ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Рекомендовано Учебно-методическим объединением
в области технологии и организации общественного питания
в качестве учебного пособия для магистров по направлениям подготовки:
260800.68 «Технология продукции и организация общественного питания»,
260100.68 «Продукты питания из растительного сырья»,
100800.68 «Товароведение»

Санкт-Петербург
ИЦ "Интермедия"
2014

УДК 664(075.8)
ББК 36-9
В93

Авторы:

Т. В. Пилипенко, Н. И. Пилипенко, Т. В. Шленская, О. И. Кутина.

Рецензенты:
д. т. н., проф. Э. С. Гореньков (зам. директора по науке Всероссийского научно-исследовательского института консервной и овощесушильной промышленности РАСХН);
д. т. н., проф. В. В. Пеленко (зам. директора по учебной работе института холода и биотехнологий Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики).

В93 **Высокотехнологичные производства продуктов питания** : учеб. пособие / Т. В. Пилипенко, Н. И. Пилипенко, Т. В. Шленская [и др.]. — СПб.: ИЦ Интермедия, 2014. — 112 с.: ил.

ISBN 978-5-4383-0058-8

В книге «Высокотехнологичные производства продуктов питания» рассмотрены вопросы внедрения высокотехнологичных производств продуктов питания на основе внедрения нанотехнологий, различных видов мембранных методов обработки и обеспечения безопасности продуктов питания при внедрении системы НАССР при их производстве. Учебное пособие предназначено для магистров по направлениям подготовки 260800.68 «Технология продукции и организация общественного питания»; 260100.68 «Продукты питания из растительного сырья»; 100800.68 «Товароведение».

УДК 664(075.8)
ББК 36-9

ISBN 978-5-4383-0058-8

© ООО «Издательский центр “Интермедия”», 2014
© Коллектив авторов, 2014

Оглавление

Введение 4

Глава 1. Современное высокотехнологичное производство продуктов питания 7

Глава 2. Использование нанотехнологий в пищевой промышленности 12

Глава 3. Высокотехнологичные производства зерно-мучных и плодоовощных продуктов 27

3.1. Высокотехнологичные производства хлебобулочных изделий 27

3.2. Производство хлебобулочных изделий из замороженного теста 28

3.3. Замороженные овощи, плоды, ягоды. Влияние условий замораживания на качество готовой продукции 37

Глава 4. Высокотехнологичные производства вкусовых продуктов питания. Производство безалкогольного пива 42

4.1. Физико-химические методы 42

4.2. Технологические способы подавления образования спирта 48

4.3. Технологии безалкогольного пива 50

Глава 5. Высокотехнологичные производства молочных продуктов и пищевых жиров 54

5.1. Основы мембранного разделения 54

5.2. Мембранная стерилизация молока 60
5.3. Нанобиомембранные технологии на основе кластеров молочной сыворотки 65
5.4. Использование мембранных технологий при производстве творога и сыра 70
5.5. Высокотехнологичные производства, используемые при переработке жиров 73

Глава 6. Высокотехнологичные производства рыбных продуктов питания. Производство крабовых палочек 82

Глава 7. Внедрение систем ИСО и НАССР. Выделение критических контрольных точек. Определение критических пределов 85
7.1. Основные положения системы НАССР 85
7.2. Применение системы НАССР на примере компании Heinz 93
7.3. Целесообразность внедрения системы НАССР на предприятиях рыбной промышленности 100

Использованная литература 108

ВВЕДЕНИЕ

Высокие технологии играют огромную роль в развитии экономики и общества. В них материализуется основная часть результатов НИОКР, они определяют спрос на достижения науки и создают базу предложения инноваций практически для всех отраслей экономики. Размеры наукоемкого сектора и уровень использования высоких технологий определяют научно-технический и экономический потенциал страны.

После вступления России во Всемирную торговую организацию (ВТО) многие российские производители для выхода на мировой рынок вынуждены особое внимание обращать на качество своей продукции, дабы обеспечить ей высокую конкурентоспособность, а это невозможно без использования высокотехнологичных производств.

Переговоры о присоединении России к ВТО велись 18 лет, с 1993 года по 2011 год. Наконец, на Министерской конференции ВТО (16 декабря 2011 года) был одобрен пакет документов о вступлении России в ВТО и 22 августа 2012 года, когда Федеральный закон о ратификации Протокола был одобрен Советом Федерации и подписан Президентом РФ, наша страна стала полноправным членом всемирной торговой организации.

Успешное решение проблем в области высоких технологий в России после вступления в ВТО зависит от того, как будут осуществляться преобразования в экономике в целом. Необходимость интенсификации функционирования высокотехнологичного сектора российской экономики, в том числе при производстве пищевых продуктов, сопряжена с совершенствованием производства высокотехнологичной продукции на уровне предприятия. Таким образом, высокотехнологичные производства — это производства:

- организованные с помощью системного подхода к проблеме развития технологических линий;
- основанные на новейших инновационных технологиях;
- дающие возможность создавать конкурентоспособную продукцию превосходного качества при низкой себестоимости в условиях постоянного повышения уровня автоматизации и внедрения систем про-

граммного управления процессами производства;
- позволяющие применять высокоэффективные энергосберегающие технологии;
- обеспеченные системами качества, соответствующими стандартам ISO и HACCP (Hazard analysis and critical control points — анализ рисков и критические контрольные точки);
- обеспеченные оборудованием, подчиненным концепции модульности, что позволяет с помощью частичной модернизации оборудования (не требующей высоких затрат) долгое время соответствовать самым взыскательным требованиям современного производства;
- обеспеченные оборудованием, характеризующимся адаптацией к оперативной санобработке с новыми «экологичными» функциями;
- обеспеченные оборудованием с высоким уровнем сервиса (минимум 12 месяцев гарантии работы оборудования).

При внедрении высокотехнологичных производств на предприятии необходима реализация целого ряда масштабных мероприятий: структурная перестройка производства, ориентация на долгосрочные цели развития, сохранение и дальнейшее повышение уровня квалификации кадров, способных работать на высокотехнологичных производствах, повышение мобильности трудовых ресурсов, инновационная деятельность и т. д.

Инновационная деятельность предприятия представляет собой практическое использование научной, научно-технической деятельности и интеллектуального потенциала с целью получения нового или улучшения производимого продукта. Она начинается с генерации и отработки новых научно-технических идей, а кончается выпуском и реализацией наукоемкой продукции. Таким образом, инновационная деятельность является важнейшим условием по доведению научно-технических идей, изобретений и разработок до результата, пригодного в практическом использовании, и обеспечению эффективной деятельности предприятия.

Глава 1. Современное высокотехнологичное производство продуктов питания

Не существует единого определения высокотехнологичного производства. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) определяет как высокотехнологичные следующие отрасли промышленности: аэрокосмическую, фармацевтическую, по производству компьютерной и офисной техники, коммуникационного оборудования, а также научных (медицинских, точных и оптических) инструментов. Они рассматриваются как научно обоснованные отрасли, которые осуществляют производство продукции выше среднего уровня.

В производстве продуктов питания в перерабатывающих отраслях агропромышленного комплекса в последнее время усилия государства, производителей и специалистов сконцентрированы на определение и реализацию конкретных направлений научно-технического прогресса в отрасли, нацеленного на создание и производство пищевых продуктов нового поколения — продуктов функционального и специализированного питания, разработку продуктов питания в соответствии с государственной политикой Российской Федерации в области здорового питания населения на основе проведенных научных исследований.

На основе анализа рисков и критических точек контроля и реализации международных стандартов качества очень важна организация следующих видов контроля:

- входного контроля сырья растительного и животного происхождения, пищевых добавок и улучшителей;
- производственного контроля качества полуфабрикатов и параметров технологического процесса производства.

В последние годы особое внимание уделяется контролю за соблюдением экологической чистоты технологических процессов и подбору технологического оборудования для совершенствования существующих производств и реализации новых технологических решений. Немаловажное значение имеют качество профессионального обучения и повышение квалификации специалистов, работающих на производстве и в системах контроля.

9 апреля 2010 года Правительство Российской Федерации утвердило Постановление № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства».

Целью государственной поддержки является развитие кооперации российских высших учебных заведений и производственных предприятий, развитие научной и образовательной деятельности в российских вузах, стимулирование использования производственными предприятиями потенциала российских высших учебных заведений для развития наукоемкого производства и стимулирования инновационной деятельности в российской экономике.

Постановлением предусмотрена возможность выделения субсидий производственным предприятиям сроком от одного до трех лет объемом финансирования до 100 млн рублей в год для финансирования комплексных проектов организации высокотехнологичного производства, выполняемых совместно производственными предприятиями и высшими учебными заведениями.

Общий объем бюджетного финансирования по мероприятию за 2010–2012 годы составил 19 млрд рублей. Объем собственных средств производственного предприятия, вкладываемых в проект, должен составлять не менее 100 % от размера субсидии и быть достаточным для выполнения проекта по организации нового высокотехнологичного производства. Субсидия выделяется производственному предприятию, что позволяет гарантировать востребованность разработки высшего учебного заведения и ее дальнейшее использование для организации нового высокотехнологичного производства.

Организация нового высокотехнологичного производства осуществляется за счет собственных средств предприятия. При этом не менее 20 % указанных средств должно быть использовано на научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы.

Выделение субсидий осуществляется на конкурсной основе посредством проведения открытого публичного конкурса. Производственное предприятие, отобранное в результате конкурса, обязано предоставлять в течение не менее 5 лет после окончания действия договора (соглашения) об условиях предоставления и использования субсидии информацию о высокотехнологичной продукции, разработанной в рамках проекта, а также о ходе реализации проекта и об объемах выпускаемой продукции.

В качестве примера реализации мероприятий по указанному постановлению рассмотрим опыт ЗАО «Компания «Нутритек», в основу проектирования и строительства которого легли универсальные технологии молочных модулей и готовых продуктов.

Предприятие укомплектовано современным оборудованием ведущих фирм мира, способным обеспечить фракционную обработку молочного сы-

рья, регулирование минерального и аминокислотного составов, расфасовку в различные высококачественные упаковочные материалы.

Персонал завода представлен коллективом высококвалифицированных специалистов в области технологии, производства и контроля качества специализированных продуктов. С 2003 года на заводе функционирует система управления качеством продукции, основанная на анализе рисков при производстве продукции — HACCP. Применение этой системы позволило поднять уровень производства и качество выпускаемой продукции до европейских стандартов. С 2007 года на заводе функционирует система управления качеством ISO 9001:2000, в рамках которой на заводе контролировались все процессы, влияющие на качество продукции. В феврале 2009 года была проведена ресертификация с переходом на новую версию стандарта ISO 9001:2008.

Руководство компании определяет качество продукции, как ее способность удовлетворять требованиям потребителя. Таким образом, реализуется комплексный подход к проблемам качества, охватывающий весь путь продукции от разработки до использования конкретным потребителем.

Производство продуктов питания для детей раннего возраста, продуктов энтерального питания накладывает жесткие требования к организации контроля качества. Основные составляющие безопасности (качества) продукции в ЗАО «Компания «Нутритек» приведены на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Основные составляющие безопасности (качества) продукции в ЗАО «Компания “Нутритек”»

Техническое состояние завода, обеспечивающее надежную работу производственных линий и поддержание требуемых технологических режимов, — важное составляющее качества конечной продукции. Техническое состояние производства ЗАО «Компания «Нутритек» полностью соответствует современным требованиям, предъявляемым к пищевым производствам такого профиля. На заводе осуществляется необходимая очистка воды и воздуха, используются смазки, разрешенные для пищевых производств.

Завод оборудован автоматической мойкой трубопроводов, резервуаров, сушильной башни и прочего технологического оборудования, которая позволяет поддерживать высокое качество мойки и устранить возможность попадания моющих средств в продукты.

Важнейшей составляющей контроля качества компонентов, полуфабрикатов и готовой продукции является работа заводских лабораторий. Лаборатории ЗАО «Компания «Нутритек» выполняют весь комплекс микробиологических и физико-химических исследований, необходимых для надежного контроля качества компонентов, полуфабрикатов, готовой продукции, а также осуществляют контроль по ходу технологического процесса (рис. 1.2).

Лаборатории оснащены современным оборудованием, обеспечивающим выполнение классических методов анализа, применяемых в молочной промышленности. Кроме того, имеется оборудование, необходимое для контроля высокотехнологичного производства детского и специального питания, включая воду высшей категории.



Рис. 1.2. Общий вид лабораторий ЗАО «Компания «Нутритек»

Основы качества продукции закладываются на стадии разработки технической документации. К разработке формул новых продуктов привлекаются ведущие специалисты в области детского и клинического питания из ведущих научных и медицинских центров. Для разработки научно-технической доку-

ментации, проведения научных исследований, внедрения новых технологий было создано научно-внедренческое подразделение, которое осуществляет свою деятельность на заводе в г. Истра Московской области.

Многолетние исследования и разработки позволили на ЗАО «Компания «Нутритек» на данный момент освоить промышленное производство свыше 50 наименований специализированных продуктов, соответствующих мировым стандартам. По ряду позиций они не имеют аналогов в мировой практике и относятся к высшим достижениям отечественной науки.

Глава 2. Использование нанотехнологий в пищевой промышленности

Конец XX — начало XXI века ознаменовались формированием одной из ключевых технологий будущего — нанотехнологии, первое определение которой ввел в 1974 году японский профессор Норио Танигухи как «технологии, контролирующей поведение и/или структуру на уровне молекул и атомов».

Нанотехнология — это приемы и методы, позволяющие работать с материальными объектами в нанодиапазоне. Нанодиапазон включает в себя объекты размером от единиц до сотен нанометров (в переводе с греческого «нанос» означает «карлик»). Нанометр — это действительно карликовая единица, одна миллиардная часть метра (1 нм = 10^{-9} м). Чтобы наглядно представить себе такой размер, достаточно знать, что 1 нанометр (нм) — это примерно длина 10 положенных рядом атомов водорода. Сегодня под нанотехнологией понимают технологию получения объектов с характерными структурами размером менее 100 нм.

По мнению многих современных ученых, нанотехнология окажет определяющее воздействие на науку, технику и производство товаров и услуг в XXI веке.

Благодаря нескольким открытиям, сделанным в конце XX века, выяснилось, что между макро- и микромиром лежит малоисследованная область, в которой существуют молекулы и их конгломераты, чье поведение, с одной стороны, нельзя описать методами макромеханики, но с другой — оно не подчиняется и квантовым законам, определяющим поведение атомов и небольших молекул.

Одним из таких открытий явилось обнаружение особых молекул, так называемых фуллеренов и нанотрубок. Фуллерен имеет каркасную структуру, очень напоминающую футбольный мяч, состоящий из «заплаток» пяти- и шестиугольной формы. Если представить, что в вершинах этого многогранника находятся атомы углерода, то мы получим самый стабильный фуллерен C_{60} (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Структура фуллерена C_{60}

В молекуле C_{60}, которая является наиболее известным, а также наиболее симметричным представителем семейства фуллеренов, число шестиугольников равно 20. При этом каждый пятиугольник граничит только с шестиугольниками, а каждый шестиугольник имеет три общие стороны с шестиугольниками и три — с пятиугольниками.

Самая простая нанотрубка состоит из одного слоя атомов углерода; ее диаметр составляет несколько десятков ангстрем, т. е. приблизительно 1 нм. Нанотрубка — это молекула из более миллиона атомов углерода, представляющая собой трубку с диаметром около нанометра и длиной несколько десятков микрон. В стенках трубки атомы углерода расположены в вершинах правильных шестиугольников (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Структура углеродной нанотрубки — общий вид

Нанотрубки отличаются от других форм углерода (алмаза, графита и аморфного углерода) по электрическим, магнитным и оптическим свойствам. В зависимости от схемы сворачивания плоскости в трубку, нанотрубки могут быть и проводниками, и полуметаллами, и диэлектриками. В некоторых видах нанотрубок наблюдается даже сверхпроводимость. Примечательно, что

наблюдаемое при обычной температуре значение плотности тока в проводящей нанотрубке на два порядка выше, чем в имеющихся в настоящее время объемных сверхпроводниках.

Благодаря особенностям структуры, нанотрубки чрезвычайно прочны как на растяжение, так и на изгиб. Показатель прочности нанотрубок, так называемый модуль Юнга, в 10 раз выше, чем у стали. Что удивительно, при критических нагрузках нанотрубки не рвутся и не ломаются, а перестраивают свою структуру. Такие материалы с наполнителями из нанотрубок сейчас уже предлагают использовать для производства бронежилетов. Прочность и легкость таких изделий не имеют себе равных.

Вторым основополагающим открытием, определившим прорыв в нанотехнологиях, явилось создание туннельной, или зондовой, микроскопии. Принцип такой микроскопии заключается в сканировании поверхности ультратонким зондом, толщина иглы которого может достигать одной молекулы. С помощью этого инструмента можно исследовать ранее недоступные для визуализации объекты с нанометровым разрешением. Основанные на этом принципе зондовые микроскопы позволяют не только видеть объекты на молекулярном уровне, но и манипулировать ими.

Открытие нанотрубок и атомной силовой микроскопии сконцентрировало внимание научной общественности на наноматериалах — материалах, обладающих уникальными малоизученными свойствами. Современные изыскания вышли далеко за пределы изучения каркасных наночастиц на основе углерода.

Нанобиотехнология — раздел нанотехнологии, занимающийся созданием нанопродуктов для воздействия на живые системы или с использованием живых систем для целей создания нанотехнологических продуктов.

Фактически нанобиотехнологии означают попытку совместить биологические молекулы, системы живой клетки и созданные человеком наноструктуры — живое с неживым. Популярность биологических подходов в нанотехнологиях вызвана стремлением создавать уникальные микромашины, осуществлять сборку сложных наноструктур из составных блоков, доставку и разделение наночастиц и компонентов смесей — все то, что уже миллионы лет реализуется в природных системах.

Интерес к применению наносистем в биологии и пищевой промышленности объясняется несколькими причинами. Во-первых, объекты нанобиотехнологии — живые организмы и их компоненты, находящиеся в нанометровом диапазоне. Размер клеток животных и растений обычно находится в диапазоне 10–50 мкм, а основные компоненты клеток находятся в нанометровом диапазоне. Клеточные мембраны, например, имеют толщину около 10 нм, многие органеллы также имеют размеры в десятки и сотни наноме-

тров. Как известно, белки состоят из аминокислот, а аминокислоты имеют размер около 0,3 нм.

Во-вторых, развитая поверхность дает возможность закреплять молекулы различных веществ, создавая своеобразные нанокомпозиты «наночастица — биологически активная оболочка».

Еще одна область, в которой нанобиотехнологии занимают лидирующие позиции, — это так называемый биологический наноконструктор, когда биологические системы участвуют в сборке сложных конструкций из наночастиц. В качестве простейшего примера такого конструктора можно привести самосборку наноструктур на основе одиночных молекул ДНК, привитых к наночастицам. Такие частицы будут соединяться только с теми частицами, которые несут вторую комплементарную молекулу ДНК, прочно связываясь с образованием двойной молекулы ДНК. Причем для этого частицы даже не надо специально подводить друг к другу, они сами находят свою вторую «половинку», свободно плавая в растворе. Комбинируя молекулы ДНК, привитые к различным наночастицам, можно создавать достаточно сложные наноструктуры. Считается, что в будущем станет возможным создавать очень сложные наносистемы, используя механизмы, похожие на те, которые работают при строительстве живых организмов из отдельных клеток в живой природе.

Нанотехнология в настоящее время — динамично развивающаяся научная дисциплина. Со стороны национальных правительств, регулирующих органов и деловых кругов существует стойкий интерес к ней. Спектр продукции, изготовляемой с применением нанотехнологий, уже сейчас довольно широк: солнцезащитные крема, предметы одежды, косметика, фармацевтические препараты, микрочипы, наполнители для автомобильных шин и т. д. По данным Woodrow Wilson International Centre, к октябрю 2010 года только в США было выпущено 580 изделий, изготовленных с применением нанотехнологий. Самая большая категория (61 %) — это продукция, которая имеет отношение к здоровью (одежда, косметика, солнцезащитные крема и т. д.), а 11 % составляют пищевые продукты и напитки. С марта 2006 года рост в целом составил 175 %.

Пищевая промышленность. Из всех нанопродуктов наиболее широко при производстве продуктов питания и напитков используются биокатализаторы или ферменты. Фермент — наноразмерная молекула белка, которая выступает катализатором в химической реакции. Определенные ферменты можно выделить из организма, произведшего их, или изготовить искусственным путем, а затем применять в различных производственных процессах, включая производство пищевых продуктов.

Приблизительно 80% всех промышленных ферментов являются гидролазами и используются для деполимеризации природных веществ. Из данных

ферментов 30% составляет карбогидролаза, которая используется в хлебопечении, пивоварении, производстве алкогольных напитков и крахмала.

Тремя основными источниками натуральных ферментов являются растения, животные и микроорганизмы. Микроорганизмы используются более широко, чем растения и животные, поскольку их производство, как правило, дешевле, а их ферментный состав обычно легче прогнозировать и контролировать. Кроме того, легче организовать поставку сырья. Ферменты, производимые грибами (амилазы, диактазы и т. д.), изготавливаются путем стимуляции ферментации субстрата (например, отрубей или пырея) микроорганизмами.

В настоящее время ферменты широко применяются в производстве пищевых продуктов для улучшения текстуры, внешнего вида, питательной ценности и аромата продуктов питания. Ферменты также служат в качестве биодатчиков на токсичность и используются для оценки качества при производстве продуктов питания. Ферменты имеют несколько преимуществ: биоразлагаемость и большая специфичность, благодаря которой уменьшается количество побочных реакций и побочных продуктов, и, следовательно, повышается качество продукции и снижается вероятность загрязнения.

По данным BCC Research, производством и продажей промышленных ферментов занимается сравнительно мало компаний:

- США: Diversa Corp., Genencor, GDS Technology, Specialty Enzymes, ThermoGen;
- Германия: AB Enzymes и X-Zyme;
- Великобритания: Biocataiysts Ltd;
- Дания: Novozymes.

Валовое потребление ферментов в отраслях продуктов питания и напитков (кроме производства спирта) составило (в млн долл. США): в 2007 году — 765; в 2008 году — 688,5; в 2010 году — 805. По прогнозам специалистов в 2014 году их потребление возрастет до 976,5 млн долл. США. Кроме того, данный сегмент быстрее будет расти на развивающихся рынках, на которых потребляются большие объемы продуктов питания по мере развития их экономик. В результате мировой рынок ферментов для продуктов питания и напитков будет расти с темпами, близкими к 5% в год.

Согласно оценкам, средняя цена промышленных ферментов в 2007–2008 годах составляла около 20 тыс. долл. США за метрическую тонну, к 2014 году она должна снизиться до 13,4 тыс. долл. США.

В производстве продуктов питания и напитков могут использоваться нанохимические датчики и нанобиодатчики.

Нанохимические датчики в основном связаны с ароматизацией и ароматизаторами продуктов питания и напитков. В 2003 году ученые из Калифорнийского технологического института запатентовали химический «электрон-

ный нос» на основе наночастиц, предназначенный для анализа химического состава различных паров или жидкостей.

Чувствительность к различным молекулам достигается за счет количественного и качественного варьирования состава проводящих и/или непроводящих участков на матрице датчика. В качестве проводящих участков при этом используются проводящие наночастицы.

Ранее в прессе появлялись сообщения о том, что компания Sony работает над созданием «электронного носа» в рамках совместного проекта с Max Planck Institute. Согласно этим сообщениям, в «электронном носе» будут использоваться наночастицы. Так, датчик, использовавшийся для различения сортов кофе по аромату, представляет нечто аналогичное устройству, запатентованному компанией Sony в 2002 году (Патент США № 6458327, «Electronic Device, Especially Chemical Sensor, Comprising A Nanoparticte Structure»).

Нанобиодатчик — это устройство, которое включает:

а) живой организм или продукт, получаемый от живых систем (например, фермент или антитело);
б) преобразователь для осуществления индикации, подачи сигнала или другой формы подтверждения присутствия определенного вещества в окружающей среде.

Активные элементы многих биодатчиков, таких как ферменты и антитела, имеют наноразмеры. Данные устройства, с некоторой оговоркой, можно считать нанобиодатчиками. Однако наиболее часто нанобиодатчиками называются только те биодатчики, которые включают структуры, выработанные на наноуровне (например, нанокантилеверы или наноиглы), а не материалы, которые изначально имеют наноразмеры, как, например, ферменты и антитела.

Например, в биодатчиках могут использовать флуоресцирующие или магнитные наночастицы. Данные наночастицы выборочно прикрепляются к определенным болезнетворным микроорганизмам в пище, после чего для обнаружения присутствия даже малейших следов этих микроорганизмов используются приборы, чувствительные к инфракрасному или магнитному излучению.

При производстве продуктов питания и напитков нанодатчики могут использоваться для следующих целей.

1. Мониторинг и контроль технологических процессов. Благодаря повышенной чувствительности и другим возможностям, нанодатчики, вероятно, заменят традиционные датчики, используемые в производстве продуктов питания и напитков для стабилизации параметров производственных процессов (температура, давление и т. д.), или станут их дополнением.

Уже разработаны нанодатчики. которые можно размещать внутри оборудования для производства и распределения продуктов питания (и, в конечном

итоге, в упаковке для продуктов) для обнаружения болезнетворных микроорганизмов. Благодаря своему миниатюрному размеру, в одну микроматрицу можно поместить сотни или даже тысячи таких нанодатчиков, что позволит обнаруживать большое разнообразие болезнетворных микроорганизмов одновременно. Небольшой размер нанодатчиков также дает возможность проникнуть в самые мелкие трещины, где часто и скрываются болезнетворные микроорганизмы.

2. Разработка вкуса и аромата. Так называемые «электронные носы» используются для характеристики сложных вкусов или ароматов в виноделии. Нанохимические датчики могут значительно увеличить возможности этих приборов.

3. Мониторинг свежести. В добавление к мониторингу присутствия болезнетворных микроорганизмов или загрязнителей в производственном оборудовании в настоящее время разрабатываются нанодатчики, которые смогут контролировать состояние продуктов питания при транспортировке или хранении и сообщать о признаках порчи или загрязнения владельцам или потребителям продуктов питания. Например, в одной из перспективных разработок наночастицы, входящие в состав упаковки, реагируют на изменения молекулярного состава начинающего скисать молока, что вызывает изменение цвета упаковки.

В долгосрочной перспективе возможно даже, что те же самые нанодатчики в молочном пакете, вызывающие изменение цвета упаковки при порче молока, смогут также передавать сигнал о заканчивающемся сроке годности на ценник, и для других скоропортящихся продуктов. Другие исследователи разрабатывают нанодатчики, которые можно поместить в техническую базу сбыта продукции, а также в саму упаковку для обнаружения присутствия различных болезнетворных микроорганизмов.

В альтернативной технологии нанодатчиков, которая еще находится в стадии разработки, используются наночастицы, которые светятся различными цветами в зависимости от присутствия того или иного болезнетворного микроорганизма. Работники, снабженные ручными инфракрасными или магнитными датчиками, смогут обнаружить присутствие болезнетворных организмов и даже определить их количество.

Разрабатываются также чипы радиочастотной идентификации (RFID) с интегрированными матрицами нанодатчиков, предназначенные для обнаружения признаков порчи или появления болезнетворных микроорганизмов. Эта технология позволит отслеживать состояние продуктов питания удаленно.

