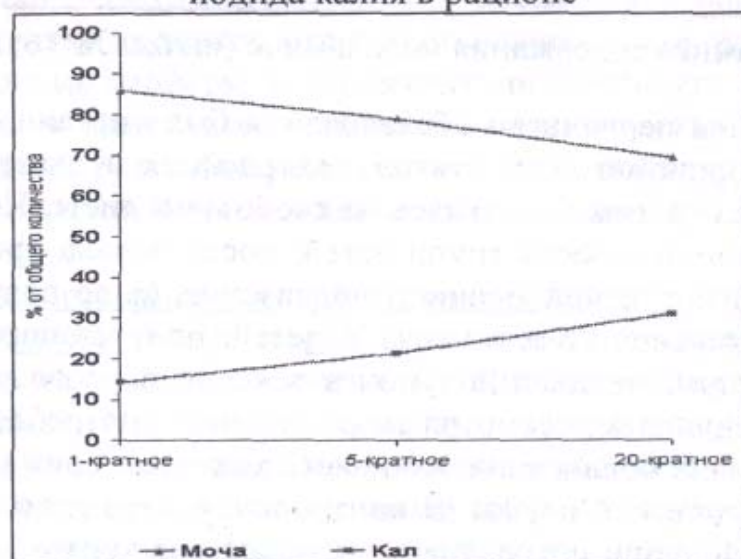


Рис. 5. Динамика накопления и выведения препаратов йода из **щитовидной** железы йоддефицитных животных (в % от введенного количества)



ис. 6. Выведение йода при 1, 5, 20-кратном превышении содержания йодида калия в рационе



ис. 7. Выведение йода при 1, 5, 20-кратном превышении содержания йодказеина в рационе

Исследование состояния мочевыделительной системы не обнаружило отличий между контрольными животными и животными трех экспериментальных групп, что свидетельствует об отсутствии хронической токсичности препарата "Йодказеин".

Проведенные исследования подтвердили безопасность и функциональную пригодность йодказеина как источника йода.

Сравнительная оценка поступления йода в щитовидную железу у животных с различной йодной недостаточностью доказывает большую физиологичность в обеспечении щитовидной железы йодом органической природы из йодказеина по сравнению с неорганической формой йода - йодида натрия.

Для оценки исходной йодной обеспеченности были изучены показатели йодурии у 300 детей (школа № 16, г. Калуга) и 310 детей (школа-интернат №3, г.



Калуга). Установлено, что медиана содержания йода в утренней моче у них составляла 56-65 мкг/л. Динамика содержания йода в моче показана на рис. 8.



Рис. 8. Динамика содержания йода в моче (школа № 16, г. Калуга)

После проведения первичного обследования было организовано питание с использованием порционных продуктов, содержащих йодказеин в количестве 92 мкг, контрольная группа находилась на свободной диете. Через 15 дней были взяты образцы мочи у обеих групп детей, после начала профилактики йодной недостаточности с использованием йодказеина, было повторно проведено исследование содержания йода в моче. У детей, получающих продукты, обогащенные йодказеином, медиана йодурии в течение первого месяца достигала 158 мкг/л. В последующем, несмотря на регулярное употребление продуктов с йодказеином, медиана йода в моче начинает несколько снижаться, оставаясь в пределах физиологической нормы. В контрольной группе во все сроки исследования медиана йодурии сохранялась на исходном уровне - легкой степени йодной недостаточности. При отмене кормления йодированным белком содержание йода в организме снижалось до исходных значений, что свидетельствовало об уровне йодной обеспеченности данной местности (рис. 9).



Рис. 9. Динамика содержания йода в моче (школа-интернат №3)

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования продуктов, обогащенных йодказеином, для профилактики йоддефицитных состояний у детей.

Результаты проведенных исследований функциональных свойств йодказеина, в процессе которых было выявлено, что он физиологичен, нетоксичен и безопасен, организм получает достаточное количество йода при регулярном употреблении продуктов, обогащенных йодказеином, а при отмене его потребления содержание йода в организме снижается до исходных значений, что свидетельствует об уровне йодной обеспеченности данной местности, позволили приступить к разработке технологии молочного продукта, обогащенного йодказеином.

На основе анализа имеющихся данных об объемах и структуре потребления населением молочных продуктов, потребление кефира составляет более 1/3 от общих объемов молочных продуктов, а также учитывая его благотворное влияние на течение физиолого-биохимических процессов в организме, способствующее возбуждению аппетита, отделению слюны, соков желудка, кишечника и желчи, мочегонные свойства и рекомендации Института питания РАМН по его применению в комплексе лечебно-профилактических мероприятий при различных нарушениях и заболеваниях, для создания функционального молочного продукта, обогащенного органическим соединением йода, был выбран кефир.

Разработка лабораторно-экспериментальной биотехнологии приготовления кефира, обогащенного йодказеином. Технологический процесс производства продукта состоял из следующих операций: приёмка, охлаждение и резервирование сырья; нормализация молока и приготовление смеси; гомогенизация смеси; пастеризация и охлаждения смеси; внесение йодказеина; заквашивание и сквашивание смеси; перемешивание, охлаждение и созревание молочного продукта; охлаждение, упаковка и маркировка продукта.

Для приготовления раствора йодказеина в растворе натрия двууглекислого в 10 см<sup>3</sup> воды вносили (2,5±0,1)г натрия двууглекислого и перемешивали в течение 5-10 минут до полного растворения. Раствор двууглекислого натрия подогревали до 40-50 °С. Смесь периодически перемешивали в течение 20-30 минут до полного растворения йодказеина. Для приготовления раствора йодказеина в пастеризованном молоке, йодказеин в количестве 2,5±0,1 г вносили в 10 см<sup>3</sup> молока, нагретого до 50-60°С. Смесь периодически перемешивали в течение 60~75 минут до полного растворения йодказеина, поддерживая температуру раствора на уровне 50-60°С.

Приготовленный раствор йодказеина вносили в подготовленное для сквашивания молоко тонкой струей, в 1000 кг молока перед пастеризацией. Смесь перемешивали мешалкой в течение 5-10 минут (1 вариант), второй вариант заключался во внесении раствора йодказеина в молочную смесь перед гомогенизацией с соблюдением условий асептики.

Массовая концентрация йода в готовом продукте - 0,2±0,05 мг/кг. При

проведении исследований в процессе хранения готового продукта было установлено, что до конца срока реализации содержание йода оставалось неизменным и составляло не менее  $0,2 \pm 0,05$  мг/кг. Влияние различных количеств йодказеина на процессы кислотообразования отображены на рис 10.

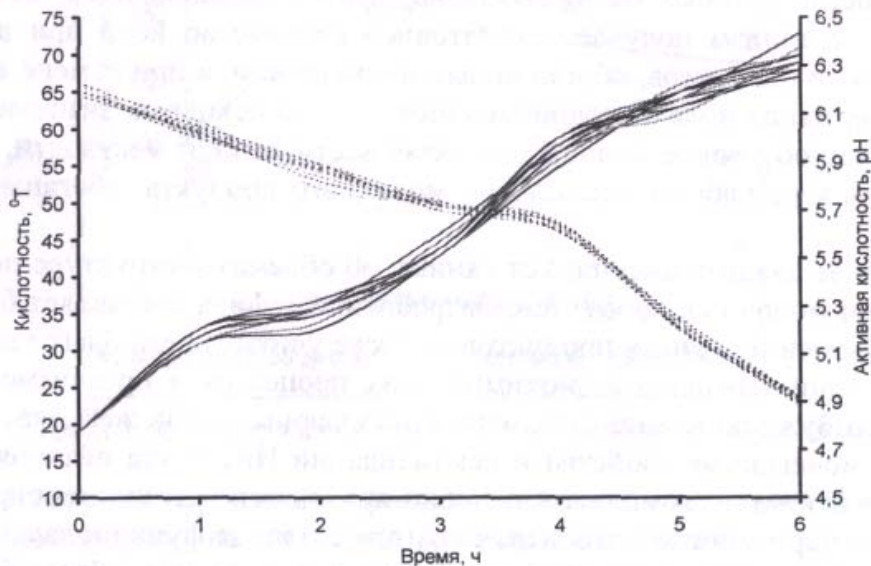


Рис. 10. Динамика титруемой и активной кислотности при внесении йодказеина от 0,00 до 5,00 г/тн

Установлено, что вносимый, в пределах физиологических норм, в продукт йодказеин, в силу малой удельной доли, не оказывает влияния на процессы кислотообразования.

Ферментация молока происходила в режимах стандартного приготовления кефира. Органолептические свойства традиционного кисломолочного продукта не претерпели изменений. Создан новый молочный продукт - кефир, обогащенный органическим соединением йода. Результаты клинической апробации показали, что использование йодказеина в качестве йодвосполняющего компонента, позволило расширить защитный спектр традиционного продукта, до полнив его противозобными свойствами. Результаты исследований позволили приступить к разработке НТД и внедрению в промышленное производство кефира, обогащенного йодказеином.

Приготовление кисломолочного продукта, обогащенного йодказеином в производственных условиях. Существенные трудности в освоении производства продуктов питания функционального назначения вызваны относительно большим количеством специального оборудования и, соответственно, его стоимостью. В результате проведенной работы значительная часть такого оборудования другим, универсальным, которое позволило получать полноценные продукты питания, соответствующие предъявляемым к ним требованиям санитарных норм и правил. Разработанная аппаратно-технологическая схема производства кефира, обогащенного йодказеином, приведена на рис. 11.



