

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Ивановский государственный химико-технологический университет

Н.В. Степычева

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

ЧАСТЬ 2  
ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Иваново 2013

УДК 664

*Учебное пособие выполнено при содействии студентки  
группы 4/18 ИГХТУ Ребриковой Инны*

**Степычева, Н.В.**

Разработка функциональных продуктов питания. Ч.2. Практические аспекты создания продуктов функционального питания: учеб. пособие / Н.В. Степычева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2013. – 123 с. ISBN 978-5-9616-0460-3

Учебное пособие включает основные положения второй части лекционного курса по дисциплине «Разработка функциональных продуктов питания», входящей в цикл предметов специальной подготовки студентов направления 240700. В нём рассмотрены практические аспекты создания продуктов функционального питания; изложены технологические приемы разработки основных групп функциональных пищевых продуктов: хлебобулочных изделий, соковой продукции, молочных и масложировых продуктов.

Пособие предназначено для подготовки студентов дневной и заочной форм обучения направления 240700 «Биотехнология» профиля подготовки «Пищевая биотехнология».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

ИЦ «Качество» г. Иваново; доктор химических наук М.Е. Ключева  
(ГБОУ ВПО Ивановская государственная медицинская академия)

ISBN 978-5-9616-0460-3

© Степычева Н.В., 2013  
© ФГБОУ ВПО «Ивановский  
государственный химико-  
технологический университет», 2013

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года № 120), определяющая в качестве стратегической цели продовольственной безопасности формирование в Российской Федерации основ и индустрии здорового питания, обозначает в числе приоритетных задач увеличение производства новых обогащенных, диетических и функциональных пищевых продуктов. Формирование здорового типа питания потребует: развития фундаментальных и прикладных научных исследований по медико-биологической оценке безопасности новых источников пищи и ингредиентов, внедрения инновационных технологий, включающих био- и нанотехнологии, технологии органического производства пищевых продуктов и продовольственного сырья, наращивания производства функциональных пищевых продуктов.

Внедрение функциональных продуктов в структуру питания населения зависит от уровня развития пищевой промышленности, науки и технологий, подготовки специалистов в данной области. В настоящее время продукты функционального питания являются самой актуальной и быстро растущей категорией пищевых продуктов.

В первой части пособия "Разработка функциональных продуктов питания. Ч.1. Научные основы создания продуктов функционального питания" изложены основные положения концепции функционального питания, основы научного подхода к созданию продуктов функционального питания, дана характеристика функциональных ингредиентов, используемых при производстве продуктов здорового питания. Для облегчения восприятия материала второй части пособия в нем дополнительно приведены в приложении кодированные обозначения функциональных пищевых ингредиентов и их физиологическое воздействие на организм человека согласно ГОСТ Р 54059-2010.

Целью второй части учебного пособия является рассмотрение практических аспектов создания продуктов функционального питания, которые позволят будущим специалистам разработать научно обоснованные технологии создания продуктов функционального питания и организовать их промышленное производство. Организация производства функциональных продуктов на базе уже существующих и новых предприятий является задачей и важным элементом стратегического развития пищевой промышленности.

В пособии изложены технологические приемы разработки основных групп функциональных пищевых продуктов: хлебобулочных изделий, соковой продукции, молочных и масложировых продуктов. Создание и внедрение в структуру питания различных групп функциональных пищевых продуктов позволит приблизиться к решению проблемы здорового питания российского населения.

# ГЛАВА 1 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

## 1.1 Состояние и перспективы развития производства функциональных хлебобулочных изделий

Хлеб, мучные изделия и другие продукты на основе зерновых культур занимают ведущее место в питании населения всех стран мира. Эти продукты питания характеризуются высокой пищевой ценностью, многие из них обладают профилактическими и лечебными свойствами. При этом сегодня они остаются наиболее дешевыми и доступными для всех категорий потребителей.

Хлеб – один из важнейших продуктов питания, он играет важнейшую роль в физиологии питания. За счет потребления хлеба человек примерно на 30 % обеспечивает свою физиологическую потребность в пищевых веществах и энергии. Рекомендуемые нормы потребления хлебобулочных и макаронных изделий, в пересчете на муку, в России составляют 95...105 кг/год/чел. Производственная база хлебопекарной промышленности РФ включает в себя около 1500 заводов по производству хлеба и более 5000 мини-пекарен, которые обеспечивают ежегодную выработку примерно 21 млн тонн хлебной продукции, в том числе около 12,7 млн тонн вырабатывается на крупных хлебозаводах.

Анализ ассортиментной политики предприятий хлебопекарной отрасли свидетельствует о том, что практически на всех предприятиях в настоящее время выпускаются хлебобулочные изделия, предназначенные для здорового питания. В соответствии с предназначением их можно разделить на две категории (рис. 1.1).

Хлеб – один из наиболее употребляемых населением продуктов питания. Введение в его рецептуру компонентов, придающих функциональные свойства, позволит эффективно решить проблему профилактики и лечения различных заболеваний, связанных с дефицитом тех или иных веществ.

Практически во всех субъектах РФ в настоящее время уже осуществляется выпуск обогащенных пищевых продуктов. Среди них ведущее место занимает хлеб и хлебобулочные изделия (около 75 %). Однако доля производства обогащенной продукции от общего объема производимых продуктов питания пока недостаточен и не обеспечивает необходимые потребности населения. Следовательно, можно констатировать, что рынок производства функциональных хлебобулочных изделий имеет в перспективе большой потенциал для роста.





Рис. 1.1. Ассортимент хлебобулочных изделий для здорового питания

## 1.2 Строение зерна злаковых культур

У всех хлебных злаков зерно представляет собой односемянной плод с тонкой многослойной оболочкой, плотно сросшейся с семенем. Ботаническое название такого плода – зерновка. Знание анатомического строения зерна имеет большое значение для рациональной организации его переработки, т.к. каждая отдельная его часть отличается своим химическим составом. На рис. 1.2 показан продольный разрез зерна пшеницы. Химический состав и пищевая ценность отдельных частей зерна различны.

*Эндосперм, или мучнистое ядро*, занимает всю внутреннюю часть зерна и составляет до 85 % его массы. Он состоит из крупных тонкостенных клеток, заполненных зернами крахмала, которые окружены частицами белка, т.е. эндосперм более чем на 90 % состоит из крахмала и белка, в среднем 78 и 12 % соответственно. Жира, сахара, минеральных веществ, клетчатки очень мало, они находятся в окраинных частях эндосперма. Эндосперм самая ценная часть зерна, сортовую муку получают только из эндосперма. Чем больше эндосперма в зерне, тем больше выход муки.

*Зародыш* составляет 2...3 % от массы зерна, являясь наиболее важной составной частью зерна, т.к. в нем находятся первичные органы развития нового растения.

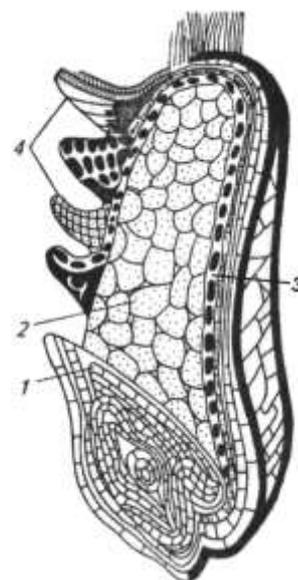


Имеет высокую пищевую ценность, т.к. в нем много сахара (13...25 %), жира (15...33 %), белков (35...40 %), ферментов и витаминов (примерно половина всех витаминов зерна). Но, несмотря на это, при помоле зародыш отделяют, т.к. он богат жиром, который легко прогоркает, что ухудшает качество муки.

*Алейроновый слой* (по названию белка алейрона) называют иногда оболочкой эндосперма. Представляет собой один ряд клеток, внутри которых содержится белок, прилегающий к эндосперму. Масса алейронового слоя составляет 4...9 % от массы зерна. Содержит много белка (около 20 % всего количества в зерне), жир, некоторое количество сахаров, минеральных веществ, витаминов, ферментов. Но эти вещества не усваиваются человеком, т.к. заключены в толстую оболочку из клетчатки. Крахмала в этом слое нет.

*Оболочки* делятся на плодовую и семенную. Плодовая легко удаляется, семенная прочно срастается с алейроновым слоем. Состоят в основном из клетчатки и минеральных веществ, питательных веществ в оболочке очень мало. Оболочки составляют 6...8 % от массы зерна.

Оболочки и алейроновый слой ухудшают цвет муки, снижают ее пищевую ценность. При сортовом помоле зерна (при получении муки сортов экстра, высший сорт, крупчатка, 1 сорт, 2 сорт) удаляют оболочки, алейроновый слой и зародыш. При обойном помоле зерна (при получении обойной муки) размолу подвергают все анатомические части зерна.



1 – зародыш;  
2 – эндосперм;  
3 – алейроновый слой; 4 – оболочки  
Рис.1.2. Продольный разрез зерна

### 1.3 Факторы, влияющие на пищевую ценность зерновых продуктов

Пищевая ценность продуктов на основе злаков во многом зависит от того, насколько в них будут сохранены макро- и микронутриенты исходного зерна. Схематично факторы, обуславливающие изменение пищевой ценности зерновых продуктов, отображены на рис. 1.3.

При традиционном подходе к переработке зерна, направленном на максимальное удаление оболочек и получение муки высшего сорта, содержание этих компонентов неизбежно снижается. В дальнейшем этот процесс продолжается под влиянием технологических параметров на всех стадиях производства и хранения продуктов. Мука высшего сорта значительно беднее витаминами и минералами, чем мука более низких сортов.

На этапе производства готовых продуктов происходит дальнейшее снижение содержания физиологически ценных веществ, в частности, витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, РР, магния, калия, фосфора, железа (табл. 1.1).





Рис. 1.3. Технологические факторы, изменяющие пищевую ценность зерновых продуктов

Потеря пищевой ценности и снижение концентрации физиологически функциональных веществ в зерновых продуктах обусловлены рядом факторов, к которым относятся:

- ✓ технологические режимы помола муки или других способов подготовки зерна (варки, сушки, экструзии, плющения);
- ✓ способ тестоприготовления;
- ✓ интенсивность замеса, воздействие на пищевую массу кислорода воздуха;
- ✓ рН полуфабрикатов (кислотность опары, закваски);
- ✓ способ и температурный режим выпечки;
- ✓ нестабильные обогащающие добавки;
- ✓ взаимодействие обогащающих ингредиентов с другими компонентами пищевой системы;
- ✓ продолжительность хранения готовых изделий.

Таким образом, физиологические функциональные свойства зерновых продуктов могут быть обеспечены двумя путями:

- сохранением оболочек и алейронового слоя, содержащих наибольшее количество микронутриентов и биологически активных веществ зерна;
- обогащением продуктов функциональными ингредиентами в процессе их производства.



Таблица 1.1

Изменение содержания микронутриентов в зерне пшеницы и в продуктах  
его переработки

Показатели пищевой ценности	Зерно пшеницы	Мука пшеничная		Хлеб из муки	
		обойная	в/с	обойной	в/с
Энергетическая ценность, ккал	305	312	334	208	262
Белки, г	11,8	11,5	10,3	8,0	7,5
Жиры, г	2,2	2,2	1,1	1,5	2,9
Углеводы, г	59,5	61,5	70,6	40,1	51,4
Пищевые волокна, г	10,8	9,3	3,5	6,8	2,5
Витамины, мг/100г:					
тиамин	0,44	0,41	0,17	0,25	0,11
рибофлавин	0,15	0,15	0,04	0,09	0,03
ниацин	5,3	5,5	1,2	3,7	0,9
токоферолы	3,0	3,3	1,5	2,3	1,7
$\beta$ -каротин	10	2	0	5	0
Минеральные вещества, мг:					
натрий	8	7	3	356	427
калий	337	310	122	217	92
кальций	54	39	18	33	19
магний	108	94	16	66	13
фосфор	370	336	86	234	65
железо	5,4	4,7	1,2	4,4	1,2

Первый способ включает использование в пищу продуктов из цельного зерна – цельнозернового хлеба, хлопьев, круп из нешлифованного зерна, а также изделий из муки грубого помола.

Второй способ связан с введением в муку, крупу или готовые продукты витаминно-минеральных комплексов, растительных добавок – источников пищевых волокон, пробиотиков, пребиотиков и других обогащающих ингредиентов.

#### 1.4 Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пищевых волокон

В условиях нашей страны большая часть пищевых волокон поступает в организм человека с зернопродуктами. Именно в хлебе (особенно из муки грубого помола) содержится повышенное количество основных физиологически активных компонентов – целлюлозы, лигнина и геммицеллюоз. В пшеничном хлебе из муки различного выхода содержится около 1...2,5 % пищевых волокон, в ржаном около 5...6 %, в хлебе из цельного зерна пшеницы около 8,5 %, а в пшеничных отрубях около 50 %. В результате выработки высокосортной муки при отделении от эндосперма оболочек, алейронового слоя, зародыша зерна в конечном продукте резко сокращается количество



важных для здоровья балластных веществ. При современном ассортиментном составе хлеба и хлебобулочных изделий население РФ с указанными видами продуктов питания получает не более 15...20 % необходимого количества пищевых волокон.

Решение задачи повышения содержания пищевых волокон в хлебе может быть достигнуто следующими мероприятиями:

- полное использование пищевых волокон самого зерна;
- обогащение хлеба пищевыми волокнами в процессе его приготовления на хлебопекарных предприятиях.

#### 1.4.1 Разработка функциональных хлебобулочных изделий с использованием пищевых волокон самого зерна

*Выработка хлеба из цельносмолотого зерна.* Цельное зерно содержит все части зерна: оболочку (отруби), алейроновый слой, эндосперм и зародыш. При традиционном размоле зерна ржи и пшеницы из него удаляются ценные компоненты, которые содержатся в периферийных частях и зародыше. Для их сохранения более рациональным является использование зерна в виде крупки (пшеничной, ячневой и др.), хлопьев (пшеничных, ячменных, ржаных) или в виде предварительно замоченных зерен.

Зерновой хлеб из целого зерна ржи и пшеницы представлен в достаточно широком ассортименте: "Зерновой", "Восемь злаков", "Старорусский", "Купеческий", "Княжеский", "Семеновский", "Соколовский" и др. Такой хлеб содержит в своем составе все ценные компоненты цельных зерен; в нем сохраняются все аминокислоты и витамины, не разрушается клетчатка. Именно поэтому зерновой хлеб обладает питательными и лечебными свойствами.

*Выработка хлеба с использованием пророщенного зерна.* Пророщенное зерно представляет собой набухшее зерно с росточком не более 2 мм. Именно с таким росточком зерно содержит в себе то количество минералов и витаминов, которое способно обеспечить потребности всего организма в этих компонентах. В проростках пшеницы и ржи содержатся белки, углеводы, фосфор, калий, магний, марганец, кальций, цинк, железо, селен, медь, ванадий и др., витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, Е, F, биотин. Все макро- и микроэлементы находятся в легкоусвояемой форме. Применение диспергированного пророщенного зерна в составе хлеба повышает уровень содержания пищевых и биологически активных веществ, но одновременно усложняет технологический процесс получения хлеба, т.к. содержит меньшее количество клейковинных белков. Рекомендовано добавлять к зерновому полуфабрикату не более 20...40 % пророщенных в течение 3 суток зерен, брожение зернового полуфабриката проводить в течение 3...4 ч. Готовые образцы обладают приятным зерновым запахом и свойственным зерновому хлебу вкусом.

*Выработка хлеба с использованием экструдатов зерна.* Одно из перспективных направлений функционального обогащения хлебобулочных изделий основано на использовании добавок, полученных путем термомеха-



нической обработки зерна и крупяных культур (ячменной, гречневой, пшеничной, рисовой, кукурузной). Термомеханическая обработка основана на сочетании теплового воздействия и деформации за счет избыточного внутреннего давления, что приводит к взрыву, вспучиванию зерна. Термомеханическая обработка включает такие методы, как экструдирование, высокотемпературная микронизация (ВТМ), баротермическая обработка (БТО).

*Экструзия* – это способ обработки, представляющий собой непрерывный процесс воздействия на зерна давления и высокой температуры, что приводит к многократному увеличению объема зерна.

В области воздействия температура достигает 150...200 °С, давление 35...40 атм. Обработка проводится в аппаратах, называемых экструдерами, в которые загружают увлажненную паром или водой муку, крупу и другие компоненты рецептурной смеси (отруби, солод, пшеничные зародыши).

Продукты, полученные методом экструзии, не только сохраняют все пищевые свойства исходных зерновых культур, но и превосходят их по некоторым показателям:

- ✓ экструзионные продукты содержат меньше влаги, следовательно, отличаются более высокой концентрацией микро- и макронутриентов, в том числе пищевых волокон, способствующих нормальному функционированию кишечника;
- ✓ экструзионные продукты не нуждаются в дополнительной тепловой кулинарной обработке, при которой происходят потери витаминов, т.к. они готовы для непосредственного употребления;
- ✓ зерновые продукты, обработанные в процессе экструзии, способны легко размачиваться и гидролизоваться под действием пищеварительных соков в желудочно-кишечном тракте, что способствует их эффективному перевариванию и усвоению.

*Высокотемпературная микронизация (ВТМ)* – это процесс быстрого, в течение 50...90 с, нагрева зерна или круп в потоке инфракрасного (ИК) излучения при температуре выше 100 °С. Структурная схема ВТМ различных видов продуктов приведена на рис. 1.4.

Данная обработка вызывает значительные изменения химического состава, физико-химических свойств и микробиологической обсемененности зерна, которые обусловлены следующими процессами:

- ✓ при поглощении ИК-излучения в зерне закипает внутриклеточная влага;
- ✓ под воздействием высокой температуры и избыточного внутреннего давления внутри зерна ускоряются биохимические и микробиологические процессы, а также происходит механическое разрушение эндосперма с формированием пористой структуры;



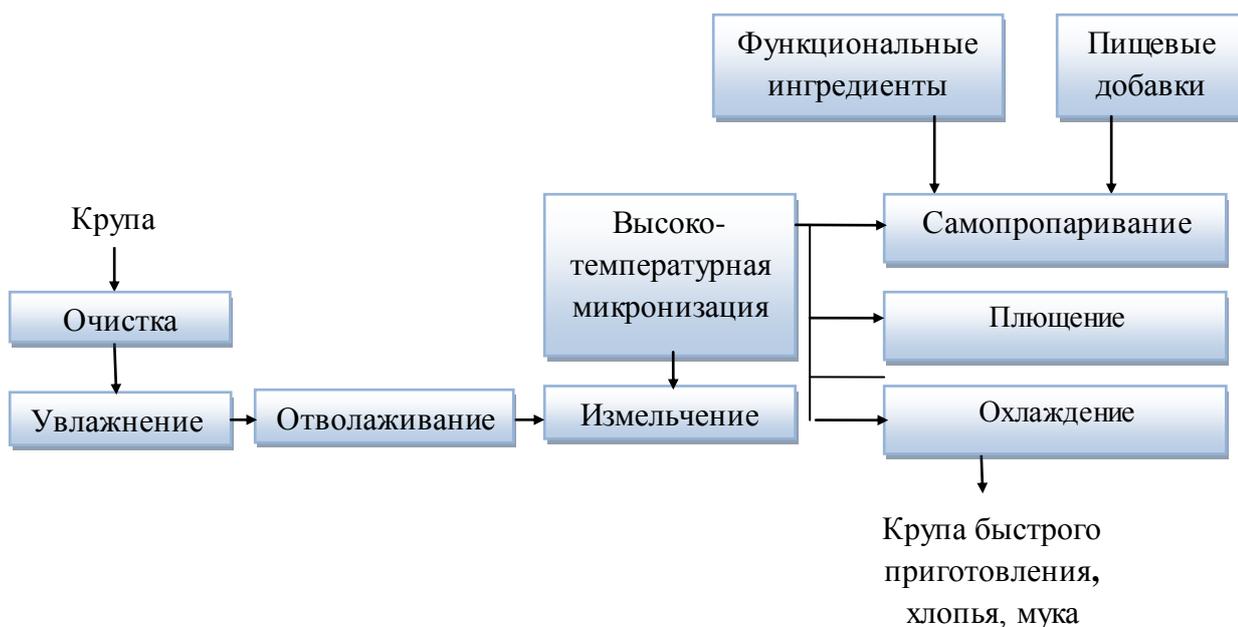


Рис. 1.4. Обобщенная технологическая схема производства муки, круп быстрого приготовления, хлопьев по ВТМ технологии

✓ под действием высокого давления молекулы крахмала разрываются, приводя к увеличению в 4...5 раз содержание декстринов и сахаров, которые легче усваиваются организмом;

✓ происходит снижение плотности зерновки, на 20...30 % уменьшается объемная масса термообработанных круп;

✓ содержание водорастворимых веществ увеличивается, что положительно влияет на органолептические свойства и консистенцию продукта, облегчает его усвоение;

✓ уничтожается внешняя и внутренняя микрофлора, обеспечивая обеззараживание продукта.

*Баротермическая обработка* заключается в воздействии на находящиеся в барокамере зерно, крупу или семена температуры и высокого давления с последующим резким сбросом давления. В результате такой обработки в объеме продукта возникает избыточное внутреннее давление, продукт вспучивается, увеличиваясь в размерах, принимая неправильную форму и приобретая пористую структуру с низкой плотностью.

Технологический процесс характеризуется следующими технологическими параметрами: температура 250...300 °С, давление 0,8...1,0 МПа, влажность сырья 16...20 %, продолжительность 2...30 мин. Критерием оценки эффективности процесса является степень вспучивания зерна (увеличение его объема), а также степень денатурации белков и содержание декстринов как показатель степени гидролиза крахмала.

Баротермическая обработка зерна предусматривает жесткие условия технологического процесса, ведущие к потерям термолабильных микронутриентов и биологически активных веществ.



Применение в здоровом питании вспученного зерна обусловлено в основном высоким содержанием пищевых волокон. Однако пищевая ценность таких продуктов может быть повышена путем их обогащения витаминно-минеральными премиксами на стадии расфасовки готовых изделий.

По результатам исследований разработаны проекты технической документации на хлеб ржано-пшеничный с экструдатом ржи (РЦ, ТИ 9113-001-02069929-2008) и хлеб пшеничный с пищевыми волокнами (РЦ, ТИ 9114-002-02069929-2008). Проведена производственная апробация способа производства хлеба с внесением экструдата ржи на ОАО "Ростовский хлебозавод №1".

Московский филиал "Наше наследие" ООО "ДОННИНА" освоил выпуск оздоровительных продуктов с использованием метода микронизации. Глубина трансформации полезных веществ зерна в два раза выше, чем в проросших зернах, крахмал трансформируется на 70%. Минеральные вещества хелатированы, т.е. находятся в естественном состоянии – связаны с аминокислотами и поэтому хорошо усваиваются человеческим организмом.

На Можайском хлебокомбинате ОАО "Хлеб" в соответствии с рекомендациями ГосНИИХП, после проведенных там ранее исследований и испытаний злаковых зерен, подвергавшихся баротермической обработке, были проведены полномасштабные промышленные испытания по производству зернового хлеба "Вкусвам".

#### 1.4.2 Разработка функциональных хлебобулочных изделий с добавлением вторичных продуктов с высоким содержанием пищевых волокон

*Выработка хлеба с использованием отрубей.* Наиболее доступным и дешевым источником натуральных пищевых волокон являются пшеничные отруби. Содержание пищевых волокон в пшеничных отрубях в 3...5 раз выше, чем в овощах и фруктах, и в 10 раз выше, чем в муке.

Добавление отрубей в рационы людей с заболеваниями желудочно-кишечного тракта приводит к нормализации деятельности всей системы пищеварения.

Однако экспериментально установлено, что питательные вещества алейронового слоя не усваиваются организмом человека.

Разработаны способы, позволяющие повысить усвояемость питательных веществ отрубей и одновременно улучшить качество хлеба с их применением. К ним относятся:

- использование тонкодиспергированных отрубей;
- замачивание отрубей в 1% растворе хлорида натрия с последующим высушиванием и измельчением;
- биохимическая обработка отрубей при помощи молочно-кислых заквасок;
- заваривание и осахаривание отрубей;
- экструзионная обработка отрубей.



Всесоюзным научно-исследовательским институтом хлебопекарной промышленности (ВНИИХП) предложен способ приготовления хлеба из тонкодиспергированного целого зерна или с внесением тонкоизмельченных фракций отрубей в количестве до 15 %.

При этом химический состав смеси муки и отрубей близок к составу цельного зерна. В результате тонкого измельчения (размер частиц оболочек – менее 200 мкм) количество доступного азота в хлебе возросло в 1,6 раза, увеличилось содержание минеральных веществ (фосфора, калия, магния), витаминов и повысилась их усвояемость.

Предложен способ обработки отрубей паром, однако он не обеспечивает повышение усвояемости нутриентов, а лишь улучшает внешний вид хлеба, его объем.

Более эффективны биохимические способы обработки отрубей. Например, академиком А.И. Опариным предложен способ заваривания и осахаривания отрубей с последующим заквашиванием этой массы молочнокислыми бактериями. Это позволило улучшить перевариваемость хлеба.

Сбраживание отрубей пивными дрожжами приводит к улучшению усвояемости хлеба и обогащению его витаминами группы В.

Налажен выпуск отрубей под торговой маркой "Рекицен-РД", ферментированных штаммами винных дрожжей.

Однако многие из описанных выше способов не находят широкого применения из-за своей трудоемкости.

С применением отрубей производится достаточно широкий ассортимент хлебобулочных изделий, в том числе хлеб "Отрубной", булочка "Докторская" и др. Однако диетологи отмечают необходимость строгого контроля качества отрубей. Они могут содержать токсичные вещества от применения ядохимикатов, используемых при возделывании пшеницы.

*Выработка хлеба с использованием растительных полифункциональных добавок.* Для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий в качестве источника пищевых волокон могут быть использованы растительные полифункциональные добавки в виде растительных порошков, полученных криогенной технологией.

Изучение химического состава порошков моркови, крапивы, топинамбура, плодов шиповника показало наличие в них высокого содержания пищевых волокон (до 17 %).

В Санкт-Петербургском филиале ГосНИИ хлебопекарной промышленности испытывали возможность использования в хлебобулочных и мучных кондитерских изделиях порошка из клубней топинамбура. По результатам исследований разработаны рецептуры хлеба "Солнышко" из пшеничной муки высшего или первого сорта с 2,5 % порошка топинамбура и 10 % пшеничных отрубей. Также разработаны рецептуры хлеба "Целебный улучшенный" из смеси муки ржаной обдирной и пшеничной первого сорта с добавлением 3 % порошка топинамбура и 10 % пшеничных отрубей.



Предлагается в качестве источника диетических волокон использовать пищевые волокна древесины. Для решения этой задачи было изучено влияние концентрата пищевых волокон целлюлозы (КПВЦ), полученного из нетрадиционного растительного сырья биотехнологическим способом, на свойства и качество хлебобулочных изделий. Хлеб, выпеченный с добавлением 10 % КПВЦ, может быть использован в лечебно-профилактических целях.

Следует заметить, что при использовании растительных полифункциональных добавок в хлебопечении возникает целый ряд проблем:

- ✓ нестабильность количественного и качественного состава вносимых с растительными добавками биологически активных веществ (БАВ). Это создает трудности в обеспечении реального содержания вносимых БАВ в обогащаемом продукте на одном и том же регламентируемом уровне;

- ✓ растительные добавки часто содержат эссенциальные нутриенты в труднодоступной для организма форме, блокированной стенками клеток растений, не гидролизуемые пищеварительными ферментами, что затрудняет их усвояемость;

- ✓ для повышения усвояемости питательных веществ требуются специальные методы дополнительной обработки добавок в сочетании с повышенным давлением, криообработкой, ферментацией, что усложняет технологию;

- ✓ добавки природного происхождения используются в рецептурах продуктов взамен основного рецептурного компонента обычно в ограниченных количествах. Это связано с тем, что более высокие дозировки ухудшают органолептические показатели готового продукта. Поэтому данные добавки, как правило, не могут внести существенного вклада в увеличение содержания того или иного функционального ингредиента в продукте до рекомендуемых уровней.

#### 1.4.3 Разработка функциональных хлебобулочных изделий с введением препаратов пищевых волокон

Технология производства большинства очищенных форм пищевых волокон направлена на уменьшение размеров частиц, с тем чтобы увеличить их влагоудерживающую способность при термической обработке, замораживании и хранении.

В настоящее время всё большее применение в хлебопечении в качестве источника пищевых волокон находят пектины. Научно-производственным предприятием "Промавтоматика" выпускается "Пищевая смесь на пектине" для выработки пшеничных сортов хлеба. Хлеб обладает профилактической направленностью. Данная смесь наиболее широко применяется для выпуска батонов из муки высшего и первого сортов.

Компанией ООО "Арома Фуд" разработана пищевая добавка "Цитри-Фай". "Цитри-Фай" – натуральное волокно, которое извлекается из клеточных тканей высушенной апельсиновой мякоти. Дозировка вносимого цитрусового



волокна составляет 0,1...3 % от массы готового продукта и зависит от рецептуры, качества исходного сырья и требований, предъявляемых к готовому продукту. При добавлении "Цитри-Фай" в хлебобулочные изделия наблюдается улучшение пористости мякиша, формоустойчивости, увеличивается удельный объем и срок годности готовых продуктов.

Хитозан является производным природного целлюлозоподобного биополимера – хитина. Хитозан пищевой "Амидан" представляет собой коллоидный раствор высокоочищенного промышленного полимера, известного как эффективный адсорбент ионов тяжелых металлов, радионуклидов и других токсинов. Проведенные на кафедре технологии хлебопекарного и макаронного производств МГУПП исследования показали, что наилучшими характеристиками обладали образцы хлеба с добавлением хитозана в количестве 0,8 % от массы муки.

Санкт-Петербургский филиал ГосНИИ хлебопекарной промышленности предложил использование новой добавки для хлебобулочных изделий. Биополимерный хитин-глюкановый комплекс (ХГК) – биологически ценный полимер, входящий в состав клеточных стенок гриба *Aspergillus niger*. Допустимая дозировка ХГК в хлебе из пшеничной муки высшего сорта не должна превышать 1,5...2 %. Для выработки ржано-пшеничного хлеба оптимальная дозировка ХГК до 2,5 %. На основании проведенных исследований разработана нормативная документация на два сорта хлеба с ХГК из смеси муки ржаной обдирной и пшеничной первого сорта ТУ 9113-061-11163857-99 – хлеб "Полевой" (соотношение ржаной и пшеничной муки 60:40) и хлеб "Луговой" (соотношение 15:85).

### **1.5 Функциональные хлебобулочные изделия с использованием микронутриентов**

Одним из наиболее действенных способов корректировки дефицита микронутриентов является обогащение ими продуктов массового потребления – хлебобулочных изделий.

Решение задачи повышения содержания микронутриентов в хлебе может быть достигнуто следующими мероприятиями:

- селекционная работа;
- полное использование витаминов и минеральных элементов самого зерна (увеличение выхода муки, применение зародыша и отрубей);
- витаминизация муки на мелькомбинатах;
- организация технологического процесса помола зерна;
- приготовление хлеба, направленное на максимальное сохранение витаминов сырья;
- обогащение хлеба микронутриентами в процессе его приготовления на хлебопекарных предприятиях.



### 1.5.1 Обогащение муки микронутриентами

Одним из наиболее распространенных способов обогащения хлеба микронутриентами, принятым в большинстве стран мирового сообщества, является обогащение ими пшеничной муки на мельзаводах.

Обязательное обогащение муки практикуется во всем мире. Низкая цена и простота технологии делают этот метод одним из наиболее приемлемых для борьбы с недостаточностью питательных микроэлементов. Количество витаминов, добавляемых к обогащаемым продуктам, регламентируется государственными законами, указывается на индивидуальной упаковке и строго контролируется органами государственного надзора.

Наша страна была первым государством в мире, которое пошло путем обогащения пшеничной муки на мельничных предприятиях. Уже в 1939 г. в 47 городах СССР было организовано обогащение пшеничной муки высшего и первого сортов тремя витаминами – В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР. В последующие годы производство витаминизированной пшеничной муки в нашей стране существенно сократилось (не более 18 % от общего количества выпускаемой пшеничной муки высшего и первого сортов). К началу XXI столетия витаминизация муки на мельничных предприятиях практически прекратилась, а на хлебозаводах вовсе не осуществлялась.

В настоящее время обогащение витаминами муки на мелькомбинатах требует установки нового дорогостоящего оборудования и серьезного изменения существующих технологических схем. Кроме того, установлено, что обогащение муки железом и витаминами в условиях мельничного предприятия сопровождается существенными дополнительными потерями витаминов, составляющими 16,3 % для ниацина, 8,5 % рибофлавина и 19,4 % тиамин, по сравнению с потерями, возникающими в условиях хлебопекарного предприятия при внесении витаминов в муку непосредственно при замесе теста.

В изменившихся экономических условиях крупные мельничные предприятия не располагают достаточными средствами на закупку дорогостоящего автоматического оборудования, чтобы равномерно вносить витамины в муку при непрерывном производстве. В сочетании с постоянным расширением сети мини-пекарен данные факторы способствовали возникновению необходимости в обогащении хлеба микронутриентами непосредственно на хлебопекарных предприятиях.

При этом наиболее рациональным и технологичным способом внесения в пищевые массы витаминов является обогащение хлеба на хлебопекарных предприятиях путем использования предварительно приготовленных витаминно-минеральных премиксов или капсулированных препаратов, содержащих пищевой носитель.

Для достижения максимальной эффективности при обогащении пищевых продуктов полезно руководствоваться следующими критериями:



- добавляемый микронутриент должен быть биологически доступен и стабилен в продукте, служащем его носителем;
- добавление микронутриента не должно отрицательно сказываться на потребительских свойствах (вкус, цвет, сохраняемость формы);
- для обеспечения максимальной сохранности добавляемых микронутриентов должны использоваться их высокотехнологичные и стабильные формы.

Разработаны нормы рекомендуемых уровней внесения микронутриентов для обогащения муки и хлебобулочных изделий (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Величины обогащения витаминами и железом муки и хлебобулочных изделий

Наименование показателя	Норма
Содержание витаминов в обогащенной пшеничной муке высшего и первого сорта мг/кг:	
тиамин	4,5...8,0
рибофлавин	2,0...3,0
витамин В <sub>6</sub>	4,5...8,0
витамин РР	40...70
фолиевая кислота	0.4...0.8
аскорбиновая кислота (в качестве технологической добавки)	16...24
Регламентируемое содержание витаминов в обогащенном хлебе и хлебобулочных изделиях из пшеничной муки высшего и первого сорта, мг/100 г:	
тиамин	0,3...0,5
рибофлавин	0,15...0,25
витамин В <sub>6</sub>	0,3...0,5
витамин РР	3,0...5,0
фолиевая кислота	0,03...0,06
Количество вносимого железа в муку высшего и первого сорта, мг/кг муки	30...40
Содержание железа в хлебе и хлебобулочных изделиях из муки высшего и первого сорта, мг/100 г	3...4

\*Нормы рекомендованы главным государственным санитарным врачом (постановление №148 от 16 сентября 2003 г)

### 1.5.2 Обогащение хлебобулочных изделий витаминами

*Обогащение хлебобулочных изделий витаминами группы В.* В настоящее время мука во многих странах мира обогащается витаминами группы В.

При этом намечается переход от старого принципа витаминизации муки, к дополнительному обогащению хлеба микронутриентами непосредственно на хлебопекарных предприятиях.