4. Использование технологии нанофильтрации. В молочной промышленности процесс нанофильтрации в основном используется для выпа-

ривания и частичной деминерализации жидкой сыворотки. Сыворотка содержит углеводы (лактозу), белки, минералы, витамины и небольшое количество жира. Помимо этого, белки и лактозу часто отделяют для использования в производстве других пищевых продуктов или в качестве пищевых добавок.

Как правило, процесс отделения белков от сыворотки происходит путем ультрафильтрации, тогда как нанофильтрация используется в следующем этапе процесса для удаления минеральных солей и оставления лактозы и витаминов. Данный процесс называется деминерализацией сыворотки. Растворенное вещество, получаемое в результате нанофильтрации, состоит из соленых сточных вод, тогда как концентрат содержит обессоленные углеводы сыворотки, жир и витамины.

Нанофильтрация, как правило, делает возможным уровень деминерализации на уровне 35 % за один этап и до 45 % за два этапа (после разбавления концентрата он снова проходит этап нанофильтрации). К другим применениям нанофильтрации в молочной промышленности можно отнести предварительное сгущение молока при изготовлении сыра, а также частичную деминерализацию молока.

Нанофильтрация также используется в сахарной промышленности для получения сахара в концентрированной форме. Нанофильтрационная мембрана позволяет воде проходить, удерживая сахар с образованием раствора концентрата.

К другим применениям нанофильтрации в индустрии питания и напитков относятся выделение этанола при производстве кукурузного масла, обессоливание желатина, производство супов и соусов, выделение пищевых масел из рабочих растворителей, а также очистка и ректификация алкогольных и безалкогольных напитков.

5. В пищевой промышленности наноматериалы находят применение в фильтрах для очистки воды.

6. При получении более легких и прочных, термоустойчивых и обладающих антимикробным действием упаковочных материалов. Например, глиняный нанокомпозитный материал применяется при производстве пластиковых бутылок для увеличения срока хранения пива и придания бутылкам большей прочности.

Группа Helmut Kaiser Consultancy Group предсказывает, что к 2015 году нанотехнологии будут применяться уже в 40 % пищевой индустрии.

Вопросы безопасности использования нанотехнологий в производстве продуктов питания.

Количество патентов по данному направлению возрастает лавинообразно (рис. 2.3).

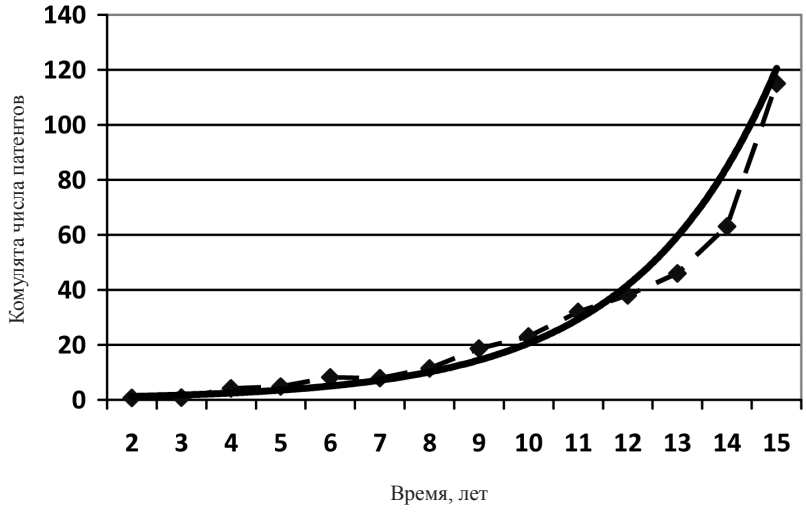


Рис. 2.3. Тенденции нарастания числа патентов за 1993–2010 гг. в области нанотехнологий в производстве пищевых продуктов, биологически активных и пищевых добавок, упаковки

Количество уже существующей пищевой нанопродукции, а также ожидаемой на российском рынке быстро нарастает (рис. 2.4).

При этом существенную долю данной продукции составляют инженерные наночастицы, искусственно вводимые в пищевые продукты и пищевую упаковку.

Вместе с тем, вопросы оценки безопасности искусственно создаваемых и вводимых или мигрирующих в пищу инженерных наночастиц серебра, селена, двуокиси титана чрезвычайно актуальны и нигде в мировой практике практически не решены до настоящего времени.

Антибиотические свойства серебра известны с XIX века, когда оно широко использовалось в коллоидной форме для лечения различных инфекций. После появления антибиотиков использование серебра пошло на спад, но в настоящее время, в связи с растущей проблемой роста числа бактерий, устойчивых к воздействию антибиотиков, производство и использование коллоидных форм серебра получило новое развитие. Известно, что бактерии не могут вырабатывать аналогичную устойчивость к серебру, так как ионы серебра воздействуют на ферменты, необходимые бактериям для усвоения кислорода, и они погибают от удушения.

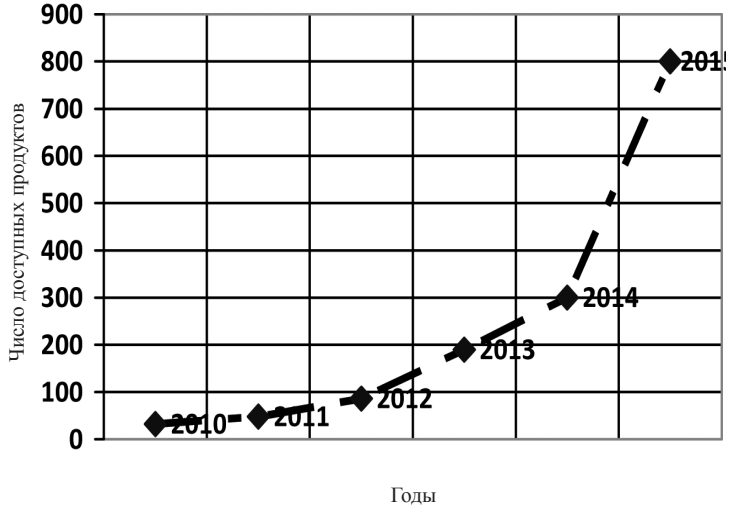


Рис. 2.4. Прогноз количества нанотехнологий в области пищевых производств на рынке Российской Федерации

С начала 1990 года в США и других странах потребителям предлагают продукты коллоидного серебра в качестве пищевых добавок. Однако постоянное употребление серебра даже в малых дозах, может вызвать хроническое заболевание, связанное с повышенным содержанием серебра в организме — аргентоз, или аргироз.

Наиболее известный человек, страдающий аргентозом — Пауль Карасон, имеющий в США прозвище Blue Man. Впервые информация в прессе о нем была опубликована 20 декабря 2010 года. Он более 15 лет принимал препараты коллоидного серебра (наносеребра). Изначально с помощью коллоидного серебра Пауль Карасон пытался избавиться от тяжелой формы дерматита. Дерматит прошел, но появился аргироз — болезнь, вызванная длительным отложением в организме серебра, его соединений или серебряной пыли, которая развивается при длительном применении больших доз серебра (концентрацией раствора 30–50 мг/л в течение 7–8 лет с лечебной целью, а также при работе с соединениями серебра в производственных условиях).

Заболевание характеризуется необратимой сильной пигментацией кожи, принимающей серебристый или синевато-серый оттенок (рис. 2.5). Способов лечения на данный момент не существует, хотя ограниченно может помочь лазерная терапия.



Рис. 2.5. Пауль Карасон (Blue Man) 15 лет назад и сейчас

В 1999 году Food and Drug Administration (FDA) провела компанию против рекламы диетических пищевых добавок на основе коллоидного серебра; продукты коллоидного серебра должны проходить все процедуры как при заявке на новое лекарство. В 2003 году в США было арестовано 132 480 бутылок пищевой добавки Seasilver на основе коллоидного серебра на сумму около 5,3 млн долл. США. В 2007 году его потребление в качестве пищевой добавки было незначительным, так как вся отрасль потребляла менее 150 г наночастиц серебра; в ближайшие годы существенного роста потребления пищевых добавок на основе серебра не ожидается.

К сожалению, большинство пищевой нанопродукции на данный момент оценивается как потенциально опасное (рис. 2.6).

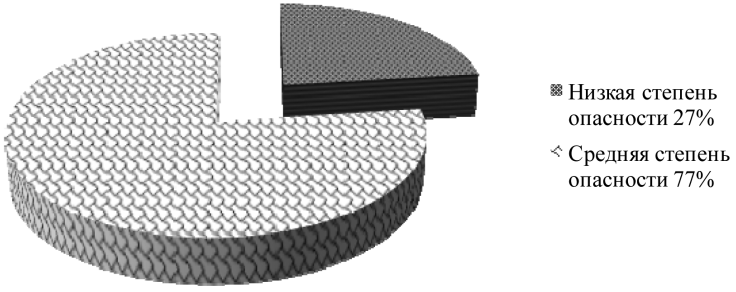


Рис. 2.6. Оценка степени опасности пищевых нанопродуктов (по материалам Woodrow Wilson International Centre)

Проблемы нанобезопасности, включая безопасность пищевой продукции, были сформулированы и активно разрабатываются в качестве приоритетных рядом правительственных, межправительственных и общественных организаций:

1. EFSA (European Food Safety Authority, Евросоюз).
2. SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, Евросоюз).
3. DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs, Великобритания).
4. FSA (Food Standards Agency, Великобритания).
5. FDA (Food and Drug Administration, США).
6. US EPA (U.S. Environmental Protection Agency, США).
7. ISO (International Organization for Standartization).
8. NATO, PEN (Project on Emerging Nanotechnologies) и др.

В Российской Федерации хорошо понимают эту проблему. Вопросы пищевой нанобезопасности в настоящее время разрабатываются в рамках Федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2011 годы», Государственный контракт № 01.648.12.3023 «Разработка нормативно-методического обеспечения и средств контроля содержания и безопасности наночастиц в продукции сельского хозяйства, пищевых продуктах и упаковочных материалах», основными исполнителями которого являлись Московский государственный университет пищевых производств (МГУПП) — головной исполнитель, научно-исследовательский институт питания РАМН, Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы, Институт биохимии РАН им. А. Н. Баха и Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Цель проекта — создание комплекса методов, средств и руководств по их применению для контроля содержания и безопасности наночастиц и наноматериалов, содержащихся в сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктах и упаковочных материалах.

В рамках проекта разработаны несколько методик анализа нанодисперсий тяжелых металлов и их оксидов в пищевых матриксах методами просвечивающей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, динамического светорассеивания. Подготовлены и утверждены на государственном уровне три документа:

1. Методические рекомендации МР «Методы отбора проб, выявления и определения содержания наночастиц и наноматериалов в составе сельскохозяйственной, пищевой продукции и упаковочных материалов».

2. Методические указания МУ 1.2.2637–10 «Порядок и методы проведения контроля миграции наночастиц из упаковочных материалов».
3. Методические указания МУ 1.2.2638–10 «Оценка безопасности контактирующих с пищевыми продуктами упаковочных материалов, полученных с использованием нанотехнологии».

Кроме того, в МГУПП создана и оборудована уникальная, первая для пищевой отрасли России, аналитическая эталонная нанолаборатория с широкими возможностями анализа пищевых нанодисперсий, имеющая непрерывно пополняемую базу данных по разработкам в области пищевых нанотехнологий.

В рамках этого проекта был разработан «Перечень критериев безопасности наночастиц и наноматериалов». Основные критерии безопасности включают следующие:

1. Происхождение наноформы. Любой наноматериал может быть получен двумя способами: дроблением макроскопического объекта до уровня нанодисперсии (top-down) или ассоциацией молекул (bottom-up).

В тех случаях, когда макроформа или молекулярная форма являются натуральными, а следовательно, и нетоксичными для человеческого организма компонентами, то получаемая из них наноформа должна априорно признаваться безопасной до тех пор, пока в каждом конкретном случае не доказано противное. Примерами таких безопасных наноматериалов в соответствии с данной классификацией служат нанодисперсии бета-каротина, коэнзима Q10, карбоната кальция или натуральных глинистых минералов (top-down) и нанотрубки молочного белка альфа-лактальбумина (bottom-up).

Остальные нанодисперсии пока следует рассматривать как потенциально опасные. В пищевой отрасли к таковым относят нанодисперсии серебра, селена, золота, железа, двуокиси титана, двуокиси кремния (кремнезем, диатомит, силикагель), окиси цинка.

2. Растворимость наноматериалов в воде и биологических жидкостях. Этот критерий позволяет подразделять все наноматериалы на те, которые за счет быстрого растворения утрачивают свою наноидентичность при попадании в желудочно-кишечный тракт, и те, которые ее сохраняют. Потенциальную опасность в качестве наноматериалов представляют только вторые, а безопасность материалов первой категории определяется только уровнями традиционных токсических контаминантов (тяжелых металлов, пестицидов, радионуклидов, микотоксинов, полиароматических углеводородов и т. д.), а также микробиологических загрязнителей. В определенной дозе такие материалы могут быть токсичными, но эта токсичность обусловлена их молекулярными формами, а не исчезающей при попадании в организм наноструктурой.

3. Размеры нанодисперсии. Благодаря достоверно установленной способности наночастиц проникать сквозь клеточные мембраны, оценку потен-

циальной опасности следует проводить для нерастворимых в воде и биологических жидкостях, ненатуральных для организма нанодисперсии частиц, наибольший размер которых не превышает 100 нм. Согласно этому критерию, оценка потенциальной опасности должна проводиться для частиц, все три измерения которых лежат в пределах 100 нм.

Пленки и волокна, у которых, соответственно, два или один размер существенно превышают наноуровень, априорно следует оценивать исходя из общих критериев безопасности, пока в каждом конкретном случае не доказана необходимость учета рисков, связанных с наноразмерными эффектами.

К сожалению, из-за сложной структуры пищевых продуктов (наличие собственных коллоидных структур, многокомпонентность и многофазность, изменчивость в течение времени) непосредственное применение общепринятых методов для анализа и контроля невозможно.

Исследование продуктов питания на предмет наличия в них наночастиц с целью определения их формы, размера и концентрации в продуктах питания проводят в несколько этапов.

1. На этапе отбора образца должна соблюдаться стерильность, так как продукты питания могут быть богатой питательной средой для различных микроорганизмов, что особенно актуально для таких продуктов, как молоко, соки, пиво и т. д.

2. Пробоподготовка — ключевой этап в исследовании, так как именно этот этап позволяет применять стандартные методы исследования. Основная цель пробоподготовки — получить препарат, который можно исследовать стандартными методами. В связи с этим, в зависимости от исследуемого объекта, пробоподготовка различается. В частности, при исследовании пива нужно сделать лишь серию разбавлений, а для исследования молока необходимо предварительное проведение гидролиза, диализа, центрифугирования.

Исследовать продукты питания после пробоподготовки можно различными стандартными методами, например, методом атомно-силовой микроскопии (АСМ). Исследуемое вещество в этом методе — раствор наночастиц в воде или другом растворителе, не содержащем посторонних веществ или содержащем их в малых количествах. Данный раствор наносят на подложку (слюда, полимер) и после высыхания проводят измерения.

3. На этапе анализа данных осуществляют обработку информации, полученной в результате исследования, включающую выравнивание изображений, использование различных фильтров, применение программ для статистического анализа. На выходе получают статистические данные о форме и размерах частиц. Также можно сделать вывод о концентрации частиц при применении определенных методов.

В аналитической эталонной нанолаборатории МГУПП при определении наночастиц серебра, которое обладает высокой бактерицидной активностью и в связи с этим используется в упаковке, необходимо учитывать, что в зависимости от типа упаковки миграция таких частиц в продукт может происходить с разной скоростью или в идеальном случае не происходить вовсе. Важное условие — нахождение наночастиц в продукте в допустимых концентрациях. Методика пробоподготовки молока осуществляется по следующей схеме:

ИСХОДНЫЙ ПРОДУКТ → ГИДРОЛИЗ → ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕ → ДИАЛИЗ → ПРОВЕДЕНИЕ АСМ-ИЗМЕРЕНИЯ

На рис. 2.7 и 2.8 приведены результаты укрепления наночастиц серебра в молоке при гидролизе.

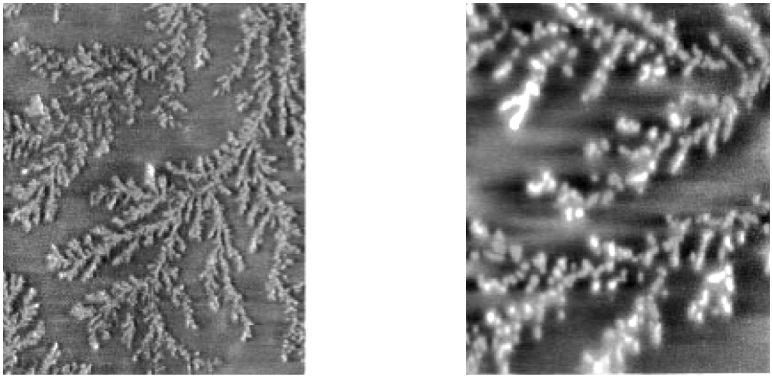


Рис. 2.7. Укрепление наночастиц серебра при кислотном гидролизе

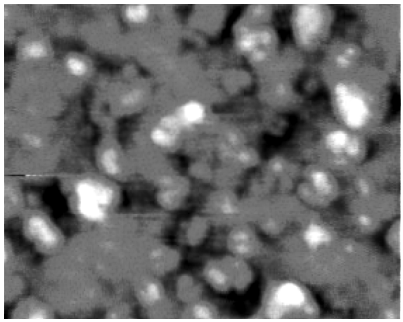


Рис. 2.8. Изображение наночастиц серебра при ферментативном гидролизе молока

Глава 3. Высокотехнологичные производства зерно-мучных и плодоовощных продуктов

3.1. Высокотехнологичные производства хлебобулочных изделий

Проблема производства безопасного для здоровья человека хлеба состоит в использовании для его выпечки безопасной муки и, следовательно, безопасного зерна. На крупных предприятиях обязательно есть входной и выходной контроль качества продукции, в том числе по показателям безопасности. Важное место в обеспечении хорошего качества хлебобулочных изделий занимает технология производства. Общепризнано, что хлебопеки России обладают лучшей в мире, проверенной веками технологией, которая способна решать многие проблемы качества и гарантировать традиционные вкус и аромат хлебобулочных изделий. Перевод отрасли на поточность и непрерывное тестоприготовление не обеспечили должного уровня качества продукции, особенно при нестабильном качестве сырья. Хлеб, приготовленный на опаре или закваске традиционным способом, остается лучше хлеба, выработанного по интенсивным технологиям с применением увеличенного количества дрожжей, улучшителей и других добавок.

Интенсивная «холодная» технология — способ приготовления пшеничного теста из муки с пониженными свойствами. Этот способ предусматривает однофазное приготовление теста без брожения, интенсивный замес или более длительную механическую обработку теста при 25–27 °С, улучшающие гидратацию муки и набухание белков. При этом необходимо использовать хлебопекарные дрожжи с высокой мальтазной активностью или прессованные дрожжи в количестве 4–5%, а также комплексные улучшители определенного композиционного состава. Пшеничный хлеб получают за 2,5–3 ч с увеличенными сроками хранения и при этом снижается расход муки на 1–1,5 %.

В мировой практике, кроме традиционных способов приготовления пшеничного теста, к основным (базовым) относят способы, при использовании которых возможна полная автоматизация. К таким способам можно отнести

способ непрерывного перемешивания и Чорлейвудский способ. При непрерывном перемешивании приготовление теста осуществляют на жидкой закваске, которую затем соединяют с остальными компонентами и передают в горизонтальное устройство непрерывного смешивания. Зрелое тесто получают за 1–7 мин с высоким содержанием влаги 62–63 %. Полученные таким образом хлебобулочные изделия отличаются прекрасной однородной консистенцией.

Чорлейвудский способ, названный в честь места, где он разработан, является безопарным. Замес теста производят в конвейерном тестоприготовительном агрегате при большой скорости за 3–5 мин. После очень короткого отдыха или совсем без него тесто направляют на разделку. Основной процесс сбраживания протекает в период окончательной расстойки. Для приготовления теста используется повышенное количество дрожжей, а иногда и аскорбиновая кислота для протекания ускоренного созревания. При применении ускоренного способа тестоприготовления, предусматривающего введение хлебопекарных улучшителей, отлежку (созревание) теста после замеса осуществляют в течение 10–20 мин при температуре производственного цеха. Брожение пшеничного теста также можно осуществлять на транспортерных лентах.

3.2. Производство хлебобулочных изделий из замороженного теста

В последние годы на потребительском рынке все большее распространение получают хлебобулочные полуфабрикаты в виде теста или хлебобулочных изделий, охлажденные или замороженные. Преимуществом последних является более длительный срок хранения. Такие полуфабрикаты реализуются потребителю как товар в торговой сети, или их используют для выпечки изделий на хлебопекарных предприятиях малой мощности, особенно в пекарнях при розничных торговых предприятиях, и на предприятиях общественного питания.

Хлебобулочные полуфабрикаты могут быть изготовлены из пшеничной или ржаной муки или из их смеси различной рецептуры. В зависимости от используемой технологии по степени готовности различают охлажденное и замороженное тесто или тестовые заготовки. Замороженные тестовые заготовки бывают различной степени готовности: охлажденные тестовые заготовки высокой степени готовности; замороженные хлебобулочные изделия. В зависимости от наличия начинки они могут быть с начинкой и без нее.

Более широкое распространение получили замороженные хлебобулочные полуфабрикаты, так как их в большей степени используют хлебопекарные предприятия различных форм собственности и предприятия общественного питания. Наибольшее распространение такой способ производства хлебобулочных изделий получил в последние 20 лет в странах Западной Европы и Северной

Америки, а теперь развивается и в России. Хлебобулочные изделия вырабатывают, а затем подвергают глубокому замораживанию на крупных хлебозаводах. Полученные полуфабрикаты доставляют в пункты реализации в специальных автомобилях, оборудованных морозильными установками, и до расстойки хранят в морозильных камерах. Заготовки используют для выпечки только тогда, когда этого требует спрос, что дает покупателю возможность получать свежий хлеб. В небольших пекарнях, магазинах, универсамах и т. д. по мере необходимости полуфабрикаты подвергают расстойке и выпечке.

Для приготовления быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов используют быстрое замораживание — технологию, отложенную по времени, суть которой заключается в замедлении или приостановлении процессов брожения.

В зависимости от того, на каком этапе приготовления хлебобулочных изделий производят замораживание, существуют различные технологии: замораживание тестовых заготовок различной степени готовности; замораживание недовыпеченных изделий или изделий высокой степени готовности (продолжительность прогрева в пекарной камере составляет 90 % продолжительности выпечки); замораживание готовой продукции до температуры минус (18 ± 2) °С. Последний способ используют не только для производства хлебобулочных изделий, но чаще — для тортов, пирожных, пиццы, мучных кондитерских и кулинарных изделий.

Технология быстрого замораживания сводится к следующей последовательности операций: замес теста; деление его на куски; предварительная расстойка или релаксация (как можно более короткая); формование тестовых заготовок; быстрое низкотемпературное замораживание; хранение тестовых заготовок в морозильной камере; возобновление процесса по потребности (размораживание, расстойка, выпечка). Для производства быстрозамороженного теста используют ускоренные (однофазные) способы приготовления с использованием интенсивного замеса и хлебопекарных улучшителей, что способствует максимальному развитию клейковины.

Для ограничения ферментативной активности дрожжей тесто целесообразно замешивать при более низкой, чем обычно, температуре. Оптимальная температура теста 20 °С. Эффект холодного замеса достигается в результате использования воды температурой 1–2 °С (добавление льда или сухого льда), а также приготовлением теста в тестомесильных машинах, оснащенных охлаждающими рубашками.

Мука должна быть сильной или средней силы, с содержанием белка не менее 12 % или сырой клейковины 27–28 %, иметь эластичную клейковину и хорошую газообразующую способность. Лучше всего для быстрого замораживания теста подходят хлебопекарные прессованные дрожжи со средней скоростью газообразования или «полусухие» быстрозамороженные

дрожжи, которые были специально созданы для этой технологии. В тесто вносится повышенное количество дрожжей из-за уменьшения подъемной силы при замораживании. Тесто замешивают с обязательным внесением активных окислителей типа аскорбиновой кислоты, которые способствуют укреплению белкового каркаса теста и обеспечению лучшей прочности и эластичности.

За рубежом для приготовления замороженного теста используют специальные виды жиров — шортенинги, представляющие собой смесь гидрогенизированных растительных масел, эмульгаторов и растительных жиров. Шортенинг способствует улучшению структурно-механических свойств теста при замесе, диспергированию в нем воды, пористости готовых изделий, продлевая тем самым срок хранения полуфабриката и предотвращая его обезвоживание, чему способствует слой жира на стенках дрожжевых клеток.

При замораживании дрожжевого теста продолжительность стадии брожения необходимо сводить к минимуму из-за снижения жизнеспособности дрожжей. Поэтому целесообразно использование ускоренных технологий, у которых период брожения не превышает 40 мин.

В процессе разделки происходит частичное разрушение клейковинного каркаса теста, что может привести к снижению качества изделий. Поэтому перед раскаткой и округлением необходима предварительная расстойка в течение 5–10 мин. Тестовые заготовки для замораживания должны быть длинными и небольшого диаметра, а круглые булки слегка сплющены, чтобы сократить продолжительность замораживания.

Замораживание теста способствует замедлению и прекращению брожения, ферментативных, микробиологических и окислительных процессов в тесте. Для сохранения достаточной реактивационной способности дрожжей температура в центре тестовой заготовки должна быть не выше минус 10 °С. Считается, что медленное замораживание приводит к более интенсивному газообразованию в тестовых заготовках после их размораживания, чем быстрое замораживание. Существуют различные мнения об оптимальных температурных режимах замораживания теста в производственных условиях. По данным японских специалистов, лучше всего замораживать тесто для булочных изделий при минус 34,4 °С в потоке холодного воздуха, для мучных кондитерских изделий — при минус 28–29 °С. Французские специалисты предлагают независимо от типа скороморозильной камеры температуру обработки теста минус 30–35 °С при скорости движения воздуха 4 м/с для обеспечения скорости замораживания равной 1 °С в минуту.

Чем быстрее снижается температура, тем более мелкие кристаллы образуются. При криогенном замораживании образуются мелкие кристаллы, что обеспечивает готовый продукт более высокого качества (рис. 3.1).

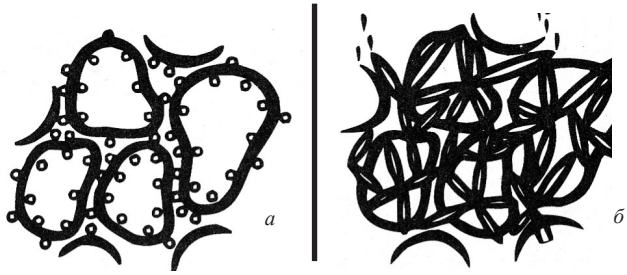


Рис. 3.1. Модель клеточной структуры замороженного продукта:
а — клетки медленно замороженного продукта; б — клетки продукта, быстро замороженного в жидком азоте

Существующее криогенное морозильное оборудование различных типоразмеров может обеспечить высокое качество и полную безопасность готового продукта. На рис. 3.2 приведена принципиальная схема криогенного замораживания.