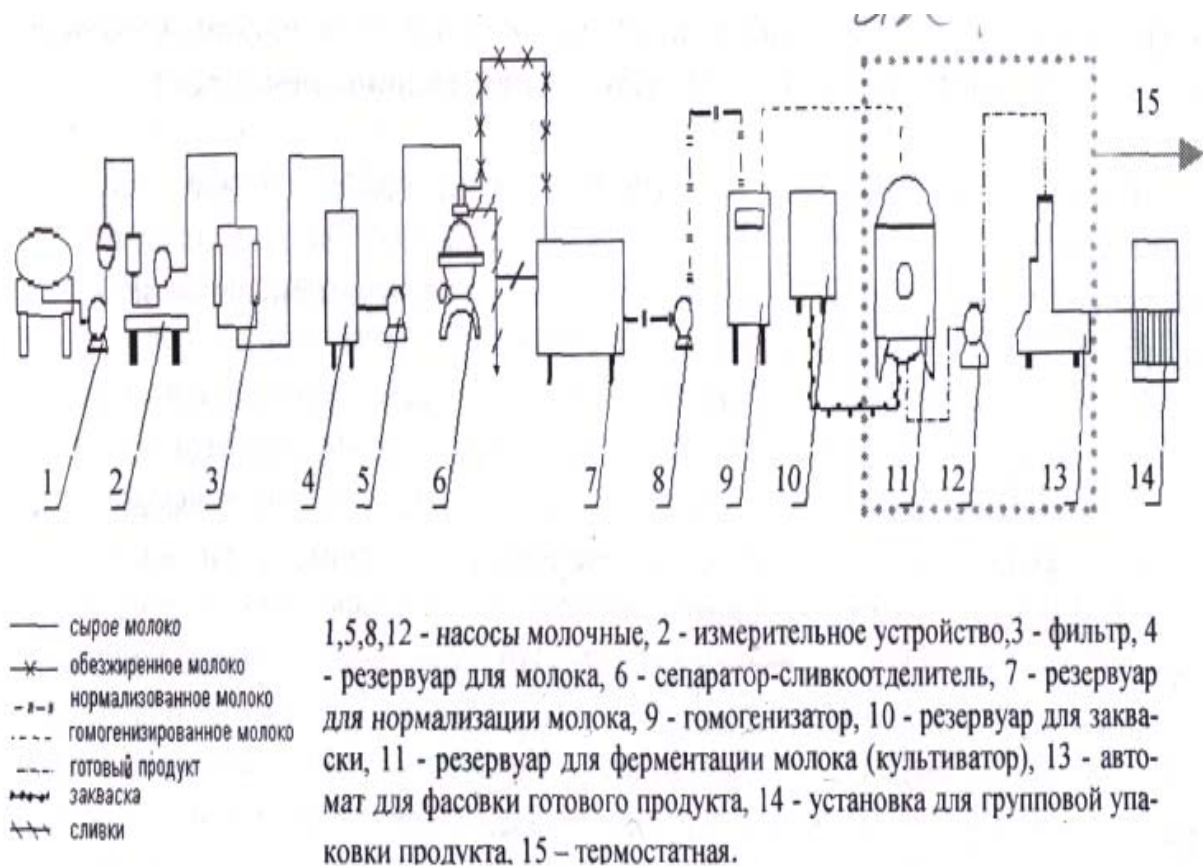


Рис. 11. Аппаратурно-технологическая схема производства молочных продуктов функционального назначения

Отличительной особенностью разработанной нами схемы является использование в технологической цепи асептического ферментатора Ф-250А (МНПК «Приоритет» г. Екатеринбург), позволяющего осуществить приготовление продукта в асептических условиях (термостатным и резервуарным способами). Процессы пастеризации, охлаждения до температуры внесения закваски, за квашивания и сквашивания смеси, перемешивания и охлаждения готового продукта в одной емкости.

При термостатном способе производства, после внесения закваски и тщательного перемешивания, смесь подается из ферментатора на фасовочный автомат и, в потребительской таре, поступает на термостатирование. Данное оборудование оснащено электропарогенератором, мешалкой. Наличие специальных штуцеров для внесения закваски и слива готового продукта посредством стерильных проколов через слой 70%-ного спирта, позволяет исключить прямой контакт персонала с продуктом на всех стадиях производства и обеспечить асептические условия культивирования микроорганизмов. Кисломолочный продукт, обогащенный йодированным молочным белком, полученный в производственных условиях, по всем показателям соответствовал продукту, полученному в лабораторных условиях. Использование разработанной биотехнологической схемы не повлияло на качественные показатели конечного продукта. Результаты данных исследований позволили приступить к практической реализации целевых программ предусматривающих организацию производства функциональных молочных продуктов.

## Глава 4. Разработка биотехнологии функционального молочного продукта - творога, обогащенного органическим соединением селена

На основе изучения работ отечественных и зарубежных ученых, исследованы причины, последствия и возможные способы ликвидации селендефицитных состояний населения, приводятся результаты экспериментальных исследований органического соединения селена - селексена.

Отмечено, что селен - элемент, который в следовых количествах необходим для потребления человеком. Он является составным компонентом более 30 жизненно важных биологически активных соединений организма высших животных, входит в активный центр ферментов системы антиоксидантно-антирадикальной защиты организма, метаболизма нуклеиновых кислот, липидов, гормонов (глутатионпероксидазы, йодотиронин-дейодиназы, тиоредоксинредуктазы, фосфолипид-гидропероксид-глутатионпероксидазы, и др.). Недостаточное потребление селена, ведет к увеличению риска атеросклероза и рака. Селен играет роль в детоксикации тяжелых металлов кадмия и ртути, в функции иммунной системы. Селен активно участвует в процессах воспроизводства, развития и старения. Селен является одним из перспективных антиканцерогенных факторов пищи. Соединения селена поддерживают и нормализуют окислительно-восстановительный потенциал клеток. Соединения селена, являются антиоксидантами, способными как регулировать ход окислительных реакций в организме, так и снижать концентрацию перекисных радикалов при лучевом поражении. Отмечена целесообразность обогащения селеном рациона питания населения и персонала, подвергшегося воздействию повышенных уровней ионизирующей радиации, особенно в случаях, когда поступление селена с пищевым рационом не достигает физиологического оптимума.

Согласно медико-биологическим требованиям минимальное количество ежедневного потребления селена - 80 мкг для взрослых мужчин и 57 мкг для женщин. Слишком большое количество потребляемого селена - токсично. Безопасный верхний предел потребления органических соединений селена — 775 мкг/день для взрослого человека при длительном потреблении. Верхним пределом потребления неорганического селена взрослым человеком принято считать - 550 мкг/день. Суточная потребность в селене здорового человека составляет в зависимости от возраста, мкг: 0-4 мес - 5-15; 4-12 мес. - 5-30; 4-7 лет - 15-70; 7-10 лет - 15-80; старше 10 лет - 20-100; в. 200.

Селеноорганические вещества могут быть представлены несколькими типами. Селениды ( $R_2Se$ ), диселениды ( $RSeSeR$ ), селенолы ( $RSeH$ ), селеноксиды ( $R_2SeO$ ), селеноны ( $R_2SeO_2$ ), селениновые кислоты  $[RSe(O)OH]$ , селеноновые кислоты ( $RSeO_3H$ ), селениниевые соли ( $R_3SeX$ , где X- галогены) и др. Селеновые кислоты в отличие от сульфокислот являются сильными окислителями, селенолы легко окисляются до диселенидов. Возможно также окисление селено-

лов и диселенидов в селениновые кислоты, селенидов - в селеноксиды и селеноны, присоединение галогенов к селенидам, действие избытка йодистого водорода на селениновые кислоты с образованием  $RSeJ_2$  и др. Разложение соединений селена сходно с соответствующими аналогами серы.

Актуальность разработки продуктов питания, обогащенных селеном обусловлена тем, что 80% территории России являются биогеохимическими провинциями по селену. Селенсодержащие продукты могут быть применены для питания беременных женщин, недоношенных детей, детей различного возраста и подростков, проживающих в экологически неблагоприятных условиях и составляющих группу риска в отношении селеновой недостаточности.

Критически проанализирована практика обогащения продуктов питания как органическими, так и неорганическими соединениями селена. Дано подробное обоснование необходимости обогащения пищевых продуктов органическими, низкотоксичными источниками селена. Конечным продуктом обмена и органических, и минеральных форм селена в организме является триметилселеноний, выводящийся с мочой. Он образуется из диметилселенида. Всесторонне изучены функции селена в организме человека и актуальность устранения селендефицита. Рассмотрены аспекты физиолого-биохимической взаимосвязи селена и йода в организме.

В настоящее время широко исследуется отечественный органический мало токсичный, жирорастворимый препарат селена - селексен. Селексен (9-фенил-октагидроселеноксантен), эмпирическая формула -  $C_{19}H_{22}Se$ , порошок, растворимый в жирах, выгодно отличается от известных органических соединений селена. Внесенный в жиры и корма он проявляет антиоксидантные свойства, не уступающие традиционно применяемым в ветеринарии и медицине антиоксидантам.

Для этого соединения LD-50 per os составляет 725 мг/кг живой массы тела крыс, что приблизительно в сто раз выше, чем у селенита натрия и селеноаминокислот. В сравнении с широко применяемыми в настоящее время неорганическими и органическими препаратами селена, селексен выгодно отличается, от других известных препаратов, уникальным сочетанием метаболизированности, с последующим высвобождением и включением в метаболический пул содержащегося в нем селена, и самостоятельной функциональной активностью, проявляемой собственно молекулой селексен.

Селексен, поступивший в организм будь то оральным, либо парентеральным путями, следует рассматривать, как работающую пролонгированную форму селена, как метаболически активно функционирующее депо селена с самостоятельно проявляемыми в организме специфическими функциями. В основу рабочей гипотезы разработки способов применения селексена была заложена попытка целевого воздействия на интенсивность и направленность метаболических потоков путем поддержания оптимального уровня свободнорадикальных процессов и сбалансированности функционирования иммунной, монооксигеназной и антиоксидантной систем организма.

Поступая в организм с пищей или в виде инъекций, селексен способен выполнять роль метаболического регулятора, активирует ферменты антиокси-

дантной защиты организма, снижает образование новых и нейтрализует ранее образовавшиеся активные продукты перекисного окисления липидов, улучшает функционирование клеточных мембран, нормализует обмен веществ, активизирует клеточное, гуморальное и фагоцитарное звенья иммунитета, повышает неспецифическую резистентность и продуктивность животных. Токсичность селексена ниже, чем у всех известных органических соединений селена и более чем в 100 раз меньше, чем у селенита натрия. Проведенные многочисленные эксперименты на животных (ВНИИ физиологии, биохимии и питания с/х животных), по использованию селексена в сухом виде или в виде масляного раствора добавляемого в корма, инъецированными в виде масляных растворов или в пролонгированной форме, с изучением обширного набора физиологических и биохимических показателей, позволили прийти к заключению, что его можно применять для повышения защитных сил организма человека в борьбе с неблагоприятными факторами биологической, химической и физической природы, содержащимися в воде, кормах и воздухе, включая радионуклидные, а также как: антиоксидантный препарат широкого спектра действия (как в продуктах питания, так и в живом организме); модулирующий и стимулирующий иммунную систему; адаптогенный, антистрессовый препарат (во всех случаях стрессиндуцированных патологий, где, в патогенезе, ведущую роль играют свободнорадикальные реакции); препарат, нормализующий воспроизводительную функцию мужских и женских особей; антиканцерогенный, антимуtagenный и антивирусный препарат; радиопротектор; препарат, усиливающий действие традиционных терапевтических средств, в том числе и вакцин; профилактический и лечебный препарат при всех случаях дефицита селена в рационе.

Лабораторно-экспериментальные исследования функциональных свойств биологически активной добавки «Селексен». Исследования проводились в обнинском НПП "Медбиофарм" на базе МРНЦ РАМН.