В России для изделий профилактического назначения (булка "Шахтерская витаминизированная", "Хлеб пшеничный витаминизированный") в рецептуры включаются повышенные дозы витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР, а также эти изделия обогащаются витамином В<sub>6</sub>. Технология обогащения муки начинается с приготовления смеси добавляемых питательных микроэлементов (табл. 1.3).



## Пример смеси микронутриентов

Питательный элемент	Норма внесения, мг на 1 кг муки	Вид соединения	Дозировка, г на 1 кг смеси
Витамин В <sub>1</sub>	4,45	Тиамин мононитрат	61,8
Витамин В <sub>2</sub>	2,65	Рибофлавин	36,9
Ниацин (РР)	36,62	Никотинамид	494,7
Железо	30,2	Железо (II)	406,6

Преимущество использования смеси перед добавлением единичных микронутриентов состоит в том, что это позволяет гарантировать правильную концентрацию микронутриентов и их равномерное распределение в пищевой массе.

Также разработаны технологии применения витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР и др. путем введения их в полуфабрикаты определенного состава (например, содержащие молочную сыворотку, пшеничную муку, растительное масло), что снижает потери витаминов.

Установлено, что добавление смеси витаминов группы В при всех способах тестоприготовления улучшает качество хлеба по физико-химическим и органолептическим показателям.

*Обогащение хлебобулочных изделий витамином С.* В последние годы за рубежом проводится С-витаминация хлеба и разрабатываются способы сохранения активности аскорбиновой кислоты. Перспективным считается способ внесения аскорбиновой кислоты в тесто в виде микрокапсул, которые получают смешиванием измельченной аскорбиновой кислоты с расплавом пищевого масла (рапсового, соевого, хлопкового, арахисового) и гранулированием в потоке холодного воздуха. Гранулы смешивают с крахмалом и добавляют в количестве 0,1 % к массе муки. При этом наблюдается увеличение сохранности капсулированного витамина С в 3...4 раза по сравнению с необработанным.

В России и ряде других стран получены стабильные химические формы аскорбиновой кислоты, которые предложено использовать для обогащения хлебобулочных изделий витамином С: соли б-ацетилированных эфиров L-аскорбиновой и D-изоаскорбиновой кислот и жирорастворимые производные аскорбиновой кислоты (б-пальмитоил-L-аскорбиновая кислота). При использовании этих добавок отмечается 80 % сохраняемость витаминной активности в выпеченных изделиях.

*Обогащение хлебобулочных изделий β-каротином.* В технологиях приготовления хлебобулочных изделий возможно использование водорастворимых (препараты "Циклокар", "Веторон") и жирорастворимых (0,2 % раствор, 30 % суспензия) препаратов β-каротина. Для получения максимальной сохранности β-каротина предпочтительней использовать масляные формы этого провитамина.



Обогащение хлебобулочных изделий осуществляется 0,2 % раствором  $\beta$ -каротина в растительном масле в количестве 1,6 % к массе муки взамен части жира, предусмотренного рецептурой. Установленная дозировка позволяет получать готовые изделия с содержанием  $\beta$ -каротина 1,0...1,5 мг на 100 г продукта, что обеспечивает удовлетворение суточной потребности человека в этом микронутриенте.

Наибольший эффект получен при использовании водорастворимого препарата "Циклокар" в дозировке  $\beta$ -каротина 3 мг/100 г хлеба, а также масляного раствора  $\beta$ -каротина в дозировке 2...3 мг препарата на 100 г хлеба.

При обогащении хлебобулочных изделий  $\beta$ -каротином целесообразно готовить их из пшеничной муки высшего и первого сорта. При добавлении  $\beta$ -каротина в ржано-пшеничный хлеб наблюдаются значительные потери микронутриента вследствие его неустойчивости в кислой среде.

*Обогащение хлебобулочных изделий витамином E.* Разработан способ использования микрокапсулированного витамина E, содержание которого в препарате составляет 50 %. Исходя из рекомендуемого НИИ питания РАМН содержания витамина в изделиях и состава препарата, минимальной дозировкой его является 0,07 % от массы муки. Установлено улучшение качества хлебобулочных изделий при внесении препарата витамина E.

К изделиям с повышенным содержанием витамина E можно отнести булку "Бирюлевскую" и хлебобулочные изделия "Витазар". Эти изделия вырабатываются с использованием стабилизированного зародыша пшеницы или биологически активной добавки "Витазар".

### 1.5.3 Обогащение хлебобулочных изделий минеральными элементами

*Обогащение хлебобулочных изделий кальцием.* Содержание кальция в хлебе очень мало – 20...30 мг в 100 г (рекомендуемая норма потребления кальция 1000 мг в сутки соответствует 3...5 кг хлеба), поэтому этот продукт нуждается в обогащении указанным минеральным компонентом.

Усвояемость кальция максимальна при соотношении с фосфором не менее 1:1. В хлебе ржаном это соотношение составляет 1:4, в белом пшеничном 1:3. Поэтому, прежде всего, следует обогащать хлебобулочные изделия из муки пшеничной высшего сорта и довести содержание кальция в них не менее чем до 50 мг в 100 г продукта.

Для обогащения продуктов питания доступны различные соли кальция, такие как карбонат, фосфат, цитрат, лактат и глюконат кальция. Наиболее биодоступными являются кальциевые соли органических кислот.

Для обогащения хлеба используется в основном карбонат кальция – пищевой мел, который вносят в муку или в молочно-кислую закваску в процессе тестоприготовления. Разработаны технологии, повышающие усвояемость кальция на полуфабрикатах, содержащих молочную кислоту. В такой закваске 50...70 % мела переходит в форму лактата кальция, легко усвояемого организмом человека.



К этой группе хлебобулочных изделий относятся хлеб "Отрубной с кальцием", батон и булка, обогащенные кальцием, а также детские булочки "Лада", "Аппетитная". Во все эти изделия кальций добавляют в виде пищевого мела в количестве 0,5...1,0 %.

Для обогащения хлебобулочных изделий используется также глюконат кальция – кальциевая соль глюконовой кислоты. При внесении глюконата кальция в количестве до 0,3...0,5 % к массе муки на стадии замеса теста улучшается качество хлеба.

Установлено, что из всех кальциевых солей наиболее высокой биодоступностью обладает цитрат кальция. Он всасывается независимо от уровня кислотности желудочного сока, сочетает хорошую биодоступность с высоким содержанием кальция (21,1 %), приятным вкусом и отсутствием постороннего запаха. Разработан улучшитель "Пектиновая смесь" с цитратом кальция, введение которого в количестве 250 г на 100 кг муки позволяет обеспечить содержание кальция в 100 г хлебобулочного изделия из муки высшего сорта не менее 50 мг. Разработан ассортимент хлебобулочных изделий с данной добавкой: булочки "Крепыш", "Калорийная", "Любительская", "Обыкновенная".

Недостаток в составе хлеба кальция можно восполнить, применяя сухое обезжиренное молоко, в котором кальций находится в наиболее усвояемой форме.

*Обогащение хлебобулочных изделий йодом.* Правительством РФ принято постановление от 5 октября 1999 г. № 1119 "О мерах по профилактике заболеваний, связанных с дефицитом йода", цель которого – добиться йодирования пищевой соли, хлебобулочных изделий и других пищевых продуктов. В настоящее время в стране разработана нормативная документация на "Хлеб йодированный" ТУ 9110-241-057-47152-98 и батон "Нарезной йодированный" ТУ 9115-335-057-47152-00. В качестве сырья (носителя йода) используются йодированная соль, йодированные дрожжи, йодказеин и другие йодсодержащие добавки.

На основании проведенных исследований разработаны и утверждены в установленном порядке "Указания к рецептурам на хлебобулочные изделия по взаимозаменяемости сырья" (Москва, 1998 г.), в соответствии с которыми соль пищевая йодированная с содержанием йода ( $45 \pm 15$ ) мкг/г соли может использоваться взамен обычной поваренной соли при производстве хлебобулочных изделий. При использовании высокостабильной соли, йодированной  $KJO_3$ , с содержанием йода ( $45 \pm 15$ ) мкг/г, получают готовые изделия с содержанием йода 20...35 мкг/100 г хлеба, что обеспечивает поступление 30...50 % среднесуточной нормы потребления этого микронутриента с 250 г хлеба.

НИИ питания РАМН разработаны рекомендации по использованию йодированных хлебопекарных дрожжей.



Научно-техническим советом Минсельхоза России для создания специализированных продуктов лечебно-профилактического назначения признаны перспективными добавками йодированные белки. Обогащение хлеба и хлебобулочных изделий йодированным белком проводится за счет применения добавок "Йодказеин" и "Йоддар".

"Йодказеин" представляет собой йодированный молочный белок казеин. Это порошок желтовато-коричневого цвета с легким запахом йода. Расход "Йодказеина" составляет 5 г на 1 тонну хлеба и хлебобулочных изделий. "Йодказеин" дозируется на стадии замеса теста в количестве, обеспечивающем 50 % потребности взрослого человека в йоде при употреблении 300 г изделия.

Технология использования добавки "Йодказеин" при выработке хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки на жидких заквасках отработана на предприятии ЗАО "Хлебокомбинат" г. Калуга.

Йодированные белки "Йоддар" – аналоги обычных йодированных белков – выпускают нескольких видов: на основе молочных, яичных и соевых белков. "Йоддар" выпускается в виде белкового раствора, стабилизированного консервантами; он полностью готов к употреблению. Расход составляет 50...80 мл раствора на 1 тонну муки. При приготовлении теста "Йоддар" вносится с водой, солевым, сахарным растворами или дрожжевой суспензией. В ГОСНИИ хлебопекарной промышленности разработана нормативная документация на ряд хлебобулочных изделий, при производстве которых может быть использован "Йоддар".

Белгородским ОАО "Колос" освоен выпуск хлеба профилактического назначения "Белгородский с морской капустой". Однако использование растительного сырья для обогащения хлеба йодом не гарантирует нормированного потребления йода с хлебопродуктами. Содержание йода в водорослях сильно варьируется от 5 до 900 мг на 1 г сухого вещества. Требуется жесткий контроль содержания в сырье из водорослей токсических элементов и опасных химических соединений. Такое йодсодержащее сырье изменяет стандартные характеристики готового продукта.

*Обогащение хлебобулочных изделий железом.* Одним из важнейших микронутриентов является железо, различные формы недостаточности которого (предлатентный дефицит железа, латентный дефицит железа, железодефицитная анемия) по обобщенным данным среди отдельных групп населения выявляются в 2...60 % случаев. В этих условиях целесообразным и эффективным путем улучшения обеспеченности населения России алиментарным железом, путем, по которому идет большинство стран мира, является дополнительное обогащение им пшеничной муки высшего и первого сорта, хлеба и хлебобулочных изделий, выпеченных из этой муки.

Правительством РФ принято постановление от 16 сентября 2003 г. № 148 "О дополнительных мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом железа в структуре питания населения", цель которого добиться обогащения пшеничной муки высшего и первого сорта, хлеба и хлебобулочных



изделий, произведенных из этой муки, алиментарным железом и витаминами.

Санитарно-гигиенические нормы рекомендуемых уровней внесения железа в сочетании с витаминами приведены в табл. 1.2.

В качестве железосодержащих препаратов, препятствующих возникновению анемии, рекомендуется использовать серно-кислое железо двухвалентное (например, сульфат железа в количестве 0,0034 % к массе муки), сухую белковую смесь, полученную из боенской крови (содержание железа составляет 94 мг%) и др. Усвояемость железа организмом человека увеличивается при внесении его в тесто с аскорбиновой кислотой, витаминсодержащими препаратами, а также при внесении в молочно-кислые закваски. Разработаны технологии, повышающие биоусвояемость железа за счет введения витаминсодержащих продуктов (пшеничная зародышевая мука или хлопья), витаминно-минеральных смесей.

Однако следует иметь в виду, что в дополнительном обогащении рациона железом нуждаются только дети и женщины детородного возраста. В то же время, здоровые взрослые мужчины, как правило, достаточно обеспечены железом. Более того, избыточное потребление этого микроэлемента для них может повышать риск онкологических заболеваний. В этой связи нежелательно включать данные хлебобулочные изделия в торговую сеть для всего населения.

При обогащении хлебобулочных изделий минеральными веществами существенной проблемой является то, что водорастворимые соединения железа (прежде всего семиводное серно-кислое железо), широко используемые в связи с их дешевизной, легко подвергаются окислительно-восстановительным превращениям, вызывая прогоркание муки, ее порчу при хранении и значительное разрушение ряда витаминов. Этих недостатков лишены препараты редуцированного электролитического железа, которые широко используются за рубежом для обогащения пшеничной муки. Однако эти препараты являются нерастворимыми или труднорастворимыми соединениями, что в процессе приготовления хлеба создает проблемы с достижением равномерного распределения микронутриентов по массе продукта.

Установлено также, что использование 1 % сухой белковой смеси в рецептуре пшеничного хлеба позволяет получить продукт с высоким содержанием гемового железа, с показателями биологической ценности не ниже, чем у традиционных изделий, а также с хорошими органолептическими свойствами.

*Обогащение хлебобулочных изделий фтором и селеном.* Фторирование хлебобулочных изделий может осуществляться за счет использования хлебопекарными предприятиями фторированной поваренной соли, фторированной воды.

При выработке специальных изделий, предназначенных для лечебно-профилактического питания, вносится строго дозированное количество фторида натрия из расчета, что 200...300 г таких изделий обеспечивают 5 % суточной потребности фтора, т.е. около 0,5 мг.



Обогащение хлеба и хлебобулочных изделий селеном осуществляется прямым внесением микроэлемента на стадии производства. Разработана и утверждена техническая документация на булку "Городскую с селеном" (ТУ 9115-066-02068315-07) и сдобную булочку "Селена" (ТУ 9116-067-02068315-07). Обогащенные изделия внедрены в производство на ОАО "Первый хлебокомбинат" (г. Челябинск).

По результатам проведенных исследований было выявлено, что наиболее оптимальными дозировками селена для обогащения хлебобулочных изделий являются начальные концентрации микроэлемента в количествах 50 и 100 мкг/100 г изделия, т.к. именно они способствовали:

- улучшению подъемной силы хлебопекарных прессованных дрожжей;
- наибольшему сокращению продолжительности брожения теста;
- сохранению потребительских свойств выпеченных изделий в процессе хранения на более высоком уровне;
- увеличению удельного объема и формоустойчивости исследуемых образцов, что положительно повлияло на их качество;
- наибольшей сохранности микроэлемента в процессе выпечки и хранения изделий, обеспечив необходимый уровень обогащения.

Также предложен перспективный способ обогащения хлебобулочных изделий селеном путем использования селеносодержащих дрожжей.

Разработана технология производства хлебобулочных изделий функционального назначения, обогащенных эссенциальными микроэлементами фтором и селеном, путем введения водорастворимых минеральных солей, а также за счет использования селенированных термоинактивированных дрожжей.

#### 1.5.4 Обогащение хлебобулочных изделий витамино-минеральными премиксами

Наиболее рациональным и технологичным способом внесения в пищевые массы витаминов является обогащение хлеба предварительно приготовленными витаминно-минеральными премиксами или капсулированными препаратами, содержащими пищевой носитель. Использование высококачественных витаминно-минеральных премиксов имеет ряд преимуществ по сравнению с использованием отдельных микронутриентов:

- ✓ упрощение технологических расчетов и процесса взвешивания премикса вместо отдельных витаминных и минеральных субстанций;
- ✓ равномерность распределения витаминов и минеральных веществ по массе продукта;
- ✓ точность дозирования микронутриентов и возможность осуществления аналитического контроля за их содержанием по одному из компонентов премикса;
- ✓ высокая сохранность внесенных субстанций.



Согласно постановлению главного государственного санитарного врача РФ № 9 "О дополнительных мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов" от 05.03.2004 организациям и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим производство хлеба и хлебобулочных изделий, рекомендовано включать в рецептуры витаминно-минеральные премиксы, допущенные к использованию Минздравом России.

Руководителям образовательных и оздоровительных учреждений рекомендовано осуществлять с 01.05.2004 г. замену обычного хлеба и хлебобулочных изделий на хлеб и хлебобулочные изделия, обогащенные витаминно-минеральными премиксами.

В соответствии с постановлением главного государственного санитарного врача РФ компанией ЗАО "Валетек Продимпэкс" была разработана серия витаминно-минеральных премиксов "Валетек" для хлебобулочных, мучных кондитерских изделий и других продуктов, состав которых приведен в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Состав витаминно-минеральных добавок для хлеба, хлебобулочных, мучных кондитерских изделий и зерновых завтраков

Витамины и минеральные вещества	Регламентируемое содержание в премиксах, г/100 г				
	Валетек-1	Валетек-2	Валетек-5	Валетек-7	Валетек-8
Витамин С	15,0		3,75	9,5	
Витамин В <sub>1</sub>	0,35	0,075	0,09	0,14	0,09
Витамин В <sub>2</sub>	0,2	0,04	0,055	0,09	0,055
Витамин В <sub>6</sub>	0,5		0,133	0,23	0,133
Витамин РР	4,5	0,64	1,15	2,0	1,15
Фолиевая кислота	32,0 мг		8,5 мг	10,0 мг	8,5 мг
Витамин А				0,33 млн МЕ	
Железо	2,0	0,45	0,35	1,0	0,35
Кальций			22,0	25,0	19,2
Обогащаемые продукты	Вафли, печенье	Хлеб, хлебобу-лочные изделия, печенье	Вафли, печенье, шоколадные пасты	Каши б/п., зерновые хлопья	Хлеб, хлебобу-лочные изделия, печенье

Премиксы "Валетек" для хлебобулочных изделий представляют собой сухие сыпучие порошкообразные смеси, содержащие витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, фолиевую кислоту, железо и кальций (в разных соотношениях); в качестве носителя используется пшеничная мука или сахарная пудра. Добавление премиксов "Валетек" в тесто при его замесе не оказывает влияния на вкус изделий, улучшает цвет и пористость хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, обеспечивая адекватный уровень потребления витаминов, и полностью исключает возможность их передозировки.



Премиксы "Валетек" высокотехнологичны, удобны в употреблении, особенно при порционном приготовлении теста для хлеба, булочек, сдобных изделий. Обогащение хлебобулочных изделий витаминно-минеральными премиксами обеспечивает дополнительное поступление с 300 г продукта витаминов группы В и железа в количестве 40...60 %, а кальция 25...30 % от рекомендуемой физиологической нормы потребления этих микронутриентов.

Высокая сохранность витаминов при обогащении хлебобулочных изделий и зерновых завтраков премиксами "Валетек" обусловлена тем, что в их рецептуры все витамины входят в водорастворимых формах, стабильность которых при технологической обработке максимальна. Премиксы "Валетек" нашли широкое применение на ряде пищевых предприятий России при выработке хлеба "Крестьянский", булочных изделий "Студенческие", хлеба "Зерновой" и хлеба "Здравный".

Также для обогащения хлебобулочных изделий используют премикс "Колосок", разработанный компанией ЗАО "Валетек Продимпэкс". Премикс "Колосок" представляет собой сыпучую порошкообразную смесь, хорошо растворимую в воде, солевом или сахарном растворе. Рекомендуемая дозировка добавки (25 г на 100 кг муки) обеспечивает (с учетом технологических потерь) содержание железа и витаминов в 100 г готового продукта (табл.1.5), соответствующее рекомендуемым главным государственным санитарным врачом величинам (табл.1.2).

Таблица 1.5

Физико-химические показатели и содержание железа и витаминов в хлебобулочных изделиях "Колосок"

Показатель	Норма для батона "Колосок" из пшеничной муки	
	высшего сорта	первого сорта
Влажность мякиша, % не более	42,0	42,0
Кислотность мякиша, град. не более	2,5	3,0
Пористость мякиша, % не менее	73,0	68,0
Массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество, %	4,2±1,0	4,2±1,0
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	2,9±0,5	3,0±0,5
Массовая доля витамина В <sub>1</sub> , мг/100 г, не менее	0,45	0,50
Массовая доля витамина В <sub>2</sub> , мг/100 г, не менее	0,20	0,22
Массовая доля витамина РР, мг/100 г, не менее	4,0	4,5
Массовая доля витамина В <sub>6</sub> , мг/100 г, не менее	0,40	0,42
Массовая доля фолиевой кислоты, мг/100 г, не менее	0,040	0,043
Массовая доля железа, мг/100 г, не менее	3,5	4,0

В настоящее время разработан широкий ассортимент хлебобулочных изделий, обогащенных премиксом "Колосок": хлеб "Колосок" из пшеничной муки с витаминами и железом (ТУ 9114-436-05747152-04) и изделия булочные "Колосок" с витаминами и железом (ТУ 9114-435-05747152-04).



Употребление 200 г хлебобулочных изделий обеспечивает 60...80 % рекомендуемой суточной потребности взрослого человека в витаминах В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, фолиевой кислоте и железе.

ООО "Мир биотехнологий НПО" предлагает производителям новые разработки хлебобулочных и кондитерских изделий на основе витаминно-минеральных смесей "Флагман", "Флагман-1", включающих в себя витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, РР, Е, фолиевую кислоту, микроэлемент железо. Премикс "Флагман" содержит дополнительно β-каротин. Оптимально подобранный витаминный и минеральный состав наиболее полно устраняет дефицит микронутриентов в организме человека.

Производством ЗАО "Класъ" для обогащения хлебобулочных изделий разработана витаминно-минеральная добавка "Витэн". Из расчета суточного потребления человеком 350 г хлеба поступление витамина В<sub>1</sub> за счёт хлеба из муки высшего сорта, обогащенного добавкой "Витэн", составит 29 % от суточной потребности, витамина В<sub>6</sub> 29 %, йода 80,5 %, цинка 11,5 %, магния 30 %, кальция 12 %, а из муки первого сорта витамина В<sub>1</sub> 43 %, В<sub>6</sub> 27 %, йода 85 %, цинка 19 %, магния 45 %, кальция 15,7 %.

## **1.6 Функциональные хлебобулочные изделия, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами**

Основная часть жиров вносится в хлебобулочные изделия в соответствии с рецептурой. Объем использования жиров в производстве хлеба превышает 200 тыс. тонн в год.

В хлебопекарной промышленности нашей страны используются различные жиры и масла растительного и животного происхождения, а также разнообразные жировые продукты.

Жиры растительного происхождения – один из основных источников полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Наиболее широко для производства хлебобулочных изделий применяют следующие виды растительных масел: подсолнечное, соевое, кукурузное, горчичное.

В нашей стране проблема осложняется абсолютным доминированием масла только одной культуры – подсолнечника. Подсолнечное масло не сбалансировано по основным кислотам, соотношение кислот ω-6:ω-3 в нем составляет 830:1. Вследствие этого наблюдается избыточное потребление одних жирных кислот и дефицит других.

Наиболее простым и экономичным в технологическом отношении способом создания сбалансированных масел является смешивание (купажирование) различных по составу масел между собой.

Примеры купажей растительных масел с соотношением кислот ω-6: ω-3, равным 10:1, и их жирно-кислотный состав приведены в табл. 1.6.



## Жирно-кислотный состав купажированных масел

Состав ПНЖК, отн, %	Образцы купажированных масел								
	Подсолнечное + рапсовое =45+55	Подсолнечное + соевое =32+68	Кукурузное + соевое =40+60	Кукурузное + рапсовое =56+44	Подсолнечное + соевое + рапсовое=46+10+44	Подсолнечное + соевое + кукурузное =15+65+20	Подсолнечное + рыжиковое=84,9+15,1	Подсолнечное +. рыжиковое =84+16	Подсолнечное +льняное + масло зарод. пшеницы= 87,5+11+1,5
Линолевая $\omega$ -6	40,5	58,3	54,2	38,7	44,5	56,1	56,2	61,2	63,4
Линоленовая $\omega$ -3	4,2	5,7	5,4	3,8	4,2	5,6	5,6	6,1	6,3
$\omega$ -6 : $\omega$ -3	9,6:1	10,1:1	10,1:1	10,1:1	10,5:1	9,9:1	10:1	10:1	10:1

Рецептуры многих видов хлебобулочных изделий предусматривают широкое использование маргаринов. Маргарин – эмульсионный жировой продукт с массовой долей общего жира не менее 39 %, обладающий пластичной, плотной, или мягкой, или жидкой консистенцией, вырабатываемый из натуральных, и (или) фракционированных, и (или) переэтерифицированных, и (или) гидрогенизированных растительных масел, гидрогенизированных жиров рыб и морских млекопитающих или их композиций.

В зависимости от назначения маргарина разделяют на марки:

- твердые (марки МТ, МТС, МТК), имеющие пластичную плотную консистенцию и сохраняющие свою форму при температуре  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ;
- мягкие (марка ММ), имеющие пластичную мягкую консистенцию при температуре  $(10 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ;
- жидкие (марки МЖК, МЖП), имеющие жидкую консистенцию и сохраняющие свойства однородной эмульсии при температурах, предусмотренных для жидкого маргарина конкретного назначения.

В рецептуры маргаринов входят в основном твердые жиры. Их наличие и количество определяют различия в температурах плавления и пластичности различных видов маргаринов. Твердые жиры получают путем гидрирования непредельных жирных кислот растительных масел, в результате чего в них возрастает содержание трансизомеров жирных кислот. Их влияние на здоровье человека большинством ученых считается негативным.

В последние годы на многих предприятиях по производству маргаринов используются новые ферментативные технологии, не допускающие трансизомеризации жирных кислот в составе маргаринов.



На сегодняшний день основные перспективы создания функциональных хлебобулочных изделий с использованием эмульсионных жировых продуктов связаны со спредами. Этот вид жировой продукции выделен из основной массы комбинированных жиров в соответствии со вступлением в силу ГОСТ Р 52100-2003. Согласно ГОСТ спред – эмульсионный жировой продукт с массовой долей общего жира не менее 39 %, имеющий пластичную консистенцию, с температурой плавления жировой фазы не выше 36 °С, изготавливаемый из молочного жира, и (или) сливок, и (или) сливочного масла и натуральных и (или) модифицированных растительных масел или только из натуральных и (или) модифицированных растительных масел с добавлением или без добавления пищевых добавок и других ингредиентов, содержащий не более 8 % массовой доли трансизомеров олеиновой кислоты в жире, выделенном из продукта (в пересчете на метилэлаидат).

В зависимости от состава сырья спреда подразделяют на виды:

- спред сливочно-растительный: массовая доля молочного жира в жировой фазе от 50 % до 95 %;
- спред растительно-сливочный: спред с массовой долей молочного жира в составе жировой фазы от 15 % до 50 %;
- спред растительно-жировой: спред, жировая фаза которого состоит из натуральных и (или) модифицированных растительных масел с добавлением или без добавления молочного жира (не более 15 %).

Преимущества спредов связаны с неограниченными возможностями в области изменения жировой основы и возможностью введения в их состав различных функциональных ингредиентов. Все это создает основу для разработки ассортимента хлебобулочных изделий с использованием спредов.

Преимущества использования спредов для кондитерских и хлебобулочных изделий:

- улучшение качественных характеристик готового продукта: намокаемость, пористость, рассыпчатость;
- равномерная структура мякиша с тонкостенными порами и гладкой поверхностью изделия;
- увеличение сроков годности готовых изделий;
- увеличение выхода готовой продукции за счет удержания максимально допустимой влаги в продукции без ухудшения качественных характеристик;
- создание готовых изделий с высокими вкусовыми качествами и стабильностью в течение всего срока годности.

Оптимальное соотношение линолевой и линоленовой кислот, равное 10:1, имеют спреды с 50 % заменой молочного жира жировыми системами "СОЮЗ". При большей степени замены молочного жира лучшими показателями обладают спреды, выработанные с применением жировых систем "СОЮЗ 60" и "СОЮЗ 54" (табл. 1.7).



## Содержание линолевой и линоленовой кислот в жировой фазе спредов

Жировые системы	Спреды			
	молочный жир: жировая система	линолевая кислота ( $\omega$ -6), %	линоленовая кислота ( $\omega$ -3), %	соотношение $\omega$ -6: $\omega$ -3
"Союз 60"	50:50	11,7	1,2	9,8:1
	30:70	15,1	1,3	11,6:1
"Союз 52 L"	50:50	8,9	0,9	9,9:1
	30:70	11,1	0,9	12,3:1
"Союз 53"	50:50	11,2	1,1	10,2:1
	30:70	14,4	1,1	13,1:1
"Союз 54"	50:50	10,8	1,1	9,8:1
	30:70	13,9	1,2	11,6:1

Марки спредов рекомендуемые для хлебопечения: "СОЮЗ 50", "СОЮЗ 52", "СОЮЗ 52 L", "СОЮЗ 53", "СОЮЗ 102", "СОЮЗ 103", "СОЮЗ 107". Вся продукция Корпорации "СОЮЗ" полностью соответствует европейским нормативам по содержанию трансизомеров. Таким образом, использование в хлебопечении спредов на основе жировых систем "СОЮЗ" позволит повысить функциональные свойства хлебобулочных изделий.

### 1.7 Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пробиотиков

Приоритетными направлениями в этой области являются технологии пшеничного хлеба на заквасках с направленным культивированием микроорганизмов. Они решают проблему повышения качества хлеба, пищевой и биологической ценности, микробиологической чистоты изделий, придания продукту пробиотических свойств.

Закваска – это полуфабрикат хлебопекарного производства, полученный сбраживанием питательной смеси молочно-кислыми или пропионово-кислыми бактериями и хлебопекарными дрожжами.

В хлебопекарной промышленности разработаны и уже десятки лет используются следующие виды заквасок для приготовления пшеничного теста: мезофильная – высококислотная закваска, сквашенная мезофильными молочно-кислыми бактериями вида *L. fermenti*-27 и концентрированная молочно-кислая закваска с применением культур молочно-кислых бактерий *L. plantarum*-30, *L. casei*-26, *L. brevis*-1, *L. fermenti*-34.

Также в России находят распространение способы приготовления пшеничного теста на новых жидких заквасках из пшеничной муки с направленным культивированием микроорганизмов.

К таким закваскам относятся: пропионово-кислая, ацидофильная, с бифидобактериями и другие.



Такие закваски используют для интенсификации технологического процесса, разрыхления теста, улучшения качества хлеба, повышения его микробиологической чистоты, предотвращения заболевания хлеба картофельной болезнью. Все они обладают пробиотическими свойствами.

В последние годы разработаны закваски на основе пропионово-кислых бактерий *Propionibacterium freundenreichii ssp. shermanii* вида ВКМ-103. В качестве основного субстрата для получения закваски используется мучная осахаренная заварка влажностью 82...85 %.

В Санкт-Петербургском филиале ГосНИИХП разработана технология заквасок нового поколения с бифидобактериями. Исследованиями установлено, что *Bact. bifidum* хорошо сохраняется в закваске. Новый вид закваски обладает бактерицидными и пробиотическими свойствами.

Разработана закваска для хлебопекарной промышленности на основе бактериального препарата "Биобактон". Основой препарата является лиофилизированная микробная масса живых лактобактерий (*L. acidophilus* штамм 12 б). Была подобрана среда для культивирования *L. acidophilus*, традиционно выращиваемой на молоке. Однако в хлебопекарной промышленности закваски, приготовленные на основе молока, не находят применения. Считается, что значительное содержание белка в молоке угнетает рост дрожжевых клеток и уменьшает объем хлеба. Установлено, что ацидофильная палочка активно растет на мучных питательных средах, из которых наиболее благоприятной является сывороточно-мучная смесь. Добавление ацидофильной закваски способствует улучшению органолептических показателей хлеба, наибольший объем хлеба достигается при добавлении 10 % закваски к массе муки в тесте.

### **1.8 Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пребиотиков**

Одним из перспективных путей решения проблемы микробиологического благополучия кишечника является создание продуктов питания, содержащих бифидогенные добавки. В этой связи представляет интерес возможность использования лактулозы в хлебопекарной промышленности.

До недавнего времени лактулоза в России не производилась, а экспортировалась под торговыми марками "Нормазе", "Дюфалак", "Лактулоза Поли". В 1998 г. российская компания "Лактусан" совместно с компанией "Фелицата" освоили промышленное производство сиропов лактулозы под фирменными названиями "Лактусан" и "Алкософт". Кроме того, созданы сухие продукты с лактулозой, которые выпускаются под названием "Лаэль", сироп лактулозы "Лазет", производимый в Ярославской области акционерным обществом "Шехонь-Л".

Лактулоза обладает уникальными характеристиками для использования её в хлебопекарной промышленности.



Наличие лактулозы увеличивает зарумянивание корки, а то, что она не ферментируется пекарскими дрожжами, способствует сохранению ее функциональных свойств в процессе изготовления продукта.

На кафедре прикладной биотехнологии СевКавГТУ разработана технология бифидогенного концентрата "Лактохлеб" из подсырной сыворотки с лактулозой и соевой мукой. На основании проведенных исследований разработана технология и утверждена техническая документация на хлебобулочное изделие сдоба "Университетская" с бифидогенным концентратом.

Перспективным направлением в производстве функциональных и диетических хлебобулочных изделий является использование инулинсодержащего сырья. Инулин является одним из функциональных ингредиентов, относящихся к классу пищевых волокон с пребиотическими свойствами. Инулин получают из корней цикория и топинамбура в форме тонкодисперсного порошка. Технологические характеристики инулина позволяют легко включать его в состав различных сортов хлеба. Обеспечивая хорошие вкусовые качества, инулин способен переводить хлебобулочные изделия в ранг оздоравливающей функциональной пищи.

В МГУПП была проведена работа по изучению влияния очищенных препаратов инулина и олигофруктозы из цикория производства компаний "Orafti" и "Cosucra" (Бельгия) на качество тестовых заготовок и готовых хлебобулочных изделий. Тесто готовили традиционным безопасным способом. Препараты вносили в сухом виде вместе с мукой. Наряду с хорошими физико-химическими свойствами хлеб с внесением инулина и олигофруктозы обладает отличными органолептическими показателями: имеет более интенсивную окраску, равномерную структуру пористости мякиша, приятный вкус и аромат в сравнении с контрольными образцами. Использование инулина и олигофруктозы при производстве хлебобулочных изделий не только позволяет получать продукты, оказывающие положительное влияние на физиологические функции организма человека, но и снижать энергетическую ценность готовых продуктов.

### Контрольные вопросы



1. Какая часть зерна наиболее богата витаминами?
2. За счёт каких приемов можно получить функциональное хлебобулочное изделие с витаминами группы В?
3. Какие носители йода применяют для обогащения хлебобулочного изделия данным микронутриентом?
4. Каким образом можно обогатить хлебобулочное изделие ПНЖК?
5. Как получить хлебобулочное изделие, обогащенное пробиотиком?



## ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА НАПИТКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

### 2.1 Состояние и перспективы развития производства функциональных напитков

Мировой рынок напитков представлен пятью сегментами: 41 % соки и нектары, 12 % сокосодержащие напитки, 28 % безалкогольные напитки, 16 % минеральные воды, 3 % новые виды напитков. Сегмент "новые виды" включает функциональные напитки на основе воды или соков, в состав которых добавлены ингредиенты, снижающие риск возникновения заболеваний, или ингредиенты, употребление которых направлено на улучшение или коррекцию функций организма.

Напитки более других видов пищевой продукции подходят для решения проблем микронутриентного дефицита по следующим причинам:

- ✓ физиологические нормы потребления воды (в том числе в составе жидких продуктов), в отличие от физиологических норм потребления белков, жиров и углеводов, практически не менялись и составляют около 2 л в сутки;

- ✓ фруктовые и овощные соки, которые часто служат основным компонентом сокосодержащих и безалкогольных напитков, содержат витамины, β-каротин, биофлавоноиды, минеральные вещества;

- ✓ в водной среде хорошо растворяются или диспергируются большинство микронутриентов, поэтому плотность питательных веществ в этих продуктах может быть увеличена до любых заданных значений.