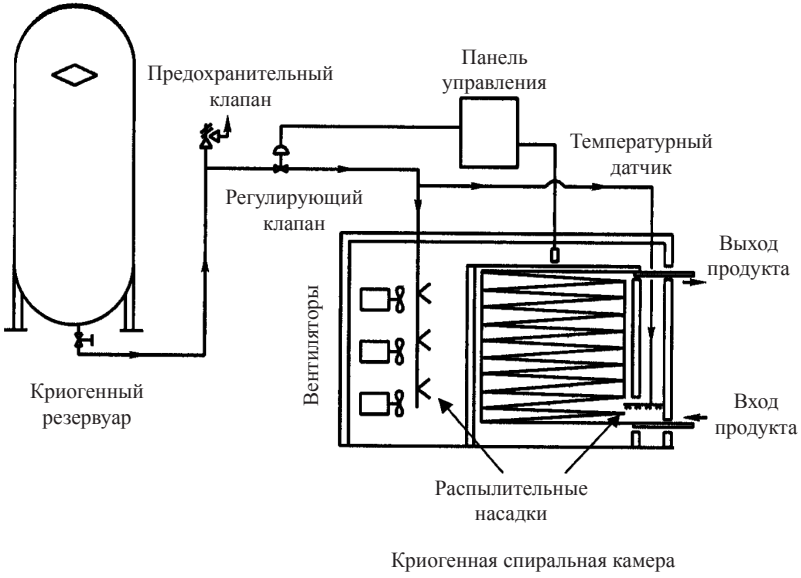
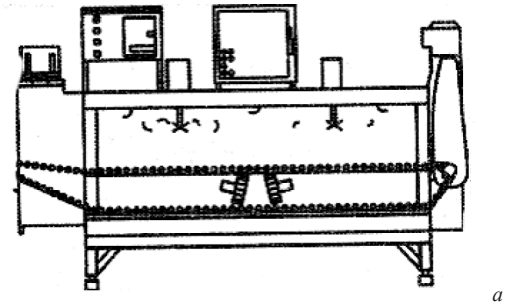
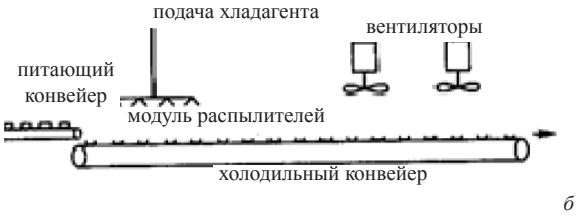


Рис. 3.2. Принципиальная схема криогенного замораживания

На крупных производствах может использоваться ленточный (прямолинейный) криогенный туннель (рис. 3.3). Морозильные установки такого типа могут применяться при производстве хлеба, булочек, кексов, печенья, пирогов, рогаликов, пончиков и т. д. Хлебобулочные изделия помещаются непосредственно на движущуюся ленту конвейера и проходят под криогенным распылителем и несколькими вентиляторами. Таким образом, при замораживании изделий создаются условия «зимней бури», при которой верхний слой продукта быстро замерзает, образуя корку. Очень важными параметрами здесь являются рабочая температура в туннеле, скорость вращения вентилятора и зона распыления, которые для различных видов хлебобулочных изделий могут быть разными.



а

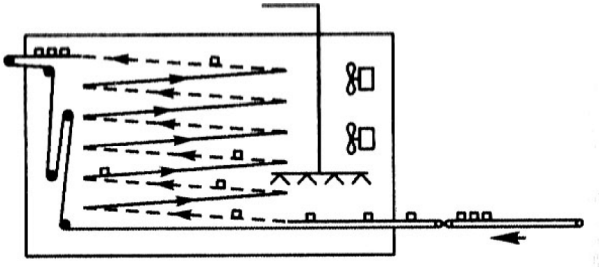


б

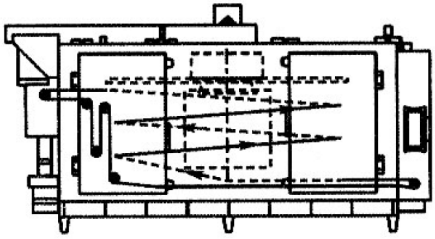
Рис. 3.3. Прямолинейный криогенный туннель:
а — общий вид; б — схема процесса заморозки

При увеличении объемов производственных партий, когда криогенные туннели становятся неприемлемыми из-за своей длины и необходимого для их размещения пространства, могут использоваться спиральные морозильные

установки большой мощности с круговым конвейером, обычно движущимся снизу вверх (рис. 3.4).



а (вид сбоку)



б (вид сверху)

Рис. 3.4. Спиральная морозильная установка

Криогенное вещество распыляется на продукт при входе, а также в замкнутое пространство морозильной камеры. Такое конструктивное решение позволяет замораживать поверхностный слой (корку) продукта, как только он попадет на спиральный конвейер (и тем самым минимизировать его дегидратацию), а затем продолжить замораживание в условиях «зимней бури» по мере движения продукта по камере.

Если намечается увеличение объема производства хлебобулочных изделий, то можно установить криогенный туннель перед морозильной спиральной установкой, и это будет наиболее дешевым решением проблемы увеличения производительности существующего морозильного оборудования (рис. 3.5).

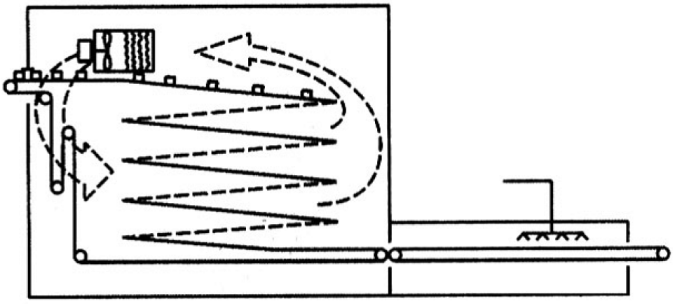


Рис. 3.5. Совместное использование криогенного и спирального замораживания

Криогенный туннель может использоваться для замораживания корки а перед его поступлением в спиральную морозильную камеру. Быстрое образование замороженного слоя существенно снижает дегидратацию продукта и повышает эффективность и производительность существующей спиральной морозильной системы.

Замороженное тесто должно храниться в холодильной камере при температуре минус 18–23 °С с минимальными колебаниями, чтобы предотвратить снижение устойчивости теста в результате образования кристаллов льда. Продолжительность хранения теста составляет от нескольких дней до нескольких месяцев в зависимости от качества сырья и соблюдения норм ведения производственного цикла (замеса, замораживания). При хранении в условиях холодного воздуха и низкой влажности возможна потеря воды в заготовках. Качество готовых изделий будет зависеть от правильно проведенного размораживания тестовых заготовок. Размораживание можно проводят различными способами. Наиболее распространенный — быстрое размораживание в расстойном шкафу. Слишком быстрое нагревание может привести к неравномерной активизации дрожжей на поверхности и в центре тестовых заготовок. Используют также размораживание при комнатной температуре с последующим брожением в расстойном шкафу. У этого способа есть недостаток — заветривание поверхности тестовых заготовок. Можно использовать специальный дефростер, запрограммированный на выполнение размораживания, а затем расстойки. На первой фазе размораживания используется температура около 0 °С для предотвращения конденсации влаги на заготовках, перегрева или усушки, а затем температуру повышают.

Тестовые полуфабрикаты после размораживания имеют более низкую температуру и влажность, чем у теста до замораживания, поэтому процесс их расстойки отличается от традиционного. Расстойка происходит при от-

носительной влажности воздуха 65–80 % и температуре 35–40 °С, при этом увеличивается ее продолжительность до 50–100 мин, что связано с качеством дрожжей.

Выпечку расстоявшихся тестовых заготовок проводят при температуре ниже обычной на 10–20 °С, но за более длительный промежуток времени. Готовые изделия должны удовлетворять требованиям нормативной документации.

Экспертизу качества проводят по ГОСТ Р 52697–2006 «Полуфабрикаты хлебобулочные замороженные и охлажденные. Общие технические условия» проводят по органолептическим и физико-химическим показателям. Органолептически оценивают внешний вид, включая форму, поверхность и цвет, консистенцию и запах. Тесто замороженное и охлажденное должно иметь шероховатую поверхность, цвет — в зависимости от вида используемой муки (из пшеничной — от светло-серого до светло-желтого, из ржаной или смеси ее с пшеничной — от светло-коричневого до коричневого); консистенция замороженного теста твердая, охлажденного — мягкая; запах — свойственный, без постороннего запаха. Тестовые заготовки должны иметь внешний вид, соответствующий хлебобулочному изделию конкретного наименования, со свойственным такому полуфабрикату запахом. Консистенция такая же, как у теста. Температура в центре хлебобулочных полуфабрикатов должна быть минус (4 ± 2) °С — для охлажденных, минус (18 ± 2) °С — для замороженных. Физико-химические показатели (влажность, кислотность, пористость, массовые доли сахара, жира, начинки, витаминов и минералов) определяют после выпечки изделий из этого теста или полуфабриката и они должны соответствовать конкретному наименованию выпеченных изделий. Пищевую ценность хлебобулочного полуфабриката конкретного наименования приводят в документе, в соответствии с которым он изготовлен. Показатели безопасности включают токсичные элементы, микотоксины, пестициды, радионуклиды, микробиологические показатели, не допускаются признаки плесени. В хлебобулочных изделиях, выпеченных из полуфабрикатов, не допускаются наличие посторонних включений и хруста от минеральной примеси, признаки болезней.

Хлебобулочные полуфабрикаты упаковывают в полимерные и другие влагонепроницаемые упаковочные материалы, а затем в ящики из гофрированного картона или лотки. Охлажденное тесто упаковывают в потребительскую тару таким образом, чтобы ее объем превышал объем теста в 1,5–2,5 раза. Замороженные тестовые заготовки могут быть упакованы в потребительскую тару по несколько штук. Допускается укладывать замороженные тесто, тестовые заготовки различной степени готовности и хлебобулочные изделия непосредственно в ящики из гофрированного картона и лотки, кото-

рые для уменьшения потерь влаги выстилаются внутри со всех сторон полимерной пленкой, пергаментом, подпергаментом или другими влагонепроницаемыми материалами таким образом, чтобы материал закрывал верхний ряд полуфабрикатов. В лотках полуфабрикаты укладывают в один ряд, а в ящиках из гофрированного картона — в несколько рядов, при этом перестилают ряды полуфабрикатов этими же материалами. Все виды упаковки должны обеспечивать сохранность качества хлебобулочных полуфабрикатов при их транспортировании и хранении.

На каждую единицу потребительской тары с хлебобулочными полуфабрикатами наносят следующую информацию: наименование полуфабриката; наименование и местонахождение предприятия-изготовителя; товарный знак при наличии; массу нетто и количество штук в упаковке; состав продукта, в том числе пищевые добавки и ароматизаторы; наличие генетически модифицированных источников (ГМИ); пищевую ценность, в том числе витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон для обогащенных полуфабрикатов; срок годности; дату изготовления и дату упаковывания (для замороженных хлебобулочных полуфабрикатов); час и дату изготовления (для охлажденных); условия хранения; информацию о недопустимости повторного замораживания; способ и условия изготовления готовых изделий; обозначение нормативного документа, в соответствии с которым изготовлен и может быть идентифицирован конкретный полуфабрикат; информацию о подтверждении соответствия. Для не упакованных в потребительскую тару полуфабрикатов такая информация должна быть предоставлена на листке-вкладыше. Транспортная тара дополнительно включает следующую информацию: число штук упаковочных единиц; номер партии и/или бригады, манипуляционные знаки «Ограничение температуры», «Беречь от влаги», «Хрупкое. Осторожно».

Хлебобулочные полуфабрикаты транспортируют в крытых транспортных средствах в соответствии с правилами перевозок скоропортящихся грузов, действующих на транспорте соответствующего вида. В процессе транспортирования должна быть обеспечена соответствующая температура — минус (4 ± 2) °С и минус (18 ± 2) °С, соответственно для охлажденных и замороженных полуфабрикатов.

Срок годности и условия хранения хлебобулочного полуфабриката конкретного наименования устанавливает изготовитель в зависимости от рецептуры, вида дрожжей и т. д. Охлажденные тестовые заготовки обычно хранят 24 часа при температуре минус (4 ± 2) °С; замороженные полуфабрикаты — 120 суток в морозильных камерах при температуре минус (18 ± 2) °С, а замороженные полуфабрикаты с начинкой — 60 суток при этой же температуре. Размороженные хлебобулочные полуфабрикаты не подлежат повторному замораживанию.

3.3. Замороженные овощи, плоды, ягоды. Влияние условий замораживания на качество готовой продукции

Цель быстрого замораживания — свести на нет или замедлить процессы, приводящие к ухудшению качества продуктов. Замена дефицитной стеклянной и жестяной тары более экономичными видами упаковки на основе полимерных материалов также важное преимущество консервирования холодом.

Быстрое замораживание плодов и овощей и их смесей при температуре от минус 25 °С до минус 35 °С — наиболее прогрессивный метод консервирования, при котором сохраняются практически все питательные вещества, но при этом подавляется жизнедеятельность разнообразной микрофлоры, ферментативные и другие процессы. Замораживание, независимо от характера обрабатываемого продукта, действует на эти процессы с определенной закономерностью.

Из физических процессов порчи к самым основным относятся процессы усушки продуктов или потери массы. Они вызывают не только количественные изменения (уменьшение массы), но и могут привести к ухудшению качества.

Низкие температуры значительно уменьшают степень усушки продуктов. Так, потеря массы при температуре 40 °С примерно в 100 раз больше, чем потеря массы при минус 20 °С.

Биохимические процессы порчи играют исключительно важную роль. Сюда относятся вызванные ферментами каталитические процессы распада, включая даже микробиологические процессы порчи. При высоких температурах химические изменения вещества проходят очень быстро, скорость реакций высока. При низких температурах эти изменения часто едва заметны. Понижение температуры приводит к замедлению химических реакций. Скорость наиболее простых (мономолекулярных, бимолекулярных) реакций при повышении температуры на 10 °С увеличивается в 2–3 раза и, соответственно, при понижении температуры на 10 °С уменьшается до половины или до одной трети.

Вымерзание воды из растительных клеток начинается при температуре их замерзания. По мере отбора тепла вымерзает все больше воды, а концентрация растворенных в клеточной влаге веществ увеличивается. После достижения определенной точки снижать температуру далее бесполезно, поскольку вода из клеток больше не вымерзает. Некоторое ее количество даже при очень низких температурах остается в жидкой фазе.

Замерзшие клетки содержат кристаллики льда различных размеров и незамерзшую воду в жидком агрегатном состоянии, т. е. определенный раствор. Наличие кристалликов различного размера связано с разницей скоростей за-

мерзания, находящихся на неодинаковой глубине от поверхности продуктов слоев клеток, содержащих воду. Эта гетерогенная система кристалликов разного размера слабоустойчива. Она постоянно изменяется в сторону уменьшения числа кристаллов льда и увеличения их объема. Этот процесс называется кристаллизацией. Он продолжается довольно длительное время, пока температура не достигнет минус 30 °С.

В настоящее время из применяемых в промышленных масштабах методов консервирования продуктов процессы холодильной обработки и замораживания с одной стороны вызывают более слабые изменения свойств продуктов, а с другой — обеспечивают достаточно долгую для практических целей сохраняемость пищевых продуктов.

Согласно исследованиям, в области температур ниже точки замерзания продолжительность хранения при уменьшении температуры увеличивается быстрее, чем в области температур выше точки замерзания. Таким образом, после перехода через точку замерзания не только уменьшается скорость биохимических реакций, но и вступает в силу новый фактор, влияющий на удлинение срока сохраняемости продуктов. Таким фактором является вымерзание находящейся в продуктах воды (рис. 3.6).

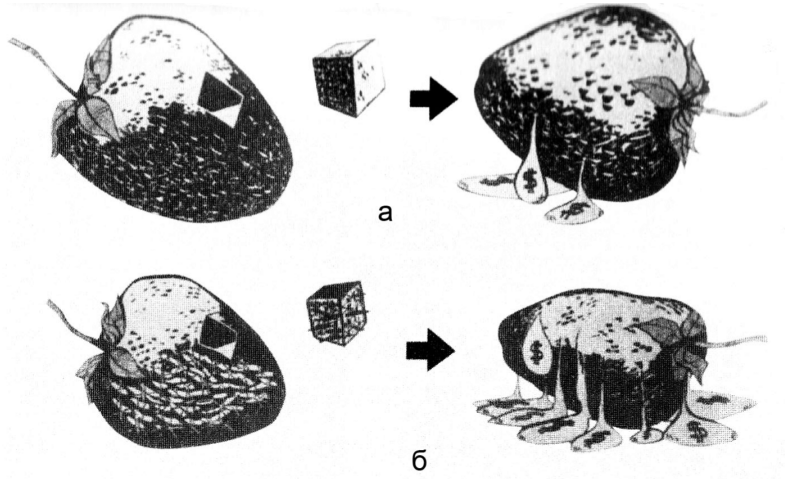


Рис. 3.6. Криогенное (*а*) и механическое (*б*) замораживание

Во время быстрого замораживания таких влагосодержащих веществ, как пищевые продукты, значительная часть воды становится льдом. Поэтому

применение низких температур в подобных процессах консервирования обязательно сопровождается явлением замерзания. Следует, однако, упомянуть, что есть и такие процессы, где применение низких температур не сопровождается вымерзанием влаги обрабатываемого продукта. Явление вымерзания удается исключить, когда точка замерзания продуктов сильно понижается с помощью введения в них каких-нибудь веществ, сахара или соли. Тогда температура хранения может быть ниже температуры замерзания.

Снижение температуры оказывает многостороннее и комплексное воздействие на биологические процессы. Применение низких температур приводит к приостановлению и замедлению биологических процессов.

Ориентировочная продолжительность замораживания некоторых овощей и фруктов зависит от скорости и температуры охлаждающего воздуха, размера продуктов и температуры охлаждающего воздуха.

Растительные продукты россыпью и фасованные в скороморозильных аппаратах непрерывного действия замораживают при температуре охлажденного воздуха минус (30 ± 5) °С до температуры в толще продукта минус 18 °С.

В камерных морозилках и скороморозильных аппаратах овощи и фрукты замораживают в упакованном виде или россыпью на противнях: мелкоплодные слоем толщиной не более 40 см (кроме малины), крупноплодные — в один или два слоя.

Малину, дыню кусочками или кубиками, некоторые виды овощей (шпинат, щавель, спаржу, зелень петрушки и сельдерея) перед замораживанием фасуют в мелкую потребительскую тару.

Подготовленные салаты, закуски, гарниры, овощные полуфабрикаты (пюреобразные и смеси овощей резаных) замораживают до температуры минус (30 ± 5) °С и фасуют блоками прямоугольной формы в потребительскую тару из полиэтиленовой пленки.

Замораживание полуфабрикатов из картофеля производят в потребительской таре в таких же скороморозильных аппаратах и морозильных камерах, что и овощи (фрукты). Время замораживания растительных продуктов в флюидизационных туннельных морозилках в плотном слое составляет от 12 мин для разных корнеплодов до 90 мин для кабачков и баклажанов. Время замораживания плодов и овощей в ленточных морозильных установках составляет на первой ленте 1–10 мин, на второй — 3,2–28,5 мин.

Для крупных партий продуктов, которые могут переворачиваться (голубика, земляника, нарезанные яблоки), лучше всего подходит ступенчатый криогенный туннель (рис. 3.7), который спроектирован так, что «замораживание поверхности продукта» происходит на коротком ленточном конвейере в начале туннеля, а затем изделия попадают на наклонные транспортеры, где они замораживаются до твердого состояния, но при этом изделия не слипа-

ются в блоки, то есть они замораживаются индивидуально (IQF-метод). Наклонные транспортеры движутся медленнее входного конвейера, и поэтому изделия нагромождаются друг на друга, переворачиваются, подставляя всю свою поверхность под воздействие очень низкой температуры.

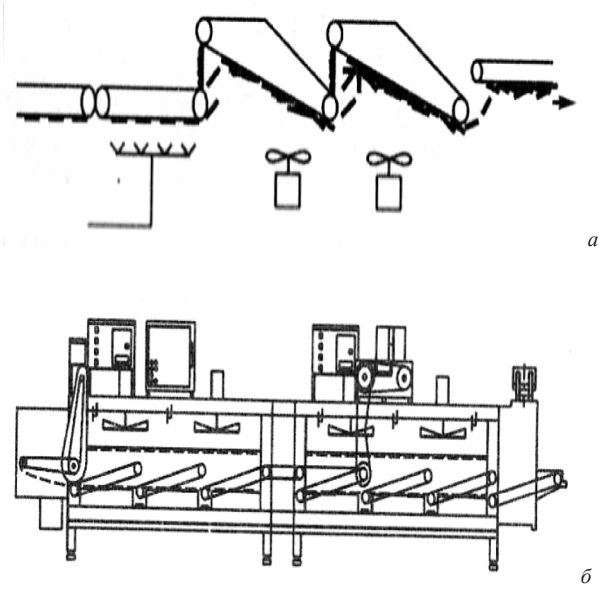


Рис. 3.7. Ступенчатый криогенный туннель:
а — вид сбоку; б — вид сверху

В криогенной морозильной установке, изображенной на рис. 3.8, продукты замораживаются погружением в жидкий азот. Эта конструкция, в которой в максимальной степени используется низкая температура жидкого азота (–195,5 °С), является самым быстрым способом промышленного замораживания пищевых продуктов. Длительность погружения регулируется, а окончательное замораживание, при необходимости, может происходить в последующем туннеле. Этот метод успешно используется для замораживания ягод и фруктов, нарезанных на кубики или ломтики, и т. д.

Качество замороженных плодов и овощей оценивают в соответствии с действующими стандартами по трем группам показателей: органолептические, физико-химические и микробиологические.

Определяющими органолептическими показателями являются внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция, размер, отсутствие посторонних примесей, повреждений, заболеваний.

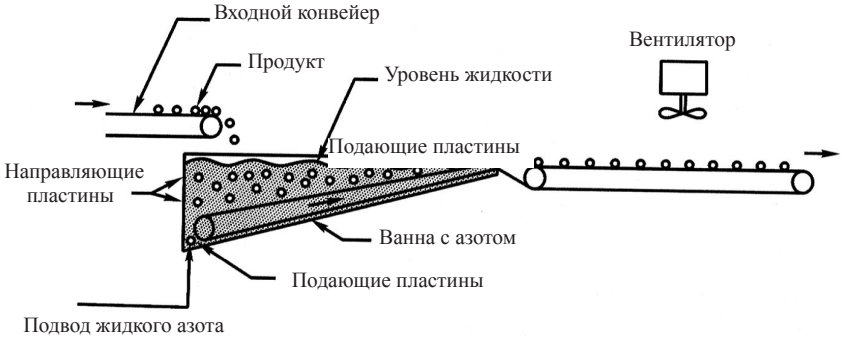


Рис. 3.8. Замораживание в жидком азоте

Микробиологические показатели характеризуют общее количество микроорганизмов, количество бактерий группы кишечной палочки, дрожжевых организмов и плесневых грибов.

Быстрозамороженные плоды и овощи на товарные сорта не делятся. При оценке качества выделяют следующие значительные дефекты: потемнение (у яблок, абрикосов, персиков); дряблая консистенция (у бобовых); горький вкус (у горошка); сухая жесткая консистенция; наличие минеральных и других посторонних примесей (чашелистиков, косточек, семян), посторонних вкусов и запахов; размораживание с повторным замораживанием продукции.

Глава 4. Высокотехнологичные производства вкусовых продуктов питания. Производство безалкогольного пива

Для получения безалкогольного пива, допустимая концентрация этанола в котором не превышает 0,5 %, используют физико-химические, технологические и биохимические методы.

4.1. Физико-химические методы

Из физико-химических методов в практике широко и эффективно применяют метод диализа, обратный осмос, вакуумную дистилляцию и упаривание. Диализ и обратный осмос относят к мембранным технологиям, при которых деалкоголизация пива осуществляется с помощью специальных селективных мембран. В состав мембран входят различные материалы — целлофан, каучук, полиэтилен, полистирол, целлюлоза и ее различные производные, из которых следует выделить ацетилцеллюлозу, пористое стекло и т. д. Из новых типов мембран в настоящее время применяют мембраны в виде полых волокон с внутренним диаметром 20–100 мкм и толщиной 10–50 мкм.

В России универсальные ацетатцеллюлозные мембраны выпускает фирма «Владипор», кроме того, пользуются спросом мембраны фирм «Миллипор» и «Амикон» (США).

Мембранные методы

Обратный осмос. Обратный осмос — это способ разделения растворов путем их фильтрования через полупроницаемые мембраны, пропускающие растворитель и задерживающие молекулы или ионы растворенных веществ.

При удалении этилового спирта с помощью обратного осмоса пиво под давлением перекачивается через полупроницаемую мембрану, в состав которой входят тонковолокнистые материалы с очень маленькими порами. В результате вода и спирт проходят через мембрану, а экстрактивные вещества остаются в пиве. При этом их концентрация вследствие удаления воды резко повышается, в связи с чем в пиво необходимо постоянно подавать деминерализованную и деаэрированную воду. В процессе фильтрования и добавления воды в пиве практически не остается диоксида углерода, поэтому по достижении требуемой концентрации этанола его карбонизируют (рис. 4.1).

Мембрана в модуле установлена тангенциально к направлению потока. Мембранная поверхность постоянно промывается от экстрактивных веществ, прежде всего от глюканов, благодаря возникающим касательным напряжениям.

Вода и этанол проходят сквозь мембрану, несмотря на естественное осмотическое давление, а все большие молекулы остаются в пиве.

Такой способ фильтрования называется фильтрованием в поперечных потоках. В процессе деалкоголизации пива с помощью метода обратного осмоса различают три фазы: концентрирование, диафильтрацию, восполнение.

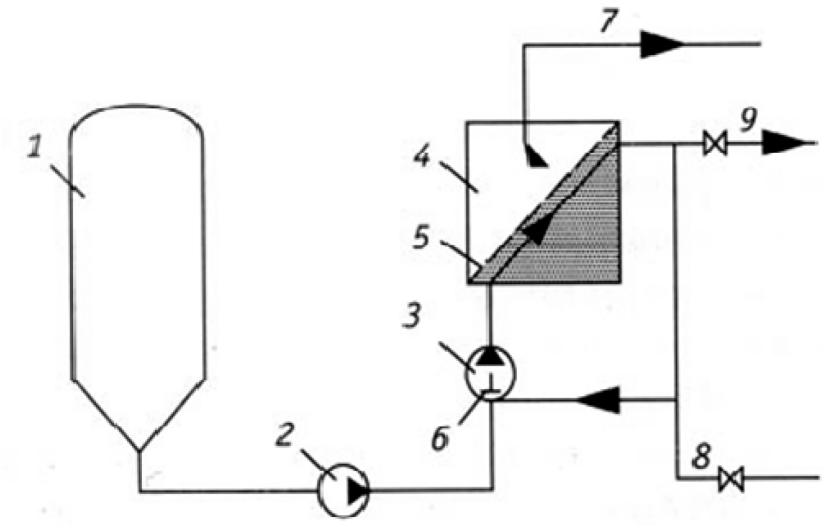


Рис. 4.1. Установка обратного осмоса

Отфильтрованное пиво из буферного танка *1* с помощью насоса *2* перекачивается в систему, состоящую из насоса высокого давления *3*, обратного клапана *6* и разделительного модуля *4*. В разделительном модуле насосом *3* создается давление до 40 бар, и порциями или непрерывно пиво перекачивается сквозь разделительный модуль *4*. Разделительный модуль представляет собой фильтровальный аппарат, в котором фильтрующей перегородкой служит полупроницаемая мембрана из хлопковой целлюлозы или ацетатцеллюлозы *5*. Ушедшая сквозь мембрану водно-спиртовая смесь называется фильтратом *7*. Поскольку вода непрерывно уходит, постоянно добавляется деминерализованная и деаэрированная вода *8*. Благодаря этому содержание этанола заметно уменьшается. Готовое безалкогольное пиво из установки выходит по линии *9*.