Для создания молочного продукта необходимо было изучить влияние различных количеств БАД «Селексен» на процессы кислотообразования при ферментации молока, а также возможное влияние внесения различных количеств селексена на органолептические свойства конечного продукта. Учитывая, что суточная потребность организма в селене практически соответствует потребности в йоде, нами были проведены аналогичные исследования. Селексен, в силу малой удельной доли, не оказывал влияния на процессы кислотообразования (рис. 12) и органолептические свойства готового продукта. Результаты проведенных исследований, позволили нам приступить к разработке биотехнологии творога, обогащенного БАД «Селексен».

Разработка технологии производства творога, обогащенного биологически активной добавкой «Селексен». Творог, обогащенный органическим соединением селена, вырабатывали в режимах стандартного приготовления творога. Селексен, из расчета 5 г/т кетового продукта растворяли в 2 см<sup>3</sup> 10% сливок при температуре 45-50 С и вносили в

подготовленную молочную смесь. В зависимости от массовой доли жира продукт выработывали следующих видов: творог 18% - ной жирности, обогащенный селенсом; творог 9% - ной жирности, обогащенный селенсом.

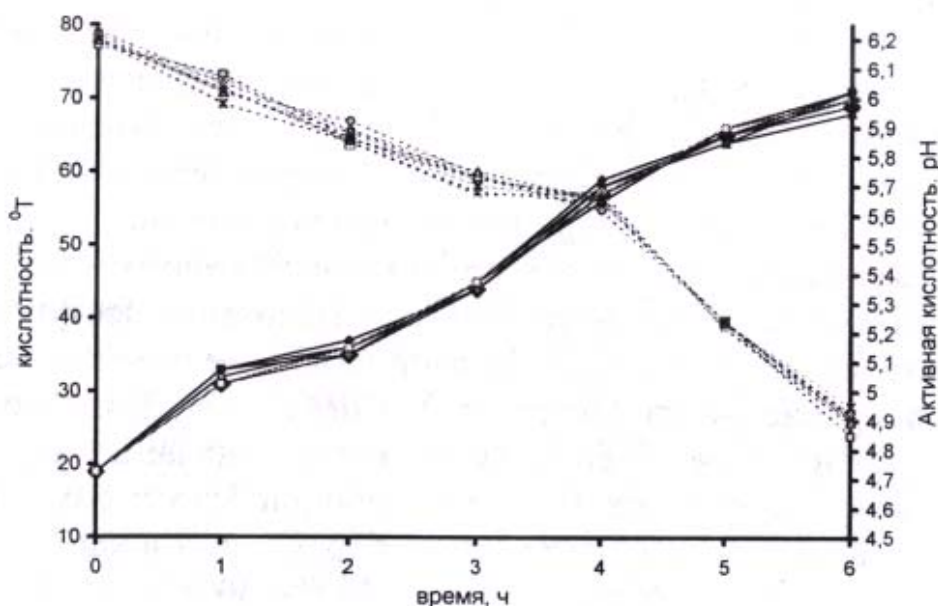


Рис. 12. Динамика титруемой и активной кислотности при внесении селсена от 0,00 до 5,00 г/тн

Органолептические свойства продукта: консистенция - мягкая, мажущаяся, рассыпчатая с наличием ощутимых частиц молочного белка, вкус и запах - чистый, кисломолочный, цвет - белый, с кремовым оттенком, равномерный по всей массе. Массовая концентрация селена в готовом продукте составляла  $0,4 \pm 0,02$  мг/кг и оставалась неизменной до окончания срока реализации. Разработана нормативно-техническая документация. Проведены доклинические испытания продукта.

## Глава 5. Разработка биотехнологии функциональных продуктов, обогащенных гемоглобином крови сельскохозяйственных животных

На основе изучения литературных данных рассмотрены медико-биологические аспекты железодефицитных состояний и физиолого-биохимические механизмы усвоения железосодержащих препаратов и продуктов питания. Изучены аспекты физиолого-биохимической взаимосвязи йода, селена и железа в организме.

Отмечено, что каждый третий ребенок в России и почти каждая беременная, и кормящая женщина страдают железодефицитной анемией различной степени тяжести. У людей, страдающих железодефицитными состояниями, в единице крови понижено содержание эритроцитов и, соответственно, гемоглобина. Т.е. имеет место нарушение синтеза ферментов и молекул гемоглобина в созревающих эритроцитах. Причина - несбалансированность поступления и выведения железа организмом.

В пищевых продуктах существуют два различных фонда железа: геминный и негеминный. В продуктах животного происхождения железо находится в комплексной форме, кроме того, оно связано с порфириновым комплексом (в гемоглобине и миоглобине), или с белковым (в ферритине или гемосидерине). В растительных продуктах, кроме солей железа, содержащихся в тропобластах листьев, обнаружен запасный железосодержащий белок - фитоферритин. Кроме того, в растениях существуют транспортные формы железа - его комплексы с малоновой, яблочной и другими органическими кислотами.

Химическое железо не усваивается организмом. Физиолого-биохимические механизмы организма человека настроены на сдерживание поступления «такого» железа. Поэтому эффективность большинства известных железосодержащих препаратов крайне низка (около 1%). Согласно медико-биологическим требованиям рекомендуемое содержание железа в рационе должно составлять (мг/сутки): для детей, подростков, мужчин и женщин без менструаций - 5-10; у женщин с менструациями - 10-20 (до 100); у беременных и кормящих женщин - 20-50 (до 240); у страдающих анемией - 10-70 (до 300); у подверженных физическим, эмоциональным стрессовым и другим вредным воздействиям 10-20 (до 100).

Наиболее богаты железом говядина, баранина, свинина, печень, в меньшей степени - рыба, мясо кур, яйца. Отмечено, что ряд продуктов с высокой калорийностью практически не содержат железа - сливочное, топленое, растительное масло, сахар, мед, хлеб, различные зерновые и бобовые продукты. Мало железа в молоке, сливках, сметане, твороге. Удельный вес этих продуктов в общей калорийности диеты современного человека достаточно высок, особенно у детей и женщин. Гемоглобин и миоглобин, содержащиеся в мясе, являются главным источником диетического железа, так как на эти соединения приходится большая часть абсорбируемого железа пищи - до 40-70%. Железо легче усваивается из продуктов животного происхождения в связи с тем, что, находясь в составе миоглобина мышц и гемоглобина крови оно всасывается в виде «полуфабриката» - тема (хелатная форма железа). Поступая из растительной пищи железо, должно предварительно раствориться и перейти в двухвалентное состояние. В некоторых странах мира с целью профилактики железодефицитных состояний у детей, подростков и женщин производят обогащение железом хлеба, зерновых продуктов, риса, фруктовых соков и детских молочных смесей. Для добавления в пищевые продукты должны применяться доступные, хорошо усваиваемые, не вызывающие побочных и вредных эффектов, не изменяющие вкуса и окраски пищевых веществ соли железа.

Гемоглобин крови - сложный белок, типичный хромопротеид, состоящий из окрашенной простетической группы - тема и бесцветной белковой части - глобина. Молекула гемоглобина по своей форме приближается к сфере с диаметром около 5,5 нм. Молекулярная масса 64 500; изоэлектрическая точка при pH 5,5.

Отсутствие токсичности и высокая эффективность гемоглобина позволяет

использовать его длительное время в качестве дополнительного источника же леза для профилактики анемий (особенно у детей, беременных и кормящих женщин).

Химический состав, физические свойства и биологическая ценность крови и кровепродуктов предопределили использование данного вида животного сырья для обогащения ими различных продуктов питания в процессе производства.

Разработка биотехнологии молочного продукта, обогащенного гемоглобином была обусловлена тем, что молоко и молочные продукты бедны железом, а удельный вес их потребления населением достаточно высок. Следовательно, массовое потребление обогащенного продукта будет способствовать нормализации синтеза ферментов в созревающих эритроцитах, восстановлению содержания эритроцитов в крови и, соответственно, гемоглобина.

Лабораторно-экспериментальные исследования технологических свойств БАД «Гемобин». Исследования проводились на базе НПФ «Мобитек» Всероссийского НИИ физиологии, биохимии и питания с/х животных (г. Боровск). Для разработки продукта, содержащего мезофильный молочнокислый стрептококк и БАД «Гемобин», необходимо было исследовать основные технологические свойства указанных компонентов во взаимодействии друг с другом.

Экспериментально установлены: ростовая и кислотообразующая активность *Str. diacetylactis*, изучены физико-химические, микробиологические и органо-лептические свойства продукта, обогащенного очищенным гемоглобином крови сельскохозяйственных животных.

Ростовую активность штамма в присутствии БАД оценивали по скорости размножения клеток *Str. diacetylactis* в динамике развития в молоке в разные сроки культивирования ( $\lg 10$ ) (табл. 1).

| Str. Diacetylactis +<br>БАД «Гемобин» | Время культивирования (часы) |           |           |           |           |
|---------------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                       | 4                            | 6         | 8         | 10        | 12        |
| Str. diacetylactis                    | 7,10±0,06                    | 8,50+0,05 | 8,90±0,02 | 9,10+0,02 | 9,12+0,05 |
| Str. diacetylactis + БАД (0,5 г/кг)   | 7,03                         | 8,60+0,02 | 8,93+0,03 | 9,14+0,02 | 9,15+0,06 |
| Str. diacetylactis + БАД (1,0 г/кг)   | 7,15+0,02                    | 8,66+0,03 | 9,10+0,03 | 9,17+0,04 | 9,18+0,05 |
| Str. diacetylactis + БАД (1,5 г/кг)   | 7,19+0,02                    | 8,71+0,04 | 9,12+0,04 | 9,19+0,06 | 9,21+0,06 |
| Str. diacetylactis + БАД (2,0 г/кг)   | 7,19+0,01                    | 8,84+0,05 | 9,19+0,04 | 9,20+0,06 | 9,22+0,06 |
| Str. diacetylactis + БАД (2,5 г/кг)   | 7,20+0,03                    | 8,86+0,05 | 9,19+0,02 | 9,21+0,06 | 9,23+0,02 |
| Str. diacetylactis + БАД (3,0 г/кг)   | 7,20±0,02                    | 8,88+0,06 | 9,20±0,02 | 9,22±0,02 | 9,23+0,02 |
| Str. diacetylactis + БАД (3,5 г/кг)   | 7,22+0,02                    | 8,90±0,02 | 9,23+0,03 | 9,23+0,02 | 9,23+0,06 |

Из данных таблицы следует, что ростовая активность возрастала в динамике увеличения доли БАД (0-3,0 г/кг) до 12 часов культивирования и при содержании БАД 3,5 г/кг ростовая активность прекращалась к 8 часам



культивирования.

Динамика титруемой и активной кислотности при внесении гемобина отражена на рис. 13.