Рост популярности функциональных напитков за последние пять лет стал рекордным по всему миру. Для российского рынка функциональные напитки как сектор продуктов достаточно нов и представлен довольно узким ассортиментом, но возможности его развития трудно переоценить. Уже сейчас в России отмечается динамичный рост продаж функциональных напитков.

В настоящее время сектор функциональных напитков представлен двумя категориями:

I – продукты, в которых физиологически ценные нутриенты сохраняются на уровне содержания в исходном сырье;

II – продукты, дополнительно обогащенные функциональными ингредиентами с помощью различных технологических приемов.

*К первой категории напитков* относят соки прямого отжима, получаемые непосредственно из фруктов и овощей путем их механической переработки, а также минеральные воды.

Функциональные свойства соков обусловлены суммарным воздействием витаминов, пищевых волокон, макро- и микроэлементов, фенольных соединений.

Функциональными ингредиентами минеральных вод являются в основном минеральные вещества.



Профилактические и лечебные свойства минеральных вод обусловлены, прежде всего, ионным составом воды, в частности катионами  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и анионами  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ .

Ко второй категории напитков относятся восстановленные соки, нектары, сокосодержащие и безалкогольные напитки, дополнительно обогащенные функциональными ингредиентами и биологически активными добавками.

В данном пособии в качестве функциональных напитков будет рассмотрена только соковая продукция. Согласно федеральному закону РФ № 178-ФЗ "Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей" от 27 октября 2008 г., в качестве физиологически функциональных пищевых компонентов при производстве обогащенной соковой продукции из фруктов и (или) овощей могут быть использованы разрешенные в установленном порядке для использования в пищевой промышленности витамины, витаминоподобные вещества, каротиноиды, минеральные вещества, органические кислоты, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, полисахариды, полифенольные кислоты, пребиотики, фитостерины, флавоноиды, фосфолипиды. Источниками физиологически функциональных пищевых компонентов могут быть экстракты злаков, бобовых растений, орехов, другие разрешенные в установленном порядке растительные экстракты. Соковая продукция из фруктов и (или) овощей является обогащенной, если содержание в 300 мл такой продукции хотя бы одного физиологически функционального пищевого компонента составляет не менее чем 15 % и не более чем 50 % от установленной соответствующим техническим регламентом рекомендуемой суточной потребности в указанных компонентах.

Потребление напитков, обогащенных функциональными ингредиентами, может внести существенный вклад в снижение острого дефицита в питании физиологически значимых веществ и тем самым способствовать укреплению здоровья населения нашей страны.

## **2.2 Характеристика и технологические особенности производства некоторых видов соковой продукции**

Соковая продукция из фруктов и (или) овощей, представленная на потребительском рынке, включает в себя соки, нектары, сокосодержащие напитки, морсы, пюре. Термины и определения понятий в области производства данного вида продукции устанавливает ГОСТ Р 51398-99 "Консервы. Соки, нектары и сокосодержащие напитки. Термины и определения" и "Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей" № 178-ФЗ.

*Сок* – жидкий продукт, полученный из фруктов или овощей путем механического воздействия и консервированный физическими способами, кроме обработки ионизирующим излучением.



*Фруктовый сок* – это сок, полученный из доброкачественных, спелых, свежих или сохраненных свежими, благодаря охлаждению, фруктов, несброженный, но способный к брожению, предназначенный для непосредственного употребления в пищу или для промышленной переработки.

*Овощной сок* – сок, полученный из съедобной части доброкачественных овощей, несброженный или подвергнутый молочно-кислородному брожению, предназначенный для непосредственного употребления в пищу или для промышленной переработки.

В составе овощных соков, в отличие от фруктовых, допускается добавление соли, мёда, уксусной кислоты, специй, трав, пряностей, молочной сыворотки. Некоторые овощные соки имеют специфические органолептические характеристики (например, горький или резкий вкус) или проявляют физиологическую активность (например, свекольный сок оказывает выраженное слабительное действие). Это не всегда позволяет использовать в питании сок какого-либо одного вида овощей в чистом виде. Потому они часто употребляются в пищу в виде *купажированных (смешанных) соков*. В состав смеси могут входить соки, полученные из разных видов овощей, фруктов, ягод или трав.

В соответствии с ГОСТ Р 51398-99 в смешанных овощефруктовых соках массовая доля овощной части должна превышать долю фруктовой части.

Различают соки прямого отжима, концентрированные и восстановленные соки.

*Сок прямого отжима* – сок, произведенный непосредственно из фруктов и (или) овощей отжимом, или центрифугированием, или протиранием.

*Концентрированный сок* – сок, произведенный путем физического удаления из сока прямого отжима части содержащейся в нем воды в целях увеличения содержания растворимых сухих веществ не менее чем в два раза по отношению к исходному соку прямого отжима.

*Восстановленный сок* – сок, произведенный из концентрированного сока или концентрированного сока и сока прямого отжима и питьевой воды.

Производство соков представляет собой сложный многостадийный процесс, технологические особенности которого зависят от вида сырья (семечковые, косточковые, цитрусовые или тропические фрукты, виноград, ягоды или овощи) и глубины его переработки.

Функциональная схема получения *соков прямого отжима* протиранием представлена на рис. 2.1. При необходимости транспортирования соков, хранения в течение продолжительного срока или использования в других пищевых технологиях соки прямого отжима концентрируют путем удаления лишней влаги в щадящих условиях (выпаривание под вакуумом при низкой температуре, вымораживание, обратный осмос, ультрафильтрация). В результате получают *концентрированные соки*.



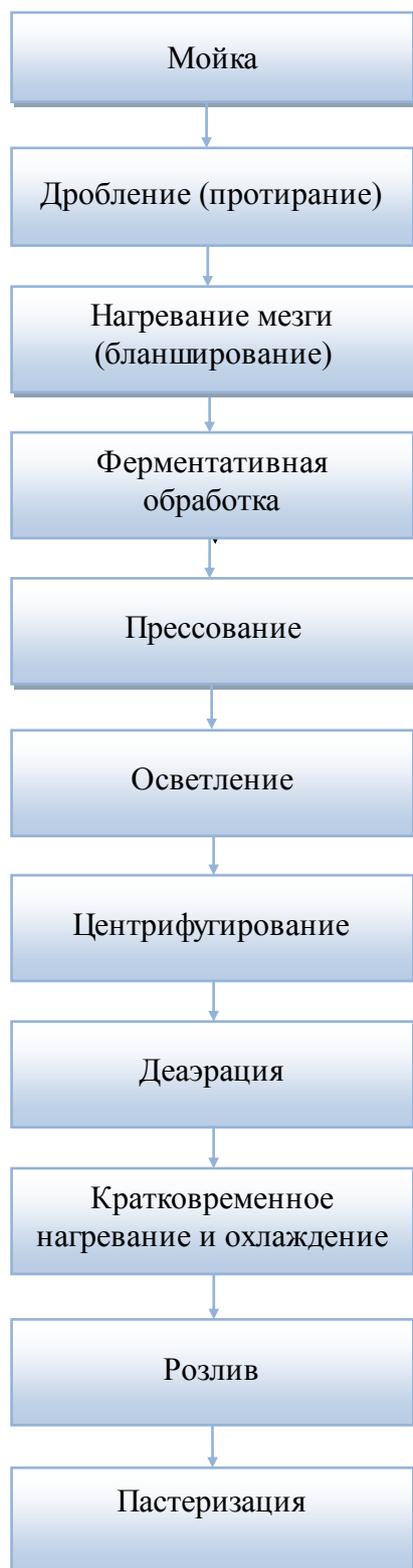


Рис. 2.1. Функциональная схема производства фруктовых и овощных соков

При концентрировании содержание растворимых сухих веществ в соке увеличивается с 5...20 % до 60...70 %. В дальнейшем перед использованием концентрированные соки разбавляют определенным количеством воды, необходимым для восстановления исходного уровня сухих веществ, получая таким способом *восстановленные соки*.

В соки, восстановленные из концентрированных, допускается добавление натуральных ароматических веществ, полученных из данного сока или сока аналогичных фруктов и овощей, соков прямого отжима или пюре. Разрешено также добавлять сахар. Промышленность выпускает *соки с мякотью и соки осветленные*. Важным показателем качества сока с мякотью является степень дисперсности частиц составляющих его фруктов и овощей и однородности их распределения в объеме. Чем меньше размер частиц, тем нежнее структура, лучше вкус, выше агрегативная устойчивость сока. Для того чтобы обеспечить нужный размер частиц, в технологическую схему включают стадию гомогенизации. Сок с мякотью представляет собой однородную густую жидкость, непрозрачную, насыщенного цвета, без расслоения мякоти и сока. Напротив, получение осветленных соков предполагает максимальное удаление мякоти и требует дополнительной стадии осветления. На этом этапе сок фильтруют, а при невозможности эффективного отделения коллоидных частиц применяют вспомогательные осветляющие материалы.

Наиболее выраженные физиологические эффекты в организме человека, которые при регулярном потреблении натуральных соков обеспечиваются благодаря содержащимся в них полезным ингредиентам, представлены на рис. 2.2.





Рис. 2.2. Некоторые физиологические эффекты, обусловленные полезными ингредиентами соков

Ежедневное употребление фруктовых и овощных соков значительно снижает риск возникновения сердечно-сосудистых и некоторых видов онкологических заболеваний, улучшает работу пищеварительного тракта.

Соки применяются не только как самостоятельный пищевой продукт. На их основе производят нектары и сокосодержащие напитки.

*Нектар* – жидкий пищевой продукт, который произведен путем смешивания одного или нескольких видов фруктовых и (или) овощных соков, и (или) пюре, и (или) концентрированного пюре с питьевой водой с добавлением сахара, и (или) сахаров, и (или) мёда, подсластителей или без их добавления. Минимальная объемная доля сока и (или) пюре в нектаре должна составлять 25...50 % в зависимости от вида сырья.

Нектары получают в тех случаях, когда произвести сок невозможно по ряду причин:



- ❖ фрукты дают очень низкий выход сока (банан, абрикос);
- ❖ сок имеет резкий вкус и не применяется в неразбавленном виде (вишня);
- ❖ стоимость сока слишком высока (экзотические фрукты).



Рис. 2.3. Функциональная схема производства нектаров и восстановленных соков

Особенности технологии нектаров обусловлены тем, что они представляют собой натуральную суспензию плодовой мякоти в соке (жидкой фазе) и характеризуются высокой вязкостью, текучестью, склонны к седиментации (оседанию частиц мякоти). По этой причине нектары с мякотью подвергаются гомогенизации, предназначенной для тонкого измельчения частиц мякоти и её стабилизации в напитке.

В общем виде функциональная схема получения восстановленных соков и нектаров показана на рис. 2.3.

*Сокосодержащий фруктовый напиток* – жидкий пищевой продукт, который произведен путем смешивания фруктового сока или соков и фруктового пюре, либо концентрированного фруктового пюре с питьевой водой, сахаром или сахарами, лимонной кислотой с добавлением или без добавления вкусовых ингредиентов и в котором минимальная объемная доля сока и (или) фруктового пюре составляет не менее чем 10 %.

*Сокосодержащий овощной напиток* – это жидкий пищевой продукт, который произведен путем смешивания овощного сока или соков с водой и фруктовыми соками с добавлением сахаров, лимонной кислоты и (или) поваренной соли и (или) других вкусовых ингредиентов, в котором массовая доля овощного сока составляет не менее 40 %.



*Обогащенная соковая продукция* из фруктов и (или) овощей – соковая продукция из фруктов и (или) овощей, в состав которой входят физиологически функциональные пищевые ингредиенты.

Введение функциональных ингредиентов в сокосодержащие напитки имеет следующие преимущества:

- ✓ вкус – за счёт натуральных соковых основ;
- ✓ удобство – за счёт получения готового к употреблению недорогого продукта;
- ✓ полезность – за счёт введения функциональных ингредиентов.

### **2.3 Функциональные напитки, обогащенные пищевыми волокнами**

Анализируя состав соков и сокосодержащих напитков, следует отметить высокое содержание легкоусвояемых сахаров и низкое содержание пищевых волокон. Повысить их содержание и тем самым повысить пищевую ценность соков и сокосодержащих напитков позволит дополнительное введение в напитки пищевых волокон.

Источниками пищевых волокон в сокосодержащих напитках, как правило, служат высокоочищенные препараты. Влияние волокон на пищевую систему напитка заключается в основном в ее стабилизации, повышении вязкости, формировании и сохранении равномерной, гомогенной консистенции в течение заданного срока. Некоторые полисахариды, такие как пектины и гуммиарабик, формируют полноту вкуса, "тело" напитков, например, сокосодержащих напитков с невысокой долей фруктового компонента.

В то же время, даже небольшое превышение оптимальной концентрации, неправильный подбор препаратов пищевых волокон или их комбинации может нарушить консистенцию продукта, снизить его текучесть за счет резкого повышения вязкости вплоть до гелеобразования. В этом случае напиток приобретает тягучую киселеобразную текстуру, вкус и сенсорное восприятие также изменяются. Возможно снижение агрегативной устойчивости напитка, помутнение или выпадение осадка.

Для производства фруктовых соков и напитков можно применять высокоэтерифицированный яблочный пектин марки "WEJ-3" или яблочно-цитрусовый пектин марки "WECJ-3". Низкие дозировки дополнительно вводимого пектина идеальным образом компенсируют потерю полноты вкуса. Рекомендуемая дозировка пектина в напитки составляет 0,02...0,25 % в зависимости от желаемых вкусовых характеристик.

ГК "Союзснаб" предлагает растворимые пищевые волокна – высокометоксилированный пектин "Унипектин PG DS" (E 440). Технологический процесс приготовления напитка с применением пектина "Унипектин PG DS" имеет обычные стадии приготовления купажного сиропа. При температуре 80 °С готовится 1 % раствор пектина, выдерживается 5...6 час, вносится в напиток при непрерывном перемешивании.



Для получения напитка нужной консистенции "Унипектин PG DS" берется в количестве 0,50...2,00 кг на 1000 дм<sup>3</sup> готового напитка. "Унипектин PG DS" разрешен для использования в напитках санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами при производстве пищевых продуктов.

Известно, что пектиновые экстракты по сравнению с растворами сухих пектинов обладают лучшей способностью к комплексообразованию с тяжелыми и радиоактивными металлами, образуют при этом нерастворимые комплексы с различными шлаками, накапливающимися в организме человека. Разработана технология получения пектинового экстракта из выжимок плодов айвы с применением в качестве экстрагента электроактивированной воды. Разработана технологическая схема производства соковых пектинсодержащих напитков на основе яблочного сока с добавлением полученного пектинового экстракта из айвы или яблочных выжимок. Подтверждена функциональная направленность разработанных напитков.

Компания "ИМТ-Групп" предлагает пищевые волокна "Herbacel AQ Plus" производства компании "HERBAFOOD" (Германия), применяемые в получении напитков. Они представляют собой мелкоизмельченные волокна (яблочные, лимонные, мандариновые, морковные, овсяные и др.). Содержат растворимые и нерастворимые волокна, имеют вкус сырья, из которого произведены, применяются для обогащения напитков, придают характерный вкус и цвет (свойственный сырью, из которого получены) готовому продукту, продлевают сроки годности. Они также выступают как загущающие и стабилизирующие агенты при изготовлении напитков, предотвращают комкование, повышают текучесть, легко диспергируются.

Удачным примером сочетания фруктового сока и пищевых волокон в одном продукте является новый питательный и полезный продукт – смусси (от англ. "smooth" – гладкий, однородный). Его особенностью является однородная плотная вязкая консистенция, очень гладкая и нежная, из-за которой такие продукты получили свое название. В настоящее время этот напиток только выходит на Российский рынок в секторе инновационных напитков и позиционируется как "напиток для завтрака" (от англ. "breakfast drinks"). Этот продукт одновременно является и напитком, и быстрым готовым завтраком, напоминает по внешнему виду и консистенции фруктовое пюре, йогурт или коктейль.

Ингредиентный состав напитков для завтрака различен, но его обязательную основу составляют натуральные пюре или соки с мякотью, чаще всего разнообразные смеси соков. Иногда в качестве основы таких напитков используется смесь сока и йогурта. В качестве загустителя чаще всего используют пектины. К основе добавляются полезные и питательные натуральные ингредиенты: кусочки фруктов, злаки, соя, растворимые и нерастворимые пищевые волокна, комплексы витаминов и микроэлементов.



Калорийность напитков для завтрака невысока, тем не менее, их регулярное потребление позволяет удовлетворить ежедневную потребность в витаминах, минеральных веществах, пищевых волокнах, которые усиливают чувство насыщения. В качестве источников пищевых волокон применяются препараты растительной клетчатки, например, овсяной и яблочной, пектины и другие высокоочищенные волокна фруктов, овощей, злаков или их смеси.

В последнее время в стране разработаны рецептуры нектаров на основе тыквенного пюре. Чрезвычайно важный компонент нектаров на тыквенной основе – пищевые волокна, представлены клетчаткой и пектиновыми веществами в количествах 0,14...0,24 % и 0,11...0,14 % соответственно. Специалистами разработаны четыре вида купажированных нектаров: тыквенно-клюквенный, тыквенно-лимонниковый, тыквенно-облепиховый и тыквенно-калиновый. Оптимальное содержание в нектарах составляет (в %): тыквенного пюре 25...45, плодово-ягодных соков 0,5...13, сахарного сиропа 16...30, тыквенного отвара 21...42.

## 2.4 Функциональные напитки, обогащенные витаминами

Надежным и эффективным способом реального повышения витаминной ценности соков и сокосодержащих напитков является дополнительное обогащение этих продуктов витаминами до уровня, соответствующего физиологическим потребностям человека.

Первой и впоследствии одной из самых успешных групп напитков с дополнительно добавленными полезными ингредиентами стали витаминизированные, сокосодержащие напитки, включающие  $\beta$ -каротин (провитамин А), аскорбиновую кислоту и токоферол, которые так и назвали – напитки АСЕ. АСЕ-напитки появились на рынке в Германии в 1995 г. Витамины С, Е и провитамин  $\beta$ -каротин относят к группе антиоксидантов, способных нейтрализовать в организме свободные радикалы и вызванные их действием интоксикации, лежащие в основе многих заболеваний. Напитки серии АСЕ различаются по виду соковой основы, вкусу, цвету и по содержанию витаминов.

В противоположность обычным мультивитаминным напиткам, которые содержат витамины А, С и Е в количестве, не превышающем ежедневной потребности организма, в состав напитков группы АСЕ этот комплекс входит в трехкратно большем объеме. Это объясняется тем, что учеными доказана необходимость повышения дозировки, рекомендуемой ЕС, до трехкратной ежесуточной потребности.

В рамках этой концепции создан целый ассортимент продуктов. Так, АСЕ-напитки обогащают другими витаминами, прежде всего, витаминами группы В, а также макро- и микроэлементами, пищевыми волокнами, пробиотиками и пребиотиками (инулином, олигофруктозой и др.).



Для признания таких напитков действительно обогащенными обязательным условием является соответствие заявленного содержания витаминов "Рекомендуемым уровням содержания витаминов в витаминизированных пищевых продуктах" СанПиН 42-123-4717-88. Применительно к напиткам этот уровень составляет не менее 15...50 % рекомендуемого суточного потребления данного витамина в 200 мл напитка (в одном стакане).

Функциональная схема сокодержущих напитков, обогащенных витаминами и другими микронутриентами, в общем виде представлена на рис. 2.4.

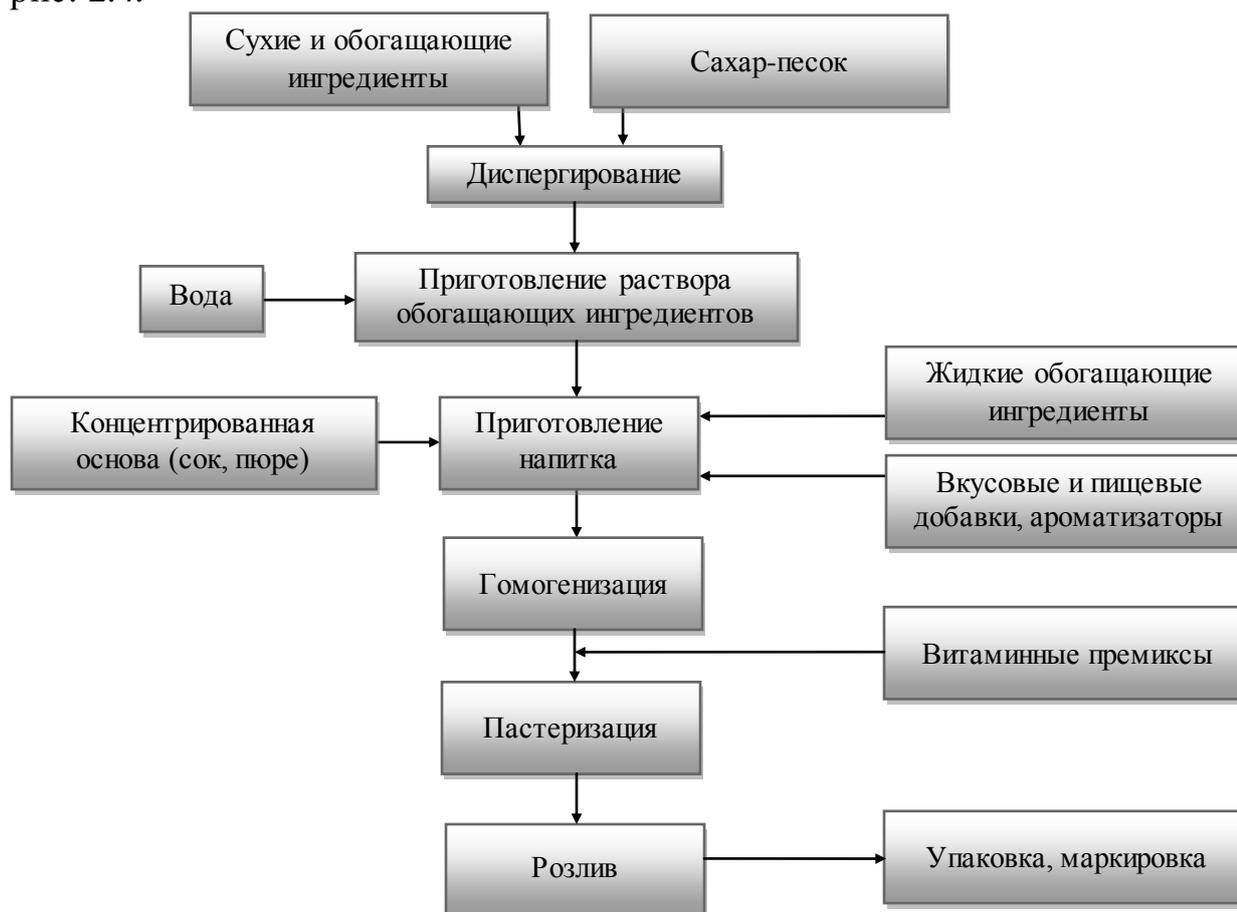


Рис. 2.4. Функциональная схема получения сокодержущих напитков, обогащенных функциональными ингредиентами

Конкретные особенности производства каждого напитка определяются составом основного и вспомогательного сырья, свойствами обогащающих ингредиентов, технологическими режимами процесса.

Технология обогащения напитков предусматривает растворение или диспергирование обогащающих ингредиентов в водной или иной жидкой фазе (соке, молоке), поэтому для введения в напитки применяются их водорастворимые формы.



Выбор стадии внесения функциональных ингредиентов обусловлен наличием стадии пастеризации, связанной с тепловым воздействием (около 80 °С и выше) на обогащающие компоненты. Рекомендуется вносить ингредиенты перед пастеризацией, увеличивая дозировку на величину возможных потерь.

В зависимости от устойчивости ингредиентов к воздействию тепла, света, воздуха или ионов металлов для хранения функциональных напитков используют бутылки из стекла или пластика, коробки из картона с внутренним слоем из пленочных материалов и алюминиевой фольги.

В любом случае при производстве витаминизированных напитков должны соблюдаться принципы обогащения микронутриентами, рассмотренные в первой части данного учебного пособия.

В качестве сбалансированного источника витаминов для обогащения напитков технологически наиболее удобно, а экономически наиболее выгодно использовать готовые смеси (премиксы) необходимых витаминов в нужном соотношении и подходящей физико-химической форме.

Из премиксов торговой марки "Валетек" (ЗАО "Валетек Продимэкс") можно использовать для напитков поливитаминный премикс 963/7 (витамины С, В<sub>6</sub>, фолиевая кислота, пантотеновая кислота), а также премиксы "Валетек-3" и "Валетек-4".

Состав "Валетек-3" представлен витаминами А, Е, D, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, РР, фолиевой кислотой, пантотенатом кальция, биотином, аскорбиновой кислотой.

Комплекс "Валетек-4" отличается от "Валетек-3" включением в его состав кальция и железа и исключением витаминов А и D. Данные премиксы используют для обогащения соков, сокосодержащих и безалкогольных напитков, квасов. Отечественными производителями уже производятся соки и сокосодержащие напитки, обогащенные данными премиксами (табл.2.1).

Таблица 2.1

Отечественные соки и напитки, обогащенные витаминами и минеральными веществами

Продукт	Обогащающая добавка	Разработчик НТД	Производитель
Соки витаминизированные	Валетек-4 (Е, В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> , В <sub>6</sub> , В <sub>12</sub> , С, РР, фолиевая кислота, пантотеновая кислота, биотин, железо, кальций)	Экспериментальный консервный завод "Лебедянский» ЗАО «Валетек Продимпэкс"	ЭКЗ "Лебедянский" (г. Лебедянь, Липецкая обл.)
Сокосодержащие напитки	Премикс 963/7 (С, В <sub>6</sub> , фолиевая кислота, пантотеновая кислота)	ЗАО "Троя-Ультра", ЗАО "Валетек Продимпэкс"	ЗАО "Троя-Ультра" (Санкт-Петербург)

К особенностям использования поливитаминных премиксов относится включение в их рецептуру жирорастворимых витаминов А, Е и D, представляющих собой в чистом виде нерастворимые в воде маслянистые



вещества, а в премиксе присутствующих в специальной солюбилизированной форме, т.е. в виде молекулярных комплексов с пищевыми добавками, обладающими солюбилизующим действием. Если раствор поливитаминного премикса вносить в купаж, представляющий собой жидкость с высокой плотностью, то содержащаяся в сиропе спиртовая ароматическая эссенция разрушает солюбилизированные комплексы жирорастворимых витаминов, переводя их в маслянистое состояние. В результате жирорастворимые витамины неравномерно распределяются по массе купажного сиропа, образуя на его поверхности и на стенках купажного резервуара маслянистые пленки. Поэтому были разработаны рекомендации по внесению поливитаминного премикса, содержащего жирорастворимые витамины, не в купажный сироп, а непосредственно в готовый напиток перед его розливом и сатурированием. При этом необходимо внимательно следить за полнотой растворения витаминов в их исходном растворе и тщательностью его смешения с готовым напитком.

Известным технологическим приёмом, позволяющим соединить в одном жидком продукте водо- и жирорастворимые компоненты, является получение эмульсионной системы с применением гидроколлоидов (гидрофильных полимеров), стабилизирующих её устойчивость. Для введения гидрофобных ингредиентов в состав напитков, содержащих фруктовые и (или) овощные соки, наиболее целесообразно использование гидроколлоидов растительного происхождения, например, пектина. Пектин содержится в натуральных соках с мякотью и способен усиливать вкусовой профиль сокосодержащих напитков. Кроме того, пектин известен как стабилизатор эмульсионных систем. Всё это делает реальным получение низкокалорийных сокосодержащих напитков, обогащенных как водо-, так и жирорастворимыми ингредиентами.

Предложена оригинальная композиция функциональных ингредиентов – пектина и  $\beta$ -каротина, получившая наименование добавки "Пектокарс". Научно обосновано её использование в качестве основы композиций нутрицевтиков для получения функциональных сокосодержащих напитков. Разработаны технологии композиций нутрицевтиков для напитков под серийным наименованием "Пектокарс", различного витаминно-минерального состава: "Пектокарс-С", "Пектокарс-С, Е, Д", "Пектокарс-С, Е, Д-мультиминерал". Составлен комплект технической документации.

## **2.5 Функциональные напитки, обогащенные минеральными веществами**

Наиболее технологичным способом обогащения напитков такими дефицитными микронутриентами, как кальций и магний, представляется разбавление концентрированных соков натуральными минеральными водами – природными источниками минеральных веществ. При подборе минеральных вод особое внимание следует уделить вкусу получаемых напитков, не допуская ухудшения вкусовых характеристик напитков за счёт особенностей минеральной воды.



Одним из важнейших минералов является кальций. Лучшим источником кальция являются молочные продукты. Ряд исследований подтверждает, что потребители предпочитают молочный кальций кальцию, содержащемуся в других веществах. В настоящее время развивается группа напитков, образованных смешиванием фруктово-соковой части (от 3 до 30 %) с молочной основой (от 7 до 40 %).

Также для обогащения напитков молочным кальцием рекомендуется использовать натуральный молочный минеральный комплекс "Vivinal<sup>®</sup> МСА 9", который хорошо растворим в воде, стабилен, не выпадает в осадок при хранении и является источником легкоусвояемого молочного кальция. Использование "Vivinal<sup>®</sup> МСА 9" в готовом продукте не дает постороннего молочного привкуса и аромата. Этот функциональный ингредиент специально разработан для производства соков. Кроме того, в качестве источника кальция для напитков могут быть использованы цитрат Са, малат Са или цитрат-малат Са.

Железо – один из нутриентов, необходимых для нормального функционирования организма. В развитых странах мира обогащение пищи железом – общепринятая практика. Для обогащения продуктов часто применяют сульфаты, фумараты и элементное железо. В России железо входит в состав такого витаминно-минерального премикса для соковой продукции, как "Валетек-4".

Известен сбалансированный минеральный комплекс "GS", производимый фирмой "Электронная медицина". Комплекс включает 14 микроэлементов: литий, натрий, калий, магний, железо, цинк, медь, фтор, никель, бор, кобальт, молибден, марганец, ванадий. Комплекс проявляет общеукрепляющий, антиоксидантный, иммуностимулирующий эффекты. Добавку "CS" рекомендуют применять для обогащения микроэлементами различных напитков, в том числе квасов брожения.

Для обогащения напитков минералами также существуют и другие витаминно-минеральные комплексы, которые могут содержать такие минералы, как кальций и магний, железо, селен, хром и другие.

## **2.6 Функциональные напитки, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами**

Жиры не только восстанавливают энергию организма человека, но и выполняют другие важные функции. Они являются существенным элементом структуры клеточных мембран, обеспечивая их нормальное функционирование.

В настоящее время различными производителями выпускаются сокосодержащие напитки с  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 жирными кислотами. Так, например, фирмой "Raimbek Bottlers" (Казахстан) выпускается сокосодержащий напиток "FRUTTA JUZZ абрикос" (СТ ТОО 38735394-003), содержащий  $\omega$ -6 и  $\omega$ -9 жирные кислоты и экстракт черники.



Сок изготовлен с использованием натурального концентрированного сока абрикоса и концентрированное пюре абрикоса.

Компания ООО "Самый Сок!", выпускает напиток "VITANAUS" из смеси овощных соков с кислотами  $\omega$ -3. В качестве источника кислот выступает льняное масло.

## 2.7 Функциональные напитки, обогащенные пробиотиками и пребиотиками

Наряду с витаминно-минеральными комплексами и пищевыми волокнами к категории функциональных ингредиентов напитков относятся *пробиотики*, *пребиотики* и их комплексы – *синбиотики*. Эти напитки также готовятся на сокосодержащей, молочной или смешанной основе. Такие напитки удачно сочетают полезные свойства составляющих компонентов: молочной сыворотки, ферментированной с применением пробиотических культур (*B. Longum*), и растительного сырья (овощные пюре, приготовленные из топинамбура, моркови, столовой свеклы, капусты и кабачков), обладающих пребиотическими свойствами.

Штаммы пробиотиков, используемые при производстве напитков, должны быть стабильными. Под стабильными пробиотиками понимают пробиотики, проявляющие отсутствие активности в течение, по меньшей мере, 30 дней при 10 °С. Отсутствие активности выражается в следующем:

- ✓ в отсутствии детектирования образования газа (CO<sub>2</sub>) при хранении в упаковке;
- ✓ постоянстве органолептического качества напитка без ухудшения исходных качеств фруктового матрикса и без возникновения ложного привкуса;
- ✓ отсутствию заметного пост-подкисления напитка (понижение pH < 0,5 единицы);
- ✓ неразрастанию пробиотиков и сохранению исходной популяции ( $\pm 50\%$ ).

Пробиотические микроорганизмы в напитках обычно представлены бактериями родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*.

Наиболее популярными пребиотиками являются лактулоза, олигофруктоза, инулин,  $\beta$ -глюканы и арабиногалактаны.

Новый сокосодержащий напиток, представленный американской компанией "Naked Juice", является источником пробиотиков и пребиотиков, необходимых организму. В качестве пробиотической культуры компания "Naked Juice" выбрала бифидобактерии.

Еще одна американская компания "GoodBelly" пополнила ассортимент сокосодержащих напитков без лактозы. Среди новинок: "GoodBelly Probiotic Coconut Water", "GoodBelly SuperGreen Live" и "GoodBelly StraightShot". Напитки облегчают работу пищеварительного тракта благодаря запатентованному компанией пробиотику *Lactobacillus plantarum 299v*<sup>®</sup>.



Данный пробиотик используется в продукте "ProViva®" в количестве  $10^8$  КОЕ/мл. Он проявляет очень хорошую выживаемость при pH меньше 4 и обладает множеством преимуществ для применения в качестве пробиотика в пищевом продукте на основе фруктов. Однако стабильность продукта гарантируется только благодаря хранению напитка при  $4^{\circ}\text{C}$  и низкому содержанию в напитке фруктов (не более 25 %).

Российскими учеными разработаны рецептуры коктейлей, содержащих смеси овощных пюре в различных сочетаниях и молочную сыворотку в качестве основы. Установлено, что добавление овощных пюре или соков в количестве 10...40 % увеличивает скорость ферментации молочной сыворотки, что можно объяснить наличием в растительном сырье пребиотических факторов. Отмеченный эффект повышается в ряду: пюре кабачков, капусты, свеклы, моркови, топинамбура. Проблема стабилизации консистенции коктейлей решена путем добавления 1 % раствора пектина, который не только обеспечивает лучший технологический эффект по сравнению с другими гидроколлоидами, но и усиливает функциональные свойства продукта.

Наилучшей основой для создания подобных напитков является сок топинамбура. Топинамбур обладает пребиотическими свойствами за счет инулина, имеющегося в его составе и выступающего как бифидогенный фактор. Для расширения функциональных свойств сока топинамбура были разработаны его купажи с соками свеклы, моркови и томатов в соотношении 9 : 1; 1 : 1 и 1 : 1 соответственно. Купажи обладают ярко выраженным цветом, приятным запахом, кисло-сладким вкусом и могут использоваться при создании лактоферментированных напитков.