Диализ. При диализе алкоголь проходит через мембраны не под влиянием давления, а благодаря разнице концентраций спирта между пивом на одной стороне мембраны и диализатом — на другой. Суть диализа заключается в том, что по обеим сторонам мембраны находятся разные растворы (например, с одной стороны пиво, с другой — вода); в результате начинается процесс диффузии, который заканчивается при достижении равновесной концентрации спирта с обеих сторон мембраны. После вымывания спирта несущая жидкость (диализат) поступает в систему упрощенного упаривания, освобождается от спирта и через рекуперативный теплообменник снова поступает в мембрану.

При удалении алкоголя данным методом с одной стороны мембраны подается пиво, охлажденное до 10 °С, при нормальной скорости потока и нормальном давлении. С другой стороны мембраны идет поток несущей жидкости, диализата, вымывающего алкоголь из пива через мембрану и направляющего его на дальнейшую переработку (рис. 4.2, 4.3). На процесс удаления алкоголя не влияют ни давление, ни температура. Значение имеет только разность концентраций по обе стороны мембраны.

В таких специальных приемах, как вымывание при обратном осмосе, нет необходимости. При продолжительности контакта всего лишь в течение 13 с процесс удаления алкоголя из пива завершается.

При диализе используют мембраны в виде полых волокон с очень малой толщиной стенок. Полые волокна имеют диаметр, равный 50–200 мкм. В одном модуле расположено несколько тысяч связанных друг с другом микропористых мембран, закрытых с обоих концов. Пиво равномерно продавливается сквозь них, в то время как диализат обтекает полые волокна в обратном направлении; при этом все растворенные вещества, находящиеся по обе стороны мембраны, стремятся достичь равновесия друг с другом. Это означает, что этанол из пива будет переходить в диализат до тех пор, пока с обеих сторон не будет достигнута одинаковая концентрация спирта. Переход алкоголя

в диализат осуществляется за счет разности концентраций. Диализат протекает через модули с большей скоростью и меньшим давлением, чем пиво. Количественное соотношение пива и диализата 1 : 5. Согласно технологии, пиво, подлежащее деалкоголизации, перед входом в модули заранее фильтруется и, переходя через модули, частично или полностью освобождается от спирта. После выхода из модуля пиво охлаждается, карбонизируется и направляется в форфас.

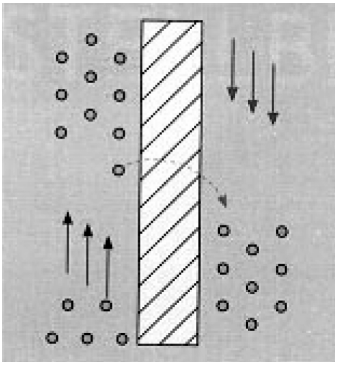


Рис. 4.2. Процесс удаления алкоголя методом диализа

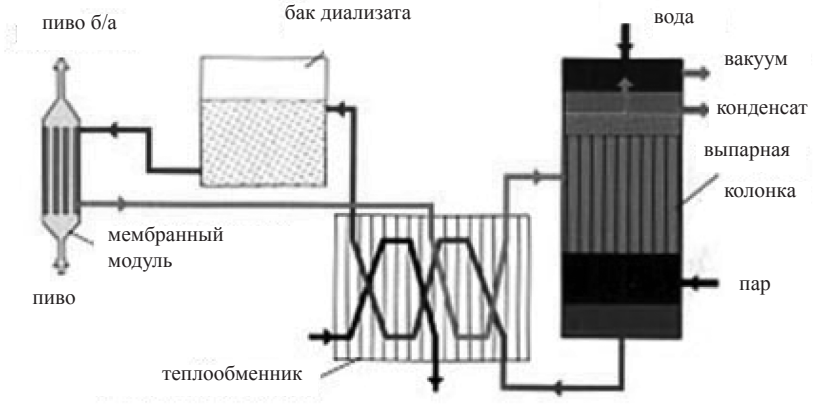


Рис. 4.3. Установка диализа

Диализат из модуля поступает в регенерационный теплообменник предварительного нагрева, нагревается за счет теплоты диализата, возвращающегося из колонны. После теплообменника обогащенный спиртом диализат поступает в кожухотрубный теплообменник для нагрева до технологической температуры. Подогретый диализат попадает в колонну, где он распыляется на элементы насадки с помощью специального распылительного устройства. Распыляемый сверху диализат подвергается термической деалкоголизации посредством поднимающегося снизу пара из парогенератора.

Деалкоголизированный диализат собирается в нижней части колонны, из которой насосом перекачивается в регенерационный теплообменник. После предварительного охлаждения диализат поступает в охладитель, где охлаждается до технологической температуры, после чего поступает в накопительный бак диализата.

Как во время диализа, так и при использовании технологии обратного осмоса одновременно с удалением этанола пиво разбавляется водой и теряется некоторая часть летучих компонентов, в особенности эфиров и высших спиртов. При этом потери эфиров могут достигать 65 %. Существует целый ряд способов, позволяющих сохранить органолептические свойства пива, например, только часть пива подвергается деалкоголизации, а затем это пиво смешивают с исходным продуктом.

Чтобы избежать вымывания с несущей жидкостью алкоголя и других компонентов пива, разработаны диализные установки, где в качестве несущей жидкости используется такое же пиво, из которого необходимо удалить алкоголь. Небольшое избыточное давление со стороны пива препятствует переходу в него термических побочных продуктов, отвечающих за так называемый «вареный вкус» пива.

Термический способ удаления спирта. Вакуумная дистилляция

Помимо мембранных технологий используют также термические методы деалкоголизации пива, например, перегонку.

Перегонкой можно разделить смеси, компоненты которых при одном и том же давлении имеют различные температуры кипения. В результате смесь разделяется на легколетучие и труднолетучие вещества. Перегонка этанола из пива при атмосферном давлении приводит к значительному ухудшению его вкусовых качеств, так как процесс идет при высоких температурах. Исходя из этого, деалкоголизацию пива термическими методами необходимо осуществлять под вакуумом, т. е. в разреженном пространстве при абсолютном давлении 0,04–0,2 бар, благодаря чему процесс может протекать при тем-

пературах 30–55 °С. При этом вкусовые качества полученного пива зависят от температуры и длительности теплообработки. Температура и длительность процесса обратно пропорциональны друг другу. Метод вакуумной перегонки, приведен на рис. 4.4.

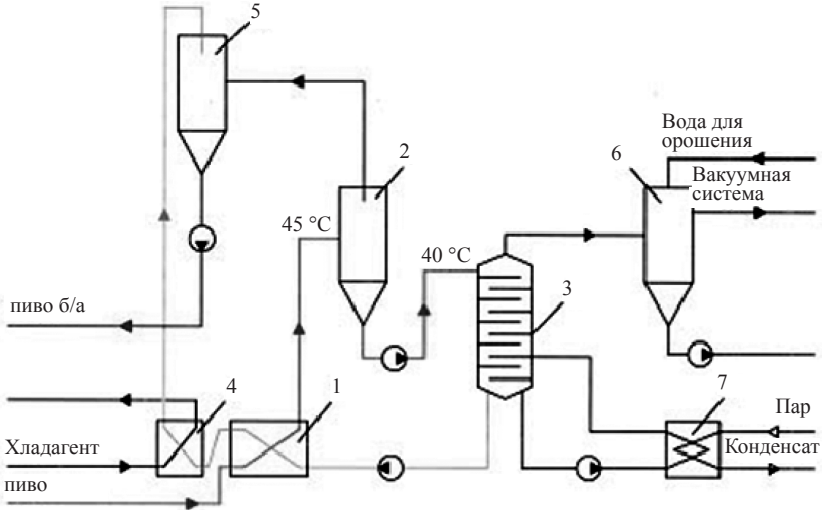


Рис. 4.4. Вакуумная перегонная установка

В этой установке подлежащее деалкоголизации пиво нагревается в пластинчатом теплообменнике 1 до 45 °С и направляется в эпюрационную колонну 2, при входе в которую давление пива падает. При этом из пива испаряются легколетучие ароматические компоненты, которые позднее вновь добавляются к пиву в рекомбинационной емкости 5. В вакуумной спиртовой колонне 3 при температуре 55 °С (горячая вода для нагревания пива поступаеи из теплообменника 7) пиво освобождается от спирта, который осаждается в оросительном конденсаторе 6. Безалкогольное пиво охлаждается до температуры 4 °С на регенерационном теплообменнике 1, а затем до температуры (0–1 °С) в 4 и поступает в рекомбинационную емкость 5, где вновь смешивается с легколетучими ароматическими веществами. С целью достижения одинаковых качественных показателей у всех партий пива, содержание этанола снижают до 0,3 %, а потом увеличивают эту концентрацию до 0.5 % путем добавления пива на стадии завитков, молодого пива или готового к розливу пива. Таким образом, ароматические вещества вновь попадают в пиво и отчасти выравнивают вкус.

Во всех методах термического удаления этилового спирта применяют вакуумно-перегонные аппараты с различными конструктивными особенностями теплопередачи. Для вакуумной перегонки используют: вакуумные перегоночные установки; выпарные аппараты с нисходящим движением жидкости; многоступенчатые перегоночные колонны; трехступенчатые пластинчатые испарители; центробежные испарители.

С целью достижения одинаковых качественных показателей у всех партий пива, содержание этанола снижают до 0,3 %, а потом увеличивают эту концентрацию до 0,5 % путем добавления пива на стадии завитков, молодого пива или готового к розливу пива. Таким образом, ароматические вещества вновь попадают в пиво и отчасти выравнивают вкус.

4.2. Технологические способы подавления образования спирта

Другая возможность приготовления безалкогольного пива состоит в том, чтобы не проводить спиртовое брожение вообще или прерывать его тогда, когда концентрация спирта еще низка. При этом напиток имеет сладковато-бумажный привкус вследствие высокого содержания несброженных углеводов сусла.

К способам подавления образования этанола относят:

- применение иммобилизованных дрожжей;
- сбраживание сусла специальными штаммами дрожжей;
- прерывание брожения при концентрации этанола ниже 0,5 %;
- метод контакта дрожжей с суслом при низких температурах.

Сусло и пиво — совершенно разные по своему химическому составу продукты. И для того чтобы получить пиво со степенью сбраживания 10–20%, похожее на классическое пиво, надо регулировать химический состав сусла при затирании и создавать оптимальные условия при брожении для образования максимального количества вторичных продуктов метаболизма дрожжей.

Затирание. Количество и качество экстракта, получаемого при переработке одного и того же вида сырья, можно регулировать в определенных пределах путем изменения условий затирания. На качество экстракта в значительной степени влияют температура, концентрация и величина pH затора.

При выборе способа получения пивного сусла следует регулировать содержание сбраживаемых углеводов, определяющих конечную степень сбраживания, регулировать отношение сбраживаемых углеводов к несбраживаемым, обеспечить достаточно высокий уровень среднемолекулярных и высокомолекулярных белков для достижения полноты вкуса и пеностойкости пива.

Также важны начальная концентрация сусла, степень и способ охмеления, длительность кипячения.

Брожение. При проведении процесса брожения следует обратить внимание на характеристику штамма дрожжей. Во время брожения в процессе метаболизма дрожжей возникают побочные продукты, многие из которых претерпевают дальнейшие изменения. Эти побочные продукты брожения наряду с составными частями хмеля в значительной мере определяют вкус и аромат пива.

Во время процесса брожения можно регулировать количественное соотношение вторичных метаболитов дрожжей, которые играют ключевую роль в формировании вкуса и аромата пива.

Факторы, которые подвергаются регулированию: состав и концентрация среды, интенсивность аэрации пивного сусла, температура, величина pH, норма введения дрожжей, давление.

Состав и концентрация среды. Дрожжи развиваются в пивном сусле, и их жизнедеятельность во многом определяется его составом, от которого зависят скорость размножения дрожжей и количество образующейся биомассы. Как состав (углеродный и азотистый), так и начальная массовая доля сухих веществ в сусле будут влиять на формирование вкуса пива во время брожения. Высокий уровень свободного аминного азота (более 180 мг/дм^3 сусла с массовой долей сухих веществ 12 %) в сусле стимулирует рост дрожжей, в результате чего будет образовываться больше эфиров и высших спиртов.

Аэрация. При нормальных условиях брожения пивного сусла 98 % сбраживаемых углеводов расходуется на брожение и только 2 % — на дыхание. Путем аэрации сусла можно изменить соотношение углеводов, расходуемых на брожение и на дыхание (эффект Пастера).

Кислород стимулирует рост и жизнеспособность дрожжей, в то же время его излишнее количество приводит к увеличению окислительно-восстановительного потенциала, чрезмерному накоплению биомассы дрожжей, повышенному образованию вторичных продуктов метаболизма дрожжей: кислот, высших спиртов, альдегидов и др., которые при приготовлении безалкогольного пива технологическими методами служат положительными факторами.

Температура. Температура — один из доступных способов регуляции метаболизма дрожжей. Она влияет на скорость клеточных реакций, природу метаболизма, пищевые потребности и состав биомассы, а также на синтез вторичных метаболитов, что особенно важно для сенсорного профиля пива.

При повышенной температуре возрастает концентрация ацетальдегида, который является промежуточным продуктом в процессе спиртового брожения и придает пиву привкус недозревшего яблока (вкус зеленого яблока). Пониженная температура плохо влияет на образование компонентов вкуса

и аромата готового пива, в частности, на синтез высших спиртов, содержание которых не должно превышать 100 мг/дм^3.

При низких температурах уменьшается образование эфиров, которые являются важнейшими компонентами готового пива, но при длительном дображивании может произойти увеличение эфиров в два раза.

Величина pH. Как и температура, она влияет на метаболизм дрожжей, что отражается на выходе биомассы, скорости роста клеток и синтезе вторичных метаболитов. Значение величины pH оказывает влияние на природу конечного продукта сбраживания сахаров. При производстве пива величина pH во время брожения значительно падает: с 5,0–5,2 единиц в сусле до 4,2–4,4 в готовом пиве.

Концентрации дрожжей в начале брожения. При получении классических сортов пива расход посевного материала составляет 1–2 млн клеток на каждый процент сухих веществ пивного сусла. Например, при сбраживании сусла с массовой долей сухих веществ 11 % вносятся дрожжи из расчета 10–20 млн клеток на 1 см^3 сусла. Увеличение нормы введения дрожжей вдвое приводит к снижению интенсивности размножения дрожжей, что влечет за собой уменьшение содержания высших спиртов и изоамилацетата в пиве, повышению содержания этилацетата и появлению сернистых ароматов в напитке.

Давление. Давление в танке во время брожения повышает содержание растворенной углекислоты в пиве. Высокое содержание CO_2, в частности, соответствующее давлению в бродильном аппарате более 0,5 атм, подавляет рост дрожжей и тормозит процесс брожения. В результате ингибирующего действия диоксида углерода во время брожения повышается содержание диацетила и ацетальдегида, при этом снижается содержание высших спиртов и эфиров в пиве.

4.3. Технологии безалкогольного пива

Сбраживание сусла иммобилизованными дрожжами

Один из технологических методов подавления образования этилового спирта — использование иммобилизованных дрожжей. Под иммобилизацией дрожжей понимают закрепление дрожжей на каком-либо носителе, что дает возможность контролировать ферментативную активность дрожжей и тем самым регулировать синтез побочных продуктов брожения, в частности, карбонильных соединений, которые служат причиной появления запаха и вкуса сусла. Например, снижается количество альдегидов, определяющих аромат сусла, в результате его быстрого контакта с большим количеством иммобили-

зованных дрожжей при низких температурах без нежелательного роста дрожжей и образования этанола.

Технология производства безалкогольного пива с помощью иммобилизованных дрожжей предполагает фильтрование пивного сусла, охлаждение его с последующей подачей на специальные модули. Температура сусла на входе в модуль обычно составляет 1–4 °С: при такой температуре спиртовое брожение под воздействием дрожжей существенно замедляется, однако восстановительные ферментные системы в дрожжевых клетках сохраняют свою активность, поэтому частично восстанавливаются карбонильные соединения и продукт приобретает пивной аромат. Содержание спирта в готовом продукте обычно находится на уровне 0,05 %.

Сбраживание сусла дрожжами Saccharomycodes ludwigii

Известны способы получения безалкогольного пива с помощью дрожжей Saccharomycodes ludwigii, которые сбраживают фруктозу и глюкозу, но не метаболизируют мальтозу. Такое пиво содержит много углеводов и имеет сладкий вкус.

При приготовлении безалкогольного пива кроме Saccharomycodes lubwigii также можно использовать дрожжи Saccharomycodes cerevisiae с дефектом в синтезе ферментов цикла трикарбоновых кислот (ЦТК).

Прерывание брожения при концентрации этанола в пиве ниже 0,5 %

1. Для получения пива используют сусло с массовой долей сухих веществ 9–11 %. Процесс заканчивают по достижении содержания этанола 0,5 %, что соответствует значению показателя видимой степени сбраживания около 10%.

2. Общую низкую степень сбраживания можно достигнуть методом затирания со скачкообразным нагреванием затора, добавлением к затору пивной дробины в качестве вкусового компонента.

В последнем случае 15%-ный затор затирается в течение 60 или 80 мин при температуре 40 °С. Затем он перекачивается к кипевшей в течение 30 мин отварке из дробины, так что температура всего затора повышается до 72 °С. После 30–45 мин осахаривания затор нагревают до температуры 76 °С и перекачивают на фильтрование.

3. Брожение проводится при температуре ниже 8 °С до достижения концентрации этилового спирта менее 0,5 % и прерывается путем отделения

дрожжей центрифугированием, фильтрования, пастеризации в потоке. После этого пиво в течение 10 дней и более выдерживается при температуре 0–1 °С во избежание появления неприятного сернистого привкуса, а затем фильтруется, карбонизируется, стабилизируется и стерилизуется.

Метод контакта дрожжей с суслом при низких температурах

При данном методе сусло при температуре 2 °С тщательно перемешивается с пивными дрожжами. В таких условиях дрожжи практически не образуют спирта, но протекающие в них жизненные процессы приводят к появлению пивного аромата и исчезновению вкуса сусла. К таким процессам относят поглощение определенных органических кислот, адсорбцию ароматических веществ хмеля и образование эфиров. При этом уменьшается количество карбонильных соединений, которые определяют сусловой привкус.

Технология безалкогольного пива «Пивко»

Безалкогольное пиво «Пивко» характеризуется массовой долей сухих веществ в начальном сусле (экстрактивностью) 4,0 % и содержанием этанола менее 0,8 %.

Способ заключается в приготовлении затора, отборе из него во время фильтрации первого сусла, его кипячении в течение 30–60 мин, разбавлении водой при температуре 78–100 °С до массовой доли сухих веществ 3,7–3,8 %, добавлении лимонной кислоты в определенном количестве для компенсации щелочности и для придания полноты вкуса суслу и пиву. Далее приготовленное таким образом сусло кипятят с хмелем в течение 1,5–2 ч. Охмеленное сусло после отделения хмеля, осветления и охлаждения поступает на брожение. При снижении видимого экстракта до 3,4–3,7 % молодое пиво передают на дображивание при температуре 2–3 °С. После дображивания пиво обрабатывается обычным способом.

Технология безалкогольного пива с помощью культивирования дрожжей с притоком сусла

Данная технология безалкогольного пива предусматривает приготовление затора, его фильтрацию, кипячение сусла, разделение его на две части, введение в одну из них хмеля, осветление смеси, охлаждение и карбонизацию пива. Для повышения органолептических свойств готового пива при разделе-

нии сусла после его фильтрации отбирают первое сусло из расчета содержания сбраживаемых углеводов в смеси 1 % и вводят в эту часть сусла хмель в количестве 10–15 % от общего расхода, а вторую часть сусла охлаждают до 26–28 °С, вносят в нее пивоваренные дрожжи и культивируют их с притоком сусла и аэрацией до полного исчезновения сбраживаемых углеводов. После смешивания обеих частей в смесь добавляют оставшееся количество хмеля и подвергают ее кипячению с последующим отделением хмеля от сусла, а карбонизацию пива осуществляют путем введения в охлажденное сусло жидких пивоваренных дрожжей и выдержки в их присутствии. После карбонизации пиво фильтруют.

Глава 5. Высокотехнологичные производства молочных продуктов и пищевых жиров

5.1. Основы мембранного разделения

В молочной промышленности мембранная технология главным образом ассоциируется со следующими технологическими процессами (рис. 5.1):

- Обратный осмос (ОО):
  - концентрирование растворов посредством удаления воды.
- Нанофильтрация (НФ):
  - концентрация органических компонентов посредством удаления части моновалентных ионов, например, натрия и хлора (частичная деминерализация).
- Ультрафильтрация (УФ):
  - концентрация крупных молекул и макромолекул.
- Микрофильтрация (МФ):
  - удаление бактерий разделением макромолекул.

Во всех вышеназванных методах используется поперечная мембранная фильтрация потока, при которой загружаемый раствор пропускается сквозь мембрану под давлением. Раствор проходит через мембрану, а твердая фракция (ретентат) задерживается, в то время как фильтрат (пермеат) удаляется. Мембраны классифицируются по предельному молекулярному весу пропускаемого вещества, то есть по молекулярному весу самой маленькой молекулы, которая не проникнет сквозь мембрану. Однако подбор мембраны осуществляется не только на основе этой ее характеристики.

Здесь следует отметить, что традиционная (общепринятая) фильтрация используется, как правило, для отделения взвешенных частиц крупнее 10 мкм, в то время как мембранная фильтрация отделяет частицы молекулярных размеров — меньше 10–4 мкм. Методы мембранного разделения в молочной промышленности предназначены для выполнения различных задач:

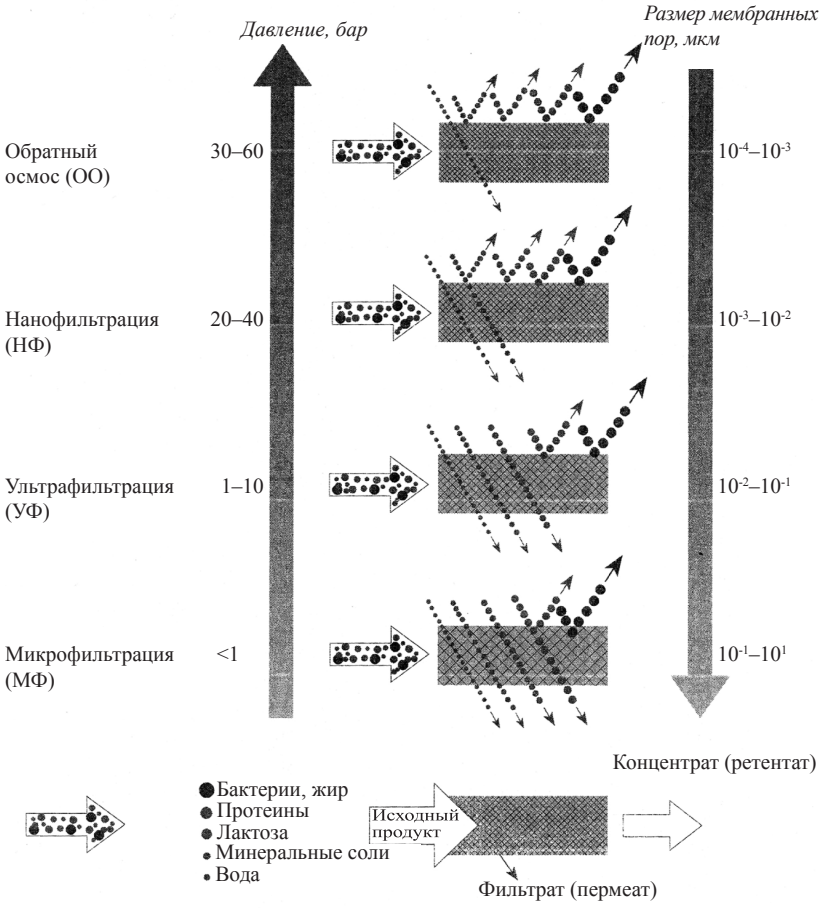


Рис. 5.1. Принципы мембранной фильтрации

- ОО — применяется для дегидратации сыворотки, фильтрата УФ и конденсата УФ;
- НФ — применяется, когда требуется частичное обессоливание сыворотки, фильтрата УФ или концентрата УФ;
- УФ — обычно применяется для концентрации молочных протеинов в молоке и сыворотке и для нормализации по содержанию белка при производстве сыров, йогуртов и некоторых других продуктов;

– МФ — в основном применяется для уменьшения количества бактерий в обезжиренном молоке, сыворотке и рассоле, а также для обезжиривания сыворотки, предназначенной для приготовления концентрата сывороточного белка (КСБ) и для фракционирования белков.

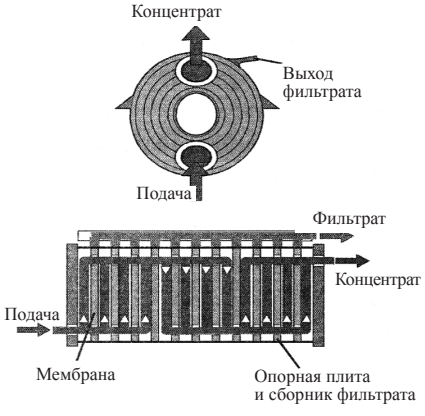
Фильтрационные модули, применяемые при мембранной фильтрации, могут различаться по конструкции, а именно:

Конструкция	Типичное применение
Пластинчато-рамная	УФ, ОО
Спиральная	ОО, НФ, УФ
Трубчатая, основанная на полимерах	УФ, ОО
Трубчатая, основанная на керамике	МФ, УФ
Полое волокно	УФ

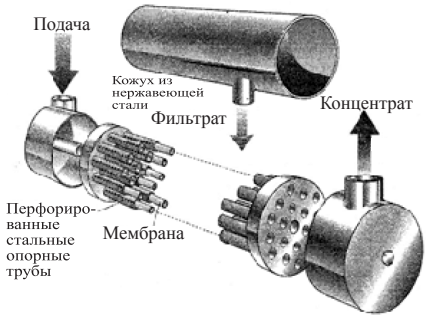
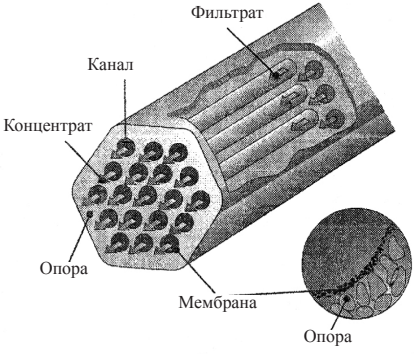
В табл. 5.1 приведено описание и конструкция фильтрационных модулей, применяемых в молочной промышленности.