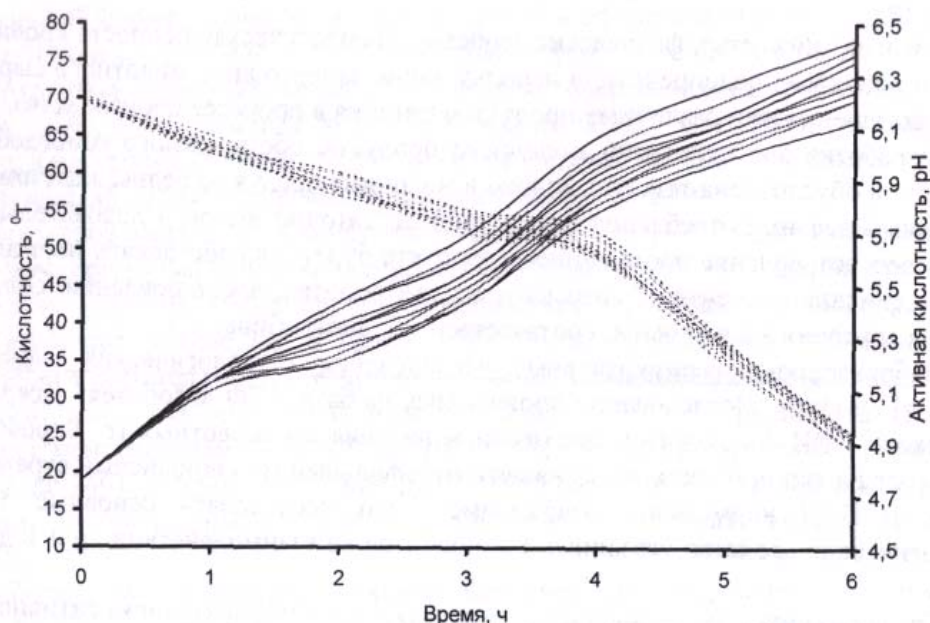


Рис. 13. Динамика титруемой и активной кислотности при внесении гемобина от 0,00 до 3,50 г/кг

Из данных диаграммы видно, что увеличение доли вносимого гемобина оказывало определенное стимулирующее влияние на процессы кислотообразования.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности применения БАД "Гемобин" (в пределах суточных физиологических норм поступления в организм человека) для создания кисломолочных продуктов, что позволило нам приступить к разработке лабораторно-экспериментальной технологии при приготовления нового молочного продукта «Лапочка».

Продукт вырабатывали резервуарным способом.

Гемобин из расчета 1 кг/тн, предварительно растворяли в 10 литрах обезжиренного молока. Смесь добавляли в основную массу молока и на 10-12 часов оставляли в покое для набухания белков, перемешивая ее через каждые 2 часа в течение 5 минут.

Органолептические показатели нового кисломолочного напитка: консистенция и внешний вид - однородная, в меру вязкая, иногда с нарушенным сгустком, допускалось незначительное отделение сыворотки - не более 3% от объема продукции; вкус и запах - чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов; цвет - молочно-белый, равномерный по всей массе.



Основные показатели напитка приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Виды продукта | Масс. доля молочного жира, % | Масс. доля молочного белка, % | Масс. доля сухих обезжир. в-в молока, % | Масс. доля гемоглобина, г в 100г | Кислотность, °Т | К-во микроорганизмов Str. diacetylactis в 1г, КОЕ |
|---------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------|
| п/ж 1,5%      | 1,5                          | 2,8                           | 8,5                                     | 0,1                              | 80-140          | 10 <sup>7</sup>                                   |
| п/ж 2,5%      | 2,5                          | 2,8                           | 8,5                                     | 0,1                              | 80-140          | 10 <sup>7</sup>                                   |
| класс.3,2%    | 3,2                          | 2,8                           | 8,5                                     | 0,1                              | 80-140          | 10 <sup>7</sup>                                   |
| нежирн.       | -                            | 2,8                           | 8,5                                     | 0,1                              | 80-140          | 10 <sup>7</sup>                                   |

Разработана нормативно-техническая документация на производство молочного продукта. Проведена медико-биологическая апробация.

## **Глава 6. Разработка биотехнологии пробиотических функциональных молочных продуктов**

На основе анализа литературных данных рассмотрена актуальность создания пробиотических пищевых продуктов. Рассмотрены специфические функции нормальной аутофлоры - защитная, обменная и иммуноиндуцирующая, а также пути нормализации аутофлоры.

Отмечено, что нарушение любой из функций микробиоценоза кишечника приводит к нарушению различных видов метаболизма, возникновению дефицита микронутриентов - витаминов, микроэлементов, минеральных веществ в организме человека, снижению его иммунного статуса. Понимание всей серьезности последствий возникновения дисбактериоза пищеварительного тракта позволяет отнести актуальность его профилактики и комплекса мероприятий по коррекции дисбиотических состояний, к первостепенно значимым.

Рассмотрены механизмы действия пробиотиков, указано, что полезные эффекты пробиотиков могут опосредствоваться через прямое антагонистическое действие против специфических групп микроорганизмов (образование антибактериальных веществ, конкуренция за питательные вещества и места адгезии), изменение микробного метаболизма (увеличение или уменьшение ферментативной активности), стимуляцию иммунной системы, противораковые и антихолестеринемические эффекты.

Обобщая материалы отечественных и зарубежных авторов, отмечено, что продукты питания, предназначенные для ежедневного потребления, содержащие бифидобактерии, позволяют эффективно проводить в жизнь массовые мероприятия по оздоровлению населения.

Экспериментально-лабораторные исследования функциональных свойств штаммов бифидобактерии, входящих в состав закваски. Исследования проводились на базе ГНЦ РФ «Институт медико-биологических проблем».

Подбор штаммов для ассоциированных заквасок производился с учетом их

взаимного влияния друг на друга и на другие микроорганизмы в условиях смешанной популяции. С этой целью были изучены такие биологические свойства штаммов как адгезивность и бактериоциногенность.

Адгезивность бифидобактерий различных видов отражена в табл. 3.

Таблица 3

| Штамм,<br>вид    | Количество адгезивных штаммов |              |                 |                  |                  |
|------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|------------------|------------------|
|                  | Количество штаммов            | неадгезивные | низкоадгезивные | среднеадгезивные | высокоадгезивные |
| <i>B.bifidum</i> | 10                            | 1            | 2               | 3                | 4                |
| <i>B.longum</i>  | 8                             | -            | 3               | 3                | 2                |
| Итого:           | 18                            | 1            | 5               | 6                | 6                |

Как видно из данных таблицы, среди изученных штаммов бифидобактерий 17 обладали адгезивными свойствами, в основном это были среднеадгезивные и высокоадгезивные штаммы.

По степени адгезивности штаммов выделены внутривидовые различия. Межвидовых различий нам отметить не удалось.

Внутри каждого вида были выявлены штаммы как неадгезивные и низкоадгезивные, так и штаммы со средней и высокой степенью адгезии. Изучена адгезивность штаммов бифидобактерий двух видов - *B. bifidum*, *B. longum*, входящих в ассоциированную закваску.

Показатели адгезивности их приведены в табл. 4.

Таблица 4

| № п/п | Вид, штамм            | Адгезивность |
|-------|-----------------------|--------------|
| 1.    | <i>B.bifidum</i> 791  | 12,8±0,8     |
| 2.    | <i>B.longum</i> B379M | 8,3±0,5      |

Как следует из данных таблицы, штаммы бифидобактерий, входящих в ассоциированную закваску, являются высоко- или среднеадгезивными.

Адгезивность бифидобактерий учитывалась нами при создании поликомпонентного продукта, поскольку адгезия - это свойство, свидетельствующее о способности микроорганизмов колонизировать слизистую кишечника.

При создании комплексных продуктов важно учитывать также такие биологические свойства штаммов, с помощью которых может произойти подавление одного штамма другими, например, способность штаммов образовывать бактериоцины.

Способность к образованию колицина - это наследственное свойство бактериального штамма, это очень устойчивое свойство, и до сих пор не описано ни одного случая утраты этого признака. Действие бактериоцинов очень специфично. Существует внутривидовая специфичность, каждый бактериоцин обладает определенным спектром литического действия.

В результаты исследований мы выявили, что среди изучаемых 18 штаммов двух видов (*B. bifidum*, *B. longum*) были штаммы как бактериоциногенные, так и бактериоциночувствительные.

В опытах по выявлению бактериоциногенности были выявлены штаммы, которые выделяли бактериоцины, образуя зону задержки роста индикаторной культуры от 0,5 до 2,0 мм (табл. 5).

Таблица 5

| Штамм бактериоциногенный | Зона задержки роста, (мм) | Количество чувствительных штаммов | Количество штаммов в опыте |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| В379М                    | 1,5-2,0 мм                | 7                                 |                            |
| 791                      | 0,5-1,0 мм                | 9                                 | 18                         |

Несмотря на то, что у этих штаммов была выявлена бактериоциногенность, в перекрестных опытах они не подавляли друг друга.

Проведенные исследования показали возможность использования штаммов 791 *B. bifidum* и В379М *B. longum* в составе комплексного бифидосодержащего продукта.

Специфическая активность, как препаратов, так и продуктов функционального питания обусловлена количеством жизнеспособных особей в 1 дозе препарата (или в 1 мл продукта) видов входящих в данный препарат или продукт, а также активностью кислотообразования и антагонистической активностью в отношении патогенных и условно патогенных микроорганизмов. Ростовую активность штаммов в смешанной культуре оценивали по скорости размножения клеток бифидобактерий в динамике развития в молоке (табл. 6).

Таблица 6

| Штаммы бифидобактерий | Время культивирования (часы) |         |         |         |          |          |
|-----------------------|------------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|
|                       | 6                            | 8       | 12      | 18      | 24       | 36       |
| 791                   | 6,6±0,2                      | 7,6±0,4 | 8,7±0,3 | 8,4±0,4 | 8,9±0,5  | 8,9±0,5  |
| В379М                 | 6,6±0,2                      | 8,4±0,5 | 8,8±0,3 | 8,6±0,4 | 9,0±0,5  | 9,0±0,5  |
| 791 +В379М            | 6,6±0,4                      | 8,5±0,5 | 8,8±0,5 | 8,7±0,5 | 9,15±0,2 | 9,15±0,4 |

Из данных, приведенных в таблице, видно, что скорость размножения штаммов в смешанной популяции была максимальной к 12-18 часам и lg количества клеток составлял 8,7-9,15, практически не уступая таковой в контроле штаммов бифидобактерий.

Полученные данные позволили использовать эту ассоциацию микроорганизмов в качестве закваски для кисломолочных продуктов.

Кислотообразующую активность штаммов (°Т) изучали при культивировании их в молоке в динамике развития в смешанной и монокультуре.