Для ферментации полученных купажей соков используются концентраты "Углической экспериментальной биофабрики" – "Бифилакт АД" и Бифилакт<sup>+</sup>". Ферментация проводится при содержании сухих веществ в купажах 10 % и температуре сквашивания  $(37\pm 1)^{\circ}\text{C}$ . Дозировка закваски составляет 10 %. В результате метаболизма бифидобактерий часть инулина в напитке была израсходована, но его содержание в продукте осталось в количестве, достаточном для проявления пребиотических свойств.

### Контрольные вопросы



1. В какой соковой продукции содержится больше всего витаминов?
2. Дайте определение сокосодержащего фруктового напитка.
3. Можно ли использовать для обогащения сокосодержащего фруктового напитка поливитаминные премиксы?
4. Какие соединения служат источниками пищевых волокон в сокосодержащих напитках?
5. Предложите не менее двух пробиотиков для обогащения соковой продукции.



## ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

### 3.1 Состояние и перспективы развития производства функциональных молочных продуктов

Молоко и молочные продукты относят к наиболее распространенным продуктам питания, входящим в состав рационов всех категорий населения. Это объясняется уникальным составом и свойствами молока, а также возможностью вырабатывать из него большое количество разнообразных продуктов питания.

Известно, что молочные продукты являются теми важнейшими продуктами питания, которые рекомендуется употреблять ежедневно. Включение молочных продуктов в ежедневный рацион повышает его полноценность и способствует лучшему усвоению всех компонентов. Молочные продукты полезны, необходимы и "функциональны от природы". Потребители всегда будут покупать эту продукцию, чтобы решать проблемы здоровья с минимальными потерями и максимальным удобством.

Современный рынок продуктов функционального питания на 65 % состоит из молочных продуктов. Появление функциональных молочных продуктов стало возможным, потому что определилась прослойка потребителей, для которых здоровый образ жизни стал действительно осознанной необходимостью.

Первым кисло-молочным продуктом, который можно считать родоначальником продуктов функционального питания, являлся напиток "Якулт", изготовленный и выпущенный на японский рынок в 1955 г. японской фирмой "Yakult Honsha Group". Реализация напитка "Якулт" проходила под лозунгом "Хорошая, скоординированная флора кишечника определяет здоровье человека". В последующие три года заводы по производству ферментированного кисло-молочного напитка "Якулт" были построены в Голландии (1994), Великобритании (1995), Германии (1996). К началу 1990 г. на зарубежных рынках помимо упомянутого выше напитка присутствовало относительно небольшое количество и других кисло-молочных продуктов с доказанными лечебно-профилактическими характеристиками. При их изготовлении использовались специально отобранные штаммы *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* и *Bifidobacterium bifidus*, *B. Breve* и *L. casei* в различных комбинациях.

Первой в России производить функциональные продукты стала компания "Вимм-Билль-Данн" (ВБД). В настоящее время основными игроками на российском рынке обогащенных молочных продуктов являются компании ВБД (молочные продукты "Мажитэль", "Био-Макс", "Доктор Бифи") с долей рынка 31,5 %, "Danone" ("Активия", "Актимель") (13,7 %), "Пискаревский комбинат" (8,9 %), "Петмол" (6,5 %) и "Очаково" ("Актилайф", молоко "33 коровы") (2,5 %).



### 3.2 Особенности обогащения молочных продуктов

Наряду с напитками молоко является удобным объектом обогащения различными полезными ингредиентами, которые вводятся в его состав в различных количествах и соотношениях. Технология обогащения предполагает, как правило, одинаковый подход: внесение добавки в молоко в водном растворе или в виде эмульсии, интенсивное перемешивание для достижения эффекта равномерного распределения. Как правило, никаких дополнительных технологических операций не требуется.

С точки зрения контроля качества необходимо принимать во внимание характеристики вносимого функционального ингредиента, следить, чтобы не потребовалось коррекции режимов тепловой обработки, а также не произошло потери активности добавленного ингредиента в процессе технологической обработки обогащенного молока или в течение регламентированного срока хранения.

Обогащение молока микронутриентами предполагает ряд общих технологических затруднений независимо от типа обогащающего вещества, связанных с равномерным распределением малых доз сырья в объеме обогащаемого продукта и точной дозировкой микронутриента. Часто возникают также вопросы по сохранности обогащающего вещества в течение срока хранения (витамины, йод).

Молоко – питьевой продукт, а для питьевых продуктов характерно менее контролируемое потребление. Это определяет необходимость выбора такого способа обогащения, при котором исключено избыточное поступление обогащающего вещества в организм человека даже при потреблении нескольких порций продукта. При обогащении и создании функциональных кисло-молочных продуктов руководствуются основными принципами, представленными на рис. 3.1. При этом технологические приемы обогащения являются теми же, что и для молока, как описано выше.

### 3.3 Функциональные молочные продукты, обогащенные пищевыми волокнами

Разработка новых функциональных молочных продуктов с пищевыми волокнами требует решения ряда технологических задач, включающих:

- выбор вида обогащаемого продукта;
- подбор пищевого волокна с учетом его известных физико-химических характеристик, исходных свойств обогащаемого продукта и технологических режимов получения последнего;
- исследование влияния физиологически значимых концентраций пищевого волокна на реологические свойства разрабатываемого продукта;
- корректировку рецептуры продукта с целью нивелирования возможных изменений консистенции (текстуры), вызванных введением волокна.





Рис. 3.1. Принципы создания функциональных кисло-молочных продуктов

Для молочных продуктов в основном применяют растворимые пищевые волокна. Последние представляют собой чаще всего гидроколлоиды полисахаридной природы, которые в течение многих лет используются в пищевой промышленности в качестве пищевых добавок с технологическими функциями загустителей, стабилизаторов и гелеобразователей.

Наиболее известными являются модифицированные крахмалы и целлюлозы, пектины, гуммиарабик, альгиновая кислота и ее соли, каррагинаны, агар, гуаровая и ксантановая камеди и др. Они стабилизируют эмульсионную систему; обеспечивают связывание воды, предотвращая её отделение. Гидроколлоиды формируют заданную консистенцию и способствуют образованию кристаллов одного размера. С целью снижения калорийности продукта гидроколлоиды включают в рецептурный состав взамен жира, т.к.



они создают ощущение полноты вкуса, формируют потребительские свойства готового продукта, близкие к свойствам продуктов с высоким содержанием жира.

Применение гидроколлоидов только в качестве пищевых добавок определяется исключительно технологической необходимостью и предусматривает их введение в минимальной концентрации, в то время как обогащение продуктов пищевыми волокнами подразумевает введение их в физиологически значимых количествах, сопоставимых с суточной нормой потребления.

Дозировка пищевых волокон зависит как от вида молочного продукта, так и от цели внесения. Если цель внесения ограничивается созданием функционального продукта, то содержание в нем пищевых волокон рассчитывается исходя из рекомендуемой суточной дозы. Порция однократного приема готового продукта должна содержать  $\frac{1}{4}$  часть этого количества. Например, для молока или кефира порция составляет 200 мл, содержание в ней пищевых волокон должно быть 1,25...2 г, т.е. дозировка 0,8...1 %. Для йогурта в стаканчике 125 г дозировка составит 1...1,6 %. Данная дозировка является минимальной. Подобного содержания пищевых волокон достаточно для того, чтобы размещать на упаковке готового продукта информацию об их полезных свойствах.

Эффективным приемом, позволяющим обогащать молочные продукты пищевыми волокнами, является использование гидроколлоидов низкой вязкости, которые могут быть введены в пищевую систему в заданных количествах без ущерба для требуемых реологических характеристик продукта.

Для предприятий молочной промышленности компания "МИЛОРАДА" предлагает к использованию пищевые волокна, полученные на основе растительного сырья – пектины (E-440) и каррагинаны (E-407).

Имеются различные виды пектинов, которые отличаются степенью этерификации – соотношения этерифицированных групп галактуроновой кислоты к общему количеству групп галактуроновой кислоты. В зависимости от степени этерификации пектины делят на высокоэтерифицированные (ВЭ), степень этерификации выше 50 % и низкоэтерифицированные (НЭ) со степенью этерификации ниже 50 %.

При выборе пектина нужно учитывать вид молочного продукта, уровень pH и особенности производства. Основная и главная операция при производстве молочных продуктов с пектином – его растворение. Пектин должен быть полностью растворён без образования труднорастворимых агломератов. Пектин, как и другие желирующие добавки, не растворяется в среде с высоким содержанием сухих веществ. ВЭ-пектин рекомендуется растворять в среде с содержанием сухих веществ не более 20 %.

С учетом новых практических разработок специалистов компании "МИЛОРАДА" молочные продукты с пектином можно классифицировать на группы:



1. Кисло-молочные напитки (йогуртовый, кефирный продукт и т.д.), сметанные продукты. Для их производства используют НЭ-пектин, который вносят в молоко до пастеризации. Добавление пектина в продукт позволит решить проблемы, связанные с недостаточным качеством молока-сырья (низкий уровень сухих веществ, белка и т.д.). Продукт с пектином стабилен в условиях хранения, имеет вязкую структуру и глянцевую поверхность, а также более выраженные вкус и аромат.

2. Напитки прямого подкисления, в том числе с содержанием фруктового сока. К ним можно отнести напитки, полученные на основе молока, сыворотки или на кисло-молочной основе. Применение ВЭ-пектинов позволит не только повысить устойчивость молочного белка к воздействию кислоты и термической обработке, но и изменить вязкость готового продукта, придать напитку "тело".

3. Термизированные молочные продукты длительного хранения, например десерт на основе творога или термизированный сметанный продукт. Для их производства применяют ВЭ-пектины, их действие направлено на защиту молочного белка в кислой среде при дальнейшем нагреве и термизации.

4. Комбинированные масла. Для их производства применяют новый вид ВЭ-пектина, принципиально отличающийся от обычных пектинов со степенью этерификации более 50 %. Данный пектин взаимодействует со свободной влагой продукта. В результате образуются мягкие эластичные частицы, по форме и размерам напоминающие жировые шарики, которые влияют не только на органолептические, структурные, но и микробиологические характеристики готового продукта.

К ингредиентам растительного происхождения, широко применяемым при производстве молочных продуктов, кроме пектина можно отнести каррагинан.

Скорость растворения и растворимость каррагинана зависят от наличия свободной воды в системе, содержания сухих веществ, температуры и скорости мешалки.

Молочные продукты с каррагинаном можно разделить на следующие группы:

1. Молочные коктейли, шоколадное молоко. Основная роль ингредиента – контроль вязкости, стабилизация какао-частиц, предотвращение образования осадка, придание "тела" напитку.

2. Быстрорастворимые смеси и напитки. Для производства этой группы продуктов предлагаются специальные типы каррагинанов, способных изменять структурные характеристики готового продукта без предварительной подготовки.

3. Молочные десерты, в том числе на основе творога, аэрированные. Использование каррагинана позволит частично или полностью исключить из рецептуры желатин, повысить стабильность продукта в условиях хранения.



4. Плавленые сыры. Наиболее актуально применять каррагинан при производстве ломтевых плавленых сыров, порционированных плавленых сыров. Его внесение поможет решить проблемы, связанные со структурными характеристиками продукта, снизить усушку сыра в процессе хранения, выработать новые виды сыров с повышенным содержанием влаги. На "Плавленный сырный продукт "Флорис®" с каррагинанами разработаны новые ТУ 9225-036-00419710-05.

5. Сгущенное молоко. За счет внесения каррагинана достигается изменение вязкости и улучшение органолептических показателей.

Большой интерес представляет использование вторичного растительного сырья как источника пищевых волокон. Одним из таких источников являются пищевые волокна из сахарной свеклы, которые получают из боя и хвостиков сахарной свеклы. Данные пищевые волокна выпускают под названиями "Волокна свекловичные осветленные" ТУ 9112-002-05122481-02 или "Пектин-целлюлозный комплекс" (далее по тексту "Пекцеком") ТУ 9112-001-11704514-97. Производство "Напитка кисло-молочного с "Пекцекомом" (ТУ 9222-211-00419785-03) освоено ООО "Верхнеуральское молоко" Челябинской области. Напиток вырабатывается из пастеризованного нормализованного молока с добавлением нейтрализованной творожной сыворотки и концентрата пищевых волокон. Массовая доля вносимых пищевых волокон составляет 0,5 %.

Для производства молочных продуктов предлагается использовать пищевые волокна "Витацель" фирмы "Moguntia". Натуральные растительные волокна "Витацель" производятся из вегетативной части зерновых культур, фруктовых или овощных шротов. Содержат 60...98 % балластных веществ – целлюлозы и гемицеллюлозы, причем 35...95 % из них нерастворимые. Состав продуктов серии "Витацель" представлен в табл. 3.1.

Область применения волокон "Витацель":

- Йогурты – частичная или полная замена традиционных загустителей, стабилизация и обогащение готового продукта балластными веществами, улучшение консистенции, нечувствительность по отношению к разному диапазону значений рН и температурному воздействию.

- Творожные десерты, глазированные сырки – загуститель и стабилизатор без индекса "Е", усиление действия эмульгаторов, улучшение структуры, предотвращение синерезиса, исключение отделения жира, увеличение срока хранения.

- Плавленые, свежие и имитационные сыры – препятствует пригоранию при жарке, улучшает намазываемость, частично заменяет фосфаты, оказывает синергетический эффект с другими стабилизаторами, препятствует денатурации белков, снижает калорийность, сохраняет свежесть и поддерживает микробиологическую стабильность, обогащает балластными веществами.



Таблица 3.1

## Состав продуктов серии "Витацель"

Показатель	Пшеничные волокна			Яблочные волокна		Овсяные волокна HF-401
	WF-200	WF-400	WF-600	AF-12	AF-400	
Содержание балластных веществ, %	98	98	98	60	60	96
Вкус	Нейтральный	Нейтральный	Нейтральный	Вкус яблока	Вкус яблока	Нейтральный
Насыпной вес, г/л	85	40	200	460	450	300...440
Тонкость помола, мкм	250	500	80	900	300	250...400
Водосвязывающая способность, г	8,6	11	4,2...5,5	5	5	2,5...3,5

Разработана технология производства пастообразных продуктов на основе цельного молока с добавлением ржанных и пшеничных отрубей в количестве 2...4 % с частичным отделением сыворотки. Введение данной дозировки отрубей не снижало активности процесса кислотообразования при сквашивании смеси, а также способствовало увеличению их влагоудерживающей способности.

### 3.4 Функциональные молочные продукты, обогащенные витаминами

Первоначально в нашей стране молоко и кисло-молочные продукты обогащались только одним витамином – аскорбиновой кислотой. Позже специалистами НИИ питания РАМН был определен ассортимент молочных продуктов, предназначенных для обогащения, и уровни содержания в них витаминов, в том числе:

- кисло-молочные продукты обычной жирности (кефир, простокваша) с содержанием 140...160 мг/л витамина С;
- кисло-молочные продукты с массовой долей жира 1 % (кефир, простокваша) с содержанием 140...160 мг/л витамина С, и 1,0...1,5 мг/л витамина А;
- молочно-фруктовое желе с массовой долей жира 1 %, содержанием 150 мг/кг витамина С.

Употребление подобных витаминизированных кисло-молочных продуктов в количестве 200 г в день позволяет удовлетворить более одной трети рекомендуемой суточной нормы потребления витаминов А и С.

Учитывая важную роль молочных продуктов в питании детского и взрослого населения, представляется целесообразным использование питьевого



молока в качестве носителя всех необходимых человеку витаминов путем добавления к нему полноценных, высокостабильных поливитаминных премиксов.

Для обогащения витаминами молока и молочных продуктов специалистами НИИ питания РАМН предложено использование поливитаминных премиксов 730/4 и Н 33053, рецептуры которых были разработаны специалистами компании "Хоффманн Ля Рош".

Премикс 730/4 представляет собой смесь 12 витаминов (С, А, Е, D, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, РР, фолиевой, пантотеновой кислот, биотина). Гарантированное содержание витаминов в молоке, обогащенном премиксом 730/4, показано в табл. 3.2. Добавление этого премикса к молоку в количестве 750 г на 1000 л молока обеспечивает с учетом технологических потерь удовлетворение 1 стаканом молока (200 мл) от 40 до 100 % средней суточной потребности человека практически во всех витаминах и полностью исключает возможность их избыточного потребления.

Таблица 3.2

Витаминная ценность молока, обогащенного премиксом 730/4

Витамины	Средняя суточная потребность	Содержание в стакане (200 мл) обогащенного премиксом 730/4 молока	Обеспечение суточной потребности, %
А	3300 МЕ/0,990 мг	1650 МЕ/0,495 мг	50
D <sub>3</sub>	400 МЕ/10 мкг	200 МЕ/5 мкг	50
Е	10 мг	5 мг	50
В <sub>1</sub>	1,5 мг	0,7 мг	47
В <sub>2</sub>	2,0 мг	0,85 мг	43
В <sub>6</sub> ,	2,0 мг	1,0 мг	50
РР	20,0 мг	9,0 мг	50
Пантотеновая кислота	7,0 мг	3,5 мг	50
В <sub>12</sub>	3,0 мкг	1,5 мкг	50
Фолиевая кислота	0,2 мг	0,2 мг	100
Биотин	150 мкг	100 мкг	67
С	70,0 мг	35,0 мг	50

Добавление премикса Н 33053, в состав которого входит 10 основных витаминов (С, А, Е, D, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, РР, фолиевая кислота), к молоку в количестве 415 г на 1000 л молока обеспечивает с учетом технологических потерь удовлетворение 1 стаканом молока (200 мл) от 20 до 30 % средней суточной потребности человека во всех входящих в состав этого препарата основных витаминах (табл.3.3).

На основании проведенных исследований разработана следующая технология обогащения молока поливитаминными премиксами 730/4 и Н 33053.



## Витаминная ценность молока, обогащенного премиксом Н 33053

Витамины	Средняя суточная потребность	Содержание в стакане (200 мл) обогащенного премиксом Н 33053 молока	Обеспечение суточной потребности, %
А	3300 МЕ/0,990 мг	990 МЕ/0,3 мг	30
D <sub>3</sub>	400 МЕ/10 мкг	0,83 мкг/35 МЕ	8,75
Е	10 мг	3,0 мг	30
В <sub>1</sub>	1,5 мг	0,43 мг	28,7
В <sub>2</sub>	2,0 мг	0,5 мг	25
В <sub>6</sub> ,	2,0 мг	0,63 мг	31,5
РР	20,0 мг	5,3 мг	26,5
Пантотеновая кислота	7,0 мг	-	-
В <sub>12</sub>	3,0 мкг	1,0 мкг	33,3
Фолиевая кислота	0,2 мг	0,066 мг	33
Биотин	150 мкг	-	-
С	70,0 мг	23,30 мг	33,3

*Пастеризованное молоко.* Технология обогащения предусматривает введение поливитаминных премиксов в пищевую массу перед началом пастеризации в виде раствора. Режимы пастеризации молока (нагревание продукта при 76 °С в течение 20 с) практически не оказывают влияние на стабильность наиболее неустойчивого витамина – аскорбиновой кислоты как при обогащении цельного, так и восстановленного молока.

*Стерилизованное молоко.* Премикс в требуемых количествах вводят в нормализованное молоко перед стерилизацией, предварительно растворив его в десятикратном количестве молока или воды, при температуре (20 ± 2) °С и постоянном перемешивании. Процесс стерилизации сопровождается довольно высокими потерями витаминов. Потери витаминов при стерилизации витаминизированного молока составили: для витамина В<sub>1</sub> 3,6 %, витамина В<sub>2</sub> 43 %, витамина В<sub>6</sub> 24 %, витамина С 12 %, витамина А 5 %. На содержание витамина Е процесс стерилизации не оказывал влияния (сохранность 100 %). Тем не менее, при рекомендуемом уровне закладки премикса содержание всех вносимых витаминов в 200 мл стерилизованного молока достаточно для обеспечения 40...50 % средней суточной потребности в них человека.

С учетом рекомендации Института питания РАМН разработана также целая серия кисло-молочных продуктов (ряженка, простокваша, варенец, кефир, молоко, творожные кремы и т.д.), обогащенных данными премиксами (табл.3.4). Установлено, что наиболее приемлемым является внесение поливитаминных премиксов после пастеризации перед сквашиванием продуктов. При этом контроль сохранности витаминов осуществляют по наиболее неустойчивому витамину – витамину С.



Серия молочных продуктов, обогащенных поливитаминами премиксами  
производства фирмы "Хоффманн Ля Рош"

Продукт, стандарт	Вид и дозировка премикса, г/т продукта	
	730/4	Н 33053
Ряженка жирностью 1,0 и 2,5 %, ОСТ 10-02-02-2-86	750 или 375	415
Простокваша жирностью 1,0, 2,5 и 3,2 %, ОСТ 10-02-02-2-86		
Варенец жирностью 1,0, 2,5 и 3,2 %, ОСТ 4929-84	750 или 375	415
Кефир жирностью 1,0, 2,5 и 3,2 %, нежирный, ОСТ 4929-84		
Молоко витаминизированное 1,5, 2,5 и 3,2 %, ТУ 10-02-02-789-125-93 с изменениями 1-3	750 или 375	415
Простокваша цитрусовая жирностью 1,0 и 2,5 %, ТУ 49 10-57-84	750 или 375	415
Пудинг молочный жирностью 3 %, ТУ 10-02-02-789-154-94	750 или 375	415
Кефир ароматизированный жирностью 1,5, 2,5 и 3,2 %, ТУ 10-02-02-789-140-94	750 или 375	415
Сырки глазированные жирностью 5, 12, 23 и 26 %, ТУ 9222-193-0041-9785-99	-	415
Творожные кремы жирностью 5 % и нежирные, ТУ 10-02-02-789-61-91	750	-
Напитки из сыворотки, ТУ 10-02-02-789-169-94	750	-

Разработанные технологии обогащения молока и кисло-молочных продуктов поливитаминами премиксами не усложняют технологический процесс и позволяют получать продукты высокой пищевой ценности с гарантированным содержанием микронутриентов, отвечающие гигиеническим требованиям безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01.

Учитывая, что применяемые при производстве молочных продуктов витамины не изменяют стандартизованные нормы органолептических характеристик, кисло-молочные продукты сохраняют стандартизованное наименование. Поэтому при изготовлении продуктов с использованием витаминов применяется стандартизованный ГОСТ Р 51740-2000 термин "витаминизированный".

Технология обогащения молока и кисло-молочных продуктов внедрена на предприятиях молочной отрасли во многих регионах России, в том числе с неблагоприятной экологической обстановкой (ООО "Очаковский молочный комбинат", г. Москва; ОАО "Обнинский гормолзавод", г. Обнинск Калужской обл.; ООО "Новоуральский гормолзавод", г. Новоуральск Свердловской обл.; ЗАО "Кемеровский гормолзавод № 1", г. Кемерово и др.).



Одним из обоснований обогащения молока  $\beta$ -каротином является то, что в последние годы растет спрос на молоко с пониженным содержанием жира, из которого в процессе сепарирования вместе с жиром удаляют частично и жирорастворимые витамины. Функциональная схема обогащения молока  $\beta$ -каротином приведена на рис. 3.2.

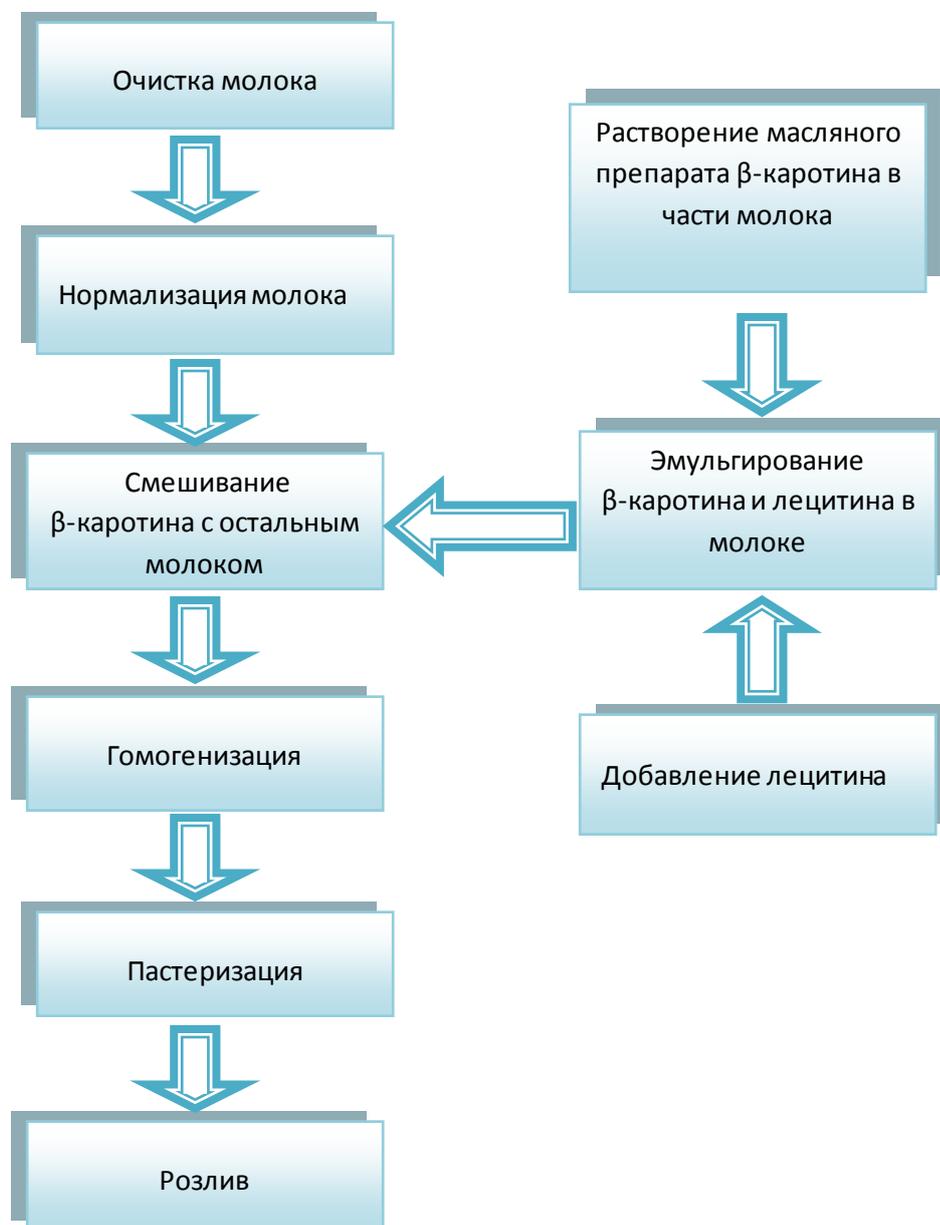


Рис. 3.2. Обогащение молока  $\beta$ -каротином

Масляный раствор  $\beta$ -каротина вносится в очищенное и нормализованное молоко. Перед внесением раствора  $\beta$ -каротина необходимо провести его подготовку. Для этого его предварительно вносят в небольшую порцию молока, подогретого до  $60...85^{\circ}\text{C}$ , добавляют в качестве эмульгатора лецитин в количестве 1% к массе обогащаемого продукта и эту смесь эмульгируют в гомогенизаторе при давлении  $15...20$  МПа в течение 1 мин.



Полученную эмульсию вносят тонкой струей в нормализованное молоко при перемешивании (скорость вращения перемешивающего механизма – не менее 500 об/мин) в течение 10...15 мин.

Масляный раствор  $\beta$ -каротина целесообразно вводить в молоко до его пастеризации, что гарантирует микробиологическую чистоту последнего и не оказывает какого-либо влияния на вкус и другие показатели его качества. Исследования, проведенные в МГУПП, позволили сделать вывод о том, что сохранность  $\beta$ -каротина в витаминизированных молочных продуктах достаточно высока в течение всего срока реализации.  $\beta$ -каротин не вызывает гибели микроорганизмов в кисло-молочных продуктах и может быть рекомендован для витаминизации молока и кисло-молочных продуктов.

В настоящее время разработаны препараты "Циклокар" и "Веторон", содержащие в себе  $\beta$ -каротин. Они не только витаминизируют молочные напитки, но и придают им приятный цвет без использования каких-либо красителей. ГУП ВНИМИ совместно с НИИ питания РАМН разработаны рецептуры молока и кисло-молочных продуктов, обогащенных каротиноидами компании "Хоффманн Ля Рош", в том числе растворимым в холодной воде  $\beta$ -каротином 10 %.

### **3.5 Функциональные молочные продукты, обогащенные минеральными веществами**

Обогащение молочных продуктов минеральными веществами практикуется во многих странах мира.

На практике в качестве носителей минеральных веществ для обогащения молочных продуктов широко используются карбонаты, хлориды, фосфаты, глюконаты, fumarаты. Однако в последние годы ведутся широкие исследования по использованию в молочных продуктах солей лимонной и молочной кислот – цитратов и лактатов, отличающихся высокой биодоступностью. Цитраты и лактаты относятся к безопасным для здоровья человека пищевым добавкам, которые разрешены к применению в продуктах, в том числе и детского питания. Согласно СанПиН 2.3.2.1293-03 допустимое суточное потребление цитратов и лактатов не ограничено, а уровень их внесения в пищевые продукты определяется технологическими нормами (табл. 3.5). Эти соли положительно влияют на микрофлору кишечника, хорошо усваиваются, в их присутствии повышается в целом биодоступность минеральных веществ и витаминов.

Также цитрат- и лактатсодержащие добавки обладают полифункциональными свойствами, в том числе антиоксидантной и радиопротекторной способностью, позитивным воздействием на сердечно-сосудистую, иммунную системы и другие функции организма.



Таблица 3.5

## Нормы физиологической потребности и внесения в продукт добавки

Добавка и ее минеральный состав	Норма физиологической потребности в минеральном веществе, мг/сут	Норма внесения в продукт, г/100 г
<i>Кисло-молочные напитки</i>		
Цитрат кальция E 333	800...1200	0,3...0,4
Цитрат магния E 345	400...450	0,30...0,35
Лактат кальция E 327	800...1200	0,35...0,50
Цитрат аммония-железа коричневый E 381	10...12 18...38 (девушки, беременные женщины)	0,004...0,005 0,0075...0,0155
Комплексная пищевая добавка:		
цитрат магния	400	0,3
лактат кальция	1000	0,45
<i>Напиток на основе сыворотки</i>		
Комплексная пищевая добавка:		
цитрат аммония-железа	38	0,0155
лактат кальция	1000	0,45
<i>Йогурт, творог</i>		
Комплексная пищевая добавка:		
цитрат аммония-железа	12	0,005
цитрат цинка	15	0,009

Разработаны отечественные технологии получения индивидуальных пищевых цитратов калия, натрия, кальция, магния, цитратов аммония-железа, лактата кальция и рецептуры комплексных пищевых добавок на их основе с ценным минеральным составом. Создана нормативная и техническая документация на их производство.

Проведены исследования по использованию цитратов и лактатов с целью получения кисло-молочных продуктов с функциональными свойствами. При внесении как индивидуальных, так и комплексных пищевых добавок на основе цитратов калия, кальция, магния, железа, цинка и лактата кальция в количестве, обеспечивающем до 50 % суточной потребности организма человека в минеральных веществах, не выявлено негативного влияния на биохимические процессы и качество продукции.

При этом использование цитрата магния улучшает вкус кисло-молочных продуктов в присутствии витаминов, несколько меняющих вкусовые ноты. Хорошо растворимый лактат кальция по сравнению с цитратом кальция более удобен для внесения в обогащаемый продукт.

Употребление обогащенных цитратами и лактатами кисло-молочных продуктов позволяет в среднем на 30 % обеспечить организм человека кальцием, магнием, железом, цинком и другими необходимыми минеральными веществами.



*Обогащение молочных продуктов кальцием.* Характеристики пищевых источников кальция представлены в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Характеристики пищевых источников кальция

Источники кальция	Содержание кальция, мг/100 г	Количество продукта, содержащее РНП кальция*
Сыры:		
твердые	900...1000	90...120 г
мягкие	750	100...160 г
плавленые	450...750	100...260 г
Молоко, кисло-молочные продукты	120	650...1000 г
Творог	120...150	650...800 г
Лактат кальция	130	2,3 кг

\* РНП – рекомендуемая норма потребления кальция, равная 800...1200 мг.

Потребность в разработке молочных продуктов, обогащенных кальцием, обусловлена его дефицитом в рационе питания населения и ростом заболеваемости остеопорозом. Использование препаратов кальция для ежедневного восполнения суточной потребности ограничивается экономическими затратами, а также неспособностью препаратов действовать пролонгировано в отличие от молочных продуктов, обогащенных ими. По рекомендациям Института питания для обогащения продуктов рекомендован лактат кальция.

Для обогащения молока кальцием также применяют двух- и трехзамещенные фосфаты кальция, которые добавляют в молоко в самом начале технологического процесса, непосредственно перед началом обработки молока.

Институтом питания РАМН для массового потребления рекомендована паста творожная "Витакальцин" ТУ 9222-365-00419785-05 как дополнительный источник кальция и витаминов С, D. Белково-углеводную основу составляют творог и сыворотка. Добавка содержит альгинат кальция, получаемый из бурых водорослей. По заключению Центрального научно-исследовательского института травматологии и ортопедии, творожные пасты, обогащенные кальцием в сочетании с витаминами С, D и растительными пищевыми добавками, способствуют улучшению процессов костеобразования и являются перспективными продуктами для обеспечения достаточным количеством кальция пациентов, страдающих остеопорозом.

*Обогащение молочных продуктов железом.* Обогащение железом является актуальной задачей, поскольку он один из наиболее дефицитных микроэлементов в питании. Для удовлетворения потребности человека в железе важно не его общее содержание, а та его форма, которая является для него биологически доступной. При этом необходимо подобрать оптимальный



источник железа для обогащения молока, который не окажет отрицательного влияния на качество, будет биологически доступен, технологичен в использовании и инертен по отношению к другим компонентам. Кроме того, следует выбирать обогащающее вещество по принципу оптимального соотношения "биодоступность – влияние на качество продукта".

Пример – сульфат железа (II), который характеризуется высокой биодоступностью железа, но негативно влияет на качество продуктов, в частности молока, за счет ускорения процессов окисления жиров. Продукты окисления придают неприятный цвет и запах, а также могут стать причиной раздражения желудочно-кишечного тракта, что уже в принципе недопустимо при создании пищевого продукта. Те же соединения железа, которые совместимы с пищевой системой и не имеют характерного "железистого" привкуса, как правило, плохо растворимы в воде и могут образовывать осадок. Внесение хорошо растворимого цитрата аммония-железа (в этом соединении железо устойчиво связано в комплексном ионе), не приводит к изменению органолептических свойств кисло-молочных продуктов.

Существуют следующие приемы при изготовлении обогащающих ингредиентов, предназначенных для использования в молоке и в других продуктах:

✓ создание комплексных обогащающих ингредиентов, включающих соли железа с высокой биодоступностью и нерастворимые соли в сочетании с эмульгирующими добавками, способствующими хорошему распределению и стабильности в продукте и предотвращающими окисление и выпадение в осадок;

✓ создание микроинкапсулированных форм, при которых обогащающая соль железа с высокой биодоступностью помещается в матрицу нейтрального вещества, из которой она высвобождается не в продукте, а после попадания в желудочно-кишечный тракт (ЖКТ). Высокотехнологичные разработки позволяют регулировать даже то, в каком именно отделе ЖКТ обобщающий ингредиент перейдет из матрицы в свободную форму.