Таблица 5.1

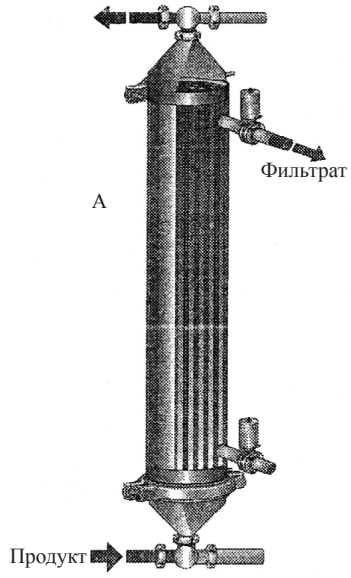
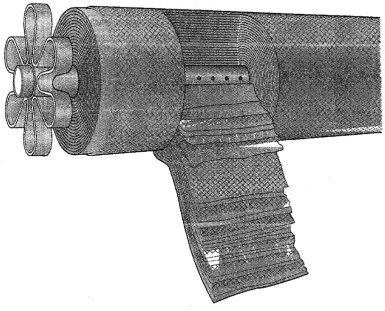
Фильтрационные модули, применяемые при мембранной фильтрации

Описание	Изображение
Пластинчато-рамная конструкция	
Эти системы состоят из мембран, закрепленных между пластинами, собранными в пакеты, подобно тому, как это сделано в обычных теплообменниках пластинчатого типа. Загружаемый материал прогоняется через очень узкие каналы, которые могут быть организованы под параллельные потоки или под перемежающиеся параллельные и последовательные потоки. Обычно мембраны изготавливают из полимеров	

Продолжение таблицы 5.1

Трубчатая конструкция, основанная на полимерах	
В молочной промышленности чаще всего применяется система, разработанная компанией Paterson and Candy International Ltd. (PCI). В модуль входят перфорированные трубы размером 18 × 12,5 мм. Все 18 труб последовательно соединены и заключены в общий корпус. Внутри каждой перфорированной трубы, выполненной из нержавеющей стали, находится сменная трубчатая вставка-мембрана. Модуль может быть легко переоборудован для работы в режиме ОО из режима УФ	
Трубчатая конструкция, основанная на керамике	
Фильтрующий элемент изготовлен из керамического материала французской фирмой SCT (Société des Céramiques Techniques/Ceraver). Большая часть подаваемого в систему продукта (около 95%) проникает через мембрану как фильтрат, и является обезжиренным молоком освобожденным от большей части бактерий. А оставшийся ретентат (5%) — это «насыщенное» бактериями обезжиренное молоко	

Продолжение таблицы 5.1

Конструкция с полым волокном	
Модули полого волокна представляют собой патроны, содержащие пучки элементов из полого волокна — от 45 до 3000 шт. в каждом патроне. Волокна уложены параллельно друг другу, их концы зафиксированы в полимерном материале и помещены в сборную трубу для фильтрата, изготовленную из эпоксидной смолы. Внутренний диаметр мембраны может быть от 0,5 до 2,7 мм, а активная поверхность мембраны находится на внутренней стороне полого волокна. Наружная сторона полого волокна, в отличие от внутренней, имеет грубую структуру и служит в качестве опоры. Поток обрабатываемой жидкости движется внутри этих волокон, а фильтрат собирается снаружи и удаляется через верхний отдел трубы. Материал мембраны: полимеры	 Циркуляция концентрата
Спиральная система	
Спиральный элемент состоит из одного или более мембранных «конвертов», в каждый из которых входят два слоя мембраны, разделенных пористым материалом, способным пропускать фильтрат. Этот материал, являющийся прокладкой канала фильтрата, позволяет свободно течь фильтрату, просочившемуся сквозь мембрану. Спиральные мембраны оборудованы противосдвиговым устройством, расположенным между нижними концами элементов мембраны с целью не допустить выскальзывания слоев под воздействием напора обрабатываемой жидкости	

На рис. 5.2 и 5.3 показаны схемы конструкций установок, работающих в непрерывном цикле. Конструкции спирального типа, показанные на рис. 23, предназначены для функционирования в режимах ОО, НФ и УФ. Они оснащены полимерными мембранами с порами различного размера.

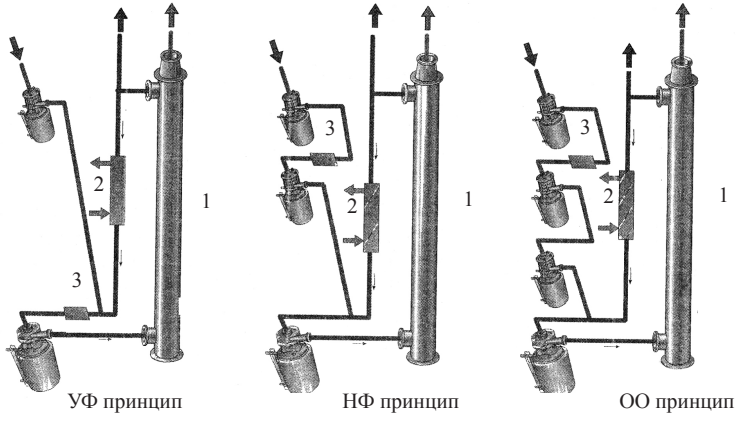


Рис. 5.2. Принципиальные схемы различных фильтрующих контуров:
1 — мембрана; 2 — охладитель; 3 — фильтр

Установка, показанная на рис. 24, оснащена керамическими мембранами и предназначена для микрофильтрации.

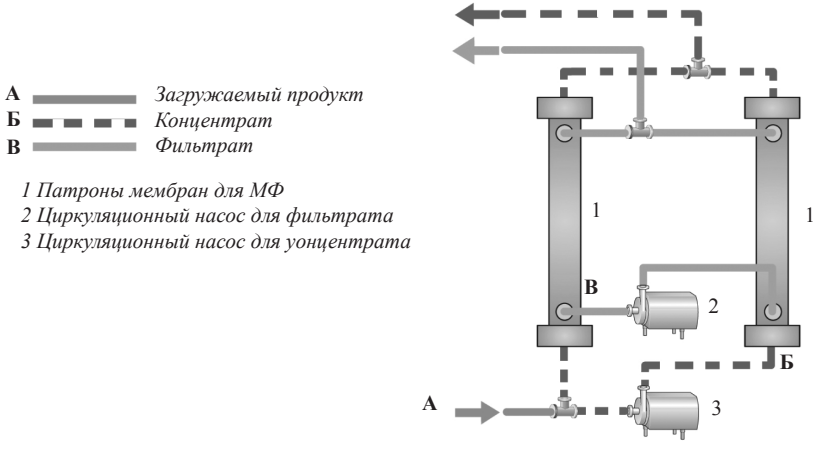


Рис. 5.3. Принципиальная схема устройства контура для микрофильтрации

Поскольку мембраны, предназначенные для обратного осмоса, гораздо менее проницаемы, чем мембраны двух других систем, установки, которыми они оборудованы, требуют более высокого давления на входе. Оно обеспечивается тремя последовательно установленными пищевыми нагнетающими насосами центробежного типа и одним центробежным циркуляционным насосом.

5.2. Мембранная стерилизация молока

Сезонные изменения бактериальной загрязненности молока в совокупности с усилением требований к его транспортировке и срокам хранения ставят задачу создания новых технологий производства.

Традиционная тепловая обработка характеризуется существенными недостатками: крайне малый срок хранения — максимум 8 дней в случае низкотемпературной обработки; потеря функциональных, питательных и вкусовых свойств при высокотемпературной обработке, обеспечивающей длительный срок хранения. Новая технология должна удалять бактерии независимо от их свойств и концентрации, существенно увеличивать срок хранения, не оказывая отрицательного влияния на вкус и функциональные свойства продукта. Существует три направления для достижения этих целей. При этом каждая из технологий завершается асептическим розливом.

1. Стерилизация методом UHT полностью удаляет споры. Однако вкус молока и качество производимых из него продуктов ухудшаются.

2. Бактофугирование молока. При одно- или двукратном бактофугировании можно удалить до 95 % бактерий и спор, что снижает риск возникновения пороков, но не предотвращает его полностью. Бактофугированное молоко отличается хорошими вкусовыми качествами, но срок его хранения увеличивается всего лишь на несколько дней.

3. Мембранная стерилизация молока в сочетании с требуемой законодательством пастеризацией обеспечивает срок хранения 21 день без изменения вкуса, состава и функциональных свойств. Мембранная стерилизация молока удаляет бактерии с помощью селективно проницаемых мембран, не влияя на состав молока. При этом количество бактерий и спор сокращается на 99,5 %, а в сочетании с «легкой» пастеризацией — более чем на 99,99 %. В результате покупатель приобретает молоко длительного хранения, в котором при сохранении вкуса и функциональных свойств содержится меньше бактерий по сравнению с обычным пастеризованным молоком, и исключена опасность вторичного обсеменения после пастеризации. Риск появления поздних пороков, а значит и потерь молока, полностью исключен.

При мембранной стерилизации исходное молоко разделяется на две фракции: фильтрат (пермеат) — стерилизованное обезжиренное молоко и концентрат (ретентат) — часть молока, содержащая бактерии. Пермеат проходит через мембрану и, таким образом, является обеззараженным продуктом. На одноступенчатой установке количество пермеата составляет приблизительно 95 % входящего потока. На многоступенчатых установках количество пермеата можно довести до 99,5 % от объема входящего обезжиренного молока. Ретентат или добавляется в сливки, идущие на нормализацию, с последующей термообработкой перед смешиванием со стерилизованным обезжиренным молоком, или перерабатывается отдельно.

ООО «Фильтропор Групп» и ООО «Славутич» разработали комплексные установки для мембранной стерилизации молока: «Установки мембранные (микрофильтрационные) ВОДОПАД МКТ». Существует два варианта мембранной стерилизации молока. Схема производства стерилизованного обезжиренного молока по первому варианту приведена на рис. 5.4.

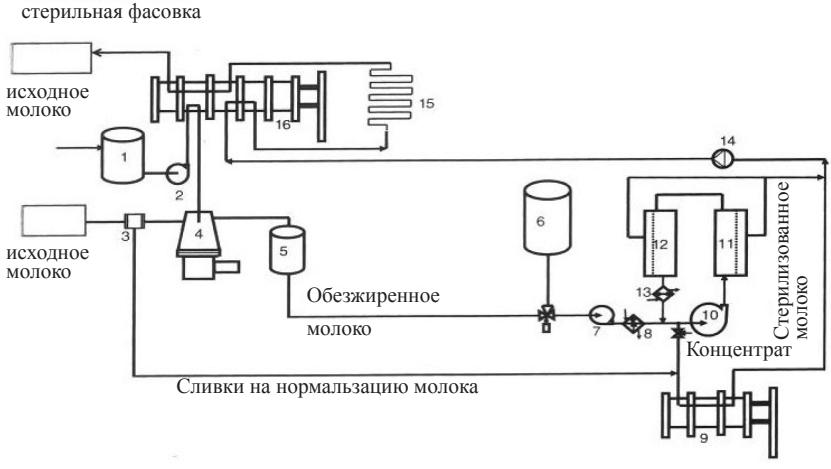


Рис. 5.4. Схема производства стерилизованного обезжиренного молока по первому варианту

Исходное сырое молоко поступает в балансировочный бачок *1*, из которого насосом *2* подается в секцию пластинчатого теплообменника *16*,

в ней нагревается и поступает в сепаратор *4*, в котором разделяется на сливки и обезжиренное молоко. Сливки поступают в разделитель *3*, откуда часть сливок направляется на нормализацию. Обезжиренное молоко поступает в промежуточную емкость *5*, затем в мембранную установку (*6–8*, *10–13*). В мембранной установке обезжиренное молоко питающим насосом *7* прокачивается через теплообменник *8*, в котором нагревается до 50 °С.

Далее оно поступает в циркуляционный насос *10*, благодаря которому циркулирует по замкнутому контуру: насос *10* — мембранный модуль *11* — мембранный модуль *12* — теплообменник *13* — насос *10*. Основная часть обезжиренного молока — фильтрат (95 %) проходит через мембраны. Бактерии задерживаются мембраной и остаются в потоке над ней. Концентрат (5 %), содержащий задержанные бактерии, смешивается со сливками. Образованная смесь поступает в пластинчатый теплообменник высокотемпературной обработки *9*, стерилизуется в течение 3 с при температуре 115–120 °С, затем смешивается с фильтратом (стерилизованным обезжиренным молоком) и гомогенизируется в гомогенизаторе *14*. Полученная смесь — нормализованное стерилизованное молоко направляется для «легкой» пастеризации в секцию нагрева пластинчатого теплообменника *16*, затем в выдерживатель *15*, в секцию охлаждения теплообменника *16* и на стерильную фасовку.

Схема производства стерилизованного обезжиренного молока по второму варианту приведена на рис. 5.5.

Все этапы процесса до момента получения обезжиренного молока-фильтрата (95 %) и концентрата (5 %), содержащего задержанные бактерии, аналогичны варианту *1*. Далее концентрат (5 %) направляют в емкость *17*. Сливки для нормализации поступают в пластинчатый теплообменник высокотемпературной обработки *9*, стерилизуются в течение 3 с при температуре 115–120 °С, затем смешиваются с фильтратом (стерилизованным обезжиренным молоком). Образованная смесь — нормализованное стерилизованное молоко гомогенизируется в гомогенизаторе *14*, направляется для «легкой» пастеризации в секцию нагрева пластинчатого теплообменника, затем в выдерживатель *15*, секцию охлаждения теплообменника и на стерильную фасовку.

Мембранная стерилизация по второму варианту позволяет получать более чистое молоко, но при этом возникает задача использования концентрата с высоким содержанием бактерий.

За рубежом в торговых сетях уже в течение нескольких лет можно видеть питьевое ESL-молоко (Extended Shelf Life), заменяющее пастеризованное. По сравнению с ним оно имеет ряд преимуществ для производителя и потреби-

теля. Существенно снижаются потери молока, резко сокращается количество рекламаций, что повышает его конкурентоспособность.

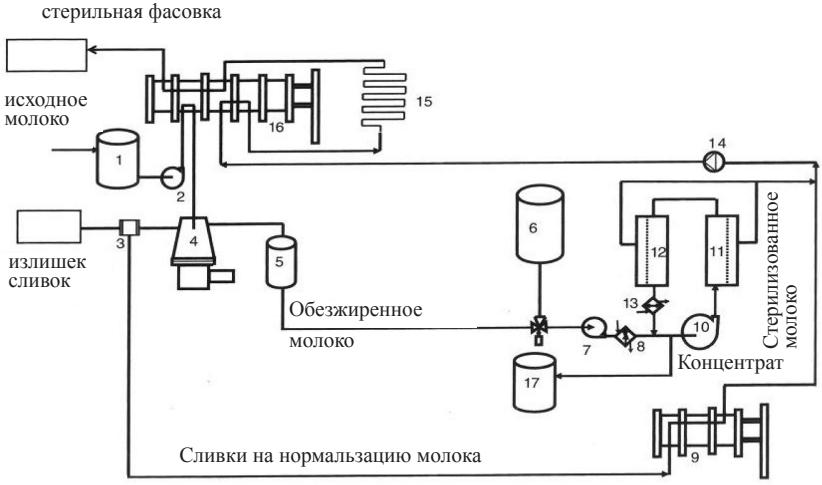


Рис. 5.5. Схема производства стерилизованного обезжиренного молока по второму варианту

Молоко длительного хранения ESL широкое распространение получило в США, Канаде, Германии. Производство такого молока увеличивается и в других развитых странах. В Швейцарии, Германии и Австрии работают 10 установок, производящих ESL-молоко по этому принципу.

В России с использованием импортной мембранной установки производство ESL-молока и других молочных продуктов освоено на Кингисеппском молочном комбинате в Ленинградской области, который вывел на рынок новый брэнд молочных продуктов «LATEO». Под маркой «LATEO» выпускаются не только питьевое молоко трех видов жирности, полученное с применением мембранной стерилизации, но также кефир и йогурт, планируется производить пробиотические продукты. Срок хранения молока «LATEO» при преимущественном сохранении его исходных свойств составляет 20 дней при соблюдении температурных режимов хранения, и это не предел.

Оптимальный для процесса размер пор 1,4 мкм позволяет удалить из молока 99,95 % бактерий и спор. Основным элементом мембранной сте-

рилизации является керамическая мембрана. В связи с тем, что молочный жир образует слой на поверхности мембран, препятствующий процессу, обрабатывается только обезжиренное молоко, в которое после мембранной стерилизации добавляется необходимое для нормализации количество стерилизованных сливок.

Технология мембранной стерилизации в молочной промышленности применяется с середины 1980-х годов. Толчком к развитию этого метода явилось создание керамических мембранных элементов. Наиболее эффективно использование специальных керамических элементов марки «Изофлюкс» (Германия), которые были разработаны для мембранной стерилизации. Они позволяют упростить процесс, повысить его надежность и экономические показатели.

Основная проблема организации мембранной стерилизации молока — это образование слоя на поверхности мембран. Она была решена путем реализации гидравлической концепции равномерного трансмембранного давления, предложенной еще в 1974 году Сандбломом. Равномерность трансмембранного давления обеспечивается в мембранных элементах «Изофлюкс» за счет разной толщины мембраны (рис. 5.6). Характеристика мембранных элементов приведена в табл. 5.2.

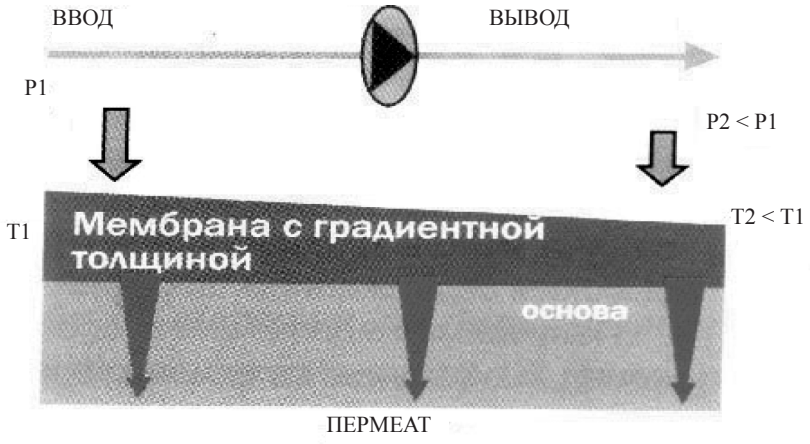


Рис. 5.6. Равномерное распределение трансмембранного давления в мембранных элементах

Таблица 5.2

Характеристика мембранных элементов

Наружный диаметр, мм	Число каналов	Площадь поверхности, м^2	Размер удерживаемых частиц, мкм
25	8	0,2	0,2; 0,4
25	23	0,35	1,4; 0,45; 0,2; 0,14
25	39	0,5	1,4; 0,14

5.3. Нанобиомембранные технологии на основе кластеров молочной сыворотки

Молочная сыворотка, ее компоненты и их производные являются ценнейшим сырьем для переработки в пищевые продукты. На рис. 5.7 приведена предложенная А. Г. Храмцовым биотехнологическая система (БТС) молочной сыворотки, смоделированная по аналогии с молоком.

Таблица 5.3

Дисперсный состав молочной сыворотки

Компонент сыворотки	Размер молекулы или частицы, нм	Объем, занимаемый молекулой или частицей, %
Вода	0,1–0,2	90,1
Жир	200–10000	4,2
Казеин	40–300	2,3
α-Лактальбумин	5–20	0,3
β-Лактоглобулин	25–50	0,08
Молочный сахар	1,0–1,5	3,02
Минеральные соли	0,1–1,0	0,1
Биологические активные вещества (БАВ)	0,1–100	0,01

Анализируя данные табл. 5.3 в контексте состава и размеров дисперсных компонентов (молочный жир на уровне 2 мкм — эмульсия, мицеллы казеина более 100 нм — коллоиды), следует сделать очень важный вывод: молочная сыворотка является идеальным сырьем для нанотехнологических операций. Более 80 % сухого вещества (не считая воды) представлено компонентами, размер которых идеализирован к нанообласти: лактоза (70 %) — на уровне 1 нм; минеральный комплекс (в основном) — менее 1 нм в диссоциированном

(молекулы и атомы) состоянии; сывороточные белки (от 10 нм) полностью соответствуют структуре нанокластеров.

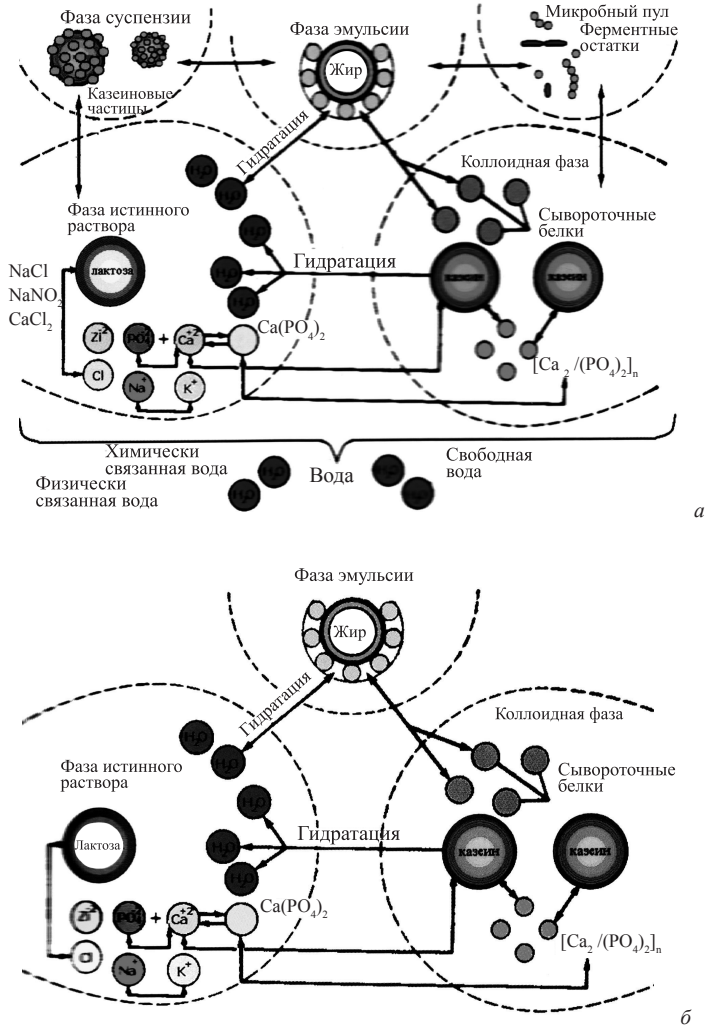


Рис. 5.7. Схема дисперсных фаз БТС:
а — молочной сыворотки; б — молока

Кратко остановимся на компонентах и производных, которые все больше привлекают внимание, в том числе с точки зрения коммерциализации продуктов.

Липидный комплекс молочной сыворотки (рис. 5.8) представлен в основном молочным жиром и занимает небольшой объем в сухом веществе.

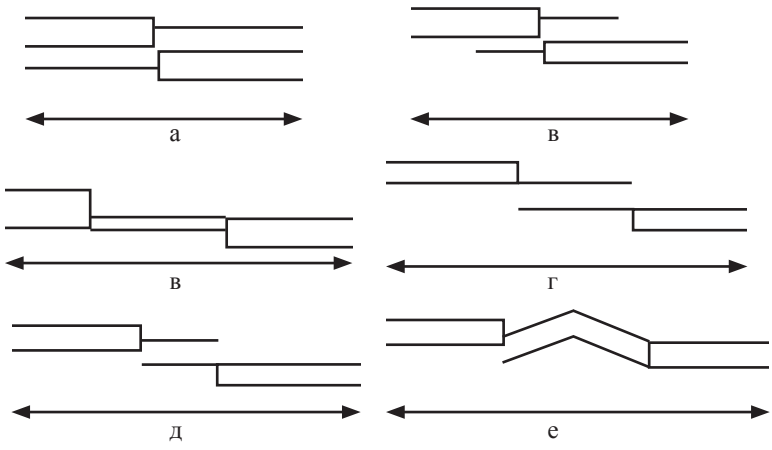


Рис. 5.8. Структура молочного жира:
а — насыщенные однокислотные; б, в, г — насыщенные двухкислотные; д — насыщенные разнокислотные; е — олеодинасыщенные

Извлечение молочного жира (на уровне до 0,1 %) в достаточной мере отработано центрифугированием, но актуальной является микрофильтрация. Проблематичным всегда являлось удаление сырной пыли, даже в двухкамерных саморазгружающихся сепараторах. Получаемые так называемые подсырные сливки достойны рационального применения (молочный жир идентичен исходному молоку). В перспективе видится комплексное извлечение казеиновой пыли, молочного жира и, возможно, сывороточных белков в виде липидного казеин-альбуминового концентрата под брэндом «ЛипКА».

Белковый комплекс молочной сыворотки исключительно разнообразен (аналог крови) и постоянно пополняется. Андерс Стин Йоргенсен в 2008 году сообщил об открытии новой фракции белков молочной сыворотки — остеопатина (в названии суть — наши суставы). Ранее открытые альбумин и глобулин дополнены лактоферрином, ангиогенином, L-карнитином и другими белками,

которые выпускаются (пока за рубежом). И здесь уже не обойтись без нанобиомембранной технологии. Например, А. Г. Храмцов демонстрирует феномен создания нанотрубок (рис. 5.9), которые приемами нанотехнологии формируются из обычного для отрасли альбуминового молока.

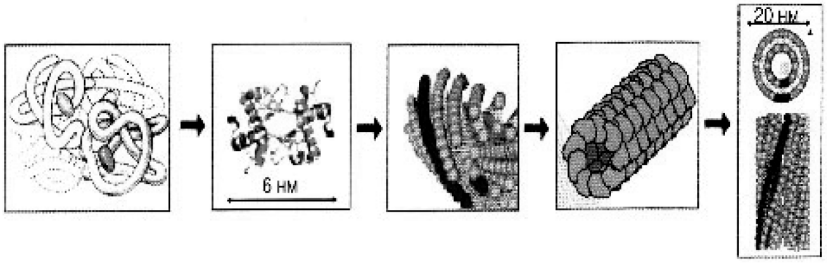


Рис. 5.9. Формирование структуры нанотрубок из белков молочной сыворотки

Получение «нанотрубок» осуществляется «отвариванием» (тепловая денатурация). А затем путем специальной физико-химической обработки кластеров формируются нанотрубки, из которых получают желательные ингредиенты, например, полноценные низкокалорийные (и дешевые) заменители жира.

Главный в сухом веществе молочной сыворотки — углеводный комплекс, представленный уникальным дисахаридом животного происхождения лактозой. Переработка и использование продуктов из молочной сыворотки обходятся дешевле, чем производство эквивалентного количества молока в сельском хозяйстве. Кроме того, затраты на очистку сточных вод от попавших в них молочных продуктов (в частности, сыворотки) в ряде случаев сравнимы и даже выше затрат на организацию сбора и промышленной переработки молочной сыворотки.

С экономической точки зрения целесообразно развивать мембранные методы обработки (гиперфильтрация микро-, ультра-, нанофильтрация, обратный осмос; электродиализ, ионный обмен; сорбция-десорбция) для выделения ценных компонентов молочной сыворотки. Эти методы относительно малоэнергоемки и позволяют в ряде случаев проводить технологический процесс при пониженных температурах (8–10 °С), что дает возможность сохранить полезные (нативные) свойства обрабатываемого сырья, получаемых продуктов и полуфабрикатов (например, остается неденатурированный белок, сохраняются витамины, ферменты и др.). На рис. 5.10 приведена простейшая нанобиотехнологическая процедура с лактозой молочной сыворотки — ее гидролиз до моноз.