Активность кислотообразования в ассоциированной популяции была аналогична штамму В379М (табл. 7)

Таблица 7

| Штаммы     | Время культивирования (часы) |      |      |       |       |       |
|------------|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|
|            | 6                            | 8    | 12   | 18    | 24    | 36    |
| 791        | 28+5                         | 54+6 | 70+3 | 87+2  | 110+3 | 110+4 |
| B379M      | 30±3                         | 66+4 | 95+1 | 114+5 | 120+3 | 130±3 |
| 791 +B379M | 45+3                         | 65+5 | 82+6 | 98±6  | 113+5 | 120+6 |

При изучении антагонистической активности выявлено, что подавление развития тест-штаммов наблюдалось уже к 20 часам культивирования, к 48 часам наступала полная гибель тест-культур как в моно-, так и двухкомпонентной культуре бифидобактерий. В ассоциированной культуре двух видов бифидобактерий к 24 часам степень подавления роста тест-штаммов была несколько более выраженной, чем в монокультуре. Антагонистическая активность штаммов на плотных средах представлена в табл. 8).

Таблица 8

| Штаммы    | Зоны задержки роста тест-штаммов (в мм) |              |               |             |
|-----------|-----------------------------------------|--------------|---------------|-------------|
|           | E.coli 028                              | S.aureus 209 | Pr. mirabilis | Pr.vulgaris |
| 791       | 13,3                                    | 13,0         | 15,0          | 15,3        |
| B379M     | 15,3                                    | 19,0         | 16,3          | 16,0        |
| 791+B379M | 29,8                                    | 19,7         | 25,5          | 20,1        |

Изучение штаммов для создания поликомпонентного продукта по таким свойствам как динамика накопления биомассы в смешанной культуре, антагонистическая и кислотообразующая активность, бактериоциногенность, адгезивность и наибольшая адекватность видов *V. bifidum* и *V. longum* для детского и молодого возраста позволили нам обосновать целесообразность использования штаммов 791 вида *V. bifidum* и B379M вида *V. longum*. Эти штаммы при совместном культивировании не подавляли друг друга, динамика их развития, а также антагонистическая активность была даже несколько выше, чем при развитии их в монокультуре. Биологическая активность ассоциированных штаммов бифидобактерий повышалась по отношению к тест-штаммам оппортунистических и патогенных микроорганизмов в результате синергидного взаимодействия видов, что можно рассматривать как особое качество поликомпонентной культуры, а не просто усиление активности за счет механического смешивания культур.

Разработка биотехнологии приготовления нового пробиотического продукта, обогащенного стевиозидом. В основу разработки нового поликомпонентного кисломолочного функционального продукта были положены штаммы 791 *V.bifidum* и B379 *V. longum*, и подсластитель растительного происхождения стевиозид и технологические методы, используемые для приготовления кисломолочного бифидумбактерина.

Для получения кисломолочного продукта с заданными свойствами, была изучена возможность ферментации молока - со стевиозидом и без него, исследовалась динамика изменения активной и удельной кислотности продукта в процессе проведения экспериментально-лабораторного биотехнологического цикла ферментации молока.

Изучение заключалось в ферментации молока заквасками, на основе двух видов бифидобактерий *B.bifidum* 791, *B.longum* B-379M. Стевиозид в различных концентрациях вносили в нормализованное молоко перед гомогенизацией и пастеризацией. После внесения закваски и начала процесса ферментации через каждый час определяли удельную кислотность и активную кислотность.

Динамика удельной и активной кислотности продукта при внесении стевиозида, в различных концентрациях отражена на рис. 14.

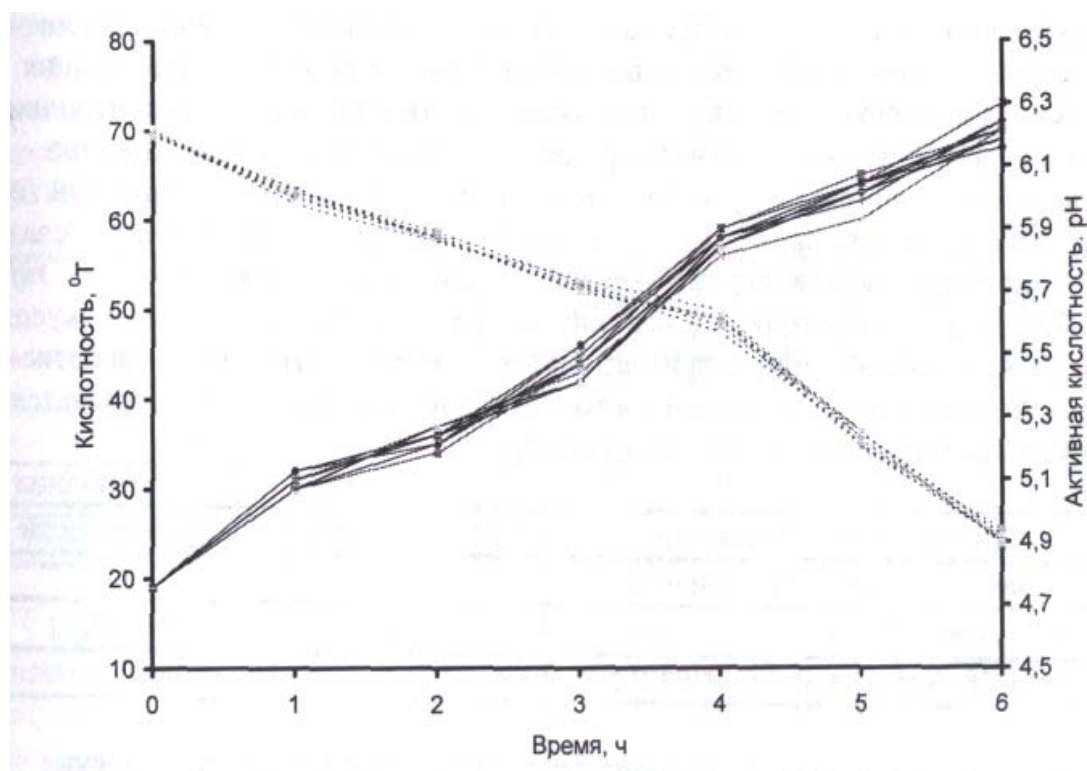


Рис. 14. Динамика титруемой и активной кислотности при внесении стевиозида от 0,00 до 0,40%

Стевиозид, внесенный в продукт в пределах рекомендуемых физиологических норм, не оказывал влияния на процессы кислотообразования и разброс величин удельной и активной кислотности при различных концентрациях стевиозида был в пределах допустимых погрешностей при проведении измерений. При проведении исследований влияния различных концентраций стевиозида на органолептические показатели готового продукта наилучшие результаты получены в продукте с массовой долей концентрата стевиозида 0,3 %.

Лабораторно-экспериментальная технология приготовления нового продукта, содержащего в качестве действующих начал *V. longum* 379М, *V. bifidum* 791 и стевиозид. Кисломолочный продукт вырабатывали из пастеризованного нормализованного молока путем сквашивания его закваской, приготовленной с использованием производственной закваски бифидобактерий видов *V. bifidum*, штамм 791 и *V. longum*, штамм В-379М в соотношении 1:1. Массовая доля за кваски, приготовленной на пастеризованном обезжиренном молоке, составляла 3%. По внешнему виду, готовый продукт представлял собой равномерный, нежный сгусток молочно-белого цвета. Вкус кисломолочный, запах - специфический для бифидобактерий. В мазках из готового продукта, окрашенных по Граму, была культура бифидобактерий: Г+ палочки с бифуркацией или булаво-видными утолщениями на концах и культура молочнокислых стрептококков.

Посторонняя микрофлора отсутствовала. В 1 мл продукта содержалось не менее  $10^7$  живых бифидобактерий. На основании проведенных исследований была разработана промышленная технология производства продукта «Солнечный зайчик». Органолептические показатели: внешний вид и консистенция - равномерный нежный сгусток, при использовании плодово-ягодных наполнителей - с наличием их включений, при резервуарном способе производства - с нарушенным сгустком, допускалось незначительное отделение сыворотки /не более 10% от объема продукции; вкус и запах - кисломолочный, в меру сладкий, с характерным для бифидобактерий и стевиозидом вкусом и запахом, при выработке с плодово-ягодными наполнителями - с соответствующими вкусом и запахом внесенных ингредиентов; цвет - молочно-белый, при выработке с наполнителями - обусловленный цветом внесенного наполнителя. Показатели продукта соответствовали указанным в табл. 9.

Таблица 9

| Наименование показателя                          | 2,5% жирности | 3,2% жирности |
|--------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Массовая доля жира в %, не менее                 | 2,5           | 3,2           |
| Кислотность, Г°                                  | 90-110        | 90-110        |
| Количество бифидобактерий в 1 ,0 см <sup>3</sup> | $10^7$        |               |

Проведена клиническая апробация продукта. Разработаны технические условия, а также технологическая инструкция на производство кисломолочного пробиотического продукта «Солнечный зайчик», содержащего бифидобактерий и стевиозид.

Разработка биотехнологии пробиотического продукта «Мягкий сыр «Думиничский». обогащенного сухим концентратом топинамбура. Для создания пробиотического молочного продукта, содержащего два вида бифидобактерий, мезофильный молочнокислый стрептококк и сухой концентрат топинамбура, не обходимо было исследовать биотехнологические свойства указанных компонентов во взаимодействии друг с другом.

Динамику развития штаммов бифидобактерий и *Str. diacetylactis* оценивали при совместном и раздельном выращивании в молоке в разные сроки культиви

рования (lg 10) (табл. 10).

Таблица 10

| Штаммы                           | Время культивирования (часы) |         |         |          |          |
|----------------------------------|------------------------------|---------|---------|----------|----------|
|                                  | 4                            | 6       | 8       | 10       | 12       |
| 791                              | 6,6+0,2                      | 7,6+0,4 | 8,7+0,3 | 8,4+ 0,4 | 8,9+0,5  |
| B379M                            | 6,6+0,2                      | 8,4+0,5 | 8,8+0,3 | 8,6+ 0,4 | 9,0+0,5  |
| Str. diacetylactis               | 7,1+0,3                      | 8,5+0,4 | 8,9+0,2 | 9,1+0,5  | 9,12+0,5 |
| 791 + B379M + Str. diacetylactis | 6,6+0,3                      | 8,8+0,4 | 8,7+0,2 | 9,15+0,5 | 9,15+0,2 |

Из данных, приведенных в таблице, видно, что скорость размножения штаммов в смешанной популяции была максимальной к 8-12 часам. Полученные нами данные позволили использовать эту ассоциацию микроорганизмов в качестве закваски.