В стране разработан препарат "Гемобин" – натуральная антианемическая пищевая добавка, которую вносят в кисло-молочные продукты. "Гемобин" является натуральным концентрированным источником гемового железа в той же двухвалентной форме, в которой оно находится в составе гемоглобина, и этим принципиально отличается от других препаратов железа.

Отработана технология обогащения цитратом аммония-железа и цитратом цинка йогурта и творога, занимающих важное место в питании детского и взрослого населения. На основе творожной и подсырной сыворотки созданы функциональные напитки для беременных и кормящих женщин, обогащенные минеральной добавкой, состоящей из цитрата аммония-железа и лактата кальция в комплексе с витаминным премиксом. Пищевую добавку вносят в молоко до пастеризации или соответственно в сыворотку, содержание минеральных компонентов в продукте при тепловой обработке не изменяется.



*Обогащение молочных продуктов йодом.* В России около 70 % населения страдают от йодной недостаточности. Потребность человека в йоде на 80 % реализуется через потребление молочных продуктов, в которых он находится в биогенной форме, так как связан с казеином молока.

Основные трудности применения неорганических соединений йода для обогащения продуктов заключаются в их высокой летучести, возможности разрушения в процессе хранения и переработки, что значительно затрудняет их точное дозирование. Исходя из этого, обогащение молока йодом осуществляют с помощью органически связанного йода. Поскольку изначально молоко уже содержит некоторое количество йода, главным образом в составе органических соединений, то и обогащать его целесообразно естественными для этого продукта органическими йодсодержащими соединениями – связанным с белком йодом. Технология обогащения молочных продуктов добавкой белковосвязанного йода предполагает использование низких дозировок – 50...100 мг (в пересчете на йод) на 1...2 т молока или любого молочного продукта, тщательное перемешивание молока для обеспечения однородности продукта по йоду.

В ходе технологического процесса йодированные молочные белки ведут себя аналогично обычным белкам в составе молока. При заквашивании молока они переходят в сгусток наравне с казеином. Поскольку йод в йодтирозинах находится в ковалентно связанной форме, то эти соединения отличаются высокой химической и термической стабильностью, их разложение происходит при температуре 200 °С.

Для нормализации йодного обмена и профилактики йоддефицитного состояния у населения России предложено новое отечественное средство "Йодказеин" (йодированный по тирозину казеин), разработанное на базе Медицинского радиологического научного центра РАМН совместно с ООО "МЕДБИОФАРМ".

Технология обогащения молочных продуктов "Йодказеином" проста и не требует дополнительного технологического оборудования. Нормы его закладки в молочные продукты в соответствии с технологическими инструкциями составляют от 2,5 до 10,0 г на 1 тонну готовой продукции. Рекомендовано обогащение молока и кисло-молочных продуктов до 25 % от общего объема.

Исследовано использование йодсодержащих добавок в производстве плавленых сыров. На новый плавленный сыр "Морячка" для лечебно-профилактического питания разработана нормативно-техническая документация.

Другой подход к обогащению молока йодом – использование добавки органически связанного источника йода (кристаллический йод и йодистый калий) на основе пектина. При таком комплексном воздействии был отмечен ряд дополнительных благоприятных в физиологическом плане эффектов, связанных с природой пектина как растворимого пищевого волокна.



Наиболее усвояемым и физиологически доступным для организма является йод в нативном состоянии. Рекомендуется добавлять в качестве обогащающего компонента сухую измельченную морскую капусту. Известно, что йод в морской капусте – ламинарии японской – находится как в растворимой неорганической форме, так и в составе йодаминокислотных комплексов. Группой ученых разработана технология получения новых кисломолочных продуктов – йогурта и творога, содержащих йод, путем добавления в молочную смесь для заквашивания компонентов из морской капусты. Основой для получения продуктов служило коровье молоко. В качестве биодобавки применяли ламиналь – биогель из морской капусты – в количестве 5 % от общей массы смеси. Образцы йогурта и творога, содержащие ламиналь, характеризовались повышенным содержанием минеральных веществ, в частности кальция, калия, магния, железа, а также пищевых волокон (клетчатки) и альгината натрия (табл.3.7).

Таблица 3.7

Основные показатели качества продуктов с ламиналем

Показатель	Содержание в 100 г продукта			
	Йогурт		Творог	
	Контрольный	С добавлением ламиналя	Контрольный	С добавлением ламиналя
Вода, г	84,0±1,5	83,1±1,7	71,1±3,2	71,6±3,2
Белок, г	4,7±0,8	4,4±0,7	15,5±2,3	15,1±2,3
Жир, г	2,8±0,4	2,3±0,3	12,4±3,7	11,1±3,0
Зола, г	0,9±0,2	1,0±0,3	1,1±0,3	1,1±0,3
Кальций, мг	125,5±9,6	215,0±14,0	143,4±10,8	201,5±12,4
Натрий, мг	16,4±5,2	60,3±7,4	35,2±4,1	38,8±4,3
Магний, мкг	12,2±2,0	14,6±2,8	18,6±3,3	21,4±3,6
Железо, мкг	81,8±7,3	87,5±9,3	415,0±32,1	427,8±33,4
Йод, мкг	-	1150,0±96,5	-	980,0±73,0
Альгинат натрия, мг	-	15,4±2,3	-	12,5±2,0

*Обогащение молочных продуктов селеном.* В последние 10 лет особое внимание ученых приковано к селену – микроэлементу, который содержится в мизерных количествах в пищевых продуктах. Органический селен хорошо переходит в молоко, однако эта технология находится лишь в начале разработки. До недавнего времени молоко, обогащенное селеном, производили только в Корее. В настоящее время в России разработан белково-витаминно-минеральный препарат "Сел-Плекс" – источник органического селена. Препарат получен микробиологическим методом – выделен из дрожжевых клеток. Содержится селен преимущественно в составе аминокислот селенометионина (50 %) и селеноцистина (25 %). В Ленинградской области на основе данной добавки выпускается молоко "Домашнее" под торговой маркой "Молочное озеро", обогащенное селеном.



Также получен кисло-молочный напиток "Целебный", содержащий селенит натрия. Использование 200 мл данного продукта в питании позволит восполнить дефицит селена на 20 %.

### **3.6 Функциональные молочные продукты, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами**

Жиры, и в частности такой продукт молочной промышленности, как сливочное масло, занимают важное место в питании человека.

Основным критерием, определяющим показатели качества сливочного масла, является молочный жир. По данным Института питания РАМН РФ, идеальный жирно-кислотный состав жировых продуктов характеризуется следующим соотношением НЖК:МНЖК:ПНЖК = 30...40:50...60:10...20.

В молочном жире эти кислоты находятся примерно в соотношении НЖК:МНЖК:ПНЖК = 60:30:3. Кроме того, важной характеристикой оптимального жирно-кислотного состава масел является их сбалансированность по соотношению эссенциальных жирных кислот. Для большинства видов масла, таких как бутербродное, крестьянское несоленое, сливочное несоленое и других, соотношение  $\omega$ -6: $\omega$ -3 составляет 12...13:1. Другим недостатком сливочного масла является содержание в нем холестерина.

С позиций создания функционального продукта масло может рассматриваться как объект модификации состава в направлении снижения содержания жира и повышения доли ненасыщенных жирных кислот, в том числе эссенциальных, путем комбинирования с растительными маслами. При этом необходимо принимать во внимание, что такой продукт, согласно законодательству, не может быть отнесен к сливочному маслу, а будет представлять собой другую разновидность молочной продукции, в частности, спред.

В связи с этим основные перспективы создания функциональных жировых молочных продуктов, аналогичных сливочному маслу, связаны со спредами. Побудительной причиной создания спредов как альтернативы сливочному маслу было стремление повысить биологическую ценность сливочного масла, сохраняя при этом все характеристики, в том числе вкусовые, на уровне сливочного масла.

При конструировании жировой основы спредов выделяют два аспекта: первый – физиологический, направлен на решение проблемы создания сбалансированной по пищевой и биологической ценности продукции. Второй – технологический – позволяет при изменении количественного соотношения жирового состава, вырабатывать продукт с требуемыми структурно-реологическими показателями.

Каждый критерий функциональности продукта достигается благодаря соответствующему технологическому приему (рис.3.3).



Оптимизация жирно-кислотного состава, обеспечивающая заданное соотношение ПНЖК, связана с повышением в жировой основе спреда содержания жидких растительных масел, что сопровождается изменением ее консистенции, температуры плавления и застывания, пластичности. При этом для получения оптимальной пластичности и консистенции необходимо учитывать значения температуры плавления и твердости используемых масел и жиров, входящих в рецептуру.

Специалистами ВНИИ жиров проведены широкие исследования по конструированию и разработке вариантов жировых смесей для спредов различных по составу и твердости. Установлено, что добавление к молочному жиру 20...25 % подсолнечного высокоолеинового масла позволяет получить жировую основу, которая характеризуется достаточно мягкой консистенцией и имеет наивысшее значение по твердости. При использовании пальмового масла, имеющего высокую температуру плавления (37 °С) и низкую твердость (100 г/см), в количестве более 35 % к молочному жиру требуются специальные приёмы (дополнительное охлаждение и механическая обработка), так как при производстве спреда возникает ряд проблем, связанных с замедленной кристаллизацией.



Рис. 3.3. Модификация сливочного масла в функциональный продукт



А вот использование кокосового и пальмоядрового масел, сочетающих низкую температуру плавления (26 °С для кокосового) с достаточно высокой твердостью (400 г/см для кокосового), в оптимальных количествах (10...15 %) улучшает органолептические свойства продукта.

Жировые системы "СОЮЗ", выработанные на основе смесей растительных масел, применяются в производстве спредов и в разнообразной молокосодержащей продукции, значительно улучшая биологическую ценность продуктов и их потребительские свойства. Основная область применения жировых систем "СОЮЗ" – производство сливочно-растительных и растительно-сливочных спредов.

Таблица 3.8

Основные характеристики жирно-кислотного состава жировых систем "СОЮЗ"

Жировые системы	НЖК, %	МНЖК, %	ПНЖК, %	$\omega$ -6 : $\omega$ -3	Трансизомеры, макс. %
"Союз 52 L"	50	34	16	14:1	4,8
"Союз 53"	42	37	21	13,9:1	4,2
"Союз 54"	46	34	20	12,8:1	3,4
"Союз 60"	45	33	22	13:1	4,1

Примечание. НЖК – насыщенные жирные кислоты; МНЖК – мононенасыщенные жирные кислоты; ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты.

При разработке рецептур жировых систем "СОЮЗ" (табл. 3.8) важнейшими принципами с точки зрения максимального удовлетворения современных требований рынка являются:

- создание жировых систем со сбалансированным жирно-кислотным составом;
- минимальное содержание трансизомеров;
- безопасность продукции;
- высокая технологичность;
- стабильность качества.

Оптимальное соотношение линолевой ( $\omega$ -6) и линоленовой ( $\omega$ -3) кислот (табл. 1.7), равное 10:1, имеют спреды с 50 % заменой молочного жира жировыми системами "СОЮЗ". При большей степени замены молочного жира лучшими показателями обладают спреды, выработанные с применением жировых систем "СОЮЗ 60" и "СОЮЗ 54".

Сейчас спреды вырабатываются как на маслозаводах молочной промышленности, так и на масложировых предприятиях. По структуре и качеству, включая особенности вкусового букета, они существенно различаются.

В молочной промышленности спреды вырабатывают по "маслодельным схемам" с использованием комплекса технологического оборудования, применяемого для производства сливочного масла методами преобразования



высокожирных сливок (в основном) и сбиванием сливок. В качестве нежировой составляющей спредов при этом используют цельное молоко, пахту, сливки или специально подготовленные молочные субстраты, что обуславливает формирование в них вкуса и запаха, характерных для сливочного масла.

Однако производство спредов по маслодельным схемам не получило широкого развития. Это связано с тем, что покупатели в нашей стране с недоверием относятся к новым продуктам под названием "спреды" и поэтому повысить рейтинг данной продукции и продвижение её на рынке не удастся. Гораздо проще выпускать комбинированные масла под маркой "сливочного" масла.

Кроме того, при производстве молочных продуктов не следует исключать и использование готовых добавок ПНЖК группы  $\omega$ -3 в виде масляных препаратов с высоким (до 30 %) содержанием ПНЖК семейства  $\omega$ -3, перечень которых представлен ниже:

- Компания "Cargill" предлагает инновационный ингредиент, содержащий ПНЖК группы  $\omega$ -3. При его добавлении в количестве до 150 мг на порцию изменений вкуса или сроков хранения получаемого продукта не отмечается.

- Немецкая фирма "Cavis Microcaps" представляет инкапсулированные ингредиенты с кислотами  $\omega$ -3, полученные из коричневой морской водоросли. Для использования в молочной промышленности капсулы вырабатываются в растворимой форме.

- Компания "Frutarom" предлагает жирные кислоты  $\omega$ -3, полученные из семян шалфея.

- Фирма "Cognis GmbH" производит рыбий жир  $\omega$ -3 высокой степени очистки "Omevital". Его можно включать в состав функциональных молочных продуктов.

- Специалистами компании "Martek Biosciences" разработан ингредиент "Life's DHA" с кислотами  $\omega$ -3, который получают из водорослей и он уже используется, например, в продуктах "Danonino" от фирмы "Danone".

- Канадская фирма "Ocean Nutrition Canada Ltd" в качестве потенциального ингредиента для молочных продуктов производит "MEG-3". Это ПНЖК группы  $\omega$ -3. Выпускается в микрокапсулах с двойной оболочкой.

- Компания "DSM Nutritional Products" предлагает продукт "Ropufa" с ПНЖК семейства  $\omega$ -3 в виде эмульсии для обогащения питьевого молока. Его добавляют в молоко непосредственно перед упаковкой.

- Испанская фирма "Spain's Puleva Biotech" предлагает очищенный жир морских млекопитающих "Eupoly EPADHA". Его можно включать в состав функциональных молочных продуктов. Молочная компания "Puleva" уже производит молоко с этой добавкой. Добавка может также применяться для производства йогурта, спредов, масла, мягких сыров и молочных коктейлей.



### 3.7 Функциональные молочные продукты с использованием пробиотических культур

Идеальный кисло-молочный продукт функционального питания, приготовленный в результате ферментации молока пробиотическими культурами микроорганизмов, должен отвечать, как минимум, следующим требованиям:

- при его изготовлении должны применяться только стартерные культуры человеческого происхождения, прошедшие полную токсикологическую и фармакологическую экспертизу;

- количество живых заквасочных микроорганизмов должно быть не менее  $10^6 \dots 10^7$  КОЕ/г готового продукта на протяжении всего его срока годности;

- изготовление продуктов функционального питания должно осуществляться с использованием асептической технологии, предотвращающей их контаминацию с посторонней флорой;

- систематическое употребление продуктов функционального питания должно оказывать определенное подтвержденное объективными данными позитивное воздействие на конкретные физиологические функции, биохимические или поведенческие реакции организма человека;

- длительное (не менее 4...5 недель) ежедневное употребление подобных продуктов в физиологических количествах не должно сопровождаться возникновением каких-либо побочных эффектов.

В табл. 3.9 представлены некоторые различия между диетическими кисло-молочными продуктами и современными продуктами функционального питания.

Из всех функциональных молочных продуктов, наибольшее распространение в мире находят кисло-молочные продукты, обогащенные бифидобактериями. В связи с тем, что 85...98 % всех бактерий, обитающих в кишечнике человека, занимают бифидобактерии, такие продукты могут носить как лечебный, так и профилактический эффект. FAO/ВОЗ по проблемам питания, обозначая прогностическую модель нового поколения здоровых продуктов питания XXI в., считает, что новый век для производства пищевых продуктов будет веком "бифидомании".

В Японии на пищевом рынке в 1990 г. присутствовало более 50 продуктов питания, содержащих живые бифидобактерии. Во Франции за последние пять лет количество выпускаемых кисло-молочных продуктов, содержащих бифидобактерии, увеличилось более чем в три раза и составляет 12 % всего объема реализуемых населению продуктов. Схожие тенденции имеют место во многих европейских и североамериканских странах.

В России производство кисло-молочных продуктов, обогащенных бифидобактериями, началось только с 1992 г.; сейчас они выпускаются более чем в 150 городах. В наше время российский рынок представлен в основном традиционными кисло-молочными продуктами, обогащенными бифидобактериями.



Таблица 3.9

Некоторые отличия молока, диетических кисло-молочных продуктов (ДКП) и кисло-молочных продуктов функционального питания (КПФП)

Показатели	Молоко 100 г	ДКП, 100 г	КПФП, 100 г
Белок (г)	3,4	Сниженное по сравнению с молоком содержание белка	Сниженное по сравнению с молоком содержание белка, пептидов, свободных аминокислот
Углеводы (г)	4,8	Увеличенное по сравнению с молоком содержание галактозы, полисахаридов	Увеличенное по сравнению с молоком содержание молочной кислоты, галактозы, полисахаридов
Жиры (г)		Сниженное по сравнению с молоком содержание жира. Увеличенное по сравнению с молоком содержание свободных жирных кислот	Сниженное по сравнению с молоком содержание жира. Увеличенное по сравнению с молоком содержание свободных жирных кислот
Ca (мг) Mg(мг)	120 12	Схожие с молоком количественные показатели	Схожие с молоком количественные показатели
Na (мг) K (мг) Fe (мг)	45-58 150 100-2400		Содержание минеральных солей может быть изменено путем дополнительного введения в готовый продукт необходимых количеств указанных выше пищевых добавок
Калорийность		Важный показатель качества продукта	Не является важным показателем качества продукта
Микроорганизмы	Отсутствуют (стерильное молоко)	Стартерные культуры имеют почвенное, растительное или животное происхождение. Количество живых микроорганизмов не является показателем качества продукта	Стартерные культуры имеют человеческое происхождение. Содержание живых микроорганизмов – важный показатель качества – должно быть не менее $10^{6-7}$ КОЕ/г
Лечебно-профилактический эффект		Конкретный лечебно-профилактический эффект отсутствует или не является обязательным показателем качества продукта	Обязательно присутствует клинически доказанный, стабильно проявляемый, специфический лечебно-профилактический эффект(ы)



ГОСТ Р 52687-2006 "Продукты кисло-молочные, обогащенные бифидобактериями бифидум. Технические условия" является первым в России национальным стандартом на ряд кисло-молочных продуктов, обогащенных бифидобактериями вида *B. bifidum*: кефир, детский кефир, простоквашу, мечниковскую простоквашу, простоквашу мацони, ряженку, сметану, кефирный продукт, йогурт. Впервые в него включены детские пробиотические продукты – кефир, обогащенный бифидобактериями, предназначенный для питания детей с 8-месячного возраста.

Используемая для изготовления этих продуктов биомасса бифидобактерий (бактериальный концентрат) должна соответствовать показателям качества и безопасности биомассы, вырабатываемой в условиях фармацевтического производства по ФСП 42-0134-1375-2006 "Биомасса бифидобактерий лиофилизированная (субстанция)". Лиофилизированная биомасса бифидобактерий по ФСП 42-0134-1375-2006 производится на основе штамма *B. bifidum* № 1. Вид *bifidum* в настоящее время наиболее хорошо изучен в научном и клиническом аспектах.

Ниже дана краткая характеристика некоторых кисло-молочных продуктов, производимых в России в последние годы, которые с большей или меньшей степенью можно отнести к категории продуктов функционального питания.

*Кисло-молочный бифидумбактерин.* Как уже указывалось, первым отечественным кисло-молочным продуктом с использованием фармакопейных штаммов бифидобактерий был кисло-молочный бифидумбактерин. Продукт готовят из цельного или обезжиренного коровьего молока с применением в качестве заквасочной культуры *B. bifidum* 791 или ЛВА-3 или *B. longum* В379М. При клинических испытаниях продукт доказал свое нормализующее действие на микробную экологию кишечника.

Продукты "Бифидок<sup>®</sup>" – первые в России обогащенные бифидобактериями пробиотические молочные продукты, которые производятся в промышленных масштабах с 1992 г. Вырабатываются на основе фармакопейной высококонцентрированной биомассы бифидобактерий, производимой в ЗАО "Партнер"; особенность технологии – прямой метод внесения биомассы в заквашиваемое молоко. Штамм *B. bifidum* № 1, входящий в состав продуктов "Бифидок<sup>®</sup>", изолирован из организма здорового человека и не подвергался генетическим модификациям. Ежегодный объем их выпуска составляет около 70 тыс. т, их производят более 300 молокоперерабатывающих предприятий в разных регионах страны.

Фирмой "Хр. Хансен" разработана технология нескольких видов биопродуктов, предполагаемых для внедрения на российских предприятиях.

К ним относятся биопростокваша и биопростокваша фруктовая (ТУ 9222-001-49942742-99), сметана "Славянская" пробиотическая (ТУ 9222-002-49942742-99), ряженка "Славянка" пробиотическая (ТУ 9222-005-49942742-99), биоряженка (ТУ 9222-006-49942742-00).



В предлагаемых биопродуктах нормируется содержание бифидобактерий и молочно-кислых микроорганизмов, которых должно быть соответственно  $1 \times 10^6$  и  $1 \times 10^7$  КОЕ/г.

Особой ценностью среди выпускаемых бифидопродуктов отличается "Бифилайф". Продукт вырабатывается сквашиванием пастеризованного или стерилизованного молока симбиотической закваской бифидобактерий полного видового состава. "Бифилайф Абрикос" стал дипломантом конкурса "100 лучших товаров России 2002 г."

*Бифидокефиры.* В России в последние годы в больших масштабах реализуется кефир, обогащенный бифидобактериями ("Биокефир", "Бифидокефир", "Бифидок" и др.). Бифидокефир совмещает в себе лечебные свойства бифидумбактерина и питательные свойства полноценного кефира. Традиционный кефир, как известно, готовится с использованием комплексных заквасок, включающих в себя специальные варианты дрожжей и молочно-кислых бактерий. С теоретической точки зрения относить бифидокефиры к продуктам функционального питания вряд ли правомерно, поскольку они не отвечают главным требованиям, предъявляемым к этой категории продуктов: в их состав входят микроорганизмы не только человеческого, но иного происхождения.

*Бифидосыры.* В настоящее время бифидобактерии применяют и при производстве сыров, в основном мягких и с коротким сроком реализации. Сибирским НИИ сыроделия разработана документация на сыры лечебно-профилактического свойства "Лонгум" и "Курортный".

Для производства мягких кислотно-сычужных сыров с бифидобактериями используют активизированные молочно-кислые закваски, приготовленные из сухих концентратов "Бифалакт А" и "Бифалакт Д". В состав бактериального препарата "Бифалакт А" входят бифидобактерии и ацидофильные палочки в соотношении  $1 \times 10^9 : 5 \times 10^7$  КОЕ/г, а препарат "Бифилакт Д" содержит кроме бифидобактерий и молочно-кислые стрептококки в соотношении  $3 \times 10^9 : 1 \times 10^9$  КОЕ/г. По данной рецептуре разработана технология производства новых видов мягких кислотно-сычужных сыров и нормативная документация на сыры "Ацидобифилиновый" (ТУ 9225-054-02068315-00) и "Бифилиновый" (ТУ 9225-055-02068315-00).

Существует множество вариантов использования бифидобактерий в комбинации с другими молочно-кислыми бактериями (ацидофильные палочки, йогуртные культуры, термофильные стрептококки и т.д.). Данные культуры относят к пробиотикам, обладающим регулирующим и стимулирующим воздействием на организм.

Одним из родоначальников отечественных кисло-молочных продуктов, приготовленных на комплексной закваске бифидо- и лактобацилл, является выпущенный в середине 80-х годов на рынок России молочный напиток "Бифилакт".



*Адаптированные смеси серии "АГУ".* Смесь ферментирована бифидобактериями, ацидофильными лактобациллами и термофильным стрептококком.

*Бивит.* Для его изготовления используется комплексная закваска из смеси штаммов *Bifidobacterium bifidum* и (или) *B. longum* и *Lactobacillus acidophilus* человеческого происхождения, входящих в состав таких фармакопейных препаратов, как "Бифидумбактерин сухой", "Бифилонг" и "Ацилакт".

*Биоюгурты.* До недавних пор в России отсутствовал целый ряд молочных продуктов, привычных для Европы, таких как йогурты, кремы, взбитые сливки, десерты, пудинги и др. В России массовый выпуск йогуртов начался в середине 90-х гг. XX в. В стандарте, принятом в России от 01.01.2001 г. (ГОСТ Р 51331-99), дано следующее определение йогурта и биоюгурта.

Йогурт – кисло-молочный продукт с нарушенным или ненарушенным сгустком, повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока, вырабатываемый из обезжиренного или нормализованного по жиру и сухим веществам молока или молочных продуктов, подвергнутых тепловой обработке, путем сквашивания их протосимбиотической смесью чистых культур термофильного молочно-кислого стрептококка (*Streptococcus thermophilus*) и молочно-кислой болгарской палочки (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*), концентрация которых в живом состоянии в готовом продукте на конец срока годности должна составлять не менее чем  $10^7$  КОЕ в 1 г продукта, с добавлением или без добавления различных пищевкусовых продуктов, ароматизаторов и пищевых добавок.

Биоюгурт – кисло-молочный продукт с нарушенным или ненарушенным сгустком, повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока, вырабатываемый из обезжиренного или нормализованного по жиру и сухим веществам молока или молочных продуктов, подвергнутых тепловой обработке, путем сквашивания их протосимбиотической смесью чистых культур термофильного молочно-кислого стрептококка (*Streptococcus thermophilus*) и молочно-кислой болгарской палочки (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*), концентрация которых в живом состоянии в готовом продукте на конец срока годности должна составлять не менее чем  $10^7$  КОЕ в 1 г продукта, с добавлением бифидобактерий (*Bifidobacterium*), или молочно-кислой ацидофильной палочки (*Lactobacillus acidophilus*), или других пробиотических микроорганизмов, концентрация которых в живом состоянии в готовом продукте на конец срока годности должна составлять не менее  $10^6$  КОЕ в 1 г, а также с добавлением или без добавления различных пищевкусовых продуктов, ароматизаторов и пищевых добавок.

Таким образом, все йогурты можно разделить на два класса – йогурты, содержащие только кисло-молочную флору и биоюгурты, в которых кроме указанного количества молочно-кислых бактерий содержатся бифидобактерии.



При производстве всех видов йогуртов обязательно должна присутствовать болгарская палочка *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgarius*, которая тоже относится к пробиотическим микроорганизмам.

*Бифифрут*. В наше время разработан принципиально новый лечебно-оздоровительный кисло-молочный продукт – бифифрут. Этот продукт вырабатывается с использованием эубиотиков. Бифифрут участвует в стимуляции иммунной системы, продуцирует ферменты, биологически активные соединения, антибиотические вещества и гормоны. Ежедневное потребление в пищу 100...200 мл этого продукта обеспечивает необходимую защиту человеческого организма от неблагоприятного воздействия окружающей среды. Данный продукт вправе претендовать на звание одного из лучших кисло-молочных продуктов современности.

Таким образом, ферментированные пробиотическими микроорганизмами продукты приобретают дополнительные позитивные для здоровья человека характеристики за счет накопления в них большого количества пробиотических микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, корректирующих состав кишечной микрофлоры, улучшающих секреторную и ферментативную активность пищеварительного тракта, всасываемость витаминов, минералов и других микронутриентов, нормализующих биохимические, поведенческие реакции и другие физиологические функции человека.

### **3.8 Функциональные молочные продукты, обогащенные пребиотиками**

В настоящее время в развитых странах продукты функционального питания зачастую обогащаются только пребиотиками, либо сочетанием пре- и пробиотиков. При совместном использовании в продукте пребиотика и пробиотика можно говорить о создании синбиотического кисло-молочного продукта. Поскольку пробиотики являются во многих случаях естественными составляющими кисло-молочного продукта, то конструирование синбиотического продукта в этой категории представляется наиболее обоснованным с точки зрения эффективности разработок, а также с позиций восприятия такого продукта потребителем.

Одним из важнейших свойств пребиотиков является то, что они служат предпочтительным субстратом именно для пробиотических микроорганизмов и для благоприятной микрофлоры кишечника. За счет такого субстратного преимущества достигается рост в кишечнике благоприятной микрофлоры и вытеснение за счет этого условно патогенных видов. При этом важно, чтобы пребиотик и пробиотик достигали толстого кишечника и чтобы не происходило потребления пребиотика в составе самого продукта при его производстве и (или) последующем хранении.

Это определяет направление разработок при создании такого продукта:



- выбор пробиотической культуры, которая будет устойчива к технологическому процессу и к последующему хранению;
- подбор такой добавки пребиотика, которая обеспечит неизменность органолептических характеристик и при этом будет характеризоваться устойчивостью как к технологической обработке, так и к присутствию в составе продукта пробиотических микроорганизмов, способных метаболизировать пребиотик как субстрат;
- разработка оптимального режима технологической обработки, позволяющего создать продукт с высокими качественными показателями и обеспечивающего сохранность в нем пробиотиков и пребиотика до момента потребления.

Как правило, пребиотик вносят в кисло-молочный продукт до ферментации, добавляя его в молоко перед гомогенизацией и пастеризацией. Обычно опытным путем определяют то количество пребиотика, которое подвергается разрушению в процессе технологической обработки и последующей ферментации, т.к. часть пребиотика может потребляться ферментирующими культурами наряду с лактозой. Обычно требуемое дополнительное количество пребиотика не превышает 10...15 %.

С экономической точки зрения чем более устойчив пребиотик к воздействию технологической обработки и ферментирующих культур, тем меньше требуется его дополнительное количество и тем меньше он увеличивает себестоимость обогащенного продукта, что, безусловно, является немаловажным фактором при разработке.

При выборе пребиотика обращают внимание на возможное влияние его внесения на реологические параметры пищевой среды. Это связано с применяемым оборудованием и режимом обработки. Так, многие высокомолекулярные полисахариды могут оказывать влияние на вязкость продукта и соответственно на поведение продукта при прохождении через различные агрегаты (теплообменники и т.п.). Все такие факторы необходимо принимать во внимание, чтобы избежать как повышенного расхода энергии и времени (на обработку и последующую мойку оборудования в более жестком режиме), так и негативного влияния на вкус конечного продукта.

Пребиотиками обогащают не только йогурты и другие кисло-молочные продукты, содержащие живые культуры, но и термизированные кисло-молочные продукты. В этом случае, как при обогащении молока длительного хранения, говорят не о синбиотическом продукте, а только об обогащении пребиотиком.

Из всех бифидогенных пищевых материалов в настоящее время наиболее распространена и изучена лактулоза. Обогащение молочных продуктов лактулозой представляется наиболее эффективным подходом в производстве функциональных молочных продуктов.

Лидирующие позиции в использовании лактулозы в молочной промышленности принадлежат Японии.



Японское министерство здоровья и благосостояния еще в 1992 году рассмотрело и идентифицировало 12 классов ингредиентов пищевых продуктов, способствующих улучшению здоровья нации. Включение лактулозы в этот "золотой список" активизировало производителей. И сегодня известная компания "Morinaga Milk Industry Co" производит несколько молочных продуктов, содержащих лактулозу и пользующихся популярностью не только в Японии, но и во Франции, Германии и других странах.

В России в 1998 году инновационный внедренческий холдинг "Фелицата" сообщил о начале промышленного производства российской пищевой лактулозы "Лактусан". Продукты с лактулозой "Лактусан" под общим названием "Божья коровка" сейчас производятся уже в 24 городах нашей страны. В настоящее время лактулоза используется при производстве молока, йогурта, сыра, масла как функциональный ингредиент для регуляции кишечной деятельности.

Одним из новых направлений концепции синбиотических молочных продуктов является использование синергетических пребиотиков. В частности, разработан сухой углеводный модуль "Лаэль", вырабатываемый ООО "Сентекс" (Москва), в состав которого входят 65 % лактулозы и 1 % лизоцима в качестве пищевой добавки при производстве классических кисло-молочных продуктов. Как лактулоза, так и лизоцим подавляют рост патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, нормализуя микрофлору кишечника и обуславливая улучшение его деятельности. Предварительные лабораторные исследования на классических кисло-молочных продуктах (кефир, ряженка, йогурт) с добавлением пищевой добавки "Лаэль" показали, что органолептические показатели напитков улучшаются. Разработана технология кисло-молочного напитка – ряженки с бифидогенными свойствами, структурная схема которой приведена на рис. 3.4.

В качестве бифидогенной добавки использовали сухой молочный продукт "Лактобел", в состав которого входит 10...14 % лактулозы. Достоинство предлагаемой технологии заключается в том, что внесение лактулозы в виде сухого концентрата позволяет достигнуть достаточно плотной консистенции и органолептических свойств, аналогичных ряженке, с меньшими энергозатратами.

Инулин и олигофруктоза могут использоваться во всех без исключения молочных продуктах. Инулин может добавляться в молоко и молочные напитки как в качестве диетической добавки, так и для замены жира и улучшения вкуса и текстуры. Олигофруктоза может использоваться как диетическая добавка, а в ароматизированных и фруктово-молочных напитках как заменитель сахара.

При схожести своих диетических свойств инулин и олигофруктоза имеют различные технологические свойства. В силу невысокой растворимости инулин всегда производится только в виде порошка, олигофруктоза – как в виде порошка, так и в виде 75 % сиропа.



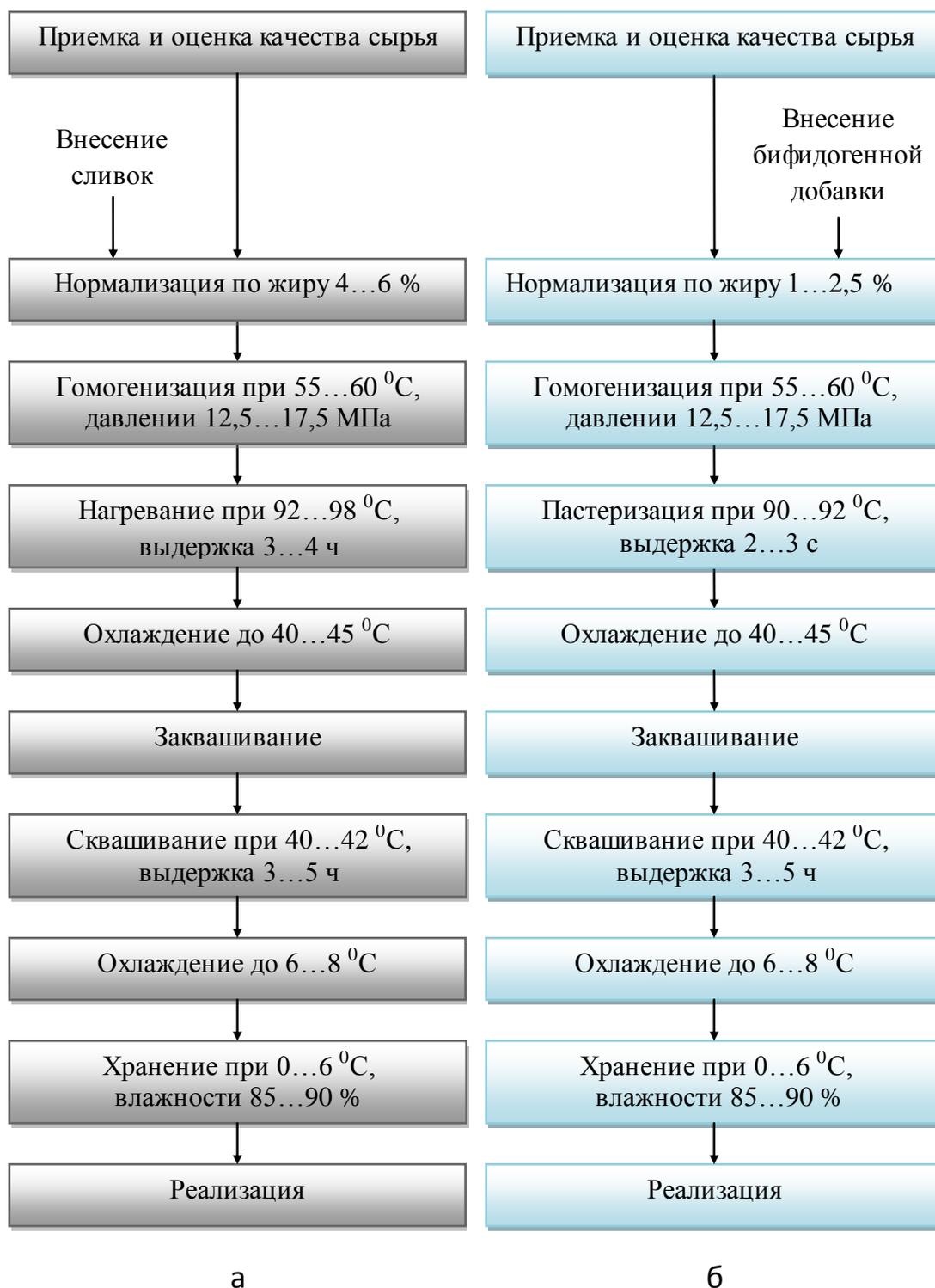


Рис. 3.4. Сравнительная технологическая схема производства кисло-молочного напитка:

а – по традиционной технологии ряженки; б – по предполагаемой технологии

Специалистами ВНИМИ разработано питьевое УВТ-обработанное молоко с инулином (ТУ 9222-401-00419785-05) жирностью 0,1, 1,5, 2,5 и 3,2 %. Оно может выпускаться с инулином, кальцием и микроэлементами; либо с инулином, кальцием, микроэлементами и витаминами.