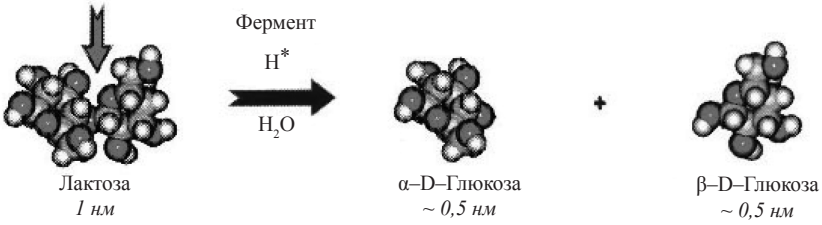
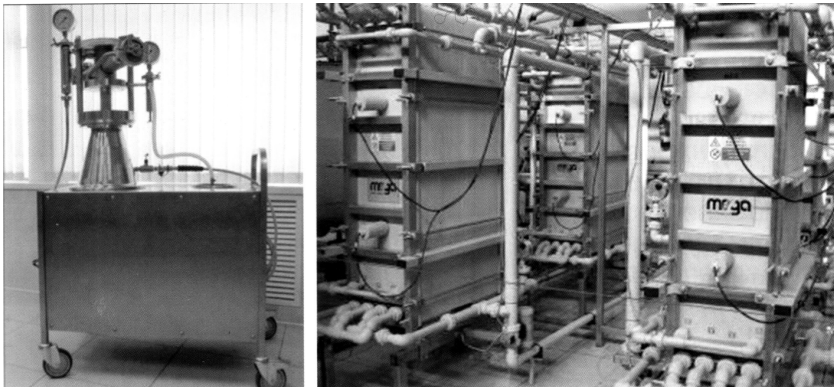


Рис. 5.10. Схема гидролиза лактозы

Уникальность этой простой и доступной (отработана на практике) нанооперации (1 нм) позволяет исключить так называемую непереносимость молока. В России на МКС «Ставропольский» по программе «Здоровый город» освоено производство низколактозного молока.

В настоящее время лидером по реализации инновационных разработок в области нанобиомембранных технологий обработки молочной сыворотки является ООО «МЕГА ПрофиЛайн». На рис. 5.11 приведен уникальный модуль для мембранной фильтрации биотехнологических систем (микро-, ультра-, нанофильтрации и обратного осмоса), изготовленный в рамках творческого сотрудничества с фирмой GEA (Дания), и серийно выпускаемая промышленная электродиализная установка фирмы «МЕГА» (Чехия).



а б

Рис. 5.11. Полифункциональный модуль (*а*) и промышленная установка (*б*) электро-, баромембранной обработки молочной сыворотки

5.4. Использование мембранных технологий при производстве творога и сыра

Изготовление творога традиционным способом сопровождается большим отходом сыворотки с потерей биологически ценных сывороточных белков и большим расходом молока на единицу получаемой продукции. Мембранная технология получает широкое применение в молочной промышленности, а наибольший практический интерес представляют баромембранные процессы, практическая реализация которых обеспечивается новыми технологиями и оборудованием.

Одно из ключевых направлений фильтрационного оборудования — линия производства творога для детского питания и мягких сыров типа «Филадельфия» или «Альмета» методом ультрафильтрации. Характерное отличие данных линий — гибкость процесса, позволяющая производить творог и мягкие сыры в широком диапазоне по жирности (от 0 до 20 %). Поставка комплексной технологической линии компании GEA Process Engineering дает возможность использовать ее для производства как детского творога, так и мягких сыров.

Схема производства сыра из двойных сливок методом ультрафильтрации приведена на рис. 5.12.

Сыворотка раньше мало использовалась, так как считалась побочным продуктом при производстве сыров и творожных изделий; теперь она достаточно широко подвергается переработке и используется в различных видах. Главная сложность заключается в том, что молочная сыворотка в процессе производства основного продукта значительно обсеменяется молочнокислыми бактериями, а в процессе сбора, хранения и дальнейшей обработки — различной микрофлорой. Поэтому рекомендуется перерабатывать молочную сыворотку в течение 1–3 ч после ее получения.

Прежде всего, из сыворотки удаляются мелкие сырные частицы для упрощения дальнейшей тепловой обработки, далее снижается жирность до 0,05 %, что продлевает срок эффективной работы мембран между мойками, так как жир способен закупорить их поры. Потом следует тепловая обработка либо в виде термизации, либо пастеризации в зависимости от микробиологического качества сыворотки. Таким образом, получается предобработанная сыворотка, которую можно считать основой для производства большого числа продуктов.

В зависимости от выбранного для переработки оборудования это можно делать с помощью технологий ультра-, нанофильтрации и обратного осмоса.



Рис. 5.12. Схема производства сыра из двойных сливок методом ультрафильтрации

Подробнее стоит остановиться на преимуществах нанофильтрации как одного из вариантов обработки сыворотки:

- снижается содержание минеральных веществ и уровень кислотности кислой сыворотки, что приводит к ее меньшей гигроскопичности, в результате чего упрощается процесс сушки;
- уменьшается количество минеральных веществ, таким образом, получается частично деминерализованная сыворотка, менее соленая на вкус, благодаря чему повышается стоимость реализации;
- фильтрационная позволяет значительно сократить эксплуатационные затраты на вакуумную выпарную установку, так как значительная часть влаги будет удалена уже на этапе фильтрации. Переработка сыворотки или ее производных может быть эффективной и на существующих установках распылительной сушки для молока после их модернизации/реконструкции.

На международном семинаре в Эрбендорфе (Германия, 2007 г.) «Тенденции развития европейского рынка молочных продуктов» с продукцией компании «Фильтропор групп» познакомил д-р техн. наук, проф. В. А. Лялин. Компания предлагает установку для получения творога по новой технологии на основе ультрафильтрации сквашенного нормализованного по жиру или обезжиренного молока. Создание мембранной техники для баромембранных процессов основывается на использовании тех или иных видов селективно проницаемых мембран. Имеющиеся в настоящее время мембраны следует разделить на два класса: из органических (полимерных) и неорганических материалов. Практическое применение получили керамические мембранные элементы трубчатого типа. Длительный срок эксплуатации (не менее 10 лет), стойкость к температуре (до 300 °С), стойкость к щелочным и кислотным средам (pH от 0 до 14), механическая прочность керамических мембранных элементов позволили не только упростить конструкции оборудования, но и создать новые технологии переработки молочных продуктов. Применение мембранной технологии при производстве творога позволяет сохранить сывороточные белки в готовом продукте, при этом фильтрат не содержит белковой фракции, является стерильным и может быть использован для производства напитков, молочного сахара и других продуктов. Созданы и успешно эксплуатируются на трех молочных заводах установки по производству 60, 350, 980 кг/ч творога по технологии, основанной на мембранном концентрировании белковой фракции сквашенного нормализованного по жиру или обезжиренного молока. Одно из существенных достоинств разработанных конструкций — обеспечение постоянного содержания су-

хих веществ в готовом продукте вне зависимости от содержания белка в исходном сырье.

Преимуществами мембранного метода получения творога являются:

- повышение питательных свойств за счет сохранения сывороточных белков;
- увеличение выхода творога — в фильтрат переходят только вода, лактоза и соли (при содержании сухих веществ в твороге 18–20 % на 1 кг творога расходуется 3–3,2 л молока);
- более высокие вкусовые качества творога из обезжиренного молока за счет повышенного содержания в нем сывороточных белков по сравнению с традиционным творогом из нормализованного по жиру молока;
- возможность использования в качестве сырья сухого молока без дополнительных потерь и заметного ухудшения качества.

Установки непрерывного действия (из установок непрерывно выходят два продукта: творог и фильтрат) автоматизированы, работают на керамических мембранах нового поколения, отличающихся большим сроком службы (не менее 10 лет) и пониженными эксплуатационными расходами.

Новые конструктивные решения в совокупности с использованием керамических мембранных элементов позволили увеличить надежность и уменьшить стоимость установок.

Время непрерывной работы установок составляет 6–8 ч. Время безразборной мойки, дезинфекции и регенерации мембран составляет 3,5–4 ч. К основному оборудованию установок относятся: блок термизации; мембранный блок; насос, отводящий творог; охладитель творога; накопительные и промежуточные емкости (при необходимости); блок безразборной мойки и регенерации мембран; система автоматизации. Установки позволяют получать творог с содержанием сухих веществ до 30 %.

5.5. Высокотехнологичные производства, используемые при переработке жиров

В последние годы во всем мире повышено внимание к проблеме трансизомеров жирных кислот, содержащихся в продуктах питания. Они встречаются в природе и образуются при гидрогенизации. Например, в молоке и жире жвачных животных их количество не превышает 5 %, а в процессе гидрогенизации оно может достичь 50 %. Многие ученые, проводившие исследования в данной области, считают, что бесконтроль-

ное вмешательство в природу жиров способно нанести серьезный вред здоровью человека. Во многих странах определен предел такого вмешательства и на законодательном уровне приняты ограничения по содержанию трансизомеров в продуктах питания.

В настоящее время существуют два способа модификации, позволяющие получить специализированные жиры без трансизомеров жирных кислот либо с низким их содержанием: переэтерификация — в зависимости от типа катализатора химическая и ферментативная (энзимная); фракционирование («сухое» и в растворителе).

Переэтерификация масел и жиров широко используется в Великобритании, Германии, Голландии, Японии, Бельгии, Канаде, США и других странах для эффективного решения многих задач при производстве спредов, маргаринов, жиров для кондитерской и хлебопекарной промышленности, в том числе для:

- создания продукции, не содержащей трансизомеров жирных кислот;
- создания оптимального по кислотному составу и реологическим свой-ствам ассортимента продукции различного назначения при ограниченном выборе сырья;
- стабилизации мелкокристаллической β'-полиморфной структуры жировых основ, препятствующей рекристаллизации продукции при длительном хранении;
- эффективного использования высокоплавких животных и растительных жиров;
- повышения эффективности фракционной кристаллизации масел и жиров;
- производства структурных липидов лечебного и пищевого назначения.

Производство переэтерифицированных жиров — это принципиально новый этап в развитии жироперерабатывающей промышленности, обеспечивающий значительное улучшение качества готовой продукции. Переэтерификация жиров и масел заключается во внутри- и межмолекулярном перераспределении жирных кислот в смеси триглицеридов. Переэтерификация в однородной жидкой среде, перераспределяя жирно-кислотные группы триглицеридов, создает жир теоретически рассчитанного глицеридного состава и с новыми свойствами.

Реакции обмена структурных элементов бывают четырех видов:

1) перемещение в глицеридах радикалов кислот из α- в δ-положение и наоборот (внутримолекулярная переэтерификация);
2) обмен радикалами жирных кислот между молекулами двух разных глицеридов (межмолекулярная переэтерификация);

3) обмен радикалами между глицеридом и спиртом (алкоголиз);
4) обмен радикалами между глицеридом и кислотой (ацидолиз).

Механизм переэтерификации заключается в атаке углеродного атома карбонильной группы сложного эфира другой группировкой, способной отдавать электроны. При производстве пищевых жиров применяется в основном химическая межмолекулярная и внутримолекулярная переэтерификация, которая заключается в перераспределении радикалов жирных кислот под влиянием гомогенных катализаторов. В настоящее время переэтерификацию проводят главным образом с метилатом или этилатом натрия. Действительными катализаторами переэтерификации являются глицераты, образующиеся при взаимодействии алкоголятов с моно-, ди- и триглицеридами.

Внутри- и межмолекулярная переэтерификация триглицеридов происходит в результате цепной реакции глицератов с триглицеридами по упрощенной схеме:

$$R_1R_1R_1 + R_1R_2ONa \rightarrow R_1R_1R_2 + R_1R_1ONa$$

$$R_2R_4R_5 + R_1R_1ONa \rightarrow R_2R_1R_5 + R_4R_1ONa$$

$$R_3R_1R_2 + R_4R_1ONa \rightarrow R_4R_1R_2 + R_3R_1ONa \text{ и т. д.}$$

Как и алкоголяты, глицераты натрия разрушаются под действием воды, кислот, перекисей и др. Глицераты образуют также побочные продукты взаимодействия с глицеридами.

По окончании процесса катализатор разрушают подкисленной водой, а жир промывают и дезодорируют. Структурная схема производства жиров методом химической переэтерификации представлена на рис. 5.13.

Дозирование производят весовым или объемным способами в соответствии с рецептурой. Глубокую сушку жира проводят в вакуум-сушильных аппаратах.

Переэтерификация позволяет получать новые виды пищевых жировых продуктов с заданными свойствами, дает возможность регулировать содержание в пищевых жирах высокоплавких жирных кислот. Переэтерификация приводит к снижению температуры плавления жира или смеси жиров, повышает их пластичность и стабильность к окислению кислородом воздуха.

При переэтерификации смесей растительных масел и животных жиров, а также тройных смесей (например, с саломасом) получаются продукты высокого качества (по структуре и органолептическим показателям), такие как кулинарные жиры или основа для производства спредов и маргарина. Переэтерификация значительно расширяет ассортимент жи-

ров для кондитерских изделий, хлебопечения и консервирования, а также позволяет увеличить дозировку в спреды и маргарин негидрированных растительных масел.

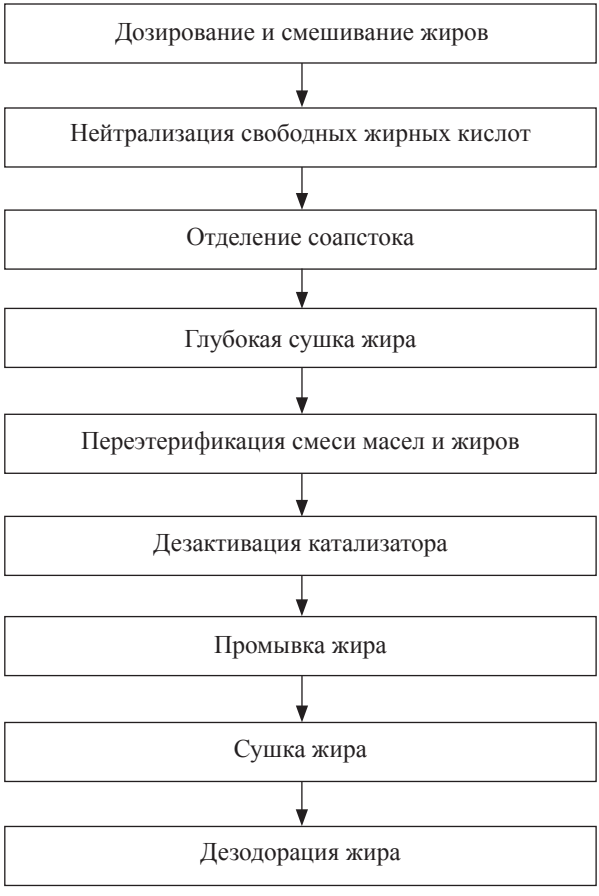


Рис. 5.13. Структурная схема производства переэтерифицированных жиров

Примером межмолекулярной переэтерификации может служить взаимодействие двух глицеридов — тристеарина и триолеина, в результате чего образуется некоторое количество смешанных триглицеридов. По-

лученные таким образом смешанные триглицериды имеют температуру плавления более низкую, чем исходный тристеарин и более высокую, чем триолеин.

Гидропереэтерификация осуществляется при температуре несколько выше 160 °С с применением никелевых и других катализаторов, обычно применяемых для промышленной гидрогенизации масел. Приготовленный по этому способу из смеси подсолнечного масла и свиного жира гидропереэтерифицированный продукт имеет по сравнению с саломасом подсолнечного масла ряд преимуществ: он имеет более низкую температуру плавления (31–32 °С), более высокую твердость, меньшее содержание изомеризованных жирных кислот и лучшую цветность.

Переэтерификация методом ацидолиза протекает при нагревании свободных жирных кислот с глицеридами с образованием смешанных триглицеридов и высвобождением из первоначального триглицерида одной или нескольких жирных кислот. Реакция эта обратима и протекает по следующей схеме:

$$C_3H_5(OCOR)_3 + R_1COOH \rightarrow C_3H_5(OCOR_1)(OCOR)_2 + RCOOH$$

Замена кислотных остатков осуществляется при температуре 250–300 °С без присутствия катализаторов. Однако катализаторы значительно ускоряют процесс альдолиза. Серная кислота не только ускоряет процесс альдолиза, но делает его возможным при температуре 150–170 °С. Альдолиз дает возможность снижать температуру плавления высокоплавких триглицеридов, а также вводить в молекулы триглицеридов жиров низкомолекулярные жирные кислоты, например, масляную, при получении различных видов пищевых жиров с более низкой температурой плавления.

Ферментативную переэтерификацию можно представить, как результат обратимой реакции гидролиза — этерификации триглицеридов. Биологическим катализатором этой реакции являются липазы. Липазы — липофобные вещества и в органической среде активны на границе с водной фазой, необходимое количество которой вводят в реакционную среду совместно с липазой. Они термически неустойчивы и их каталитическая активность, как правило, максимальна в интервале температур 40–60 °С. Для улучшения условий реакции ферменты распределяют на носителях («иммобилизованные» ферменты). Реакции с этими ферментами проводят в баках с мешалками, в колонных, трубчатых, пластинчатых и других реакторах. Каждый из видов переэтерификации имеет свои недостатки и достоинства (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Сравнительная характеристика видов переэтерификации

Вид переэтерификации	**Достоинства**	**Недостатки**
Химическая	Высокий уровень организации производства	Более высокие потери масла в результате «влажной» инактивации катализатора
	Стабильность производства. При постоянном составе жирных кислот — воспроизводимость процесса	Сложность в эксплуатации и хранении катализатора (сплавов натрия-калия и этиловых эфиров натрия и калия)
Вид переэтерификации	**Достоинства**	**Недостатки**
Химическая	Возможность производить продукт партиями различного объема и ассортимента	При достаточно быстром процессе изменяется цвет продукта, что вызывает необходимость его очистки
	Технологический процесс простой, удобный, не требует высоких температур и давления	Использование сырья с минимальным содержанием свободных жирных кислот
Ферментативная	Экологически чистый и безопасный способ производства	Производство зависит от импорта ферментных препаратов
	Нет изменения цвета готового продукта, не нужно отбеливать	Менее гибкий процесс — большие партии переходов
	Не снижается биологическая ценность жиров, так как процесс идет при температуре не выше 70 °С	Нестабильная активность ферментов — необходимость постоянного внесения дополнительного катализатора

Анализ представленных «за» и «против» показывает, что значимых предпочтений между данными способами нет. Результаты исследований, про-

веденных специалистами ведущих научно-исследовательских лабораторий и «ЭФКО. Пищевые Ингредиенты», свидетельствуют, что физико-химические параметры жиров после химической и ферментативной технологий идентичны. С позиции новизны и экологичности процесса ферментативная переэтерификация интересна, но по степени изученности и стабильности предпочтительнее химическая.

Фракционирование представляет собой процесс обратимой термомеханической сепарации, т. е. под действием контролируемого охлаждения и механической обработки происходит формирование твердой фазы (кристаллов) расплава масла с последующими фильтрацией и расщеплением исходного сырья на две фракции: твердую (стеарин) и жидкую (олеин). Каждая фракция имеет свои физико-химические показатели. Так как фракционирование — управляемый процесс, то можно получить продукты разной степени твердости, температуры плавления, с различным триглицеридным составом.

Фракционирование — самый экологически чистый процесс модификации специализированных жиров, так как происходит без применения катализатора и химически активных веществ, т. е. процесс полностью физический.

Методом фракционирования получают высококачественные заменители и эквиваленты масла какао и твердые жиры с низким содержанием трансизомеров, которые используют в кондитерской промышленности для производства глазурей и шоколадных масс. В качестве исходного сырья для фракционирования применяют:

- растительные масла (пальмовое, пальмоядровое, кокосовое, гидрогенизированное соевое и подсолнечное);
- жиры животного происхождения (молочный);
- различные смеси масел и жиров.

Дистилляция основана на способности некоторых глицеридов отгоняться при нагревании в вакууме. Этим путем удается изолировать глицериды, у которых кислотные остатки содержат не более 14 углеродных атомов. Таким способом были выделены триглицерид лауриновой кислоты из кокосового масла и тримиристин из масла мускатного ореха.

В последние годы широко используется фракционная кристаллизация пальмового и пальмоядрового масел. Насыщенные кислоты пальмового масла на 89 % состоят из пальмитиновой кислоты, а ненасыщенные — на 80 % из олеиновой кислоты.

Тринасыщенные глицериды масла представлены трипальмитином и плавятся при температуре 55–68 °С, динасыщенные состоят преимущественно из симметричного олеодипальмитата и плавятся при темпе-

ратуре 35 °С. Высокое содержание симметричных олеодинасыщенных триглицеридов используют для получения высококачественного заменителя масла какао. С этой целью нагретое до 70 °С пальмовое масло медленно охлаждают до 22 °С и после выдержки разделяют фильтрованием на олеин (выход 80 %) и стеарин, в котором концентрируются тринасыщенные глицериды.

Пальмовый олеин, стойкий к окислительному и термическому воздействию, применяют как салатное и фритюрное масло. Гидрированный олеин в зависимости от содержания трансизомеров применяют в производстве маргариновой продукции или как высококачественный нелауриновый заменитель масла какао (с высоким содержанием транс-мононенасыщенных жирных кислот).

Значительное количество пальмового олеина подвергают повторной фракционной кристаллизации, в результате которой получают «супер олеин» и «мягкую среднюю фракцию пальмового масла». Эту фракцию повторно фракционируют, отделяя диолеонасыщенные триглицериды (твердую среднюю фракцию), обогащенную симметричным диолеопальмитином, и по температуре плавления и твердости близкую к маслу какао. Этот продукт служит основным компонентом «эквивалентов» масла какао. Усредненная характеристика фракций приведена на схеме (рис. 5.14).

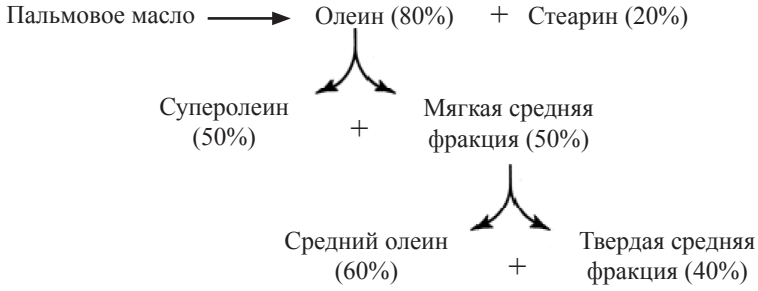


Рис. 5.14. Схема фракционирования пальмового масла

Таким способом также можно получать заменители масла какао и твердые кондитерские жиры с низким содержанием трансизомеров. Как видно на рис. 5.15, все полученные этим способом жиры имеют «крутой» профиль плавления, т. е. высокую твердость, термоустойчивость, а также и хорошие органолептические показатели.

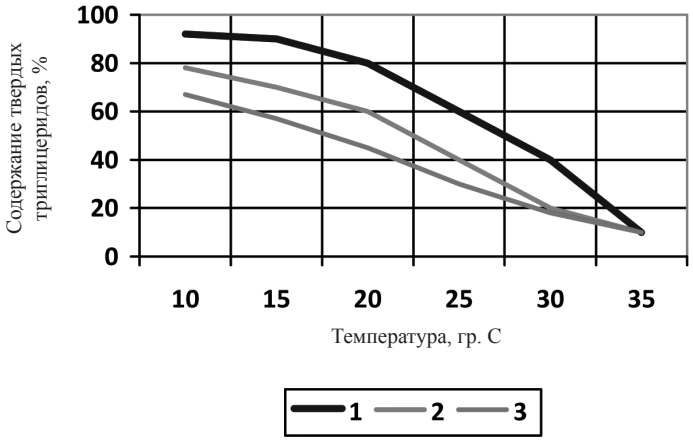


Рис. 5.15. Кривые плавления заменителей масла какао, полученных методом дисстилляции:
1 — Эколанд 1602-36 TF; 2 — Эконат 1802-36; 3 — Эконат 1902-36

Глава 6. Высокотехнологичные производства рыбных продуктов питания. Производство крабовых палочек

Изготовление крабовых палочек — сложное, высокотехнологичное производство. Для получения качественного продукта требуется дорогостоящее оборудование, строгое соблюдение рецептуры и основных температурных режимов (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Линия по производству крабовых палочек (Япония)

История создания крабовых палочек начиналась в Японии. Именно там, в 1939 году, впервые решили создать банк крабового аромата. Однако произ-

водство крабового мяса в промышленных масштабах невыгодно, поскольку в крабах содержится очень небольшое количество мяса. Поэтому позже решили делать палочки из мяса рыбы. Для изготовлении данного продукта использовали фарш — сурими. В переводе с японского слово «сурими» означает промытая рыбная смесь.

Сурими готовят из высококачественного сырья — для производства сурими используют только очищенное от кожи и костей филе белой рыбы. Рыба должна быть переработана в сурими не позднее 6–10 ч с момента ее вылова. Филе рыбы должно иметь низкое содержание жира и высокую плотность, обладать белым цветом, в рыбе не должно быть темного мяса. По этой причине далеко не все породы рыб пригодны для производства сурими. Наиболее качественное сурими производят из тресковых пород (минтай, хек, путассу) и из некоторых тропических рыб (итойори, кроакер). Пригодными для производства сурими также являются тихоокеанская ставрида, сардина, гигантский кальмар, эсо и др. Однако, сурими, произведенное из этих пород, либо обладает меньшей желеобразующей силой, либо имеет более темный цвет. При производстве сурими филе рыбы не проходит термическую обработку, благодаря чему в сурими сохраняются все витамины и микроэлементы, которыми так богаты морепродукты. При изготовлении фарша практически полностью удаляют жир и холестерин, сохраняют лишь самое ценное — чистый белок, йод, железо. На завершающей стадии приготовления продукта, в который предварительно добавляют яичный белок, крахмал и натуральный крабовый экстракт, придают форму готового продукта, подкрашивают пищевым красителем, замораживают и упаковывают.

Пищевая и энергетическая ценность продуктов из сурими, зависит от вида перерабатываемой рыбы и процента чистого рыбного фарша в готовом продукте. Продукты из сурими рекомендуется использовать для приготовления салатов, различных морских коктейлей, суши, а также для приготовления вторых блюд и супов. Состав палочек при всем их разнообразии примерно одинаков: фарш рыбный сурими, вода питьевая очищенная, крахмал, масло растительное дезодорированное, яичный и растительный белок, соль, сахар, разные пищевые добавки (натуральные или идентичные натуральным) под трехзначными индексами. Все они также перечисляются на этикетке, а именно: загустители, ароматизаторы, красители, усилители вкуса и т. п. За счет сахара, крахмала, других веществ и набегает 12–15 г углеводов на каждые 100 г продукта. Хотя в натуральных крабах — 0 углеводов.

Производство крабовых палочек — это процесс, состоящий из многих этапов, на каждом из которых требуется тщательный контроль качества произведенного продукта.

Процесс производства крабовых палочек начинается с входного контроля сырья в лаборатории предприятия на предмет его соответствия необходимым требованиям. Затем сурими незначительно отепляется и измельчается, остальные компоненты взвешиваются в соответствии с рецептурой.

Подготовленные компоненты смешиваются в строго определенной последовательности и измельчаются до образования однородного теста в вакуумном куттере (основное тесто). В отдельном куттере готовится тесто, подкрашенное паприкой и кармином.

Методом коэкструзии основное и окрашенное тесто формуются в непрерывный лист, который обрабатывается в паровом туннеле при температуре около 90 °С. Автоматически контролируются температура, влажность и толщина листа.

Готовый лист охлаждается и прорезается для имитации натуральных волокон, затем скручивается, оборачивается во внутреннюю пленку и нарезается на крабовые палочки нужной длины.