Кислотообразующую активность штаммов изучали при культивировании их в молоке в динамике развития в смешанной и монокультуре. Активность кислотообразования в ассоциированной популяции была аналогична штамму B379M(табл. 11).

Таблица 11

| Штаммы                           | Время культивирования (часы) |      |      |       |       |       |
|----------------------------------|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|
|                                  | 4                            | 6    | 8    | 10    | 12    | 24    |
| 791                              | 25+3                         | 50±4 | 71+4 | 86+6  | 102±3 | 112±4 |
| B379M                            | 29+2                         | 65±6 | 94+3 | 115±5 | 123+5 | 140+5 |
| Str. diacetylactis               | 40+5                         | 72+2 | 95+5 | 112+3 | 125+5 | 130+5 |
| 791 + B379M + Str. diacetylactis | 43+2                         | 60+5 | 84+6 | 100+5 | 116+4 | 140+5 |

При изучении антагонистической активности подавление развития тест-штаммов наблюдалось уже к 20 часам культивирования, а к 48 часам наступала полная гибель тест-культур как в моно, так и двухкомпонентной культуре бифидобактерий. В ассоциированной культуре двух видов бифидобактерий к 24 часам степень подавления роста тест-штаммов была несколько более выраженной, чем в монокультуре. Антагонистическое действие бифидобактерий активнее проявлялось в смешанной культуре (табл. 12)

Таблица 12

| Штаммы                          | Зоны задержки роста тест-штаммов (в мм) |          |               |             |
|---------------------------------|-----------------------------------------|----------|---------------|-------------|
|                                 | E.coli                                  | S.aureus | Pr. mirabilis | Pr.vulgaris |
| 791                             | 13,3                                    | 13,0     | 15,0          | 15,3        |
| B379M                           | 15,3                                    | 19,0     | 16,3          | 16,0        |
| 791 + B379M + Str. iacetylactis | 29,8                                    | 19,7     | 25,5          | 20,1        |

Лабораторно-экспериментальные исследования условий приготовления пробиотического продукта с использованием ассоциированной закваски штаммы 791 *B. bifidum* и B379 *B. longum*, *Str. diacetylactis* и сухого концентрата топинамбура. Для получения мягкого сыра была изучена возможность ферментации молока, обогащенного концентратом топинамбура и без него, заквасками на основе двух видов бифидобактерий и *Str. diacetylactis*.

Исследовалась динамика изменения активной и удельной кислотности продукта в процессе проведения экспериментально-лабораторного биотехнологического цикла. Сухой концентрат топинамбура вносили в нормализованное молоко перед гомогенизацией и пастеризацией. После внесения заквасок и начала процесса ферментации через каждый час определяли удельную и активную кислотность. Инулиновый комплекс концентрата топинамбура оказывал определенное стимулирующее влияние на динамику развития входящих в состав закваски микроорганизмов (рис. 15).

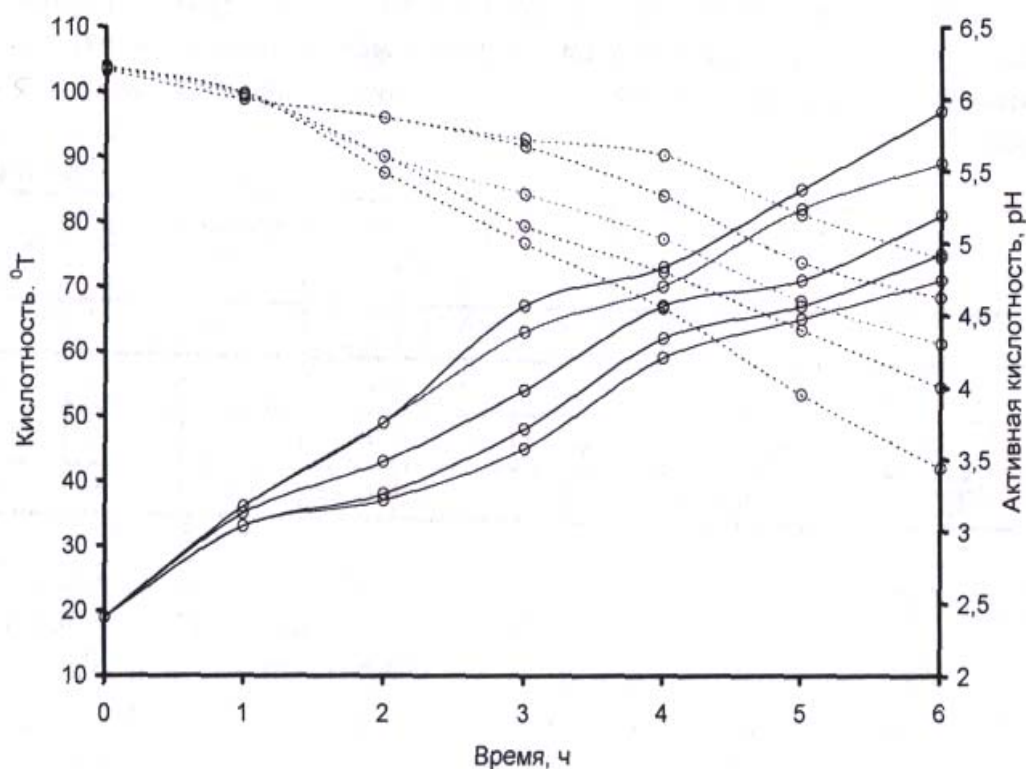


Рис. 15. Динамика титруемой и активной кислотности при внесении концентрата топинамбура от 0,00 до 0,20%

Внесение различных компонентов в процессе производственного цикла, как правило, оказывает определенное влияние и на органолептические показатели конечного продукта. Динамика изменения органолептических показателей продукта функционального назначения мягкого сыра «Думиничский». Нами была выбрана концентрация БАД - 0,1%, которая соответствует рекомендуемому различными исследователями диапазону 0,08-0,12% по содержанию инулина, микроэлементов и аминокислот, и, которая была взята за основу при про



ведении дальнейших исследований, а также разработке нормативно-технической документации на промышленное производство мягкого сыра «Думиничский». Данная концентрация не оказала существенного влияния на органолептические показатели продукта в сравнении с традиционными, при вычными и присущими данному виду продуктов.

Технологический процесс производства сыра «Думиничский» состоял из следующих операций: приемка и подготовка сырья; свертывание сырья и обработка сгустка; формование и самопрессование; упаковка, маркировка; созревание. Сухой порошок заливали водой, перемешивали и оставляли на 5 часов. Затем пастеризовали при температуре 95-97 °С с выдержкой 5-10 минут. После охлаждения до 40 °С биодобавку вносили в молочную смесь. Свертывание молока и обработка сгустка осуществлялись при температуре 37-38 С. В приготовленную смесь вносили: бактериальную закваску, приготовленную из штаммов мезофильного молочнокислого стрептококка и бифидобактерий в количестве 1,5-2%. Органолептические показатели: внешний вид - поверхность чистая, без корки, слегка влажная; вкус и запах - чистый кисломолочный, в меру соленый с привкусом и запахом внесенного ингредиента; консистенция - в меру плотная, слегка ломкая без заметных крупинок; цвет теста - от белого до светло-кремового, равномерный по всей массе, с вкраплениями внесенного ингредиента; рисунок - глазки неправильной формы, щелевидные. Количество бифидобактерий, КОЕ в 1 см<sup>3</sup> продукта, было не менее 10<sup>6</sup>. Проведена клиническая апробация продукта. Полученные результаты дали возможность перейти к заключительному этапу разработки продукта в условиях производства. Были составлены: технические условия и технологическая инструкция на производство продукта питания функционального назначения - мягкий сыр «Думиничский».

Экспериментально-лабораторные исследования функциональных свойств штаммов бифидобактерий в присутствии йодказеина. При создании пробиотического продукта с биологически активной добавкой «Йодказеин» необходимо было изучить возможное влияние йодказеина на функциональные свойства ассоциированных штаммов бифидобактерий. Данные о динамике развития штаммов бифидобактерий в разные сроки культивирования (lg10), приведенные в табл. 13, свидетельствуют о том, что скорость размножения штаммов в смешанной популяции и в присутствии различных количеств (2-5-10 г/тн) йодированного молочного белка была одинаковой.

Таблица 13

| Штаммы бифидобактерий +БАД «Йодказеин» | Время культивирования (часы) |          |          |          |          |          |
|----------------------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                        | 6                            | 8        | 12       | 18       | 24       | 36       |
| 791+В379М                              | 6,6+ 0,4                     | 8,5+ 0,5 | 8,8+ 0,5 | 8,7+ 0,5 | 9,15+0,2 | 9,15+0,4 |
| 791+В379М+БАД (2г/тн)                  | 6,6+ 0,3                     | 8,5+ 0,4 | 8,8+ 0,5 | 8,7+ 0,3 | 9,15+0,3 | 9,15+0,2 |
| 791+В379М+БАД (5г/тн)                  | 6,6+ 0,2                     | 8,5+ 0,4 | 8,8+ 0,3 | 8,7+ 0,3 | 9,15+0,4 | 9,15+0,2 |
| 791+В379М+БАД(10г/тн)                  | 6,6+ 0,2                     | 8,5+ 0,4 | 8,8+ 0,2 | 8,7+ 0,4 | 9,15+0,2 | 9,15+0,3 |

Активность кислотообразования (°Т) в ассоциированной популяции без йодказеина и в присутствии йодказеина отражена в табл. 14.

Таблица 14

| Штаммы бифидобактерий     | Время культивирования (часы) |      |      |      |       |       |
|---------------------------|------------------------------|------|------|------|-------|-------|
|                           | 6                            | 8    | 12   | 18   | 24    | 36    |
| + БАД «Йодказеин»         |                              |      |      |      |       |       |
| 791 +В379М                | 45+3                         | 67+2 | 82+2 | 98+4 | 115+5 | 120+5 |
| 791+В379М + БАД(2г/тн)    | 44+5                         | 66±2 | 84+3 | 96+6 | 116+3 | 122+6 |
| 791 + В379М + БАД (5г/тн) | 45+6                         | 66+4 | 81+2 | 99+4 | 113+6 | 122+5 |
| 791 + В379М + БАД(10г/тн) | 46+2                         | 64+2 | 82+4 | 96+5 | 116+5 | 123+5 |

Установлено, что йодказеин не оказывает влияния на динамику развития и активность кислотообразования ассоциированной культуры бифидобактерий. Полученные данные позволили нам приступить к разработке в лабораторных условиях пробиотического кисломолочного продукта, обогащенного йодказеином. Продукт, вырабатывали резервуарным способом из пастеризованного нормализованного молока путем сквашивания молока закваской, приготовленной с использованием бифидобактерий видов *B. bifidum*, штамм 791, *B. longum*, штамм В-379М и *Str. diacetylactis* в соотношении 1:1:0,5. Готовый продукт представлял собой равномерный, нежный сгусток молочно-белого цвета. Вкус кисломолочный, запах - специфический для бифидобактерий. В мазках из готового продукта была культура бифидобактерий: Г+ палочки с бифуркацией или булавовидными утолщениями на концах и культура молочнокислых стрептококков. Посторонняя микрофлора отсутствовала.