Продукт рекомендуется для питания пожилых людей, а также людей, проживающих в экологически неблагоприятных условиях. Срок годности герметично упакованного продукта при температуре от 2 до 25 °С составляет 4 мес.

В мороженом инулин может заменять жир и улучшать потребительские свойства продукта. Обычно используется стандартный инулин, 1 % которого заменяет 1 % жира в рецептуре. Инулин не влияет на взбитость мороженого, но улучшает равномерность текстуры и характеристики таяния (замедляет процесс, препятствует растеканию). Например, во взбитых сливках жирность может быть понижена до 24 % без потери взбитости и с сохранением той же полноты сливочного вкуса. Более того, инулин улучшает стабильность взбитых сливок. Он также ингибирует рост кристаллов льда, который может происходить при неправильном хранении мороженого и приводить к заметному ухудшению потребительских свойств.

Еще одной областью использования инулина в качестве заменителя жира и стабилизатора являются молочные спреды и пасты, которые представляют собой водно-масляные эмульсии, хорошо сочетающиеся как со сладкими вкусами (шоколад, фрукты, йогурт), так и с несладкими (маслоподобные спреды, сырные пасты). Инулин позволяет не только понижать жирность до 10...15 %, обеспечивая мягкую, однородную, короткую текстуру, отличную твердость и намазываемость, хорошие вкусовые качества, но и значительно повышать стабильность этих эмульсий. При этом он может использоваться как в качестве единственного стабилизатора, так и в сочетании с другими гидроколлоидами, что позволяет создавать множество разнообразных текстур и консистенций.

Инулин позволяет получать сливочные и плавленые сыры, а также сырные спреды пониженной жирности, обладающие прекрасными органолептическими свойствами и текстурой. Бразильские исследователи из университета Сан-Паулу получили данные, что добавление инулина и олигофруктозы улучшает органолептические показатели сыров. Было исследовано восемь рецептур сыров "petitsuisse" с пробиотическими бифидо- и лактокультурами в сочетании с инулином "Beneo®ST", компании "Orafti", олигофруктозой "Beneo®P95", компании "Orafti" или олигосахаридами, полученными из мёда. При органолептической оценке сыров особо были выделены только те сыры, которые содержали инулин и (или) олигофруктозу. Полученные в данном исследовании сыры оказались подходящими носителями для пробиотических и пребиотических ингредиентов. В присутствии пребиотиков повышалась выживаемость бифидо- и лактокультур, таким образом, готовые продукты можно отнести к разряду синбиотических.

Как и все углеводы, инулин и олигофруктоза обладают чувствительностью к кислотному гидролизу, который может наблюдаться при pH ниже 4,5. Однако для молочных продуктов кислотность среды находится на приемлемом уровне, и проблем с гидролизом не возникает.



Даже для такого продукта, как кефир, рН составляет 4,5, при этом он хранится в охлажденном виде и имеет небольшой срок хранения. Технологи компании "Orafti" провели тесты и выяснили, что при соблюдении нормальных условий хранения количество инулина в кефире по окончании срока годности полностью соответствует его концентрации на момент производства. Кефир "BioMax "Эффективный" компании "Вимм-Билль-Данн" с инулином присутствует на рынке уже более года и пользуется активным спросом.

### Контрольные вопросы



1. Какое содержание живых микроорганизмов должно быть в функциональном молочном продукте?
2. Какое происхождение имеют в функциональном молочном продукте стартерные культуры?
3. Назовите не менее трех требований, предъявляемых к функциональным молочным продуктам.
4. Почему биокефир не может быть отнесен к функциональным молочным продуктам?
5. В чем основные отличия в витаминизации низкожирных и высокожирных молочных продуктов?
6. Приведите пример функционального молочного продукта с указанием функционального ингредиента, содержащегося в нем.



## ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА МАСЛОЖИРОВЫХ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

### 4.1 Состояние и перспективы развития производства функциональных масложировых продуктов

Жировые продукты обычно не позиционируют как "полезные для здоровья", очевидно, из-за опасений, связанных с риском ожирения или риском сердечно-сосудистых заболеваний. Однако в европейских странах уже существует ассортимент жировых продуктов, обогащенных ПНЖК, жирорастворимыми витаминами, фосфолипидами, фитостеринами, которые благодаря подобным модификациям состава и связанным с ними эффектам физиологического воздействия могут быть отнесены к категории функциональных пищевых продуктов.

В зависимости от состава жировые продукты можно подразделить на две группы:

- ✓ безводные (растительные масла, молочный жир, кулинарные и кондитерские жиры);
- ✓ эмульсионные (сливочное масло, маргарины, спреды, майонезы, соусы, кондитерские кремы, начинки и др.).

На примере продукции масложировой отрасли можно выделить несколько разновидностей функциональных пищевых продуктов.

*Первая группа* – продукты, изначально содержащие значительное количество одного или нескольких функциональных ингредиентов. Примером служат масла с высоким содержанием  $\omega$ -3 ПНЖК (масла тропических фруктов, семян сои, растений семейства шалфеевых, масла рыб, обитающих в Северной Атлантике и холодных областях Тихого океана) и токоферола (масло из зародышей пшеницы, соевое, арахисовое и подсолнечное масла).

*Вторая группа* – продукты, из которых исключены вещества, вредные для здоровья и (или) препятствующие проявлению их функциональности. Это низкокалорийные майонезные соусы и спреды с наименьшим содержанием жировой фазы, что достигается путем использования пищевых волокон, в том числе специального пектина.

*Третья группа* – продукты, в которых в результате тех или иных модификаций усиливается действие входящих в них функциональных ингредиентов. Так, внесение натуральных антиоксидантов, таких как лецитин и аскорбилпальмитат, в жиры и жиросодержащие продукты препятствует их порче и утрате содержащихся в них витаминов А и Е. Применение в эмульсионных жировых продуктах витамина В<sub>6</sub> (пиридоксина) наиболее эффективно в составе многокомпонентных витаминных премиксов, поскольку некоторые витамины группы В, такие как рибофлавин, биотин, ниацин, являясь синергистами пиридоксина, усиливают его активность.



Практически всё натуральное пищевое сырьё изначально содержит вещества, проявляющие биологическую активность. Однако в процессе промышленной переработки большинство таких веществ частично или полностью разрушается или претерпевает необратимые изменения. Поэтому наиболее распространена *четвертая группа* функциональных пищевых продуктов – продукты, обогащенные каким-либо функциональным ингредиентом.

Регулярно потребляемые, доступные для ежедневного потребления практически всеми слоями и возрастными группами населения растительные масла, маргарины, майонезы и спреды – практически идеальная основа для производства функциональных продуктов.

Создание и активное внедрение в структуру питания продуктов массового потребления, в том числе и масложировых, полезных для здоровья благодаря наличию в составе физиологически функциональных ингредиентов, является приоритетным направлением развития пищевой отрасли.

## 4.2 Основные этапы создания функциональных масложировых продуктов

В общем виде преобразование традиционного масложирового продукта в функциональный можно схематично представить как поэтапные (пошаговые) изменения его ингредиентного состава и технологических приемов формирования свойств (рис.4.1.). Совокупность этих изменений и составляет основу технологии функционального продукта. Рассмотрим этапы такого изменения.

**I этап.** Изменение состава жировой фазы в сторону сбалансированного по пищевой и биологической ценности продукта. Жировая основа масложировых продуктов подбирается таким образом, чтобы обеспечить сбалансированность жирно-кислотного состава, оптимальное содержание ПНЖК, незначительную концентрацию или полное отсутствие трансизомеров жирных кислот. При изменении состава жировой фазы продукт должен сохранять необходимые структурно-реологические показатели. Например, в случае спредов такими показателями являются: консистенция, степень твердости при определенных температурах, пластичность, легкоплавкость, стабильность кристаллической структуры.

**II этап.** При разработке эмульсионных масложировых продуктов предусматривается соединение жировой фазы с водной (молочной) в разных соотношениях. В масложировых продуктах встречаются два вида эмульсий: "масло в воде" (М/В) – "прямая" эмульсия, в которой капельки жира распределены в водной фазе (соусы, заправки и др.) и "вода в масле" (В/М) – "обратная" эмульсия, в которой капельки воды распределены в масляной фазе (маргарины, сливочное масло, спреды).





Рис. 4.1. Пять шагов к созданию функционального жирового продукта

Традиционным способом снижения калорийности продуктов и содержания холестерина является увеличение содержания водной фазы и соответственно уменьшение жирности. При этом появляются новые группы масложировых продуктов средней и низкой калорийности. В этом случае основной технологической задачей становится стабилизация эмульсий.

Принципиально новым способом получения низкокалорийных жировых эмульсионных продуктов является введение в эмульсию не только водной, но и газовой фазы, т.е. использование приема аэрирования. Комбинированные продукты со взбитой структурой отличаются высокими вкусовыми качествами и возможностью регулирования состава в соответствии с современными представлениями о здоровом питании.

**III этап.** Введение в пищевую систему функциональных ингредиентов, выбор и способ внесения которых зависят от цели обогащения. Для обогащения масложировых продуктов предлагаются следующие функциональные ингредиенты – это витамины А, D, E, β-каротин, ПНЖК, фосфолипиды, триглицериды жирных кислот со средней длиной цепи (C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub>), фитостерины. В случае эмульсионных жировых продуктов эти ингредиенты вносятся непосредственно в жировую фазу. При этом существует возможность дополнительно обогащать подобные продукты и водорастворимыми ингредиентами, добавляя их непосредственно в водную фазу эмульсионного продукта (рис.4.2). Такими ингредиентами являются водорастворимые витамины, минеральные вещества, а также растворимые пищевые волокна (пектины, камеди, альгинаты и др.), пребиотики.

**IV этап.** Коррекция органолептических характеристик (вкуса, аромата) полученной пищевой основы с помощью вкусоароматических веществ или гидроколлоидов-имитаторов жира. Новое направление в этом случае связано



с использованием ряда гидроколлоидов, которые при определенных концентрациях образуют мягкие, похожие на жир гели, и не только стабилизируют консистенцию эмульсии, но и придают ей полноту сливочного вкуса и маслянистость. Такие гидроколлоиды называют имитаторами жира. К ним относятся некоторые виды модифицированных крахмалов, в частности гидроксипропиллированные, камедь трагаканта, инулин, фруктоолигосахариды.

**V этап.** Введение в продукт пищевых добавок, предотвращающих окислительную и микробиологическую порчу, с целью обеспечения сохранности нового продукта в течение всего срока годности. Антиоксидантным эффектом обладают такие добавки, как витамин Е,  $\beta$ -каротин, фосфолипиды, фитостерины.



Рис. 4.2. Перспективы эмульсионных жировых продуктов



### 4.3 Функциональные масложировые продукты, обогащенные пищевыми волокнами

Пищевые волокна не являются типичным обогащающим ингредиентом для масложировых продуктов. Несмотря на достоверно доказанную физиологическую ценность и широкую практику введения волокон в разнообразные пищевые продукты, в технологиях жировых продуктов в количествах, обеспечивающих физиологический эффект, этот вид функциональных ингредиентов практически не применяется.

Очевидно, что введение водорастворимых пищевых волокон в гидрофобную жировую систему связано с целым рядом технологических трудностей, обусловленных резкими изменениями вязкости, консистенции, пластичности и других характеристик продукта. Однако совместное введение в пищевую систему волокон и жиров представляет большой интерес, так как позволяет рассматривать два аспекта взаимного влияния этих пищевых ингредиентов – физиологический и технологический (рис.4.3).

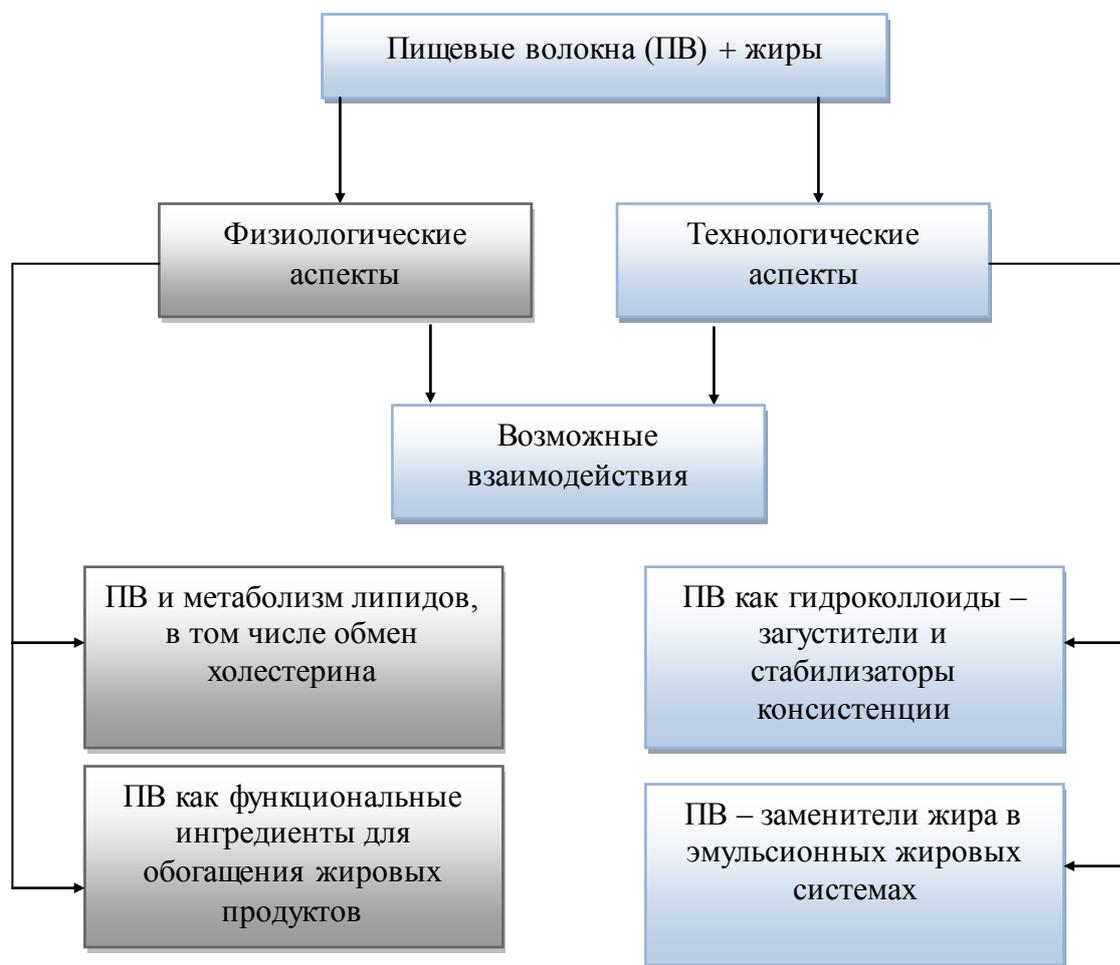


Рис. 4.3. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон в жировых продуктах



*Физиологическая роль* растворенных пищевых волокон по отношению к липидам проявляется в их влиянии на метаболические процессы с участием липидов в организме человека (в частности, на обмен желчных кислот и холестерина).

*Технологические особенности* использования пищевых волокон заключаются в том, что большинство их в силу своих физико-химических свойств способны изменять реологические свойства и, как следствие, текстуру пищевых систем.

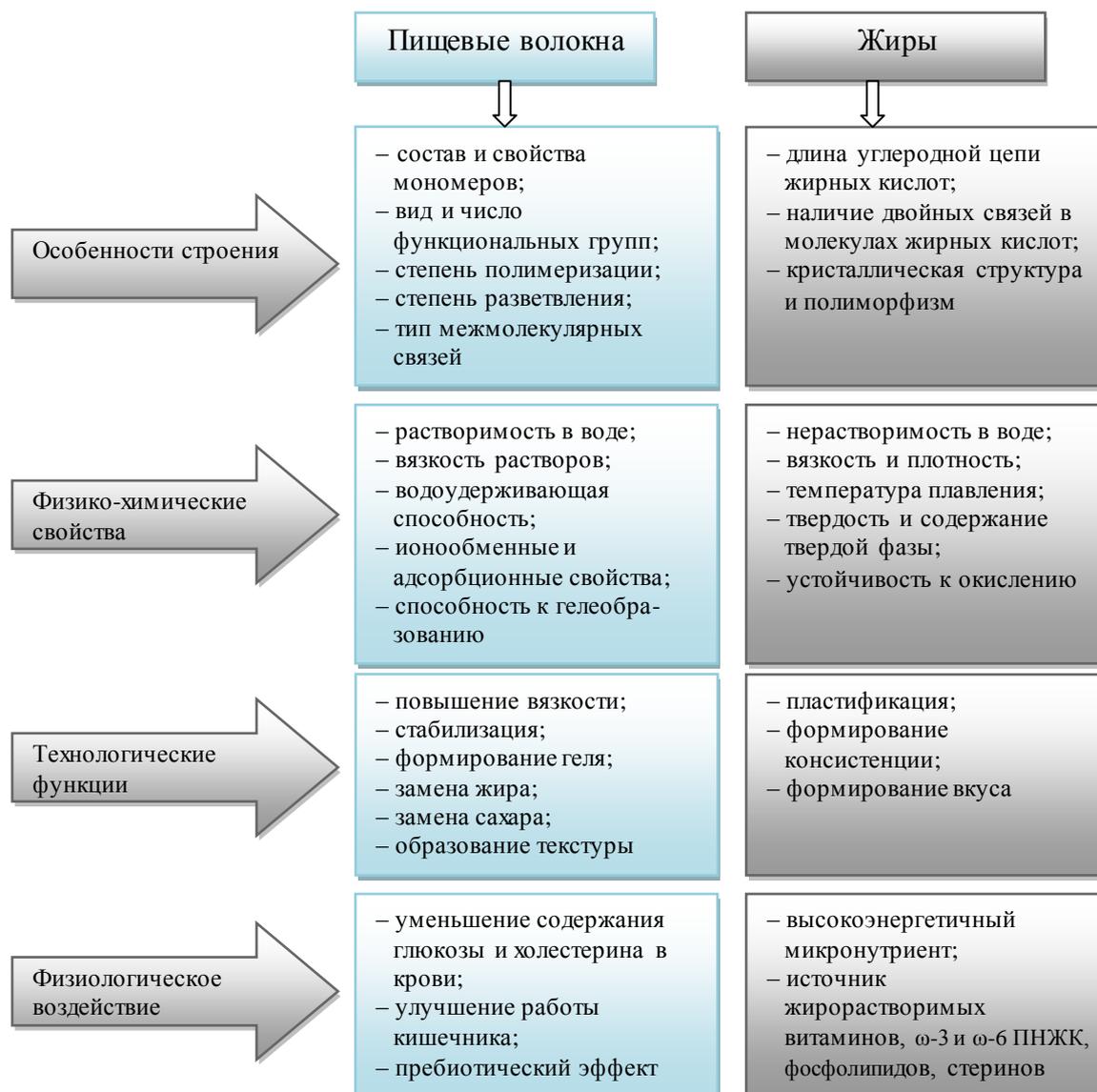


Рис. 4.4. Основные свойства пищевых волокон и жиров

На рис. 4.4 представлены основные свойства пищевых волокон и жиров, откуда видно, как много факторов нужно учесть, чтобы правильно сочетать в одном продукте столь различные ингредиенты.

Тем не менее, растворимые пищевые волокна, представляющие собой чаще всего гидроколлоиды полисахаридной природы, в течение многих лет



используются в масложировой промышленности в качестве пищевых добавок с технологическими функциями загустителей, стабилизаторов и гелеобразователей (табл.4.1). Они стабилизируют эмульсионную систему; обеспечивают связывание воды, предотвращая ее отделение. Гидроколлоиды формируют заданную консистенцию и способствуют образованию кристаллов одного размера. С целью снижения калорийности продукта гидроколлоиды включают в рецептурный состав взамен жира, т.к. они создают ощущение полноты вкуса, формируют потребительские свойства готового продукта, близкие к свойствам продуктов с высоким содержанием жира.

Таблица 4.1

Гидроколлоиды в масложировых продуктах

Жировой продукт	Гидроколлоиды	Технологические функции
Маргарины и спреды	Пектины; гуаровая камедь до 1,0 %; камедь рожкового дерева до 0,1 %; КМЦ до 1 %; ксантан до 0,5 %	Формирование консистенции, замена жира, снижение калорийности
Майонезы	Каррагинаны 0,4...0,6 % (+крахмал); 0,4...0,7 % (+ксантан); агар; 0,5...1,0 %, пектины; альгинат натрия 0,2...0,7 %; гуаровая камедь до 1,0 %; КМЦ до 0,1 %; ксантан 0,1...0,4 %; трагакант 0,5...1,0 %, целлюлоза в порошке до 0,1 %; микрористаллическая целлюлоза до 0,1 %	Повышение вязкости при нагревании, повышение вязкости при низких температурах, загущение, замена жира, снижение калорийности
Соусы	Каррагинаны 0,2...1,0 %; альгинат натрия 0,2...0,7 %; гуаровая камедь до 1,0 %; КМЦ 0,3...0,8 %; ксантан 0,1...0,4 %; метилцеллюлоза 0,5...1,0 %; трагакант 0,5...1,0 %	Повышение вязкости, гелеобразование, стабилизация при нагревании, при низких температурах, загущение при холодном и горячем способе производства
Салатные заправки	Каррагинаны 0,2...0,5 %; камедь рожкового дерева; ксантаны 0,2...0,3 %	Стабилизация эмульсий, повышение вязкости

Однако применение гидроколлоидов только в качестве пищевых добавок определяется исключительно технологической необходимостью и предусматривает их введение в минимальной концентрации, в то время как обогащение продуктов пищевыми волокнами подразумевает введение их в физиологически значимых количествах, сопоставимых с суточной нормой потребления.



Наиболее эффективным способом разрешения этого противоречия, позволяющим выполнить технологическую задачу введения в рецептуру физиологически значимого количества пищевых волокон, является использование гидроколлоидов низкой вязкости, которые могут быть введены в пищевую систему в заданных количествах без ущерба для требуемых реологических характеристик продукта. К таким гидроколлоидам относятся, прежде всего, гуммиарабик и фруктоолигосахариды, образующие растворы низкой вязкости даже при высоких концентрациях (10...30 %).

Названные гидроколлоиды обладают физиологическими свойствами пищевых волокон, а также проявляют достоверно доказанный пребиотический эффект, активно стимулируя рост и развитие нормальной кишечной микрофлоры.

Таким образом, разработка новых функциональных жировых продуктов с пищевыми волокнами требует решения ряда технологических задач, включающих:

- выбор вида обогащаемого продукта;
- подбор пищевого волокна с учетом его известных физико-химических характеристик, исходных свойств обогащаемого продукта и технологических режимов получения последнего;
- исследование влияния физиологически значимых концентраций пищевого волокна на реологические свойства разрабатываемого продукта;
- корректировку рецептуры продукта с целью нивелирования возможных изменений консистенции (текстуры), вызванных введением волокон.

Растворимые пищевые волокна с торговой маркой "NUTRIOSE" (производитель – компания "Roquette") обладают уникальным сочетанием высокого содержания растворимых волокон (85 %), низкого гликемического (25 %) и инсулинового (13 %) индексов. Позволяют снизить содержание в крови холестерина и триглицеридов, проявляют пребиотический эффект. Ингредиент легок в использовании благодаря низкой гигроскопичности, агломерированной форме, быстрому диспергированию и полной растворимости. Обладает нейтральным вкусом и совершенно не изменяет вязкости целевого продукта. Рекомендуются для производства майонезов и различных соусов.

Из других пищевых волокон компания "МИЛОРАДА" предлагает обладающий всеми полезными свойствами высокомолекулярный пектин "SLENDID" (СР Kelco). Помимо высокой функциональности пектин "SLENDID" – незаменимый стабилизатор низкожирных спредов, майонезов и маргаринов для слоеного теста, обеспечивающий им стабильность и сливочный вкус.

Одной из возможностей повышения функциональности спредов служит обогащение их пищевыми волокнами. В производстве низкожирных спредов



полидекстроза может вводиться и как низкокалорийный наполнитель, оказывающий водосвязывающий эффект и положительно влияющий на структурно-реологические свойства продукта. В то же время, полидекстроза будет придавать спреду функциональность – как пищевое волокно с пребиотическими свойствами и низкогликемический углевод.

Введение пищевых волокон в майонезы и соусы сопряжено с возможностью изменения их реологических свойств, поэтому при выборе определенного вида волокна учитывают, прежде всего, его возможное влияние на вязкость, плотность, дисперсность, агрегативную устойчивость эмульсии.

Для того чтобы получить майонез, обогащенный пищевыми волокнами, предпочтение отдается полисахаридам, образующим в воде растворы низкой вязкости. К числу перспективных видов растворимых пищевых волокон для майонезов относятся инулин и фруктоолигосахариды. Помимо физиологического эффекта, инулин выполняет технологические функции стабилизатора эмульсии, имитатора жира, улучшает вкус майонезов пониженной калорийности с содержанием жира 25 %.

Для получения стабильных результатов при использовании гидроколлоидов или их смесей в составе майонезов необходимо учитывать следующие особенности их свойств и поведения в зависимости от других ингредиентов:

- система, содержащая гидроколлоиды, может достигать максимального значения вязкости не сразу, а спустя некоторое время (от нескольких часов до суток) после начала гидратации;
- поваренная соль в концентрациях более 2...3 % может повлиять на скорость гидратации; если добавить соль в начале процесса, это затруднит гидратацию вследствие электростатических воздействий, и вязкость продукта будет значительно ниже, чем предусмотрено рецептурой;
- заметное влияние на процесс гидратации оказывают слабо-диссоциирующие органические кислоты (уксусная, лимонная, винная, молочная). Внесение кислоты в начале гидратации ведет к потере 10...20 % от максимально возможной вязкости. Оптимальное значение pH системы, содержащей гидроколлоиды, находится в пределах 3,2...4,2;
- сахар в концентрации 2...3 % существенного влияния на гидратацию системы не оказывает.

#### **4.4 Функциональные масложировые продукты, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами**

Наиболее эффективным способом получения сбалансированных по составу и соотношению ПНЖК семейств  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 является использование купажированных растительных масел. Преимущества использования растительных масел для коррекции недостаточности ПНЖК перед содержащими их биологически активными добавками заключаются в том, что



растительные масла являются традиционным пищевым продуктом, не дают осложнений и побочных реакций в организме, а также значительно дешевле биологически активных добавок, что важно для малообеспеченных групп населения.

Для создания купажей из растительных масел рекомендуется применять наиболее доступные, технологически удобные и широко используемые в производстве растительные масла. Так, согласно приведенным данным, россияне потребляют в основном подсолнечное, а также кукурузное и оливковое масла. Поэтому для составления купажей наиболее часто используют именно эти масла.

Кроме того, в ряде работ в состав купажей предлагают включать соевое масло, например подсолнечное, соевое и кукурузное в соотношении 15:65:20. Однако проведенные органолептические исследования купажей на основе соевого масла показали, что его содержание в составе купажей не должно превышать 20...30 %, чтобы не ухудшать вкусовые качества салатных масел.

В качестве альтернативы предлагается использовать рапсовое низкоэруковое масло. Рапсовое масло содержит в своем составе достаточное количество линоленовой кислоты (7...15 %) и сравнительно небольшое количество линолевой (15...25 %). Несмотря на то, что масло сложно проходит процесс рафинации, оно в последние годы находит все большее применение и включается в состав купажей в достаточно больших количествах. Подготовлена и утверждена нормативная документация на рафинированные растительные масла "Калитва<sup>®</sup>" на основе подсолнечного, соевого и рапсового масел в соотношении 35:25:40 (ТУ 9141-002-51303328-00).

В ряде работ в качестве масел, обеспечивающих основное соотношение жирных кислот  $\omega$ -6: $\omega$ -3, предлагается использовать оливковое и льняное масла, а в качестве дополнительных, корректирующих масел – наиболее подходящие по жирно-кислотному составу кукурузное, подсолнечное и хлопковое. Так, например, разработана рецептура масла "Идеальное" (оливковое – 46,9 %, льняное – 22,6 %, подсолнечное линолевого типа – 14,6 %, кукурузное – 15,9 %) как основа для БАД и масел функционального назначения.

Предлагается использовать в составе купажей подсолнечное, соевое и льняное масла, например в соотношении 86:4:10. Однако композиции растительных масел, имеющие в составе льняное масло, рекомендуется употреблять только в холодном виде, не подвергая тепловой обработке. При этом массовая доля льняного масла в композициях не должна превышать 5 %, так как оно обладает специфическим запахом, что может негативно сказаться на органолептических характеристиках купажируемых растительных масел. Льняное масло является нестойким при хранении, композиции на его основе будут быстрее прогоркать, поэтому использование его в создании смесей вообще нецелесообразно.



Начато использование для купажирования масел из нетрадиционного для отрасли сырья (тыквы, например подсолнечное и тыквенное в соотношении 70:30; расторопши, например кукурузное, льняное и расторопши в соотношении 70:20:10; масла из зародышей пшеницы, например подсолнечное, льняное и зародышей пшеницы в соотношении 86,5:12:1,5 и т.д.). Наряду с пищевыми достоинствами все эти купажи обладают фармакологическими свойствами.

Возрождается производство конопляного и рыжикового пищевых масел, содержащих высокое количество линоленовой кислоты и обладающих фармакологическими свойствами. Перспективным направлением является купажирование подсолнечного и рыжикового масел. Специфический "травянистый" вкус рыжикового масла проявляется в купаже в меньшей степени, если его содержание составляет 15...30 %.

Одним из масел с высоким содержанием ПНЖК и рекордсменом по содержанию токоферолов является масло зародышей пшеницы, которое включено в ряд купажей. Из-за его высокой стоимости содержание масла в купажах обычно не превышает 1...5 %. Однако вынесение фармакологической направленности его действия на этикетку может резко повысить рейтинг продукции и продвижение её на рынке.

Подготовлена и утверждена нормативная документация на масло "Здравное" на основе подсолнечного и рыжикового масел в соотношении 85:15 ТУ 9141-012-340448159-03, а также на нерафинированное растительное масло "Калитва<sup>®</sup>" на основе подсолнечного, льняного масел и масла зародышей пшеницы (ТУ 9141-003-51303328-00).

Сообщается о получении патентов на ряд эмульсионных жировых продуктов, которые содержат в купаже тыквенное масло (источник ПНЖК  $\omega$ -6) и масло расторопши (источники ПНЖК  $\omega$ -3), а также на жировые продукты, содержащие в своем составе пшеничное, ячменное, облепиховое, просяное, ореховое, абрикосовое масла, масло лесного ореха и авокадо. Однако столь редкие для масложировой промышленности и производимые в небольших объемах данные виды растительных масел не смогут найти широкого применения для производства продуктов массового потребления.

Характеристика и области применения купажей на основе растительных масел приведены в табл.4.2.

Проводимые ВНИИ жиров разработки купажированных масел функционального назначения касаются использования для купажирования и обогащения функциональными ингредиентами наиболее доступных, технологически удобных и широко используемых в производстве растительных масел. Так, разработаны и научно обоснованы наиболее рациональные жирно-кислотные составы смесей растительных масел: салатное масло на основе смеси подсолнечного и рапсового (масло "Новое"), подсолнечного и соевого (масло "Сибирское", "Буковинское"), подсолнечного и хлопкового (масло "Восточное").



Таблица 4.2

## Характеристика и области применения купажей на основе растительных масел

Состав купажа, мас. %	$\omega$ -6: $\omega$ -3	Назначение купажа	
1	2	3	
Кукурузное + соевое (55:45)	10,0:1	Непосредственное употребление в пищу; жировая основа для майонезов	
Подсолнечное + кукурузное + соевое (10:41:49)			
Подсолнечное + кукурузное + соевое (20:26:54)			
Подсолнечное + кукурузное + соевое (30:11:59)			
Подсолнечное + соевое (38:62)			
Рапсовое безэруковое + кукурузное (50:50)	9,4:1	Непосредственное употребление в пищу	
Рапсовое безэруковое + подсолнечное (50:50)	9,9:1		
Рапсовое безэруковое + хлопковое (50:50)	9,3:1		
Соевое + кукурузное (50:50)	9,8:1		
Соевое + хлопковое (50:50)	9,7:1		
Соевое + подсолнечное (50:50)	9,5:1		
Оливковое + льняное + подсолнечное (60:5:35)	10,76:1		
Оливковое + льняное + кукурузное (60:5:35)	10,4:1		
Оливковое + льняное + хлопковое (55:5:40)	10,9:1		
Подсолнечное нераф. + рапсовое + соевое (35:40:25)	8,9:1		Непосредственное употребление в пищу; основа для майонезов и спредов
Подсолнечное нераф. + льняное + зародышей пшеницы (86,5:12:1,5)	9,3:1		
Рапсовое + подсолнечное	10:1		Жировая основа для спредов
Подсолнечное + рапсовое (56,8:43,2)	8,5:1		Непосредственное употребление в пищу
Подсолнечное + соевое + рапсовое (50,6:25:24,4)	9,05:1		
Подсолнечное + соевое + льняное (86:4:10)	9,96:1		
Подсолнечное + льняное (85:15)	10,4:1	Непосредственное употребление в пищу	
Кукурузное + льняное (85:15)	10,5:1		
Хлопковое + льняное (85:15)	10,0:1		
Оливковое + льняное + подсолнечное (40:12:48)	10,3:1		
Оливковое + льняное + кукурузное (40:12:48)	9,7:1		
Оливковое + льняное + хлопковое (45:12:43)	8,6:1		
Оливковое + льняное + подсолнечное + кукурузное (46,9:22,6:14,6:15,9)	10,0:1		Непосредственное употребление в пищу; основа для БАД
Подсолнечное + соевое + льняное (50:30:20)	4:1	Жировая основа для эмульсионных продуктов	

1	2	3
Подсолнечное + рыжиковое (85:15) Подсолнечное + рапсовое (45:55) Подсолнечное + соевое (32:68) Кукурузное + соевое (40:60) Кукурузное + рапсовое (56:44) Подсолнечное + соевое + рапсовое (46:10:44) Подсолнечное + соевое + кукурузное (15:65:20)	10:1	Жировая основа для майонезов
Подсолнечное + рыжиковое (72:28) Подсолнечное + рапсовое (22:78) Кукурузное + рапсовое (36:64)	5:1	
Рапсовое + сафроловое + подсолнечное + зародышей пшеницы (70-86:14-22:1-5:1-5)	(2,5-7):1	Пищевой диетический состав
Рапсовое + зародышей пшеницы + рыжиковое + лесного ореха	(4-6):1	Непосредственное употребление в пищу
Подсолнечное + тыквенное + расторопши Горчичное + тыквенное + расторопши Подсолнечное + льняное + расторопши Подсолнечное + зародышей пшеницы + расторопши		Жировая основа для эмульсионных продуктов
Кукурузное + горчичное + рыжиковое (50-40:20-30:20-30) Кукурузное + горчичное + тыквенное (55-40:30-40:10-20)		Целебное салатное масло
Подсолнечное + тыквенное (70:30)		Жировая основа пищевых продуктов
Подсолнечное + пшеничное + ячменное + облепиховое (1:2:1:2)		Жировая основа эмульсионных продуктов
Подсолнечное + просяное + ореховое + абрикосовое (2:3:1:1)		
Рыжиковое + оливковое + подсолнечное + авокадо + кунжутное (74-82:4-6:5-8:6-9:3-5)		Кулинарный масляный состав

Разработана рецептура и отработана технология получения масел для профилактического питания, представляющих собой смеси пищевых растительных масел (подсолнечного и соевого или подсолнечного и льняного), обогащенных витамином Е (масла "Тонус-1" и "Тонус-2"); масел подсолнечного, соевого и кукурузного, обогащенных витамином А (масло "Корона изобилия"); масел подсолнечного, соевого и кукурузного, обогащенных витамином Е (масло "Мечта хозяйки").