Крабовые палочки упаковываются под вакуумом в гибкую пленку с нанесенными на ней дизайном и необходимой для потребителя информацией. Вакуум позволяет обеспечить стерильность продукта и продлевает срок его хранения, поддерживая высокое качество продукта.

Упакованные крабовые палочки пастеризуются в паровом туннеле при температуре 95 °С, затем охлаждаются до температуры +10 °С.

Крабовые палочки проходят процесс шоковой заморозки в скороморозильном аппарате при температуре –40 °С и обдуваются потоком воздуха со скоростью не ниже 5 м/с. Сам продукт охлаждается до температуры –16 °С. При этом процесс заморозки не должен превышать 30–40 мин, в противном случае в продукте будут расти кристаллы льда и его структура после размораживания будет рыхлой.

Глава 7. Внедрение систем ИСО и НАССР. Выделение критических контрольных точек. Определение критических пределов

7.1. Основные положения системы НАССР

Система НАССР — «Анализ рисков и критические контрольные точки» (Hazard Analysis and Critical Control Points) представляет собой систему оценки и контроля опасных факторов продовольственного сырья, технологических процессов и готовой продукции, которая призвана обеспечить высокое качество и безопасность пищевых продуктов.

НАССР — это предупреждающая система, которая используется в пищевой промышленности как гарантия безопасности производимых продуктов. Эта система определяет системный подход к анализу обработки и производства продуктов питания, распознаванию любых возможных рисков химического, физического и биологического происхождения и их контроля.

Принципы системы НАССР

Система НАССР стала моделью управления безопасностью для предприятий пищевой промышленности во многих странах мира. Принципы НАССР были сформулированы в приложении к CAC/RCP 1–1969, ред. 3 (1997).Анализ опыта работ ведущих специалистов по внедрению на пищевых предприятиях систем пищевой безопасности, основанных на принципах НАССР, позволил выделить семь примерно равных по значимости принципов, а именно:

Принцип 1. Проведение анализа опасных факторов.

Принцип 2. Определение критических контрольных точек (ККТ).

Принцип 3. Установление критических пределов.

Принцип 4. Принятие системы для мониторинга осуществляемого контроля ККТ.

Принцип 5. Принятие корректирующих действий для тех случаев, когда мониторинг указывает на потерю в той или иной ККТ.

Принцип 6. Принятие методик верификации, которые разрешают убедиться в эффективности функционирования системы НАССР.

Принцип 7. Принятие документации для всех процедур и данных, которые регистрируются, относительно указанных принципов и их применения.

12 шагов внедрения НАССР

Применение принципов НАССР предполагает решение следующих задач:

1. Создание рабочей группы.
2. Характеристика продукта.
3. Установление назначения продукта.
4. Построение блок-схемы производства.
5. Уточнение блок-схемы на месте.
6. Разработка перечня потенциально опасных факторов, анализ и рассмотрение мероприятий по контролю опасных факторов.
7. Определение ККТ.
8. Установление критических границ для любой ККТ.
9. Внедрение системы мониторинга для любой ККТ.
10. Внедрение системы корректирующих действий.
11. Внедрение методик верификации.
12. Внедрение системы документации и регистрации данных системы НАССР.

1. Создание рабочей группы НАССР

Подробнее рассмотрим первые 7 шагов.

Процесс производства пищевых продуктов должен предусматривать привлечение специалистов, которые владеют необходимыми знаниями и опытом для разработки действующей программы НАССР. Рабочая группа должна состоять из представителей разного рода специальностей, необходимых для решения проблем пищевой безопасности. Если в рабочей группе отсутствует специалист, необходимый для решения определенной группы проблем, то предусматривается привлечение эксперта со стороны получения экспертного заключения.

Для руководства рабочей группой назначается координатор проекта НАССР (из руководящего состава предприятия).

Рабочая группа должна определить сферу применения программы НАССР. В сфере применения должны быть описаны и рассмотрены фрагменты технологической цепочки обработки пищевых продуктов и общие классы опасных факторов, на которые будет распространяться система пищевой безопасности.

2. Характеристика продукта

Должна быть составлена полная характеристика продукта с соответствующими данными относительно его безопасности, которая включает следующее: состав, физическое/химическое строение, обработку, упаковку, срок и условия хранения, способ реализации и употребления и др.

3. Установление назначенияпродукта

Устанавливая назначение продукта, следует исходить из предусмотренного употребления конечным потребителем. В специальных случаях может понадобиться учет групп населения, которых это касается, например, продукты для систем общественного питания в учреждениях, возрастные (например: детское питание) или конфессиональные группы (например: исповедующие ислам, иудаизм и др.).

4. Построение блок-схемы производства

Рабочая группа HACCP разрабатывает блок-схему производства. Блок-схема должна отображать все этапы технологической операции, учитывать входящие и параметры продукта, а также требования к исходящим параметрам продукта. На рис. 7.1–7.4 приведены примеры общей блок-схемы и подробных блок-схем производства мясного фарша.



Рис. 7.1. Общая схема производства мясного фарша

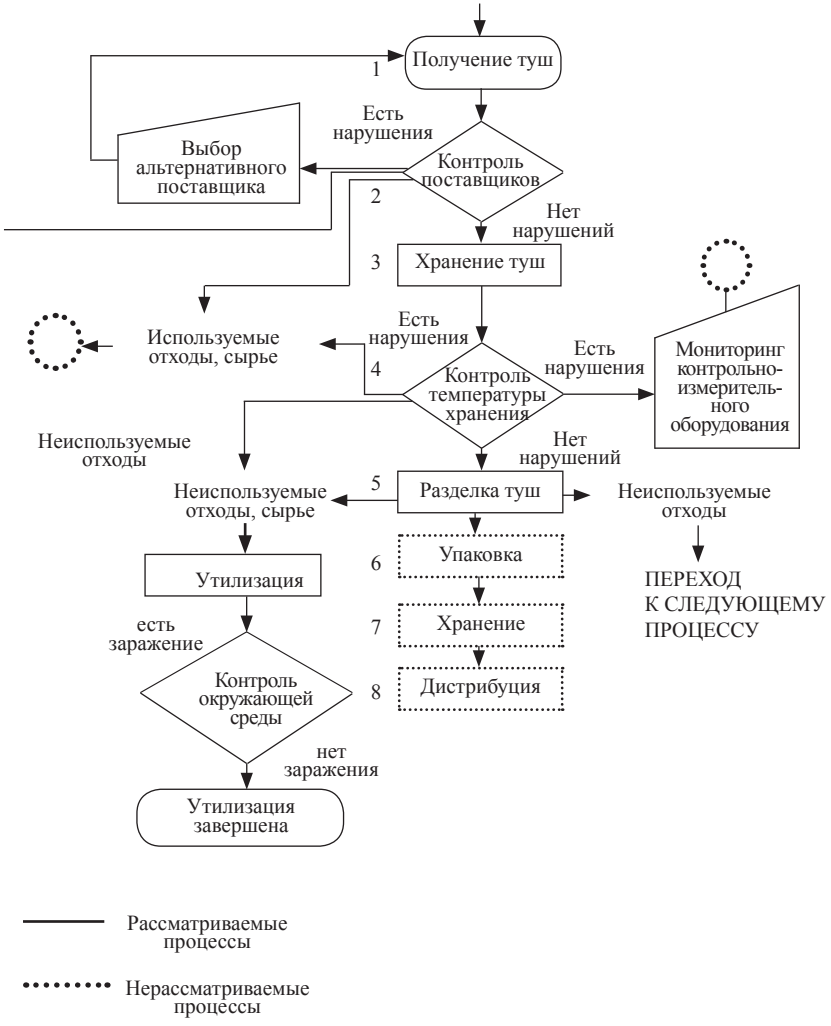


Рис. 7.2. Процессная диаграмма производства фарша (часть 1)

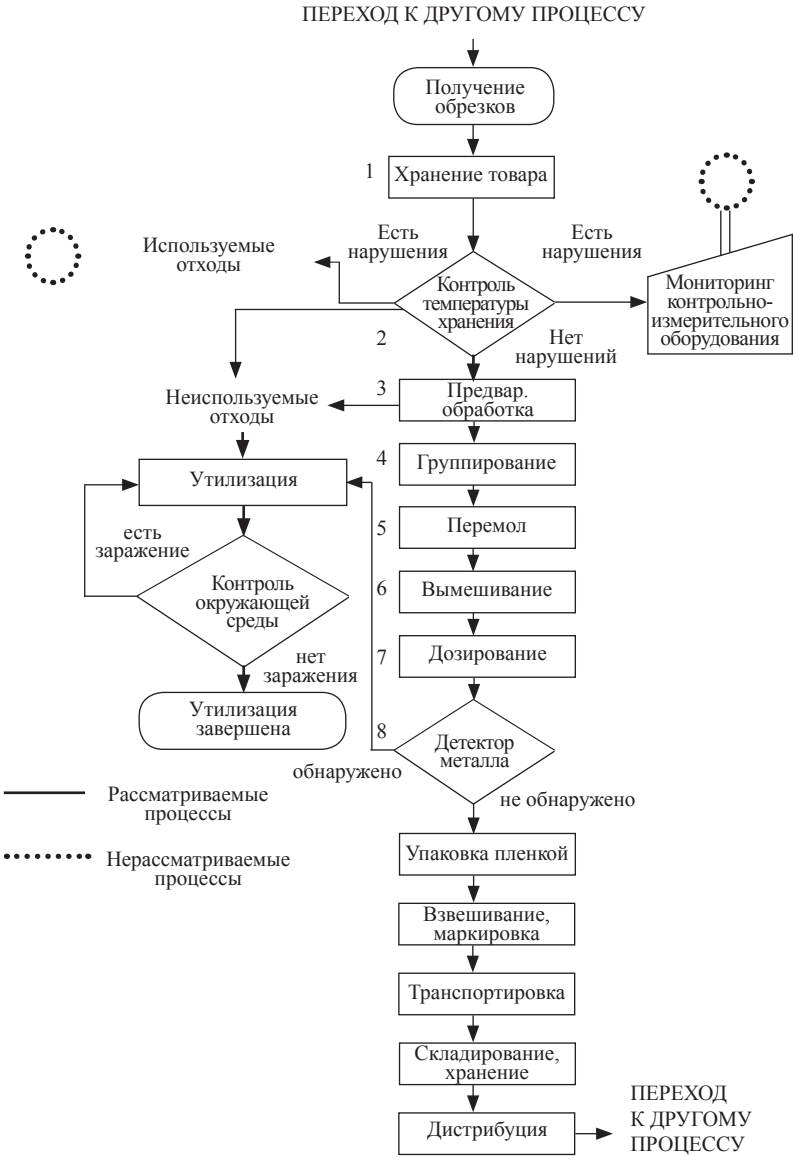


Рис. 7.3. Процессная диаграмма производства фарша (часть 2)

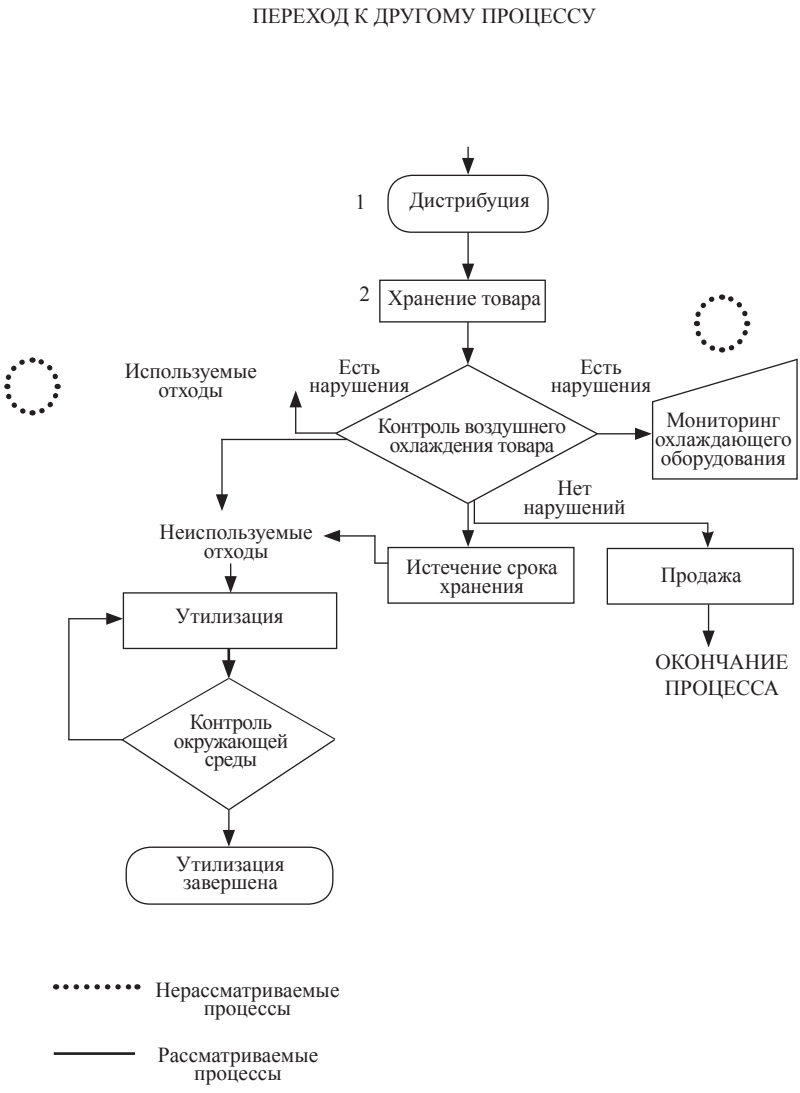


Рис. 7.4. Процессная диаграмма производства фарша (часть 3)

5. Уточнение блок-схемы на месте

Рабочая группа HACCP сопоставляет технологическую операцию с блок-схемой на всех этапах и на всем промежутке ее выполнения и вносит в блок-схему необходимые корректировки.

6. Разработка перечня потенциально опасных факторов, анализ и рассмотрение мероприятий по контролю опасных факторов

Рабочая группа составляет перечень всех опасных факторов, появление которых, как предполагается, можно ожидать на каждом этапе: от исходного получения, переработки, производства и реализации до точки потребления.

Рабочая группа HACCP проводит анализ опасных факторов, отбирая из них те, устранение или снижение негативного действия которых существенно влияет на безопасность продукта.

В процессе анализа опасных факторов, по возможности, следует принимать во внимание следующее:

- предполагаемое наличие опасных факторов и серьезность их негативного влияния на здоровье;
- качественную и/или количественную оценку наличия предполагаемых опасных факторов;
- жизнедеятельность или размножение рассмотренных микроорганизмов;
- образование или сохранение в пищевых продуктах токсинов, присутствие химических или физических сред;
- условия и побочные факторы, которые приводят к предполагаемым опасностям.

На следующем этапе рабочая группа HACCP рассматривает применимые к каждому из этих опасных факторов мероприятия по контролю.

Для контроля одного или нескольких опасных факторов может понадобиться применение сразу целого ряда мероприятий, и наоборот - применение одного мероприятия может позволить контролировать сразу несколько опасных факторов.

7. Определение контрольных критических точек

Во время рассмотрения одного и того же опасного фактора может быть задействовано сразу несколько ККТ, в которых осуществляется контроль. Для

упрощения, в системе НАССР могут применяться деревья решений, которые отражают логический подход к определению контрольных критических и контрольных точек. Следует помнить, что деревья решений могут оказаться применимыми не ко всем ситуациям.

В случае выявления ККТ в технологический процесс на данном или предшествующем этапе должны быть внесены изменения с внедрением мероприятий контроля.

Система НАССР обеспечивает контроль на всех этапах производства пищевых продуктов, любой точке процесса производства, хранения и реализации продукции, где могут возникнуть опасные ситуации, и используется в основном предприятиями-производителями пищевой продукции.

При этом особое внимание обращено на критические точки контроля, в которых все виды рисков, связанных с употреблением пищевых продуктов, могут быть предотвращены, устранены или снижены до приемлемого уровня в результате целенаправленных мер контроля.

Для внедрения системы НАССР производители обязаны не только исследовать свой собственный продукт и методы производства, но и применять эту систему и ее требования к поставщикам сырья, вспомогательных материалов, а также к системе оптовой и розничной торговли.

Международные организации одобрили применение НАССР, как наиболее эффективный способ предупреждения заболеваний, вызываемых некачественными пищевыми продуктами. Применение НАССР может быть полезным для подтверждения выполнения законодательных и нормативных требований.

Система НАССР применяются практически во всех цивилизованных странах как надежная защита потребителей. Внедрение систем НАССР требует законодательство США, Канады, Японии, Новой Зеландии и многих других стран мира.

Методы НАССР: анализ рисков и опасностей; определение потенциальных дефектов продукции по отношению к производственным факторам (критические контрольные точки); предупреждающий (превентивный) контроль, а не последующий (реагирующий); ответственность и отчетность.

Система НАССР не является системой отсутствия рисков. Она предназначена для уменьшения рисков, вызванных возможными проблемами с безопасностью пищевой продукции.

Система НАССР является эффективным орудием управления, которое используется для защиты предприятия (торговой марки) при продвижении на рынке пищевых продуктов и защите производственных процессов от биологических (микробиологических), химических, физических и других рисков загрязнения.

Система HACCP первоначально разрабатывалась для работы с рисками для обеспечения безопасности пищевой продукции посредством систематического исследования каждого этапа производственного процесса, начиная от сырья и заканчивая конечным потребителем.

В последние десятилетия производители и потребители пищевых продуктов стали уделять пристальное внимание вопросам пищевой безопасности. В то же время значительно возросла конкуренция в пищевой индустрии, сопровождавшаяся ускорением технологического прогресса и появлением на рынке большого количества новых пищевых продуктов. В этой ситуации у производителей стало возникать все больше проблем, связанных с обеспечением пищевой безопасности.

Следовательно, производители пищевых продуктов должны проводить надлежащие профилактические мероприятия. Система HACCP предоставляет средства для применения такого подхода, позволяя предприятиям пищевой промышленности контролировать безопасность пищевых продуктов еще до возникновения потенциальных проблем и их воздействия на потребителя пищевой продукции.

7.2. Применение системы HACCP на примере компании Heinz

Системный подход в рамках HACCP, принятый компанией Heinz, в сочетании с инструкциями ISM является наиболее подходящим для всего спектра производственных операций в условиях быстрого изменения технологий и расширяющегося ассортимента.

Производственный процесс. В качестве примера рассмотрим внедрение системы HACCP на заводе компании в местечке Kitt Green на северо-западе Англии: на нем установлено 12 производственных линий, некоторые из которых способны наполнять и стерилизовать до 1000 банок в минуту. На заводе производятся консервированные слабокислые (pH > 4,5) и кислые продукты в жестяных и стеклянных банках, главным образом консервированные бобы, супы и другие изделия. Основной производственный процесс в компании Heinz выглядит следующим образом.

Поступающие ингредиенты проверяются на соответствие техническим условиям и отправляются на производство. Затем ингредиенты подготавливаются к производству партии продукта и перерабатываются. После проверки качества партия продукта поступает для расфасовки в банки. На пути к расфасовке эта партия подвергается проверке на наличие физических загрязнений (в частности, металлодетектором). Затем производится расфасовка в предварительно вымытые банки. После

наполнения банок, для создания герметичного уплотнения, края банки закатываются в двойной фальц. Затем банки транспортируются к соответствующему стерилизатору и в зависимости от типа и характеристик продукта подвергаются процессу стерилизации или пастеризации. После стерилизации (пастеризации) банки сушатся и транспортируются для этикетирования и упаковки, после чего укладываются на поддоны и отправляются на оптовую базу.

Основные риски. Основные риски для продуктов, проходящих тепловую обработку, можно разделить на следующие категории:

- порча сырья до его обработки;
- загрязнение химикатами (например, пестицидами), аллергенами или токсинами;
- загрязнение инородными телами;
- стерилизация, неадекватная для исключения микробиологических рисков;
- загрязнение жестяных или стеклянных банок после стерилизации (например, вследствие повреждения на конечных стадиях производства, при хранении или сбыте).

В одних случаях загрязнение может сразу же сказаться на безопасности продукта, а в других оно сначала снижает его качество, хотя такое загрязнение, если оно не выявлено и не устранено, несет с собой потенциальную опасность для здоровья людей. Риски, связанные с порчей сырья до его обработки и загрязнением после тепловой обработки, рассматривались при HACCP-анализе конкретных производственных линий.

Контроль микробиологических рисков в значительной степени зависит от эффективности стерилизации и последующих мер по предотвращению загрязнения после тепловой обработки. Этот процесс делает продукт промышленно (коммерчески) стерильным за счет только теплового воздействия или в сочетании с pH и активностью воды. Промышленная стерильность отличается от полной стерильности тем, что после промышленной стерилизации микроорганизмы или их споры могут выживать, но при создаваемых в таре условиях не способны расти и продуцировать токсины или портить продукт. С медицинской точки зрения основной проблемой слабокислых консервированных продуктов является образование сильнодействующего ботулинического токсина, наиболее опасного из известных токсинов, продуцируемого Clostridium botulinum. Граничные условия роста этого микроорганизма хорошо известны: он не развивается при pH < 4,50 и активности воды a_w < 0,92. Эти условия дают ряд важнейших характеристик продукта, определяющих тип применяемой тепловой обработки. Для обеспечения промышленной стерильности продуктов,

имеющих pH > 4,50 и/или a_w > 0,92, применяется процесс, который часто называют «минимальной тепловой обработкой botulinum».

Существует несколько совокупностей различных типовых процессов, в которых используется тепловая обработка:

- розлив (наполнение), герметичное уплотнение и тепловая обработка;
- тепловая обработка, асептический розлив и герметичное уплотнение;
- горячий розлив и герметичное уплотнение.

В любом случае процесс стерилизации включает ряд технических операций, которые для обеспечения безопасности продукта должны выполняться тщательно и аккуратно.

Основными факторами здесь являются: продолжительность процесса; рабочая температура; распределение температур в стерилизаторе; способ смешивания, например, вертикальный (переворачивание) или радиальный.

На теплопроницаемость продукта влияют разные факторы: изменение вязкости ингредиентов; типы крахмала и его способность к клейстеризации; соотношение сухого вещества и жидкости; рецептурный контроль величины pH или a_w; размеры частиц.

Характеристиками розлива (наполнения) являются: изменение веса гарнира для продукта; многокомпонентный розлив; температура розлива; свободное пространство над продуктом (особенно важными характеристиками для процессов стерилизации с перемешиванием).

Время пребывания на производственной линии до тепловой обработки, в том числе: начальная температура продукта перед обработкой после периода пребывания на линии; комкование ингредиентов в результате длительной задержки на линии. Хотя основные условия для эффективного проведения стерилизации довольно понятны, на ее эффективность влияет сложное сочетание факторов, изменяющееся от продукта к продукту, и зависящее при этом от типа применяемого процесса. Обеспечить идентификацию и контроль каждого из этих факторов и призван HACCP-анализ.

Описание программы внедрения HACCP. Внедрение HACCP на предприятии должно проходить несколько этапов, включая: первоначальное утверждение; определение общих рамок и подхода; подбор персонала, его обучение и подготовка; анализ систем обеспечения обязательных условий; анализ рисков и критических контрольных точек; собственно внедрение; верификация и валидизация; текущий мониторинг и аудит.

Определение рамок системы, подхода и срока внедрения. В первую очередь необходимо определить рамки анализа HACCP. Были установлены приоритеты для рисков пищевой безопасности, включая, наряду с микробиологическими, также химические и физические риски, и на начальной стадии

оставлены в стороне вопросы порчи продукта. Было признано, что проблемы порчи обозначают потенциальные риски. Такие проблемы должны фиксироваться по мере их выявления во время проведения НАССР-анализа каждой производственной линии и к ним необходимо вернуться после внедрения систем НАССР на всех производственных линиях.

Было решено проводить НАССР-анализ для производственной линии, а не для продукта. Это оправдывается тем, что ряд продуктов производится с одной и той же последовательностью технологических операций. Чтобы избежать ненужного повторения, разумнее было сосредоточить внимание на основных технологических операциях конкретной производственной линии и рассматривать специфичные для продукта вопросы как часть НАССР-анализа каждого конкретного технологического процесса.

Создание, подготовка и обучение команд (персонала). Для каждой производственной линии создавалась отдельная команда НАССР, руководителем которой назначался один из микробиологов завода. Ядро команды состояло из следующих специалистов: микробиолог (руководитель команды); один из инженеров, знающий конструкцию и работу производственной линии; сотрудник отдела контроля качества или сотрудник, обладающий необходимым опытом в этой области; оператор производственной линии, отвечающий за ее повседневную работу; сотрудник отдела НИОКР.

Включение в команду инженера и представителя отдела НИОКР доказало свою полезность при рассмотрении рисков, требующих принятия альтернативных решений, не привычных для обычной работы существующего оборудования или для его ремонта.

К этому ядру команды добавлялись временные члены, которые могли быть полезными при анализе конкретных технологических операций. В качестве таких членов обычно выступали обслуживающие линию операторы с наибольшим опытом работы с установленным на ней оборудованием. Временно в команду включались представители поставщика оборудования, используемого на производственной линии, особенно в случае монтажа нового оборудования. Привлечение поставщиков оборудования позволяло более надежно выявлять возможные проблемы, и в этом случае команда могла использовать опыт поставщика при эксплуатации оборудования в других компаниях.

В любой момент времени команды НАССР насчитывали не более пятишести членов. Подбор членов команды может оказаться не простой задачей. В частности потому, что требуются работники, отлично знающие производственный процесс и, следовательно, необходимые для повседневной работы производственной линии или определенного оборудования.

Для членов команд HACCP сотрудники микробиологического отдела проводили двухчасовой вводный курс по принципам HACCP. Ознакомление с принципами HACCP было важным для объяснения членам команд их ролей и повышало их мотивацию. Введение в HACCP затем использовалось для перехода к непосредственному обсуждению рисков, связанных с конкретной производственной линией. Целями обсуждения было начать процесс анализа рисков, усилить мотивацию членов команды, подчеркивая значимость их работы в обеспечении безопасности потребителей, и предоставить членам команды возможность начать совместную работу. Этот первичный анализ рисков затем повторялся и уточнялся в ходе детального анализа каждого участка производственной линии. Как показал опыт, такой подход оказался весьма продуктивным введением первых команд HACCP в круг их задач и началом процесса анализа и планирования систем HACCP.

В качестве учебных материалов и источников модельных планов HACCP необходимо использовать различные руководящие и инструктивные документы, в том числе материалы Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и комиссии Codex Alimentarius.

Руководитель команды заранее просил инженеров предоставить необходимую проектную документацию. Особенно полезными оказались чертежи, позволившие команде понять определенные технологические процессы или установки.

Последним важным элементом эффективной подготовки была подготовка руководителей команд. Чтобы начать обсуждение и успешно его вести, руководители команд должны были сами провести предварительный анализ рисков и хорошо знать анализируемую производственную линию.

Риски и критические контрольные точки. В некотором отношении анализ рисков для консервированных продуктов проще, чем для других. Риски консервированных продуктов в целом хорошо понятны, как и основные методы их устранения. Как показывают случаи пищевых отравлений, вызванные консервированными продуктами, ошибки все еще встречаются, что делает системы HACCP для консервной промышленности такими же необходимыми, как и для других отраслей пищевой индустрии.

Поскольку требования для контроля рисков при производстве консервированных продуктов более понятны, установление пределов для критических контрольных точек не представляло особых трудностей. Согласно разработанным процедурам, все продукты, в том числе и новые, тщательно исследовались микробиологами, и в каждом случае устанавливались строгие требования к технологическому процессу и подробные технические характеристики, определяющие рецептуру продукта. Эти

требования и характеристики затем снова анализировались и уточнялись командами HACCP при идентификации критических контрольных точек и задании соответствующих пределов.