При апробации биотехнологии кисломолочного продукта «Умница» в промышленных условиях, продукт вырабатывали следующих видов: без наполнителей и с плодово-ягодными наполнителями, жирностью 2,5%; без наполнителей и с плодово-ягодными наполнителями и жирностью 3,2%.

Массовая доля йода в готовом продукте составляла 0,0005% и оставалась неизменной до окончания срока реализации. Показатели продукта отражены в табл. 15.

Таблица 15

| Наименование показателя продукта              | 2,5% жирн.      | 3,2% жирн. |
|-----------------------------------------------|-----------------|------------|
| Массовая доля жира в %, не менее              | 2,5             | 3,2        |
| Кислотность, Т°                               | 90-110          | 90-110     |
| Массовая доля йода, %                         | 0,0005          |            |
| Количество бифидобактерий в 1 мл              | 10 <sup>7</sup> |            |
| Количество молочнокислых стрептококков в 1 мл | 10 <sup>8</sup> |            |

Проведена клиническая апробация продукта. С учетом результатов проведенных исследований нами были разработаны технические условия и технологическая инструкция на производство кисломолочного продукта «Умница».

**Результаты клинической апробации продуктов.** Клинические испытания проводились в Медицинском радиологическом Научном центре РАМН (г. Обнинск), Калужской Областной детской больнице, Калужском войсковом госпитале, калужском областном бюро судебно-медицинской экспертизы, Жиздринской центральной районной больнице, Хвастовичской районной больнице. Ни каких побочных явлений у лиц, получавших продукты, не наблюдалось. Переносимость продуктов была хорошей. Неудовлетворительных отзывов, в том числе на органолептические свойства - не было.

Результаты апробации подтвердили, что разработанные продукты, обогащенные органическими соединениями йода, селена и железа могут использоваться как обычные продукты повседневного питания, а также применяться в целях профилактики йод-, селен- и железodefицитных состояний на селения.

Пробиотические продукты, произведенные с применением симбиотической закваски, содержащей два вида бифидобактерий - *B.bifidum* и *B.longum*, могут использоваться как обычные продукты питания, а также для профилактики дисбиотических нарушений аутофлоры населения.

Учитывая, что при проведении испытаний не было отмечено никаких изменений в процессах углеводного обмена, молочные продукты, обогащенные стевиозидом и сухим концентратом топинамбура могут применяться населением как обычные продукты питания, и могут быть рекомендованы к потреблению страдающими сахарным диабетом.

Обобщая и анализируя полученные результаты проведенных исследований, достоверно подтвердивших безвредность, содержание функциональных ингредиентов, высокую пищевую ценность, привычные и приемлемые вкусовые качества клиническими исследованиями, разработанные новые молочные продукты могут быть отнесены к продуктам питания функционального назначения.

## **Глава 7. Практическая реализация комплексного подхода к развитию индустрии функциональных продуктов**

В целях адаптации производственных мощностей существующих пищевых предприятий к предъявляемым санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям были применены нестандартные методы, обеспечившие возможность производства функциональных продуктов: внедрение компьютеризованного камерно-резервуарного способа ферментации пищевых основ эубиотиками и другими биологическими объектами; размещение оборудования для мелкой фасовки функциональных продуктов в специализированных помещениях обеспечивающих соблюдение требований, предъявляемых к микробиологическим боксам с целью создания асептического пространства; использование термальных блоков для проведения заключительных стадий ферментационных процессов биотехнологического цикла; применение натуральных

биологически активных добавок, обладающих природными консервирующими свойствами; временный контроль содержания в готовых продуктах биологически активных веществ, требующих дорогостоящих тест-систем по закладке биологически активных компонентов. Разработаны биотехнологические схемы обособленного (см. рис. 11) и комбинированного цехов-модулей для производства функциональных молочных продуктов.

Схема обособленного цеха-модуля для производства кисломолочных продуктов функционального назначения. Как видно из приведенной обособленной схемы, а также описания проведения технологических операций, в процессе производства произошла их существенная перегруппировка по сравнению с традиционной схемой в связи с объединением ряда, ранее разрозненных, операций в новые блоки. В условиях промышленного производства группировка выглядит следующим образом: приемка сырья; приготовление нормализованной смеси и внесение БАД; гомогенизация; пастеризация, охлаждение до температуры внесения закваски, заквашивание и сквашивание смеси, перемешивание и охлаждение. В результате осуществленных замен количество единиц используемого оборудования сократилось до 14 единиц. Это позволило существенно уменьшить протяженность технологической цепи, а следовательно и риск бактериального обсеменения продукта на всех стадиях производственного цикла, осуществить процессы пастеризации, охлаждения до температуры внесения закваски, заквашивания и сквашивания смеси, перемешивания и охлаждения готового продукта - в одной емкости. Для размещения оборудования требуются производственные площади 250-350 м<sup>2</sup>. Были созданы обособленные цехи по производству продуктов лечебно-диетического питания в ООО «Света» Дзержинского района, СПК «Коммунар» Хвастовичского района и СПК «Мичуринец» Жиздринского района Калужской области. Это позволило начать производство кисломолочных продуктов функционального назначения.

Схема комбинированного цеха-модуля для производства кисломолочных продуктов функционального назначения. Данная схема применима при органиционирующего молокоперерабатывающего предприятия. Ее отличие от обособленной заключается в том, что в цех поступает сырье уже прошедшее первичную обработку на базовом предприятии: очищенное, нормализованное по содержанию жира и белков, гомогенизированное молоко, которое, в целях пастеризации, подвергается нагреву и выдержке в резервуаре для ферментации молока. В этом же резервуаре производятся процессы охлаждения до температуры внесения закваски, заквашивание, сквашивание и захолаживание. Далее продукт расфасовывается в стаканчики из полистирола и направляется на холодильное хранение. Данная разработка нашла практическое применение в ОАО Маслодельный завод «Куйбышевский» Калужской области.

Народно-хозяйственное значение разработок. Разработанные биотехнологии прошли испытания в различных учреждениях здравоохранения, которыми было подтверждено защитное действие новых функциональных продуктов. Все

положения, рассмотренные в настоящем диссертационном исследовании нашли практическое применение при разработке и реализации областных целевых программ АПК и здравоохранения Калужской области.

Разработка и организация промышленного производства описанных в настоящем диссертационном исследовании продуктов питания функционального назначения имеет важное народно-хозяйственное значение:

- медико-биологическое и социальное - профилактика кишечных, аллергических, обменных и прочих заболеваний, а также йод-, железо- и селендефицитных состояний;
- технико-технологическое и продовольственное - приоритет разработок биотехнологических модулей, технологических регламентов, нормативно-технической документации на новые продукты, использование отечественных ингредиентов, оборудования и т.д.;
- экономическое - уменьшение возможного расходования валютных средств на приобретение технологий, оборудования, биологически активных добавок.

## **Заключение**

Проблема развития индустрии функциональных продуктов - это, в первую очередь проблема государственной социально-экономической политики. В развитых странах в реализации национальных оздоровительных программ, прежде всего, заинтересовано государство. Обеспечение продовольственной безопасности и безопасности продовольствия - приоритетные задачи государственной политики, которая зависит от эффективности функционирования производственных отраслей продовольственного комплекса страны.

Интенсификация развития пищевых отраслей может осуществляться благодаря государственной поддержке и созданию условий, благоприятствующих: постоянному техническому перевооружению и внедрению ресурсосберегающих технологий; насыщению продовольственного рынка высококачественными конкурентными продуктами питания; разработке и расширению ассортимента продуктов функционального питания; прибыльной работе отраслей; созданию дополнительных рабочих мест; активизации работы по заготовкам базового сырья у населения; интегрированному взаимодействию предприятий АПК и потребительской кооперации на продовольственном рынке.

Ни одна экономическая модель не освобождает государство от регулирующих функций и ответственности за все происходящее в стране. В условиях системного кризиса только «агрессивная» государственная политика способна вывести экономику пищевых отраслей из депрессии. На федеральном уровне нужна взвешенная внешнеэкономическая и таможенная политика, заключающаяся как в ограничении ввоза продукции, которой Россия обеспечивала свое

население сама, так и регулировании таможенных пошлин, создавая конкурентоспособность аналогичных отечественных товаров по цене. Главными при ориентирами государственного регулирования экономики пищевой и перерабатывающих отраслей РФ должны стать: обеспечение производства собственной конкурентоспособной продукции (высокого качества, широкого ассортимента и низких цен); протекционизм (дотации, налоговые льготы); развитие импорто замещающего производства (прямые инвестиции в пищевую промышленность и сельское хозяйство).

### **Выводы**

1. Определены научные критерии комплексного подхода к разработке функциональных продуктов, основанные на медико-биологических показателях. Проведен анализ дисбиотических нарушений, йод-, селен- и железодефицитных состояний населения, проживающего на территориях биогеохимических провинций, а также в условиях с неблагоприятным экологическим фоном.
2. Исследованы свойства йодированного молочного белка - БАД «Йодказеин», в процессе которого было установлено, что он физиологичен, нетоксичен и безопасен. Разработан функциональный молочный продукт - кефир, обогащенный йодированным молочным белком. В результате клинической апробации установлено, что при регулярном употреблении продукта организм получает достаточное количество йода. Продукт может использоваться во всех возрастных группах как обычный продукт питания, а также в профилактических целях населением йоддефицитных территорий.
3. В результате проведенных исследований свойств органического соединения. Разработан функциональный молочный продукт, обогащенный БАД «Селексен». На основании проведенной клинической апробации выяснилось, что продукт может использоваться во всех возрастных группах как обычный продукт питания, а также для профилактики селендефицитных состояний населения.
4. Проведено изучение свойств очищенного гемоглобина крови сельскохозяйственных животных - БАД «Гемобин», в процессе которого было выявлено, что он физиологичен, нетоксичен и безопасен. Разработан функциональный молочный продукт, обогащенный БАД «Гемобин». Результаты клинических исследований показали, что он может использоваться во всех возрастных группах как обычный продукт питания, а также в профилактических целях, людьми, страдающими железодефицитными состояниями.
5. Исследованы свойства штаммов различных видов бифидобактерий по совместимости в комплексном продукте. В процессе изучения выявлено, что

бифидобактерий обладают адгезивностью и бактериоциногенностью. Наличие антагонистической активности не оказало существенного взаимного влияния их друг на друга. Разработаны функциональные молочные продукты, основу закваски которых составляют бифидобактерии двух видов /*B. bifidum* и *B. longum*/. Экспериментальные исследования выявили, что данные продукты обладают высокой антагонистической активностью по отношению к патогенным и условно патогенным микроорганизмам. Использование стевииозидов в качестве натурального подсластителя растительного происхождения, позволило расширить защитный спектр продукта, дополнив его противодиабетическими и антикариесными свойствами. В результате медико-биологических исследований была установлена оптимальная концентрация БАД (0,3 %), не оказывающая негативного влияния на микробиологические процессы приготовления продукта и на углеводный обмен в организме человека при его потреблении. Продукт может использоваться во всех возрастных группах как обычный продукт питания, а также в комплексе лечебно-профилактических мер при нарушениях микробиоценоза кишечника.