Результатом многолетней работы ВНИИ жиров стал утвержденный СТО ВНИИЖ 001-00334534-2007 "Масла растительные – смеси с оптимизированным жирно-кислотным составом". В данном стандарте представлены 11 рецептур смесей, состоящих также из доступных, технологически удобных масел – в основном подсолнечного и пяти других видов масел – соевого, рапсового, кукурузного, оливкового, горчичного разной степени очистки.



Стандарт преследует цель расширить ассортимент масел со сбалансированным жирно-кислотным составом и установить единые требования к смесям масел.

При разработке технологии купажирования растительных масел учитывают следующие особенности:

- исходные масла могут иметь разную вязкость;
- исходные масла могут смешиваться в разных соотношениях;
- купажируемая система имеет повышенное содержание ПНЖК.

Особенности технологического процесса купажирования связаны со следующими условиями:

✓ подогревание масел с разной начальной вязкостью приводит к выравниванию значений этого показателя;

✓ выдерживание растительных масел при повышенной температуре (темперирование) может катализировать процессы окисления в постепенно образующейся купажируемой системе;

✓ высокие скоростные режимы механической обработки могут стать причиной разбрызгивания купажируемого масла и, как следствие, увеличения площади поверхности масла, контактирующей с кислородом воздуха. При продолжительном перемешивании это может привести к насыщению масла кислородом, который станет катализатором окислительных процессов.

С учетом вышеизложенных условий возможны три способа купажирования масел:

1. Масла поступают в ёмкость для смешивания одновременно, и только после этого начинается перемешивание общей массы с нагреванием или без него. Этот способ является наиболее простым, однако купажируемая система требует длительной механической обработки (в крупнотоннажных заводских масштабах) и нагревания.

2. Масла поступают в ёмкость для смешивания с включенной мешалкой последовательно, одно за другим с нагреванием или без него. Данный способ позволяет уже с первых минут процесса купажирования осуществлять равномерное распределение объема одного масла в другом, нагревание ускоряет процесс.

3. Масла поступают в ёмкость для смешивания с включенной мешалкой по частям от их рецептурного количества, последовательно и попеременно, с нагреванием или без него. Последний прием увеличивает продолжительность процесса купажирования, так как сначала, например, смешивают 1/10 часть масла 1 с 1/10 частью масла 2 при перемешивании, затем добавляют часть масла 1 при перемешивании, потом часть масла 2 и т.д. Нагревание купажируемой системы и в этом случае ускоряет процесс.

Приготовление двухкомпонентного купажируемого масла включает два этапа:



1) дозирование рецептурного количества масла 1 в термостатируемую ёмкость;

2) дозирование рецептурного количества масла 2 в ёмкость с маслом 1 и перемешивание при скорости вращения мешалки 100 об/мин в течение 10...15 мин при 35...40 °С.

Технология трехкомпонентного купажа включает третий этап, на котором в термостатируемую ёмкость, содержащую двухкомпонентную систему, вносят рецептурное количество третьего масла (рис.4.5).



Рис. 4.5. Общая схема получения купажированных масел

Одной из главных задач при получении любого нового продукта питания является формирование привлекательных вкусоароматических свойств. При производстве купажированных масел задача стабилизации и улучшения вкусоароматических показателей является одной из определяющих конкурентную способность продукции. Для ее решения существует два основных способа.

1) нивелирование нежелательных вкусовых качеств одного из масел за счет традиционного вкуса другого масла (например, при купажировании рафинированного рыжикового масла с нерафинированным подсолнечным маслом). Однако такой подход не всегда дает положительные результаты;



2) внесение ароматизаторов в купажируемую систему, при этом улучшаются органолептические показатели масла, появляется возможность расширения ассортимента выпускаемой продукции.

С учетом вероятного использования купажированных масел (с овощными блюдами, в кашах, для обжаривания гренок) целесообразно применять ароматизаторы. Эффективность ароматизации купажированных масел определяется равномерностью распределения ароматизатора в системе и его минимальной потерей в процессе смешивания.

Оптимальным является выбор жирорастворимых форм ароматизаторов, так как они проявляют идеальную совместимость с масляной средой.

Технология ароматизации купажированных масел разработана в МГУПП. Для двухкомпонентных купажированных масел она состоит из следующих этапов:

- 1) предварительное термостатирование рецептурного количества масла 1 при 35...40 °С в течение 5 мин при перемешивании со скоростью 100 об/мин;
- 2) предварительное термостатирование рецептурного количества масла 2 с рецептурным количеством соответствующего ароматизатора при 35...40 °С в течение 5 мин при перемешивании со скоростью 100 об/мин;
- 3) внесение в масло 1 подготовленной смеси масла 2 с ароматизатором и выдерживание смеси в тех же условиях.

Если купажируемая система состоит из трех масел, то ароматизатор вносят в рецептурное количество третьего масла, которое смешивают с двухкомпонентным купажем.

Подбор ароматизаторов и их дозировок осуществляют в соответствии с рекомендациями производителей в зависимости от органолептических особенностей купажированных масел. С целью оптимизации дозировки ароматизатор вводят в купажируемое масло с шагом 0,25 кг/т и проводят дегустации наработанных образцов спустя сутки.

Органолептический анализ проводят профильным методом. Интенсивность признака характеризуют по пятибалльной шкале. Значимые органолептические ноты (дескрипторы) определяют по результатам дегустаций.

Купажированные масла могут применяться в рационе питания как самостоятельный продукт, а также в составе эмульсионных продуктов и специальных жиров.

Другим приемом коррекции жирового рациона является обогащение продуктов коммерческими препаратами кислот семейств  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6. В настоящее время они уже применяются в производстве обогащенных спредов, маргаринов, соусов, майонезов. Ведущие производители пищевых ингредиентов выпускают ряд препаратов, представляющих собой рыбий жир, масляные экстракты растений – источников ПНЖК или очищенные формы последних.



Например, на рынке представлены препараты эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот в виде рафинированного и дезодорированного масла или порошка, с гарантированным содержанием  $\omega$ -3 не менее 25...30 %, стабилизированные антиоксидантами и не ухудшающие вкус готовых продуктов. Так, например, ПНЖК  $\omega$ -3 компанией "DSM Nutritional Products" производятся в жидкой (жирорастворимой) и порошкообразной формах марки "ROPUFA", что делает возможным их применение как в растительных маслах, так и в эмульсионных продуктах.

Рассмотрена технология производства маргарина, обогащенного  $\omega$ -3 жирными кислотами, к которым принадлежит и докозагексаеновая кислота (ДГК). Источником ДГК в исследованном столовом маргарине являлись штаммы морских водорослей, из которых получают растительное масло с высоким содержанием ДГК.

В настоящее время срок годности масложировой продукции относится к основным критериям качества, которые определяют выбор потребителей, а также производителей из других отраслей пищевой промышленности, использующих жиры и масла в качестве сырья в своих производствах.

Срок годности пищевого продукта может быть определен как время сохранения качественных характеристик, когда продукт остается безопасным для здоровья потребителя. Прогнозирование сроков годности и динамики снижения качества масложировой продукции, связанного с прогорканием, имеют большое значение.

Введение в пищевую систему ПНЖК обязывает производителя уделять особое внимание предотвращению окисления этих веществ. Эффективное обогащение ими продуктов питания возможно при соблюдении ряда обязательных условий:

- в ходе технологического процесса воздействие тепла, света, влаги, кислорода должно быть минимальным;
- для предотвращения окисления ПНЖК в обогащаемые продукты следует добавлять антиоксиданты;
- следует использовать оборудование из нержавеющей стали, т.к. соприкосновение с ионами металлов приводит к появлению посторонних запахов в продукте, может ускорить окислительный процесс;
- при выборе ароматизатора следует учитывать, что ПНЖК могут взаимодействовать с ним с образованием посторонних запахов;
- при использовании масляных форм ПНЖК часть рецептурного количества жиров и масел должна быть замещена соответствующим количеством масла препарата;
- препараты в порошкообразной форме вносятся вместе с другими сыпучими ингредиентами после тщательного перемешивания с ними;
- препарат должен храниться в упаковке, защищающей его от нагревания, действия света и кислорода в течение всего срока годности.



Общеизвестно, что более полно жиры усваиваются в виде эмульсионных продуктов. Это является одним из факторов, обосновывающих все более широкое развитие рынка эмульсионных продуктов, в том числе и функциональных. Особого внимания на рынке желтых жиров заслуживает новая группа эмульсионных жировых продуктов, объединяемая в категорию спредов.

Этапы преобразования спреда в функциональный продукт представлены на рис. 4.6.



Рис. 4.6. Структурная схема преобразования спреда в функциональный продукт



Базовым критерием функциональности спредов является, как и в случае растительных масел, их жирно-кислотный состав. Однако в данном случае основной характеристикой оптимального жирно-кислотного состава является соотношение между полиненасыщенными (ПНЖК), мононенасыщенными (МНЖК) и насыщенными (НЖК) жирными кислотами.

По данным Института питания РАМН РФ, идеальный жирно-кислотный состав эмульсионных масложировых продуктов, предназначенных для питания здорового организма, характеризуется соотношением НЖК:МНЖК:ПНЖК = 30...40:50...60:10...20. Для пожилых людей и больных сердечно-сосудистыми заболеваниями жирно-кислотный состав пищи должен содержать не менее 40 % линолевой кислоты.

При конструировании жировой основы спредов выделяют два аспекта: первый направлен на решение проблемы создания сбалансированной по пищевой и биологической ценности продукции, в том числе для профилактического и диетического питания. Второй – технологический, позволяющий при изменении количественного соотношения жирового набора вырабатывать продукт с требуемыми структурно-реологическими показателями, заданного состава и свойств, с учетом назначения и специфики использования.

Именно второй технологический аспект лежит в основе подбора жировых смесей, так как определяет структурно-реологические свойства спредов: консистенцию, степень его твердости при определенных температурах, пластичность, легкоплавкость, стабильность кристаллической структуры. Эти характеристики спредов напрямую связаны со свойствами используемого для их производства жирового сырья: температуры плавления, содержания твердых триглицеридов, соотношения твердой и жидкой фракций.

В качестве жировых основ спредов используются купажи на основе масел подсолнечного, рапсового, льняного, горчичного, кукурузного, тыквенного, расторопши пятнистой, зародышей пшеницы, рыжикового, соевого, пальмового, кокосового, а также молочного, переэтерифицированного, гидрированного жиров.

Сейчас спреды вырабатываются как на маслозаводах молочной промышленности, так и на масложировых предприятиях. По структуре и качеству, включая особенности вкусового букета, они существенно различаются. Это по существу разные продукты.

На масложировых предприятиях спреды вырабатывают по технологическим схемам производства маргарина с использованием соответствующего оборудования. В качестве нежировой составляющей при этом используют воду, а вкусовой букет решается с помощью ароматизаторов.

На первых стадиях формирования этой группы продуктов одним из главных недостатков стало повышенное содержание в них трансизомеров жирных кислот (ТЖК) в результате использования в качестве сырья гидрогенизированных растительных масел.



Однако в последние годы разработан более безопасный метод обработки жиров – переэтерификация. В отличие от гидрогенизации при переэтерификации не происходит разрушения линолевой кислоты и появления трансизомеров олеиновых жирных кислот. Переэтерификацией смеси животных жиров и жидких растительных масел достигают более сбалансированного жирно-кислотного состава, при этом усвояемость жиров повышается. Кроме того, выпуску продукции с пониженным содержанием ТЖК способствовало и появление нового стандарта на спреды, где содержание ТЖК нормируется на уровне не более 8 %.

Оптимальное сочетание насыщенных и ненасыщенных жирных кислот при низком содержании ТЖК достигается в заменителях молочного жира (ЗМЖ), получаемых переэтерификацией смесей натуральных или гидрированных твердых жиров (источник НЖК) с жидкими растительными маслами (источник ПНЖК). Именно такие ЗМЖ могут использоваться для производства растительно-жировых спредов. Наиболее известные в нашей стране жировые системы "СОЮЗ" вырабатываются на основе смесей растительных масел и даже имеют сбалансированный жирно-кислотный состав. При этом считается, что оптимальных потребительских свойств продукта можно добиться при замене 50 % молочного жира ЗМЖ "СОЮЗ" (соотношение  $\omega$ -6: $\omega$ -3 ПНЖК при этом достигает 10:1). ЗМЖ группы "Эколакт TF", производимые компанией "Эфко", отвечают международным требованиям и зарекомендовали себя как высококачественные ингредиенты.

При подборе жирно-кислотного состава спредов необходимо руководствоваться следующими рекомендациями.

При выработке первой группы (сливочно-растительных) спредов подбор растительных жиров следует осуществлять с учетом сезонных изменений состава и свойств молочного жира вследствие преимущественного содержания его в продукте (более 50 %). Так, в осенне-зимний период года при содержании в молочном жире повышенного уровня НЖК со сравнительно повышенными температурами плавления и застывания (34...36 °С и 21...23 °С) целесообразно использовать немолочные жиры со сравнительно пониженными температурами плавления и застывания (32...34 °С и 20...22 °С), с повышенным содержанием в них НЖК. При равнозначных условиях имеется в виду использование молочных ингредиентов в качестве плазмы, это будет способствовать нормализации системы, интенсификации термомеханической обработки в процессе преобразования фаз – спредообразования – и улучшению упругопластичных показателей продукта. Контроль процесса осуществляется по характеристике продукта на выходе из аппарата – аналогично сливочному маслу.

В весенне-летний период при содержании в молочном жире повышенного количества ненасыщенных жирных кислот со сравнительно пониженными температурами плавления и застывания (30...32 °С и 17...20 °С) желательно использовать немолочные жиры с повышенными температурами



плавления и застывания (35...37 °С и 18...21 °С). Это будет способствовать некоторому повышению вязкости системы, стабилизации процесса спредообразования с получением продукта с хорошей консистенцией и термоустойчивостью.

При выработке второй группы спредов (растительно-сливочных), в составе которых молочного жира менее половины, его влияние на состав и свойства жировой фазы снижается и зависит от его соотношения с растительными жирами. При выработке спредов по "маслодельным" схемам с применением маслодельного оборудования, выбор технологических режимов производства и параметров работы маслообразователя следует устанавливать экспериментально, ориентируясь на рекомендации по выработке спредов первой группы.

При этом следует заметить, что выработать спред, близкий по вкусовому букету к сливочному маслу, при содержании в жировой фазе спреда немолочного жира более 80...85 % практически невозможно. С увеличением степени замены молочного жира результат усугубляется. Использование при этом воды в качестве плазмы продукта делает задачу невыполнимой. Вкус и запах спреда при этом будут "маргариновыми".

Продукты третьей группы (растительно-жировые), которые молочного жира не содержат вообще, а их нежировую часть (плазму) составляет вода, представляют собой маргарины. На маслодельных предприятиях, по имеющимся данным, их не вырабатывают и, по мнению многих авторов, их вообще следует исключить из ГОСТ Р 52100-2003.

По данным ВНИИМС, при замене в жировой фазе спредов молочного жира на 50...60 % растительными жирами высокого качества и использовании в качестве плазмы молочных субстратов в изготавливаемом продукте представляется возможным получить вкусовой букет, близкий к таковому в сливочном масле. При использовании в качестве плазмы воды, даже при значительном увеличении количества ароматизаторов, получить спред со вкусом и запахом сливочного масла очень проблематично.

Таким образом, следует констатировать, что особое значение в производстве спредов имеет использование биологически полноценных жировых композиций в качестве ЗМЖ – на основе ненасыщенных растительных жиров, которые, кроме того, не содержат холестерина и выгодно отличаются от него повышенным содержанием ПНЖК. Жировая фаза спредов при квалифицированном ведении производства и использовании высококачественных жиров может и должна быть приближенной к так называемому идеальному жиру, что создает основу разработки ассортимента спредов для функционального питания.



#### 4.5 Функциональные масложировые продукты, обогащенные витаминами

Во многих странах жировые продукты – растительные масла, маргарины, спреды традиционно обогащают витаминами А, Е и D. В нашей стране постановлениями государственных органов предусматривалось добавление витамина А в маргариновую продукцию. В настоящее время ГОСТ Р 52100-2003 на спреды допускает выработку их с витаминами А и Е.

Рынок современных витаминных препаратов предлагает разнообразные формы практически всех витаминов. Водорастворимые витамины производятся как в традиционной гидрофильной форме, так и в специально приготовленной липофильной. Например, аскорбиновая кислота в виде аскорбилпальмитата может применяться для обогащения жировых продуктов витамином С.

Жирорастворимые витамины также производят в жирорастворимых и в водно-диспергируемых формах.

Для обогащения продуктов на жировой основе отечественными и зарубежными фирмами-производителями разработаны жирорастворимые препараты каротиноидов, в том числе  $\beta$ -каротина, витаминов А, Е и D.

*Провитамин А –  $\beta$ -каротин*, входящий в большую группу каротиноидов наряду с другими изомерами каротинов, апокаротином, ликопином, лютеином, криптоксантином, зеаксантином и т.д. Среди этих соединений  $\beta$ -каротин имеет наибольшее практическое значение. Товарные формы каротиноидов существуют в виде жирорастворимых (масляных) или водно-диспергируемых (эмульсионных, порошкообразных) препаратов с различным содержанием основного вещества, что позволяет использовать его в разнообразных пищевых продуктах. Многие коммерческие препараты имеют комплексный состав, включая также и другие виды каротиноидов.

При получении растительных масел, жиров, сливочного масла, маргаринов, спредов, майонезов, соусов с жирностью более 40 % широко применяются жирорастворимые формы импортных и отечественных препаратов, представленные в табл. 4.3.

В процессе хранения продуктов, содержащих  $\beta$ -каротин, его биологическая активность снижается. Воздействие ферментов, света, факторов окисления, тепловой обработки продуктов приводят к потере до 30 %  $\beta$ -каротина.

*Практические рекомендации* по применению масляного препарата  $\beta$ -каротина в масложировых продуктах отражены в следующих положениях:

- в качестве физиологически активного вещества рекомендуется применять масляную форму  $\beta$ -каротина;
- при введении  $\beta$ -каротина в состав различных продуктов необходимо учитывать его возможные потери в технологическом процессе и при хранении, которые могут составлять 20...30 % от исходного количества.



## Жирорастворимые формы каротиноидов

Наименование
$\beta$ -Каротин 30 % FS – 30 % суспензия микрокристаллов в кукурузном масле, стабилизированная dl- $\alpha$ -токоферолом
Апокаротиналь 20 % S-суспензия микрокристаллов в кукурузном масле, стабилизированная dl- $\alpha$ -токоферолом
Апокаротиноидный эфир 20 % S-суспензия микрокристаллов в кукурузном масле, стабилизированная dl- $\alpha$ -токоферолом
10, 20, 30 % дисперсии в арахисовом, хлопковом, кукурузном или соевом масле
$\beta$ -Апо-8-каротиналь – 20 % дисперсия в арахисовом масле, стабилизированная dl- $\alpha$ -токоферолом
$\beta$ -Апо-8-сложный эфир каротиновой кислоты – 20 % дисперсия в кукурузном масле, стабилизированная dl- $\alpha$ -токоферолом
$\beta$ -Каротин - 23,7 мг %, $\alpha$ -каротин - 18,5 мг %, $\delta$ -каротин, ликопин, лютеин, зеаксантин - в сумме 7,7 мг %
Концентрированные 10, 20 и 30 % дисперсии мелкокристаллического $\beta$ -каротина в масле в виде паст
0,05 % и 0,2 % растворы кристаллического $\beta$ -каротина в растительном масле
0,05 % и 0,2 % кристаллического $\beta$ -каротина в растительном масле
0,2, 0,4, 0,6 и 0,8 % масляные растворы $\beta$ -каротина в растительном масле

С этой целью следует увеличивать норму закладки таким образом, чтобы к концу срока годности продукта содержание в нем  $\beta$ -каротина было не ниже регламентируемого, а цвет отвечал требованиям нормативных документов;

- в большинстве случаев дозировку препарата рассчитывают таким образом, чтобы в 1 тонне конечного продукта содержалось 0,5...10 г чистого  $\beta$ -каротина, а в некоторых случаях, например при производстве маргаринов определенного сорта, до 25 г на тонну;

- при введении жирорастворимого препарата  $\beta$ -каротина в пищевую систему необходимо провести стадию его предварительного растворения в растительном масле (арахисовом, хлопковом, соевом, кукурузном, ореховом или другом) при перемешивании в определенных условиях до получения прозрачного раствора;

- при подготовке жирорастворимого препарата следует использовать масло-растворитель, характеризующееся минимальным перекисным числом (показателем, показывающим степень окисления жира);

- масло должно быть подогрето до температуры 60...80 °С; превышение температуры вызывает изомеризацию  $\beta$ -каротина, что может привести к изменению интенсивности цвета, а также к снижению физиологической активности;

- приготовленный раствор следует добавлять в конечный продукт до получения необходимого цвета при постоянном перемешивании;



- препараты  $\beta$ -каротина и содержащие его пищевые продукты рекомендуется хранить в прохладном помещении в плотно закрытой светонепроницаемой или вакуумной упаковке.

Перечисленные рекомендации могут быть применимы также в случае обогащения продуктов и другими жирорастворимыми витаминами, безусловно, с учетом особенностей их физических и химических свойств, специфики технологических условий.

*Витамин А* чрезвычайно чувствителен к действию солнечного света, окислителей. Разрушительное воздействие на него оказывают также кислая среда, высокая температура. При тепловой обработке теряется до 40 % витамина. Продукты, содержащие витамин А, должны храниться при низкой температуре, без доступа света и воздуха. Для предотвращения окисления витамина А в такие продукты добавляют антиоксиданты, чаще всего токоферол. Жирорастворимые формы витамина А, применяемые для обогащения жиров, масел, маргаринов и других эмульсионных продуктов, представлены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

#### Жирорастворимые формы витамина А

Наименование
Витамин А ацетат 1,5 млн МЕ/г 450 000 мкг ретинола/г, стабилизирован токоферолом
Витамин А пальмитат 1,7 млн МЕ/г 510 000 мкг ретинола/г, стабилизирован токоферолом
Витамин А пальмитат 1,7 млн МЕ/г 510 000 мкг ретинола/г, стабилизирован бутилоксанизолом и бутилокситолуолом
Витамин А пальмитат 1,0 млн МЕ/г 300 000 мкг ретинола/г, стабилизирован токоферолом
Витамин А пальмитат 1,0 млн МЕ/г 450 000 мкг ретинола/г, стабилизирован токоферолом
Витамин А ацетат 2,8 млн МЕ/г нестабилизированный
Витамин А ацетат 1,5 млн МЕ/г нестабилизированный
Витамин А ацетат 1,5 млн МЕ/г, стабилизирован токоферолом или бутилокситолуолом
Витамин А пальмитат 1,7 млн МЕ/г нестабилизированный
Витамин А пальмитат 1,7 млн МЕ/г, стабилизирован токоферолом или бутилокситолуолом
Витамин А пальмитат 1,0 млн МЕ/г нестабилизированный
Витамин А пальмитат 1,0 млн МЕ/г, стабилизирован токоферолом или бутилокситолуолом

*Витамин D (кальциферолы)*. Кальциферолы очень чувствительны к действию света и кислорода воздуха, инициирующего их окисление, нагревание также способствует их разрушению. Препараты витамина D существуют в кристаллической, масляной и порошкообразной формах, ими обогащают растительные масла, маргарины и другие жировые продукты.

Витамин D применяют в тех же целях, что и витамин А, и чаще всего совместно с ним. Некоторые типы масляных препаратов витамина D представлены в табл. 4.5.



## Жирорастворимые формы витамина D и его комбинации с витамином A

Наименование
Витамин D <sub>3</sub> кристаллический 40 млн МЕ/г (1000 000 мкг холекальциферола/г)
Витамин D <sub>3</sub> 1,0 млн МЕ/г (25 000 мкг холекальциферола/г), стабилизирован токоферолом
Витамин A пальмитат 1,0 млн МЕ/г и витамин D <sub>3</sub> 100 000 МЕ/г, стабилизирован токоферолом
Витамин A пальмитат МЕ/г 500 000 МЕ/г и витамин D <sub>3</sub> 50 000 МЕ/г тип 500/50» стабилизирован бутилоксанизолом и бутилокситолуолом

*Витамин E (токоферолы).* Токоферолы сохраняют стабильность в условиях нагревания (в вакууме и в атмосфере инертного газа – до 100 °С), в присутствии кислот и щелочей, но разрушаются на свету, под влиянием кислорода воздуха и других окислителей, т.к. активно взаимодействуют со свободными радикалами кислорода. В то же время, благодаря такой способности, токоферолы, окисляясь сами, защищают от прогоркания ненасыщенные жирные кислоты растительных масел.

Витамин E в производстве продуктов питания выполняет двойную функцию:

– собственно витаминной добавки – в этом случае применяется в виде *токоферол-ацетата*, отличающегося высокой стабильностью. Это имеет большое значение при обогащении продуктов, подвергаемых технологической обработке и длительному хранению. В организме токоферол-ацетат расщепляется ферментами эстеразами до свободного биологически активного токоферола, проявляющего уже в организме антиоксидантные свойства;

– антиоксиданта (пищевые добавки E306-309) – и тогда он используется в форме свободного *токоферола*, чувствительного к кислороду воздуха, который быстро расходуется в реакциях свободно-радикального окисления. Антиокислительное действие токоферолов усиливается в присутствии фосфолипидов, лимонной и аскорбиновой кислот, а также β-каротина.

Токоферол применяется для стабилизации жиров, масел и продуктов на их основе, а также масляных витаминных препаратов, так как защищает от окисления компоненты масел, в том числе витамин A, предотвращает прогоркание жиров. Жирорастворимые формы витамина E представлены в табл. 4.6. Они хорошо защищают масла от окисления, при этом сами токоферолы окисляются, теряя витаминную активность. Масло зародышей пшеницы, богатое токоферолом, также рекомендуется для защиты жиров.



## Жирорастворимые формы витамина Е

Наименование
dl- $\alpha$ -токоферол
dl- $\alpha$ -токоферол -ацетат, 96...102 %
dl- $\alpha$ -токоферол -ацетат, 96...102 % (из натурального источника)
смесь токоферолов (E306), масляный концентрат смеси d-токоферолов (d- $\alpha$ , d- $\beta$ , d- $\gamma$ , d- $\delta$ -токоферола)*
dl- $\alpha$ -токоферол нестабилизированный
dl- $\alpha$ -токоферол -ацетат нестабилизированный

\*Смесь токоферолов (E306) – высококонцентрированная (90 %), содержит натуральные токоферолы ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и  $\delta$ ). Преимущество перед  $\alpha$ - и  $\beta$ -токоферолами заключается в том, что они не оказывают прооксидативного эффекта при высоких дозировках в связи с большим содержанием  $\beta$ - и  $\gamma$ -токоферолов (> 90 %) и низким количеством  $\alpha$ -токоферола (<10 %).

*Витамин К.* Нафтохиноновые витамины не устойчивы к действию окислителей, прямого солнечного света и кислорода воздуха, однако стабильны при нагревании в процессе кулинарной обработки продуктов. Препараты, выпускаемые промышленностью в масляной или порошкообразной форме, применяются для обогащения диетических продуктов и детского питания.

*Витамин С (аскорбиновая кислота).* Аскорбиновая кислота чувствительна к окислению, скорость которого возрастает в присутствии ионов металлов переменной валентности и тяжелых металлов, при повышенной температуре, под действием ультрафиолетового света, в щелочной и нейтральной среде. В кислой среде аскорбиновая кислота более устойчива. Для обогащения жиросодержащих продуктов – маргаринов, спредов используют диспергируемые в жире эфиры аскорбиновой и высших жирных кислот – аскорбилпальмитат или аскорбилстеарат. Аскорбиновую кислоту и ее производные вводят в состав продуктов не только с целью повышения их пищевой ценности, но и в качестве пищевых добавок с технологическими функциями антиоксидантов и синергистов антиоксидантов.

Витаминные премиксы – примеры технологичности добавок, предназначенных для промышленной переработки. Это разработанные на научной основе гомогенные смеси витаминов на носителе, с возможным добавлением минеральных веществ. Использование витаминного премикса гарантирует микробиологическую чистоту, исключает недопустимые сочетания и возможность ошибки при дозировке отдельных витаминов, способствует равномерному распределению каждого из них по массе продукта и не оказывает какого-либо влияния на его органолептические показатели. При правильном использовании витаминный премикс остается неизменным на протяжении всего срока хранения пищевого продукта.

Примером служат премиксы фирмы "DSM Nutritional Products": жирорастворимый витаминный премикс универсального действия ADE для



растительных масел, маргаринов, майонезов и спредов и водорастворимый премикс Н 32760 для эмульсионных жировых продуктов.

Разработаны рецептуры смесей масел на основе подсолнечного масла с вводом витаминов А и Е для народов северных территорий России.

Предлагается вносить в рецептурный состав масла и молочно-жировых композиций масляно-витаминный продукт "Облепиховый", полученный путем обогащения растительных масел (подсолнечного, соевого, рапсового, рыжикового) природными каротиноидами и токоферолами. Показано, что внесение масляно-витаминного продукта в масложировые комплексы способствует замедлению процессов окислительной порчи. Сочетание природных антиоксидантов – каротиноидов и токоферолов, содержащихся в масляно-витаминном продукте "Облепиховый", предотвращает окислительные изменения и повышает антиоксидантный потенциал продукта.

Купажированное масло – система с повышенным содержанием ПНЖК, поэтому она в большей степени подвержена процессам окисления. В такую продукцию целесообразно добавлять витамин Е (токоферол) и β-каротин. Купажированные системы витаминизируют из расчета 30 % от суточных норм витамина Е и β-каротина в 20 г купажированного масла – средней суточной порции растительного масла.

Витамины используют в виде жирорастворимых препаратов – масляных растворов и суспензий различной концентрации. В случае применения разбавленных суспензий или растворов β-каротина (концентрация 0,2...0,8 %) не требуется интенсивного нагревания или диспергирования системы. Суспензия равномерно распределяется по всему объему в течение 5 мин при температуре 40 °С и перемешивании со скоростью вращения мешалки 100 об/мин.

Растворимость и равномерность распределения концентрированной масляной суспензии препарата β-каротина (30 %) затруднена, в этом случае требуется более длительное диспергирование (до 10 мин) и более высокая температура процесса (80 °С) при той же скорости перемешивания.

Эффективность технологии витаминизации купажированных масел с требуемым составом ПНЖК определяется равномерностью распределения витаминов в системе и ее стабильностью. На рис.4.7 представлена общая схема витаминизации купажированных масел, разработанная в МГУПП.

Для двухкомпонентного масла процесс протекает следующим образом:

- 1) рецептурное количество β-каротина предварительно растворяют в части расчетного количества масла 1, обеспечивая соотношение с препаратом β-каротина равное 100:1. Перемешивают со скоростью вращения мешалки 100 об/мин при температуре 80 °С (для 30 % суспензии β-каротина) или при температуре 40 °С (для 0,2% суспензии β-каротина) в течение 5...10 мин;
- 2) рецептурное количество витамина Е предварительно растворяют в части расчетного количества масла 2, обеспечивая 100-кратный объем.



Перемешивают со скоростью вращения мешалки 100 об/мин при температуре 40...50 °С в течение 5...10 мин;

- 3) в термостатируемой ёмкости смешивают оставшееся количество масел 1 и 2 с подготовленными масляными растворами β-каротина и витамина Е в течение 5 мин при температуре 35...40 °С и скорости вращения мешалки 100 об/мин.

Если купажированная система состоит из трех масел, на третьем этапе дополнительно вносят рецептурное количество масла 3.

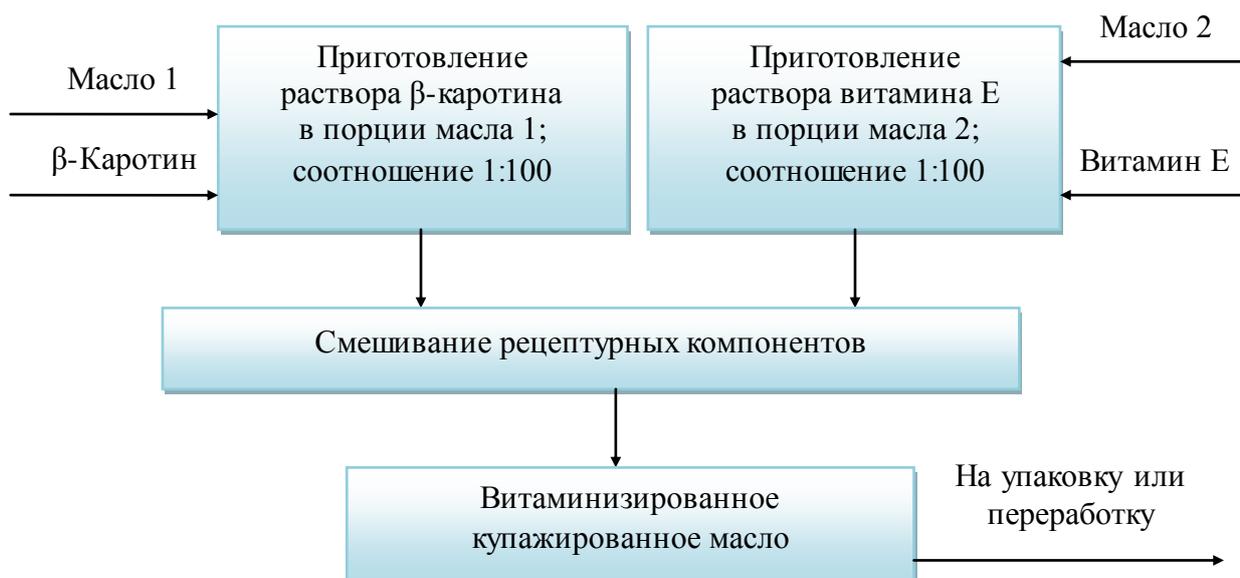


Рис. 4.7. Схема витаминизации двухкомпонентных купажированных масел

Результаты экспериментальных разработок легли в основу нормативно-технической документации на купажированные растительные масла, включающей рецептуры двух- и трехкомпонентных витаминизированных купажей.