Внедрение и верификация. Системы HACCP внедрялись постепенно, и каждая производственная линия рассматривалась отдельно. В каждом случае критические контрольные точки устанавливались последовательно в течение нескольких недель. Процессу внедрения благоприятствовали два фактора, одним из которых было наличие отлаженной, соответствующей стандарту ISO 9000 системы управления качеством с испытанным и надежным мониторингом технологических процессов и соответствующей документацией.

Эта система стала хорошим фундаментом для выстраивания системы мониторинга критических контрольных точек и документирования по каждой производственной линии. В некоторых случаях операторы производственных линий, помогавшие команде HACCP проводить анализ конкретной технологической операции, оказались лучшими кандидатами для мониторинга критической контрольной точки (если она устанавливалась на этой операции). В таких случаях персонал, отвечавший за критические контрольные точки, уже обладал необходимыми знаниями и мотивацией для наилучшего выполнения своей задачи.

Ключом к долговременному успеху систем HACCP на заводе в Kitt Green являлась эффективная верификация системы. На заводе в Kitt Green были созданы две отдельные системы верификации. Первая включала менеджеров производственных линий, проверявших записи результатов мониторинга ККТ после их соответствующей регистрации. Во вторую систему входили члены группы аудиторов, отвечавших за эффективность стерилизации и подотчетные руководителю микробиологической лаборатории, которые не подчинялись руководителю производства.

В их задачу входило также обеспечение проведения независимых периодических проверок оборудования (например, они проводили независимые проверки уровня хлорирования воды, которые затем сравнивались с данными контролеров производственных линий) и ежегодных проверок температурных режимов внутри стерилизационных камер и резервуаров. В ходе таких испытаний в камере устанавливался дополнительный датчик температуры, и его показания сравнивались с данными, отображаемыми на рабочей станции оператора.

Авторитет таких инспекторов основывался на большом производственном опыте и умении решать различные проблемы, в связи с чем они могли предлагать дополнительные проверки или способы усовершенствования мониторинга производственных операций. Инспектора были наде-

лены полномочиями снимать продукт с линии, а в случае возникновения серьезных проблем с его безопасностью — брать всю ответственность на себя.

За последние восемь лет компания Heinz разработала систему классификации случаев несоответствия, включавшую критические, значительные и незначительные инциденты (по стандарту ISO 9000). «Критический инцидент» — это происшествие, при котором возникает риск для безопасности продукта (примером может служить случай, когда «нестандартную» или «непроверенную» упаковку, упавшую или снятую с транспортера, не удалось изъять). «Значительный инцидент» — это случай значительного отклонения от требований ISO, который может стать основанием для претензий потребителей, а «незначительный инцидент» — это случай несоответствия требованиям ISO, его процедурам, внутрифирменным стандартам, но не причиняющий вреда потребителю.

Эксплуатация и совершенствование системы HACCP. Для поддержания систем HACCP на современном уровне задействован целый ряд дополнительных подсистем. Каждый работник, обслуживающий системы HACCP на конкретных производственных линиях, получает своего рода «учебный паспорт», в котором записывается ход повышения его квалификации. Не аттестованные операторы не допускаются для работы по критическим контрольным точкам. Новые операторы проходят обучение и должны проработать рядом с опытным оператором не менее месяца, после чего для допуска к самостоятельной работе они проходят заключительный цикл обучения и сдают устный экзамен «стерилизационному инспектору». Такая подготовка обеспечивает соответствие персонала любым изменениям и помогает эффективно выполнять свои функции относительно HACCP.

Предметом для пересмотра HACCP является изменение рецептуры продукта. В этом случае анализ начинается с «кухонной» рецептуры и определения потенциальных рисков. Затем согласуются критические технологические параметры и пересматриваются ККТ, после чего они вносятся во временную операционную карту технологического процесса. На этой стадии необходимо принять решение, потребуется ли полный повторный HACCP-анализ или, в зависимости от степени отличия от уже выпускающегося продукта, достаточно модификации существующего HACCP-анализа. Затем представитель микробиологического отдела визирует рецептуру и каждую технологическую операцию. Такое согласование позволяет отделу разработки продуктов передать рецептуру на производство. Затем проводится ряд испытаний, заканчивающихся выпуском опытной партии, которая позволяет убедиться, что все ККТ контро-

лируются. При каждом испытании проводится ряд тестов в контрольных точках для подтверждения нормального режима работы и отсутствия проблем при переходе на полномасштабное производство. При отсутствии значительных проблем представители микробиологического отдела и отдела разработки продуктов подписывают окончательное разрешение на промышленное производство продукта.

Преимущества и недостатки внедрения НАССР. Наиболее очевидным результатом внедрения НАССР на заводе в Kitt Green стало сокращение в последние годы проблем с безопасностью и качеством продуктов, что привело к снижению числа претензий потребителей и повышению производительности. Система НАССР позволила персоналу каждой производственной линии выявлять и устранять потенциальные проблемы значительно раньше, чем в те времена, когда для обнаружения сбоев полагались в основном на выборочный контроль сырья и готовых изделий. Более быстрое реагирование привело к уменьшению продукции, подлежащей снятию с производства на время исследования проблемы, и повышению загрузки линий.

Следовательно, внедрение НАССР дало заводу в Kitt Green значительные финансовые преимущества, которые существенно перевешивают краткосрочные неудобства и издержки.

В долгосрочном плане опыт разработки и внедрения НАССР дал еще более широкие выгоды. Процесс консультирования при планировании НАССР и возросшая ответственность при мониторинге ККТ, например, стимулировали более активное отношение к своей работе производственного персонала, начиная с операторов производственных линий и выше. Вместо ожидания решения проблемы начальством, персонал стал готов самостоятельно анализировать свою работу, выявлять проблемы и предлагать свои собственные решения и инновации.

Развитие таких инициатив, как анализ производственного процесса, проявило неожиданную сторону НАССР как системы. Это не только средство управления пищевой безопасностью, но и новый, более активный метод работы, позволяющий бизнесу более глубоко понимать и более эффективно контролировать свои операции.

7.3. Целесообразность внедрения системы НАССР на предприятиях рыбной промышленности

В настоящее время переработка сельскохозяйственной продукции в России осуществляется на 20 тыс. предприятий, из которых 70 % требуют ко-

ренной модернизации или замены производственных фондов, а механизация труда на многих предприятиях не превышает 40–50 %.

Все это до крайности обострило ситуацию с качеством и безопасностью производимых продуктов питания.

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» от 27.12.02, № 184 ФЗ в рыбной отрасли должен быть разработан специальный (отраслевой) технический регламент, учитывающий особенности рыбной промышленности и представляющий собой свод правил для хозяйствующих объектов, включающий полный и исчерпывающий перечень обязательных требований к продукции из рыбы, производственным процессам, а также процедур подтверждения соответствия.

Технические регламенты на продукцию из рыбы разрабатываются в целях формирования нормативной базы, технического регулирования вопросов безопасности и качества отечественной продукции, обеспечивающей устранение технических барьеров в торговле на основе принципов и правил, применяемых в ВТО.

Законодательство, действовавшее до принятия указанного выше федерального закона, не соответствовало международно-признанным нормам и правилам, закрепленным в документах ВТО. В частности, не была четко выделена область обязательных требований, не обеспечивался достаточный уровень прозрачности процедур принятия технических требований и процедур подтверждения соответствия, не обеспечивался в должной мере принцип, что в области технического регулирования не должны создаваться необоснованные препятствия для развития производства и торговли.

Таким образом, намеченные пути повышения качества и безопасности рыбной продукции в перспективе создадут реальные условия для роста промышленного производства, получения необходимых средств для основных фондов и повышения эффективности производственной деятельности отрасли, решения вопросов по участию в обеспечении продовольственной безопасности страны.

С развитием пищевой технологии, химии, микробиологии и биотехнологии появилось огромное количество новых пищевых добавок, но одновременно повысился и уровень загрязнения окружающей среды, что вызвало необходимость создания международного пищевого законодательства, ужесточающего требования к безопасности продуктов питания. В январе 1996 г. Европейским Союзом принята Директива 93/43/ССЕ, в которой показана необходимость принятия всех мер для обеспечения безопасности пищевой продукции с учетом генетической безопасности для последующих поколений.

Основные показатели пищевых продуктов должны соответствовать международным требованиям, регламентированным в законодательных актах комиссии Codex Alimentarius. Для обеспечения гарантированной безопасности продуктов питания различные международные организации — International Commission of Microbiological Specifications for Food (ICMSF), Codex Alimentarius рекомендовали использование системы НАССР как одного из лучших методов гарантии безопасности пищевых продуктов. Были определены базовые элементы системы, гармонизированные с международными стандартами ИСО серии 9000.

Остановимся подробнее на принципах организации НАССР как системы анализа опасных факторов в критических контрольных точках при производстве рыбной продукции.

Под опасными факторами производства рыбной продукции подразумевается (микро)биологическая, химическая или физическая опасность. Среди факторов, представляющих микробиологическую опасность (пищевая инфекция или пищевая интоксикация), вирусные опасности, опасности от паразитов, одноклеточных и червей. Химическая же опасность может быть природного происхождения или вызвана добавлением химикатов. Посторонние предметы создают физическую опасность.

Система должна отслеживать весь цикл обработки рыбы, начиная с момента вылова и кончая сбытом. Анализ опасности должен быть проведен в отношении всех существующих видов продукции и линий по переработке. Последовательность анализа опасностей по критическим точкам приведена на рис. 7.5.

Внедрение такой системы на предприятии должно позволить определить, насколько хорошо оно контролирует процесс производства рыбных продуктов, и оценить его уровень по обеспечению безопасности продукции в соответствии с установленными стандартами.

На различных этапах жизненного цикла продукции существует риск снижения ее качества и безопасности. Для того чтобы не допустить снижения качества и безопасности продукта на выходе, необходимо управление качеством на всех этапах технологического процесса производства от приемки и сортировки сырья до создания оптимальных условий хранения выработанной продукции.

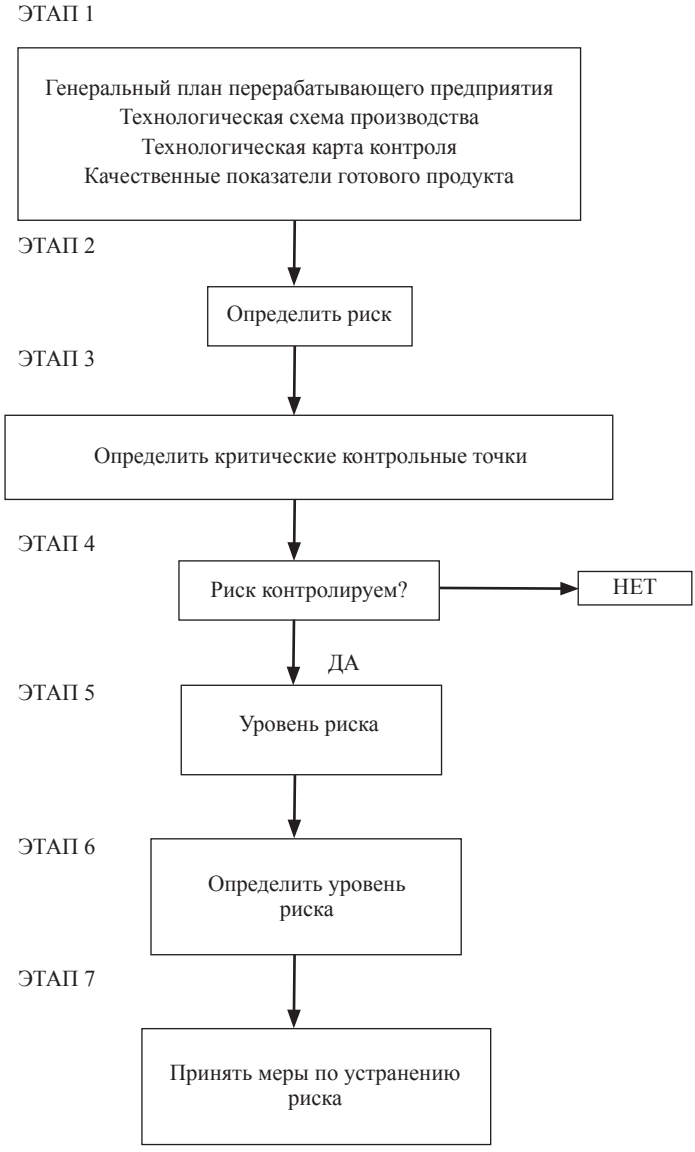


Рис. 7.5. Схема анализа опасностей по критическим точкам

При производстве комбинированных рыборастительных продуктов имеется четырнадцать этапов возможного риска снижения качества и безопасности (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Характеристика возможных рисков на этапах технологического процесса при производстве рыбного паштета и крема

Этап	Вид риска	Что контролируется
1. Прием и сортировка сырья	Некачественное сырье - ниже первого сорта	Качество поступившего сырья
2. Дефростация, мойка, разделка, мойка, сортировка	Загрязненность воды, оборудования, инвентаря. Несоблюдение температурного режима воды. Возможность обводнения сырья. Некачественная разделка	Санитарное состояние цеха. Температура воды при размораживании. Продолжительность дефростации. Качество разделки
3. Термическая обработка сырья (бланширование в воде)	Загрязненность воды, оборудования, инвентаря. Несоблюдение температурного режима воды при бланшировании	Санитарное состояние цеха. Температура воды и время бланширования
4. Измельчение рыбы на волчке	Загрязненность оборудования и инвентаря. Некачественное измельчение	Санитарное состояние цеха. Качество измельчения диаметр, отверстия
5. Инспекция, мойка, зачистка овощей	Некачественное сырье - ниже первого сорта. Неисправность прибора. Загрязненность воды, инвентаря. Некачественная очистка овощей	Исправность прибора. Качество поступившего сырья. Качество воды и очистки овощей. Санитарное состояние цеха
6. Термическая обработка овощей	Загрязненность воды, инвентаря. Несоблюдение температурных режимов и времени варки	Санитарное состояние цеха. Качество воды, температура воды и время варки

Окончание таблицы 7.1

Этап	Вид риска	Что контролируется
7. Измельчение вареных овощей на волчке.	Загрязненность воды, инвентаря. Некачественное измельчение	Санитарное состояние цеха. Качество измельчения
8. Инспекция, мойка, замачивание круп	Некачественное сырье ниже первого сорта. Неисправность магнитного уловителя. Загрязненность воды, инвентаря. Некачественно промытые крупы. Несоблюдение температурных и временных режимов замачивания круп	Качество сырья. Исправность приборов. Чистота круп. Температура воды и время замачивания. Санитарное состояние цеха
9. Термическая обработка круп	Загрязненность воды, инвентаря. Несоблюдение температурных режимов и времени варки.	Санитарное состояние цеха. Качество воды, температура воды и время варки.
10. Измельчение крупы на волчке	Загрязненность воды, инвентаря. Некачественное измельчение	Санитарное состояние цеха. Качество измельчения.
11. Взвешивание в пропорциях рецептуры	Загрязненность, неисправность измерительного прибора	Точность измерительного прибора
12. Приготовление пастообразной массы	Загрязненность оборудования, инвентаря	Санитарное состояние цеха. Время и качество измельчения, гомогенность массы
13. Упаковывание, маркировка	Несоблюдение требований к таре, неправильная маркировка	Санитарное состояние вспомогательных материалов.
14. Хранение	Снижение качества	Температура в камере, санитарное состояние

Рыбные предприятия, внедрившие систему НАССР, работают на принципах анализа опасностей по ККТ; создается система собственного контроля, с помощью которой решается ряд определенных задач. При этом система должна отслеживать весь цикл обработки рыбы, начиная с момента вылова и кончая сбытом. Анализ опасности должен быть проведен в отношении существующих видов продукции и линий по переработке. Этапы определения критических контрольных точек для комбинированных рыборастительных продуктов представлены на рис. 7.6.

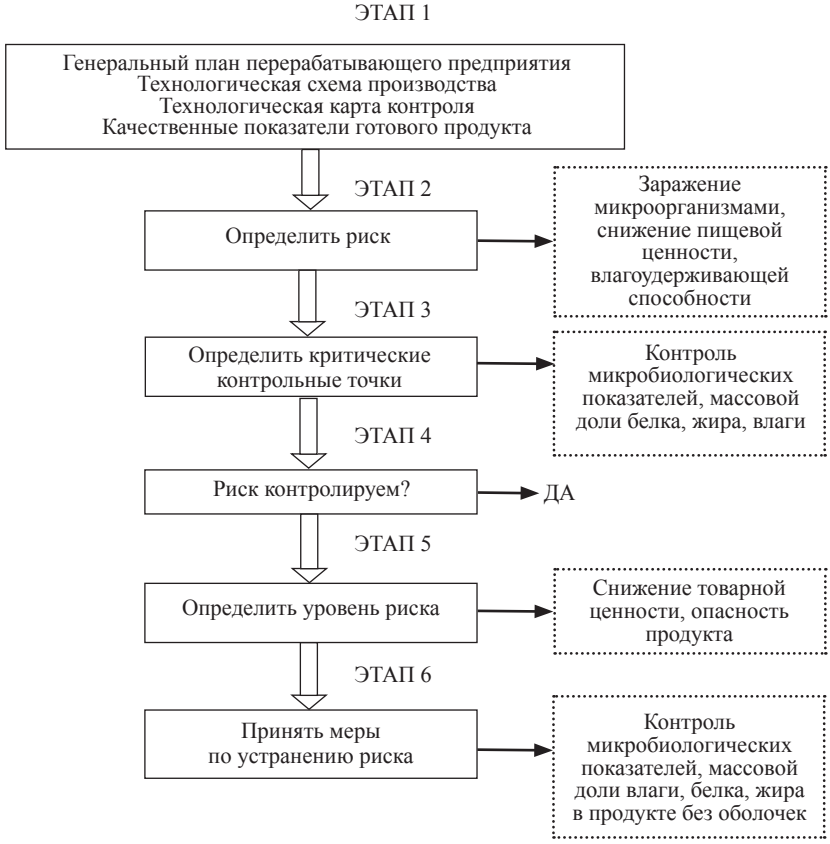


Рис. 7.6. Анализ опасностей по критическим точкам

Далее, для снижения возможного риска был проведен контроль продуктов без оболочек по микробиологическим показателям, массовой доле белка, жира, влаги. Данные промежуточного контроля приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Результаты промежуточного контроля пастообразных продуктов без оболочек ($X \pm \Delta$, $n = 3$)

Показатели	Рыборастительные продукты	
	Паштет «Экзотика»	Крем «Загадка»
Массовая доля влаги, %	64,8±0,22	67,97±0,28
Массовая доля белка, %	13,90±0,12	14,62±0,13
Массовая доля жира, %	11,06±0,06	9,74±0,05
Микробиологические показатели:		
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более в 1 г	1·102	1·102
БГКП (колиформы) в 0,01 г	Нет роста	Нет роста
S. aureus в 0,1 г	Нет роста	Нет роста
Патогенные, в том числе сальмонеллы в 25 г	Нет роста	Нет роста

Таким образом, при анализе физико-химических показателей установлено, что продукция полностью отвечает предъявляемым требованиям. Результаты проведенных микробиологических исследований продуктов без оболочек свидетельствуют, что уровни содержания микроорганизмов соответствуют нормативам. Внедрение системы НАССР весьма перспективно, так как в ней рассматриваются не только элементы идентификации и анализа риска, но и элементы управления критическими точками и оценки его результатов, что создаст на предприятии реальную возможность для организации и поддержания в порядке эффективной системы управления качеством продукции.

Использованная литература

1. **Балабанов В. И.** Нанотехнологии : наука будущего / В. И. Балабанов. — М. : Эксмо, 2009. — 256 с.
2. **Будкевич Р. О.** Безопасность использования наноразмерных частиц / Р. О. Будкевич, И. А. Евдокимов // Молочная пром-сть. — 2010. — № 1. — С. 46–49.
3. **Варфоломеев В. П.** Управление высокотехнологичным производством / В. П. Варфоломеев. — М. : Экономика, 2009. — 368 с.
4. **Витязь П. А.** Основы нанотехнологий и наноматериалов : учеб. пособие / П. А. Витязь, Н. А. Свидунович. — Минск: Вышэйшая школа, 2010. — 302 с.
5. **Геста Б.** Технология производства молочных продуктов : справочник / Байланд Геста. — М. : ЗАО «Тетра-Пак АО», 2010. — 440 с.
6. **Иванов И. П.** Высокотехнологичные предприятия в эпоху глобализации / И. П. Иванов, В. В. Баранов, Г. И. Лысак [и др.]. — М. : Альпина Паблишер, 2003. — 416 с.
7. **Кунце В.** Технология солода и пива / Вольфганг Кунце. — СПб. : Профессия, 2009.
8. **Кантере В. М.** Система безопасности продуктов питания на основе принципов ХАССП : монография / В. М. Кантере, В. А. Матисон, М. А. Хангажеева [и др.]. — М. :Типография РАСХН, 2004. — 462 с.
9. **Мазалова Л. М.** Инновационные технологии производства специализированных жиров с пониженным содержанием трансизомеров жирных кислот / Л. М. Мазалова // Кондитерская пром-сть. — 2010. — № 5. — С. 18–19.

10. Международный семинар в Баварии // Молочная пром-сть — 2007—2007. — № 7. — С. 8–11.

11. **Мельников В. В.** Низкотрансовые начиночные жиры / В. В. Мельников // Кондитерская промышленность. — 2010. — № 6. — С. 18–21.

12. **Мейес Е.** Эффективное внедрение НАССР / Е. Мейес, С. Мортимор — СПб. : Профессия, 2005. — 285 с.

13. **Морзунова И. Б.** Проблемы современной нанотехнологии / И. Б. Морзунова, Н. В. Губина, Е. В. Тихонова. — Москва: Дрофа, 2010. — 288 с.

14. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под редакцией Ю. Д. Третьякова. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 368 с.

15. **Нилова Л. П.** Товароведение и экспертиза зерномучных товаров / Л. П. Нилова. — М. : ИНФРА-М, 2011. — 448 с.

16. **Окара А. И.** Нанотехнологии в производстве пищевых продуктов : состояние нормативной базы и проблемы безопасности / А. И. Окара // Вестник ХАГАЭП. — 2010. — №1 (52). — С. 79–85.

17. **Пашук З. Н.** Технология производства хлебобулочных изделий / З. Н. Пашук, Т. К. Апет, И. И. Апет. — СПб. : ГИОРД, 2009. — 400 с.

18. **Пилипенко Т. В.** Товароведение и экспертиза пищевых жиров : учеб. / Т. В. Пилипенко. — СПб. : ГИОРД, 2006. — 384 с.

19. **Пилипенко Т.В., Пилипенко Н.И.** Формирование качества и потребительских свойств молочных продуктов. Научное издание. (Монография) — СПб: СПБ ТЭИ, 2007 —

20. **Груздев В. Л.** Производство молока длительного хранения методом мембранной стерилизации / В. Л. Груздев, В. А. Лялин // Молочная пром-сть. — 2010. — № 3. — С. 64–67.

21. Производство изделий из замороженного теста / К. Кульц, К. Лоренц, Ю. Брюмер. — СПб. : Профессия. — 2005. — 288 с.

22. Рынок нано: от нанотехнологий — к нанопродуктам / Под ред. Г. Л. Азоева. — М. : БИНОМ ; Лаборатория знаний, 2011. — 319 с.

23. **Степанова Л. И.** Заменители молочного жира / Л. И. Степанова //Молочная пром-сть. — 2010. — № 10. — С. 48–50.

24. **Храмцов А. Г.** Адаптация доктрины нанобиомембранных технологий на основе кластеров молочной сыворотки / А. Г. Храмцов // Молочная пром-сть. — 2010. — № 1. — С. 34–37.

25. **Berg H. E.** Degradation of lactose during heating of milk / H. E. Berg, M. A. J.S. van Boekel // Netherlands Milk Dairy Journal. — 1994. — Vol. 48 — P. 157–177.

26. **Das K. P.** Stability of food emulsions: Physicochemical role of protein and nonprotein emulsifiers / K. P. Das, J. E. Kinsella // Advances in Food and Nutrition Research. — 1990. — Vol. 34. — P. 81–201.

27. **Dufour E.** Phase transition of triglycerides during semi-hard cheese ripening / E. Dufour [et al.] // International Daily Journal. — 2000. — Vol. 10 — P. 81–93.

28. **Gelderman M. P.** Adverse effects of fullerenes on endothelial cells: fullerenol $C_{60}(OH)_{24}$ induced tissue factor and ICAM-I membrane expression and apoptosis in vitro / M. P. Gelderman, O. Simakova, J. D. Clogston [et al.] // International Journal of Nanomedicine. — 2008. — Vol. 3.

29. **Huang C. C.** Oxidative stress, calcium homeo-stasis, and altered gene expression in human lung epithelial cells exposed to ZnO nano-particles / C. C. Huang, R. S. Aronstam, D. R. Chen [et al.] // Toxicol In Vitro. — 2009. (September, Available online).

30. **Keowmaneechai E.** Effect of $CaC1_2$ and KC1 on physiochemical properties of model nutritional beverages based on whey protein stabilized oil-in-water emulsions / E. Keowmaneechai, D. J. McClements// Journal of Food Science. — 2002. — Vol. 67. — P. 665–671.

31. **Kulmyrzaev A. A.** Determination of lactulose and furosine in milk using front-face fluorescence spectroscopy / A. A. Kulmyrzaev, E. Dufour // Lait. — 2002. — Vol. 82 — P. 725–735.

32. **Parfenov A. S.** Aqueous Diffusion Pathways as a Part of the Ventricular Cell infrastructure / A. S. Parfenov, V. Salnikov, W. J. Lederer [et al.] // Biophysical Journal. — 2006. — Vol. 90.

33. **Speranza A.** Pd-nanoparticles cause increased toxicity to kiwi fruit pollen compared to soluble Pd(II) / A. Speranza, K. Leopold , M. Maier [et al.] // Environmental pollution. — 2009. (October, Available online).

Интернет-сайты:

1. http://www.nanonewsnet.ru/ — сайт о нанотехнологиях в России.

2. http://www.nanometer.ru/ — сайт нанотехнологического общества «Нанометр».

3. http://nauka.name/category/nano/ — научно-популярный портал о нанотехнологиях.

4. http://www.nanorf.ru/ — журнал «Российские нанотехнологии».

5. http://www.nanojournal.ru/ — Российский электронный наножурнал.

6. http://www.nanoware.ru/ — официальный сайт потребителей нанотоваров.

7. http://slavut.ru/content/view/98/6/ — сайт компании «Славутич».

Учебное издание

Татьяна Владимировна Пилипенко
Николай Иванович Пилипенко
Татьяна Владимировна Шленская
Ольга Иосифовна Кутина

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Главный редактор *Т.С. Кулакова*
Верстка *М.В. Кеслер*
Корректура *А.А. Будер*

Подписано в печать 01.10.2013
Печать цифровая. Формат 60×88 1/16.
Усл. печ. л. 6,8. Тираж 500 экз. Заказ № 10.

ООО «Издательский центр “Интермедия”»
Адрес: 198334, Санкт-Петербург, ул. Партизана Германа, 41-218.
Тел./факс: (812) 923-2-239.

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии «Арт-экспресс»,
199155, СПб, В.О., Уральская ул., 17