6. Разработан функциональный молочный продукт, основу закваски которого составляет ассоциация *B. bifidum*, *B. longum* и *Str. diacetylactis*. Обогащение продукта парафармацевтической БАД «Сухой концентрат топинамбура» позволило расширить защитный спектр противодиабетическими и антикариесными свойствами. В результате клинической апробации была установлена оптимальная концентрация БАД (0,1%), не оказывающая негативного влияния на микробиологические процессы приготовления продукта и на углеводный обмен в организме человека при потреблении. Продукт может использоваться во всех возрастных группах как обычный продукт питания, а также в профилактических целях при нарушениях микробиоценоза кишечника.
7. Разработан функциональный молочный продукт, обогащенный БАД «Йодказеин», основу закваски которого составляет ассоциация *B. bifidum* и *B. longum*. Использование йодказеина в качестве источника йода, позволило дополнить защитный спектр продукта противозобными свойствами. В результате клинической апробации было установлено, что продукт может использоваться во всех возрастных группах как обычный продукт питания, а также в профилактических целях при нарушениях микробиоценоза кишечника и йодной недостаточности.
8. Разработаны и апробированы в промышленных условиях, технологический регламент и нормативно-техническая документация на продукты функционального назначения, обогащенные нутрицевтическими, парафармацевтическими и пробиотическими БАД/ТУ 9225-002-00427483-99, ТУ 9225-005-004227477-99, ТУ 9206-004-48363077-00, ТУ 9206-005-48363077-00, ТУ 9206-006-48363077-00, ТУ 9206-007-48363077-00, ТУ 9222-001 - 05348185-00, 9222-002-05348185-00, 922-003-05348185-00, 9222-004-05348185-00/. Осуществлен комплекс научно-исследовательских и

внедренческих работ по созданию и внедрению в промышленное производство молочных продуктов функционального назначения в 41 регионе России.

9. Разработаны и введены в эксплуатацию биотехнологические цехи-модули для промышленного производства продуктов функционального назначения, оснащенные отечественным оборудованием.
10. Результаты проведенных исследований позволяют приступить к практической реализации целевых программ, предусматривающих организацию производства функциональных молочных продуктов.

### **Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:**

#### *Монографии*

1. Черняев С.И. Разработка новых функциональных молочных продуктов. - М.: ГВЦ Минсельхоза России, 2002. - 300 с.
2. Эколого-социальные и медико-биологические аспекты чрезвычайных ситуаций / Ершов А.В., Новиков В.Н., Гринин А.С., Черняев С.И. -Калуга: Изд-во Н.Бочкаревой, 2001. - 260с.
3. Экология человека и технологий / Ю.Г. Лалаян, А.С. Гринин, Л.С. Акопян, Н.В. Коротких, С.И. Черняев и др.; под ред. А.С. Гринина.-Калуга: Облиздат, 1999. - 474с.

#### *Статьи*

4. Черняев С.И. Проблемы и перспективы молочной отрасли Калужской области // Молочная промышленность. - 1997. - №8. - с. 3-4.
5. Черняев С.И., Казаков А.В., Сошин С.А., Черняева М.Н. Бифифрут - реальность и перспективы // Молочная промышленность. - 1998. - №1. - с. 16-17.
6. Цыб А.Ф., Розиев Р.А., Бевз Н.И., Черняев С.И., Черняева М.Н. Продукты с нетрадиционными БАД // Молочная промышленность. - 1999. - №11. - с. 11-13.
7. Демидова Л.Н., Черняев С.И. О повышении конкурентоспособности предприятий // Молочная промышленность. - 1999. - №10. - с. 8-11.
8. Люблинский С.Л., Люблинская И.Н., Черняев С.И., Марков М.В. «Гемобин» - противоанемическая биологически активная добавка // Молочная промышленность. - 2000. - №5. - с. 16-17.
9. Черняев С.И., Чикеева Э.М. Молочная промышленность Калужской области // Молочная промышленность. - 2000. - №6. - с. 9-11.
10. Цыб А.Ф., Шахтарин В.В., Розиев Р.А., Черняев С.И., Томчани О.В. Йодказеин ликвидирует йодную недостаточность // Молочная промышленность. - 2000. - №6. - с. 45-48.
11. Черняев С.И., Люблинский С.Л., Люблинская И.Н., Марков М.В. Гемобин - натуральная биологически активная пищевая добавка нового поколения // Пищевая пром-ть. - 2000. - №6. - с. 50-52.
12. Черняев С.И., Зевакин И.И. Йоддефицитным состояниям населения объявляется война // Вестник КТПП. Инф.-аналит. журн. - 2000. - №2. - с. 32-33.
13. Черняев С.И., Томчани О.В., Зевакин И.И. Йод + молоко = здоровье // Мо



- лочная пром-ть. - 2000. - №10. - с. 33-34.
14. Черняев С.И., Зевакин И.И., Марков М.В. Некоторые аспекты экологии, питания и здоровья // Пищевая промышленность. - 2000. - №10. - с. 27-29.
  15. Цыб А.Ф., Скворцов В.Г., Шахтарин В.В., Розиев Р.А., Гончарова А.Я., Григорьев А.Н., Бозаджиев Л.Л., Подгородниченко В.К., Томчани О.В., Черняев С.И., Зевакин И.И. Биологически активная пищевая добавка-обоганитель «Йодказеин» // Пищевая промышленность. - 2001. - №1. - с. 46-47.
  16. Томчани О.В., Цыб А.Ф., Розиев Р.А., Бозаджиев Л.Л., Скрыпник Д.Г., Скворцов В.Г., Черняев С.И. Обогащение молочных продуктов йодказеином// Молочная промышленность. - 2001. - №12. - с. 31-32.
- Материалы конференций*
17. Черняев С.И., Гринин А.С., Пронин Л.Т., Сошин С.А., Черняева М.Н. Ки сломолочные эубиотики - пищевые продукты для восстановления экологического баланса организма // Прогрессивные технологии, конструкции и системы в приборо- и машиностроении. - Калуга, 1997, с. 209.
  18. Черняев С.И., Гринин А.С., Пронин Л.Т., Логунова У.З., Сошина Н.А., Черняева М.Н. Сравнительная характеристика жидкого концентрата бифидобактерий и сухого бифидумбактерина // Прогрессивные технологии, конструкции и системы в приборо- и машиностроении - Калуга, 1997, с. 208.
  19. Черняев С.И., Черняева М.Н., Гринин А.С. Экологические аспекты бифидобактерий // Прогрессивные технологии, конструкции и системы в приборо- и машиностроении - Калуга, 1998, с. 228 - 231.
  20. Черняев С.И. Разработка технологии приготовления нового пробиотического продукта «Стевилонг» // Автореф. дисс. на соискание уч. степ. канд.биол.наук, 1999.
  21. Цыб А.Ф., Розиев Р.А., Бевз Н.И., Черняев С.И., Черняева М.Н. Конструирование новых лечебно-диетических продуктов питания с нетрадиционными биологически активными добавками // Новое в технике и технологии молочной промышленности - Адлер, 1999.
  22. Черняев С.И. Адаптация существующих производственных мощностей пищевой и перерабатывающей промышленности к производству лечебно-диетических продуктов нового поколения // Инвестиции, инновации, менеджмент - Калуга, 2000, с. 39-40.
  23. Люблинский С.Л., Черняев С.И., Марков М.В. Разработка продуктов функционального питания с использованием натуральной биологически активной пищевой добавки «Гемобин» // Инвестиции, инновации, менеджмент - Калуга, 2000, с. 128-129.
  24. Розиев Р.А., Черняев С.И. Опыт внедрения в промышленное производство продуктов повседневного спроса с биологически активной добавкой «Йодказеин» // Инвестиции, инновации, менеджмент - Калуга, 2000, с. 129-130.
  25. Цыб А.Ф., Шахтарин В.В., Розиев Р.А., Черняев С.И., Томчани О.В., Черняева М.Н. Многообразие проявлений йоддефицитных состояний. Причины возникновения, и способы их коррекции. Пищевая добавка-обоганитель «Йодказеин» - аналог природного соединения йода // Новое в технике и

- технологии молочной промышленности - Адлер, 2000.
26. Черняев С.И. Государственное регулирование экономики // Актуальные проблемы управления социально-экономическими процессами в регионе - Калуга, 2000, с. 30-32.
  27. Черняев С.И., Марков М.В. Многообразие факторов, провоцирующих железодефицитные состояния человека // Прогрессивные технологии, конструкции и системы в приборе- и машиностроении - Москва, 2000, с. 163-164.
  28. Черняев С.И., Зевакин И.И. Некоторые аспекты физиологической роли селена. Физиолого-биохимическая взаимосвязь селена и йода в организме // Прогрессивные технологии, конструкции и системы в приборе- и машиностроении - Москва, 2000, с. 161-162.
  29. Ершов А.В., Золочевский Д.В., Фадеев А.А., Черняев С.И., Щербак С.Н. Радиологический мониторинг и проблемы адекватного питания на территориях, пострадавших от аварии на ЧАЭС // Наследие Чернобыля - Калуга, 2001, с. 66-69.
  30. Черняев С.И. Нормализующее микробиоценоз действие йодированных пробиотических продуктов // Агроэкология и охрана окружающей среды - Москва, 2001, с. 206-207.
  31. Черняев С.И., Зевакин И.И. Прифермские цехи для производства продуктов функционального назначения // Прогрессивные технологии, конструкции и системы в приборе- и машиностроении - Москва, 2001, с. 251-254.
  32. Черняев С.И., Марков М.В. Разработка технологии приготовления нового кисломолочного продукта, обогащенного гемоглобином // Прогрессивные технологии, конструкции и системы в приборе- и машиностроении - Москва, 2001, с. 255-259.
  33. Черняев С.И. Количественный и качественный состав нормальной аутофлоры организма // Особенности современного развития образования и самообразования специалистов пищевой и перерабатывающей промышленности - Калуга, 2002, с. 68-71.