Обогащение майонезов и соусов витаминами отражает общую тенденцию повышения пищевой ценности самых разных продуктов питания. Майонезы и другие продукты на основе прямых эмульсий – эффективный объект для направленной витаминизации как жирорастворимыми (А, Е), так и водорастворимыми (группа В, РР, фолиевая кислота) витаминами, а также β-каротином. Дозировки витаминов рассчитываются таким образом, чтобы обеспечить их поступление в количестве 30...50 % адекватного уровня потребления со 100 г или 6...10 % с порцией майонеза при сохранении органолептических показателей качества. Общая технологическая схема витаминизации майонезов и соусов представлена на рис. 4.8.





Рис. 4.8. Схема витаминизации майонезов

#### 4.6 Функциональные масложировые продукты, обогащенные минеральными веществами

При разработке эмульсионных масложировых продуктов предусматривается соединение жировой фазы с водной (молочной) в разных соотношениях. Поэтому эмульсионные жировые продукты можно обогащать не только жирорастворимыми, но и водорастворимыми функциональными ингредиентами, добавляя их непосредственно в водную фазу эмульсионного продукта.

В таком случае появляется возможность комбинировать те ингредиенты, которые усиливают физиологическое действие друг друга. Например, хорошо известно, что присутствие жирорастворимого витамина D влияет на биодоступность кальция. Очевидно, что обогащение пищевого рациона кальцием в составе жировых продуктов, традиционно обогащаемых витамином D, должно способствовать увеличению абсорбции кальция в организме человека.



В последние годы достоверно доказанным считается положительное влияние фруктоолигосахаридов на улучшение абсорбции кальция. Поэтому было бы логично объединить в одном продукте эти три ингредиента, для того чтобы создать максимально полезный продукт. На фоне глубокого дефицита кальция в пищевых рационах всех категорий россиян обогащение пищевых продуктов этим элементом имеет особую важность.

В исследованиях, проведенных МГУПП, показана возможность введения физиологически значимого количества кальция в виде соли в дисперсную систему спреда. Расчет дозировки кальция осуществляли исходя из условий введения его в количестве, обеспечивающем поступление с одной порцией (20 г) спреда 15 % рекомендуемой нормы потребления, которая составляет 1000 мг/сут. С точки зрения содержания кальция более предпочтительными источниками являются неорганические соли – карбонат и фосфат, в которых собственно кальций составляет 40 и 17...38 %, соответственно. В органических солях количество этого элемента варьирует от 9 до 21 %. Кроме того, важнейшим фактором при выборе соли является ее влияние на органолептические свойства продукта.

По результатам дегустации опытных спредов в качестве обогащающего ингредиента был рекомендован фосфат кальция в количестве 1,97 г на 100 г продукта. Однако введение фосфата кальция в эмульсионную систему осложнялось его низкой растворимостью. Эта проблема была решена путем использования тонкоизмельченного порошка соли, что облегчило его равномерное диспергирование в эмульсии. Слабый привкус мела нивелировался добавлением фруктоолигосахаридов.

Таким образом, для обогащения спреда кальцием подходит фосфорнокислая соль. Высокое содержание кальция в составе этой соли позволяет применять ее небольшую дозировку, обеспечивая при этом поступление с одной порцией (20 г) спреда 15 % рекомендуемой суточной нормы потребления.

#### **4.7 Функциональные масложировые продукты, обогащенные пробиотиками и пребиотиками**

При производстве, хранении и потреблении пробиотических продуктов живые микроорганизмы в них подвергаются негативному влиянию различных технологических и физиологических факторов. К ним относятся высокая температура технологического процесса, влияние продуктов окислительной порчи липидов при хранении, низкое значение рН (около 2...3 ед.) среды желудка человека, влияние ферментной системы желудка и тонкого кишечника. Имеются сведения о том, что до 90 % всех пробиотических культур гибнет при прохождении через естественные барьеры организма человека.



Одним из приемов повышения стабильности пробиотиков к указанным воздействиям является использование микрокапсулирования (инкапсулирования) как частного случая иммобилизации бактериальных клеток.

Микрокапсулирование представляет собой технологию, обеспечивающую внедрение микроорганизмов в защитную оболочку, высвобождение из которой происходит только при определенных условиях. Микрокапсулы состоят из ядра и оболочки. Их размер можно варьировать в диапазоне 1...1000 мкм. Функциональная схема получения микрокапсулированного пробиотика приведена на рис. 4.9.

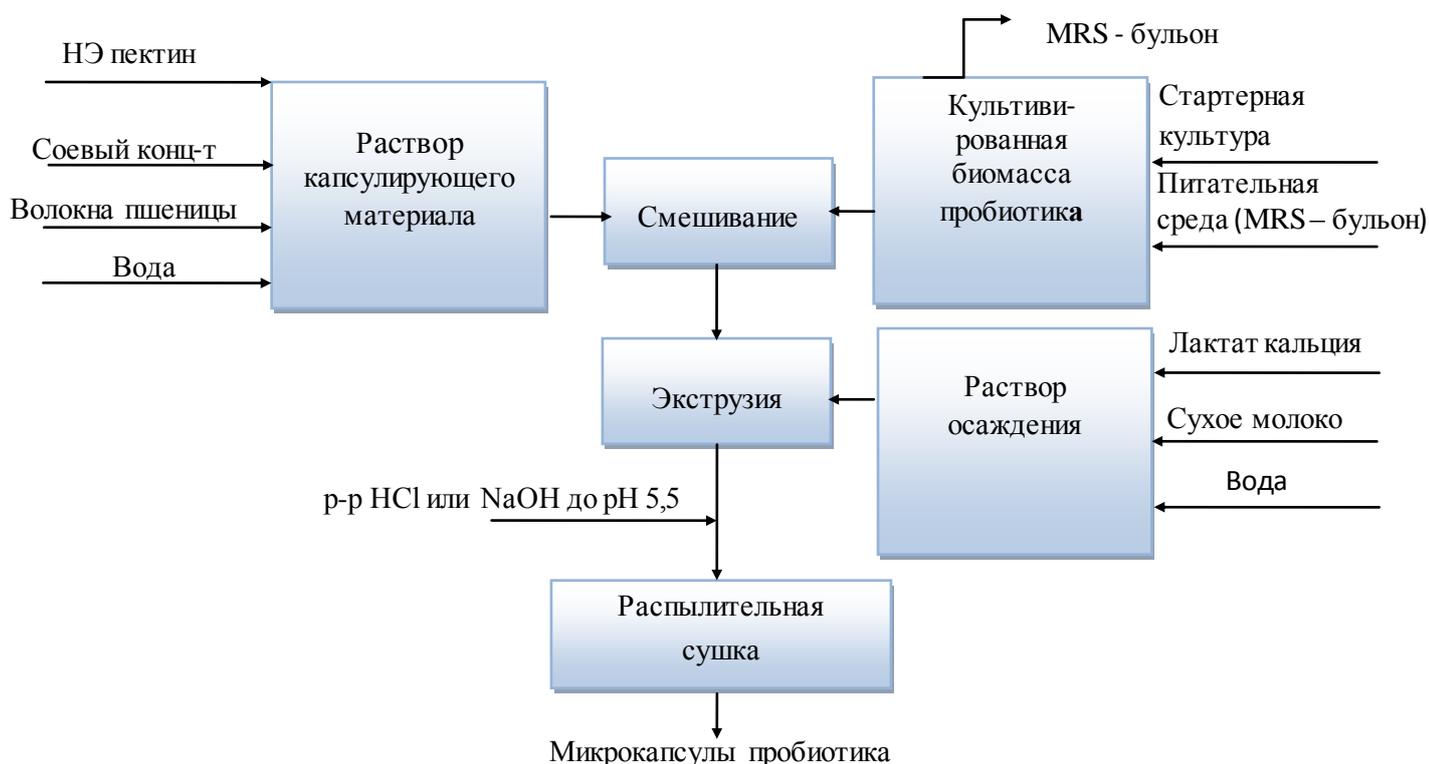


Рис. 4.9. Функциональная схема получения микрокапсулированного пробиотика

Другим способом повышения стабильности пробиотиков является их совместное использование с пребиотиками, что позволяет стимулировать развитие пробиотических культур. В совокупности про- и пребиотик образуют синбиотик, обладающий синергическим эффектом. Он проявляется в повышении скорости размножения бактерий, как правило, в 1,5...2,0 раза за счет способности пробиотика закрепляться в кишечнике с помощью пребиотика, а также увеличения скорости доставки пробиотиков к месту назначения за счет транзита на пребиотиках. Введение синбиотиков в спреды является альтернативным приемом, обеспечивающим включение пробиотиков, пребиотиков в рацион питания для лиц, обычно не употребляющих кисломолочные продукты.



При этом все указанные выше положения, на основе которых выбирают пребиотики и пробиотики для кисло-молочных продуктов, остаются актуальными и для спредов.

В процессе производства, хранения и потребления спредов, включающих пробиотики, последние подвергаются негативному влиянию относительно высокой температуры гомогенизации грубой эмульсии (до 50 °С), повышенной влажности и продуктов окисления жиров при хранении спреда, а также кислой среды желудка человека при потреблении продукта.

В МГУПП завершена разработка спредов функционального назначения с синбиотическим комплексом, в ходе которой решались технологические задачи, связанные, в первую очередь, с повышением стабильности пробиотиков к перечисленным выше воздействиям с помощью тщательного подбора культур и применения оригинальных технологических решений, например, капсулирования микроорганизмов. Итогом разработки явилась технология спредов нового поколения, характеризующихся высокими потребительскими свойствами, содержащих синбиотические комплексы, сохраняющиеся в активной форме в течение заданного срока хранения, составлявшего три месяца. В общем виде технологическая схема приведена на рис. 4.10.

В качестве пробиотического ингредиента спредов была выбрана музейная культура ацидофильной палочки *Lactobacillus acidophilus* 20079 (DSM, Германия), а пребиотического ингредиента – полидекстроза "Littese" ("Danisko", Дания). Пробиотические микроорганизмы вводили на стадии подготовки водно-молочной фазы при температуре не выше 40 °С. Содержание *L. acidophilus* в микрокапсулированном виде колебалось от 10<sup>7</sup> до 10<sup>10</sup> КОЕ/г.

В спреде жирностью 60 % с некапсулированными пробиотиками их количество в конце эксперимента снизилось на порядок, тогда как в спреде с капсулированными формами осталось практически на том же уровне и составило 1•10<sup>7</sup> КОЕ/г. В случае спредов 40 % жирности содержание некапсулированных бактерий снизилось на три порядка, в то время как капсулированных – менее чем на два порядка.

Причиной меньшей выживаемости пробиотиков в низкожирных спредах может являться более высокое содержание водно-молочной фазы, что негативно сказывается на устойчивости пектиновой матрицы микрокапсул. При прохождении спредов через ЖКТ *in vitro* жизнеспособность пробиотиков в микрокапсулированном виде была до 30 раз выше, чем у некапсулированных форм.

С целью определения роли пребиотика в составе пробиотических спредов в продукт дополнительно вводили полидекстрозу в количестве 5 %. Установлено, что в спредах без полидекстрозы гибель молочно-кислых бактерий проходила интенсивнее, чем в спредах, содержащих этот пребиотик. При прохождении спредов через ЖКТ *in vitro* полидекстроза повышала жизнеспособность *L. acidophilus* до 7 раз.



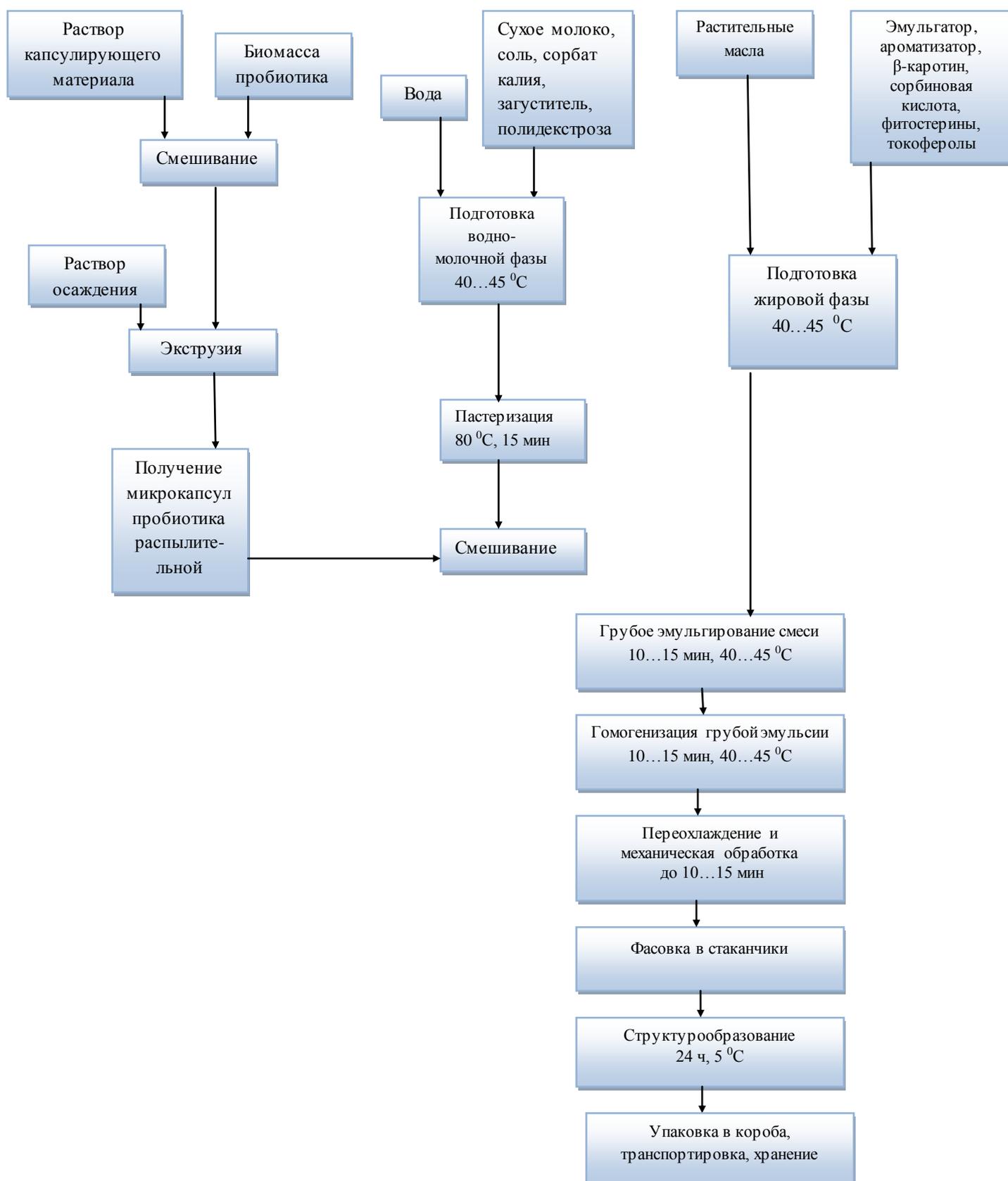


Рис. 4.10. Функциональная схема производства спреда с синбиотическим комплексом



Таким образом, полидекстроза и ацидофильные палочки, инокулированные в пектиновую матрицу в виде микрокапсул, образуют синбиотический комплекс в продукте, что позволяет создать функциональные эмульсионные жировые продукты – спреды, обладающие повышенной стабильностью живых микроорганизмов и высокими физиологическими свойствами при употреблении их в пищу.

Разработана рецептура и технология производства новых видов спредов бутербродных "Здоровье" с массовой долей общего жира 39...95 %, содержащих бифидобактерии и лактулозу. В спред вводили 1 % жидкого концентрата *Bifidobacterium bifidum* с содержанием в 1 г не менее  $10^{10}$  живых биологически активных клеток. На спреды бутербродные "Здоровье" разработаны и утверждены технические условия и технологическая инструкция.

Предложен подобный маргарину пищевой состав с пониженным содержанием жира, используемый для приготовления слоеного теста. В состав входит 35...80 % жировой фазы, содержащей растительные жиры, 20...65 % водной фазы, содержащей 5...20 % инулина и 0,1...10 % пектина. Способ получения состава включает следующие этапы: приготовление гомогенной водной дисперсии пектина, инулина и, при необходимости, молочных белков; приготовление гомогенной дисперсии эмульгатора в жировой смеси; эмульгирование двух дисперсий при температуре 50...90 °С, пластификацию полученного жирового состава и его выдерживание в спокойном состоянии при температуре 8...20 °С в течение 3...4 суток. Диспергирование пектина осуществляют при 90...100 °С. После добавления инулина и белков дисперсию охлаждают при перемешивании до 50...80 °С.

Еще одним ингредиентом, активно используемым для создания функциональных спредов, служит инулин из цикория. Использование инулина в спредах позволяет получать и ряд технологических эффектов. Инулин, особенно длинноцепочечный, который обычно используется в спредах, обладает низкой растворимостью в воде и вследствие этого способностью образовывать с водой жироподобный гель с очень короткой текстурой. Этот гель способен имитировать присутствие жира в продукте, а следовательно, улучшать вкусовые качества спредов пониженной жирности, а также улучшать текстуру, намазываемость и стабильность спредов.

Теоретическим обоснованием использования фруктоолигосахаридов (ФОС) для обогащения спредов стала совокупность доказанных эффектов их физиологического действия, к которым относятся свойства пребиотика и способность стимулировать усвоение таких минералов, как Са, Mg, Fe. В соответствии с рекомендациями международных организаций ФАО/ВОЗ, уровень потребления ФОС в составе продуктов, обеспечивающий эффект действия пребиотика, соответствует 5 г/сут, а эффект повышения биодоступности кальция 8 г в сутки. В этом случае содержание ФОС в составе спреда соответствует 10 и 13 %, соответственно.



Инулин и ФОС имеют приятный, чуть сладковатый вкус, нейтральные цвет и запах. Они улучшают объем, текстуру и вкус продукта. Линейный инулин обладает низкой растворимостью в воде и, вследствие этого, способностью связывать воду. При концентрации раствора более 10 % инулин образует белый непрозрачный мягкий кремообразный гель, имитирующий текстуру жира. В присутствии сахара и белка минимальная концентрация инулина для образования геля снижается. Добавление инулина в продукты с пониженной жирностью придает им более глубокий, мягкий и сбалансированный вкус.

Исследовано два коммерческих препарата ФОС – нативный инулин со средней степенью полимеризации не более 8, и фракционированный длинноцепочечный инулин со средней степенью полимеризации около 20. Препараты получены из цикория методом горячей экстракции с последующим фракционированием. Введение в эмульсионную систему значительных количеств ФОС, обладающих свойствами гидроколлоидов, может привести к изменению ее реологических характеристик, в частности, вязкости и консистенции. В то же время, прогнозируемым для соединений полимерной природы является эффект стабилизации эмульсии. Установлено, что с повышением концентрации от 0,5 до 8 % вязкость раствора постепенно увеличивается, но не более чем в 2,5 раза. При нагревании общий уровень показателя вязкости снижается, что позволяет прогнозировать отсутствие технологических затруднений в процессе производства спредов. Стабилизация 60 % эмульсий, обеспечивающая их 100 % устойчивость достигается при введении 0,8 % ФОС.

В соответствии с рекомендациями ВОЗ уровень потребления ФОС в составе продуктов, обеспечивающий пребиотический эффект и повышение биодоступности кальция, должен составлять 5...10 г/сут. В этом случае его содержание в продукте должно быть 10...13 %. Экспериментально показано, что при такой концентрации ФОС проявляет пластифицирующее действие, что позволяет сократить содержание жировой основы на 10 %.

Использование препарата нативного инулина позволило получить спред с ярко выраженным сладко-сливочным вкусом, что объясняется наличием в составе этой модификации ФОС 10 % свободных сахаров в виде фруктозы, которая обеспечивает сладкий вкус и усиливает аромат спреда. При использовании длинноцепочечной модификации, содержание свободных сахаров в которой составляет только 1 %, базовый вкус спреда не изменялся.

Спреды, содержащие 50 % комбинированной жировой основы, 10 и 13 % ФОС, сохраняли форму и пластичность при комнатной температуре, легко намазывались при температуре 4...6 °С.



## Контрольные вопросы



1. Назовите пять этапов создания функционального масложирового продукта.
2. Какими витаминами можно обогащать функциональные масложировые продукты на эмульсионной основе?
3. Перечислите три основных способа купажирования растительных масел.
4. Какие обязательные условия нужно соблюдать при обогащении масложировых продуктов препаратами ПНЖК?
5. Назовите два основных приема повышения стабильности пробиотиков при введении их в состав масложирового продукта.



## ПРИЛОЖЕНИЕ

С 01.01.2012 введен в действие ГОСТ Р 54059 – 2010 "Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования". Настоящий стандарт распространяется на продукты пищевые функциональные в части функциональных пищевых ингредиентов и устанавливает классификацию и общие требования к кодированному обозначению функциональных пищевых ингредиентов. В табл. 1 приведена классификация функциональных пищевых ингредиентов по ГОСТ Р 54059–2010, включающая их классы, группы и подгруппы.

Таблица 1

Кодированное обозначение функциональных пищевых ингредиентов

Обозначение и наименование класса	Номер и наименование группы	Номер и наименование подгруппы	Наименование функционального пищевого ингредиента (примеры отдельных ингредиентов)	
1	2	3	4	
А Эффект метаболизма субстратов	I Метаболизм питательных веществ	1 Активация метаболизма липидов и липолиза	Флавоноиды, среднецепочечные жирные кислоты	
		2 Предотвращение новообразования жиров	Витамины группы В, микроэлементы (например, хром)	
		3 Снижение уровня усвоения жиров	Пищевые волокна	
		4 Регулирование аппетита	Пищевые волокна	
		5 Прочие эффекты	-	
	II Метаболизм углеводов	1 Поддержание уровня глюкозы в крови	Пищевые волокна, витамин С (аскорбиновая кислота), омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты, микроэлементы (например, хром)	
		2 Поддержание уровня инсулина в крови	Омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты, микроэлементы (например, цинк), витамины В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> и В <sub>6</sub>	
	III Устойчивость организма к онкологическим патологиям	II Метаболизм углеводов	3 Прочие эффекты	-
			1 Молочные железы	Фитоэстрогены, пищевые волокна, каротиноиды, витамин D, омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты
		III Устойчивость организма к онкологическим патологиям	2 Толстый кишечник	Пищевые волокна, пребиотики, омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты
			3 Предстательная железа	Фитоэстрогены, пищевые волокна, антиоксиданты, микроэлементы (например, цинк)
			4 Прочие эффекты	-

1	2	3	4
Б Антиоксидантный эффект	I Антиоксидантное действие	1 Сохранение структуры и функциональной активности ДНК	Витамины С (аскорбиновая кислота) и Е, каротиноиды, флавоноиды (антоцианины)
		2 Антиоксидантная защита полиненасыщенных жирных кислот в мембранных липидах	Витамины С (аскорбиновая кислота) и Е, каротиноиды, флавоноиды (антоцианины)
		3 Сохранение структуры и функциональной активности белков	Витамины С (аскорбиновая кислота) и Е, каротиноиды, флавоноиды (антоцианины), микроэлементы (например, селен)
		4 Прочие эффекты	-
	II Синергическое увеличение антиоксидантного действия	-	Фосфолипиды
В Эффект поддержания деятельности сердечно-сосудистой системы	I Функции сердечно-сосудистой системы	1 Антиоксидантная защита липидов клеточных мембран и липопротеидов	Витамины А, С (аскорбиновая кислота) и Е, микроэлементы (например: селен, цинк)
		2 Сохранение тонуса стенок кровеносных сосудов и их проходимости	Омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты, флавоноиды
		3 Антитромботическое действие	Омега-3 и омега-6 полиненасыщенные жирные кислоты, флавоноиды (антоцианины), токотриенолы, фолиевая кислота, витамины В <sub>6</sub> , В <sub>12</sub>
		4 Сосудорасширяющий (гипотензивный эффект)	Флавоноиды (антоцианины)
		5 Антиаритмический эффект	Флавоноиды (антоцианины)
		6 Питание и кровоснабжение сердечной мышцы	Флавоноиды (антоцианины), витамины В <sub>1</sub> , В <sub>13</sub> (оротовая кислота)
		7 Прочие эффекты	-
	II Липидный обмен	1 Поддержание уровня триацилглицеринов в крови	Моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, фитостерины, фитостанолы, пищевые волокна, токотриенолы
		2 Поддержание уровня общего холестерина, липопротеинов высокой и низкой плотности в крови	Моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, фитостерины, фитостанолы, пищевые волокна, токотриенолы, витамин РР
		3 Антисклеротический эффект	Витамин Е, каротиноиды
		4 Прочие эффекты	-

1	2	3	4
Г Эффект поддержания деятельности желудочно-кишечного тракта	I Пищеварение и функциональное состояние желудочно-кишечного тракта	1 Поддержание и улучшение состояния слизистой оболочки	Пребиотики
		2 Контроль функциональных свойств кишечной иммунокомпетентной лимфатической ткани	Пробиотики, пребиотики, синбиотики
		3 Обеспечение образования и ассимиляции короткоцепочечных ЖК	Пребиотики. синбиотики
		4 Прочие аффекты	-
	II Моторно-эвакуаторная функция кишечника	1 Уменьшение времени транзита пищевой массы	Пищевые волокна
		2 Обеспечение формирования стула	Пищевые волокна
		3 Прочие эффекты	-
III Кишечная микрофлора	1 Восстановление микроэкологии (увеличение популяции и видового состава нормальной микрофлоры)	Пробиотики, синбиотики	
	2 Избирательная стимуляция роста и (или) биологической активности нормальной микрофлоры	Пребиотики, синбиотики	
	3 Прочие эффекты	-	
Д Эффект поддержания зубной и костной ткани	I Снижение риска развития кариеса	1 Поддержание состояния зубной эмали	Минеральные вещества (например, кальций, фтор)
		2 Удаление зубного налета	Пищевые волокна
		3 Прочие эффекты	-
	II Снижение риска развития остеопороза	1 Формирование и поддержание минеральной плотности костной ткани	Минеральные вещества (например, кальций, магний, фосфор), витамин D, фруктоолигосахариды. фитоэстрогены
		2 Обеспечение синтеза соединительной ткани, образующей каркас кости	Витамины К, С, флавоноиды, микроэлементы (например, марганец, медь)
		3 Прочие эффекты	-
Е Эффект поддержаний иммунной системы	I Имунокорректирующее действие	1 Обеспечение системного иммуномодулирующего действия	Витамин С (аскорбиновая кислота), пробиотики, омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты
		2 Обеспечение местного специфического и неспецифического иммунитета	Витамин А
	II Имунокорректирующее действие	3 Антиоксидантная защита, обеспечение структурной и функциональной целостности мембран клеток иммунной системы	Витамины Е, С (аскорбиновая кислота)
		4 Поддержание формирования клеток кишечной иммунной системы	Пробиотики, синбиотики

1	2	3	4
		5 Поддержание формирования иммунных клеток кишечной лимфоидной системы	Пребиотики
		6 Прочие эффекты	-
	III Нормализация функции иммунной системы при аллергических реакциях	1 Снижение адсорбции аллергенов в кишечнике	Пищевые волокна, пребиотики
		2 Предотвращение всасывания нерасщепленных белков	Макроэлементы (например, кальций)
		3 Улучшение состояния местного иммунитета в кишечнике	Пребиотики
	4 Прочие эффекты	-	
Ж Прекласс	-	-	-

**Примечания:**

1. В табл.1 приведены примеры отдельных функциональных пищевых ингредиентов, эффективность которых подтверждается опубликованными экспериментальными данными. Условием классификации функционального пищевого ингредиента согласно требованиям табл.1 настоящего стандарта является его эффективность при систематическом употреблении в составе пищевых продуктов в рамках пищевых рационов, которая подлежит предварительному научному подтверждению и обоснованию согласно требованиям соответствующих нормативных и (или) правовых документов.

2. В подгруппу "Прочие эффекты" могут входить ингредиенты, общие характеристики и подтвержденная эффективность которых не позволяют включить их в иные подгруппы, установленные в табл. 1 для соответствующего класса и группы.

3. В "Прекласс" Ж могут входить ингредиенты с известными физико-химическими характеристиками, эффективность которых находится в стадии научного обоснования и подтверждения. Результаты оценки эффективности используются для включения ингредиентов в соответствующие группы и подгруппы классов А – Е.

*Структура кодированного обозначения функциональных пищевых ингредиентов.* Кодированное обозначение функциональных пищевых ингредиентов состоит из четырех комбинаций знаков и буквенно-цифровой ссылки на настоящий стандарт.

Обозначение может быть приведено в различных видах документации на продукцию вместе с названием функционального ингредиента. При этом кодированное обозначение заключают в скобки и указывают после названия ингредиента.

- Первую комбинацию знаков кодированного обозначения образует буква, обозначающая класс ингредиента.
- Вторую комбинацию знаков образует цифровое обозначение группы ингредиента.

- *Третью комбинацию* знаков образует цифра, характеризующая подгруппу.
- *Четвертую комбинацию* знаков образует буквенное обозначение других классов, в которые на основании подтвержденной эффективности может быть включен классифицируемый ингредиент. Если ингредиент проявляет эффективность, которая позволяет классифицировать его только в одном классе, в четвертой комбинации знаков приводят знак нуля.

Для классификации ингредиентов, эффективность которых подтверждена для двух и более классов, в виде первой комбинации знаков приводят буквенное обозначение класса, занимающего первое место в последовательности, указанной в табл. 1. Так, например, если эффективность ингредиента "N" подтверждена для классов А, В, Г, то в кодированном обозначении данного ингредиента в первом знаке используют обозначение класса А. В четвертой комбинации знаков приводят буквенные обозначения классов В, Г.

При классификации ингредиентов, которые по результатам оценки эффективности могут быть отнесены к двум и более группам (подгруппам) внутри одного класса, используют аналогичный принцип построения структуры кодированного обозначения.

*Пример обозначения* функционального пищевого ингредиента, классифицируемого исключительно в одном классе (группе и подгруппе):

Витамин В<sub>13</sub> – Оротовая кислота (В-І-6-0 ГОСТ Р 54059–2010),

где В – обозначение класса "Эффект поддержания сердечно-сосудистой системы";

І – обозначение группы "Функции сердечно-сосудистой системы" класса В;

6 – обозначение подгруппы "Питание и кровоснабжение сердечной мышцы" группы І класса В;

0 – эффективность ингредиента научно обоснована и подтверждена только для указанного класса.

*Пример обозначения* функционального пищевого ингредиента, классифицируемого в двух и более классах и (или) в двух и более группах (подгруппах) внутри одного класса:

Витамин С – Аскорбиновая кислота (А-ІІ-1-ВВДЕ ГОСТ Р 54059–2010),

где А – обозначение класса "Эффект метаболизма субстратов";

ІІ – обозначение группы "Метаболизм углеводов" класса А;

1 – обозначение подгруппы "Поддержание уровня глюкозы в крови" группы ІІ класса А;

ВВДЕ – буквенные обозначения классов, для которых подтверждена и научно обоснована эффективность ингредиента.

## Библиографический список

1. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин [и др.]. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
2. Юдина, С.Б. Технология продуктов функционального питания / С.Б. Юдина. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 280 с.
3. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л.Г. Ипатова [и др.]. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 396 с.
4. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев [и др.]; под общ. ред. Е.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сибирское универ. изд-во, 2006. – 548 с.
5. Степычева, Н.В. Разработка функциональных продуктов питания. Ч.1. Научные основы создания продуктов функционального питания: учеб. пособие / Н.В. Степычева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2012. – 80 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	ПРЕДИСЛОВИЕ	3
<b>Глава 1</b>	<b>Разработка функциональных хлебобулочных изделий</b>	4
1.1	Состояние и перспективы развития производства функциональных хлебобулочных изделий	4
1.2	Строение зерна злаковых культур	5
1.3	Факторы, влияющие на пищевую ценность зерновых продуктов	6
1.4	Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пищевых волокон	8
1.5	Функциональные хлебобулочные изделия с использованием микронутриентов	15
1.6	Функциональные хлебобулочные изделия, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами	26
1.7	Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пробиотиков	29
1.8	Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пребиотиков	30
	Контрольные вопросы	31
<b>Глава 2</b>	<b>Разработка напитков функционального назначения</b>	32
2.1	Состояние и перспективы развития производства функциональных напитков	32
2.2	Характеристика и технологические особенности производства некоторых видов соковой продукции	33
2.3	Функциональные напитки, обогащенные пищевыми волокнами	38
2.4	Функциональные напитки, обогащенные витаминами	40
2.5	Функциональные напитки, обогащенные минеральными веществами	43
2.6	Функциональные напитки, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами	44
2.7	Функциональные напитки, обогащенные пробиотиками и пребиотиками	45
	Контрольные вопросы	46
<b>Глава 3</b>	<b>Разработка функциональных молочных продуктов</b>	47
3.1	Состояние и перспективы развития производства функциональных молочных продуктов	47
3.2	Особенности обогащения молочных продуктов	48
3.3	Функциональные молочные продукты, обогащенные пищевыми волокнами	48
3.4	Функциональные молочные продукты, обогащенные витаминами	53
3.5	Функциональные молочные продукты, обогащенные минеральными веществами	58

3.6	Функциональные молочные продукты, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами	64
3.7	Функциональные молочные продукты с использованием пробиотических культур	68
3.8	Функциональные молочные продукты, обогащенные пребиотиками	73
	Контрольные вопросы	78
<b>Глава 4</b>	<b>Разработка масложировых продуктов функционального назначения</b>	<b>79</b>
4.1	Состояние и перспективы развития производства функциональных масложировых продуктов	79
4.2	Основные этапы создания функциональных масложировых продуктов	80
4.3	Функциональные масложировые продукты, обогащенные пищевыми волокнами	83
4.4	Функциональные масложировые продукты, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами	87
4.5	Функциональные масложировые продукты, обогащенные витаминами	100
4.6	Функциональные масложировые продукты, обогащенные минеральными веществами	107
4.7	Функциональные масложировые продукты, обогащенные пробиотиками и пребиотиками	108
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b>	<b>115</b>
	Библиографический список	120

Учебное издание

*Степычева Наталья Вадимовна*

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

ЧАСТЬ 2  
ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Редактор О.А.Соловьева

Подписано в печать 20.02.2013. Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 7.21

Уч.-изд. л. 8,00. Тираж 100 экз. Заказ

ФГБОУ ВПО Ивановский государственный химико-технологический  
университет

Отпечатано на полиграфическом оборудовании кафедры экономики и финансов  
ФГБОУ ВПО «ИГХТУ»

153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 7