

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»**

**ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ
ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ**

**краткий курс лекций
для студентов 4 курса**

**Направление подготовки
19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**

**Профиль подготовки
Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий**

Саратов 2016

УДК

ББК

С14

Особенности производства мучных изделий длительного хранения: краткий курс лекций для студентов 4 курса специальности (направление подготовки) 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья/ Сост. : А.В. Бороздина //ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 70 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Особенности производства мучных изделий длительного хранения» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для студентов направления подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья. Краткий курс лекций содержит теоретический материал по технологии производства мучных изделий длительного хранения. Направлен на формирование у студентов знаний о различных способах увеличении сроков хранения мучных изделий.

УДК

ББК

© Бороздина А.В. 2016

©ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2016

Введение

Особенности производства мучных изделий длительного хранения – одна из важнейших профессиональных дисциплин. Особенности производства мучных изделий длительного хранения изучает сырье для их производства, способы увеличения сроков хранения мучных изделий, виды и свойства упаковочного материала..

Краткий курс лекций по дисциплине «Особенности производства мучных изделий длительного хранения» предназначен для студентов по направлению подготовки 260100.62 Продукты питания из растительного сырья. Курс направлен на формирование ключевых компетенций, необходимых для эффективного решения профессиональных задач и организации профессиональной деятельности на основе знаний, которые помогут правильно сориентироваться и начать научную работу

Лекция 1 ВВОДНАЯ

1.1. Перспективы развития производства мучных изделий длительного хранения

Существует огромное количество видов замороженного хлеба – более 100 позиций. Это и мелкоштучные изделия – ржаные и пшеничные булочки с различными добавками (злаки, зерно, сыр, овощи), и классические багеты разных размеров, и практически готовые блюда из замороженного хлеба (например, багет резаный с маслом и зеленью, багет с чесночным маслом), которые перед употреблением достаточно только разогреть. Что касается вкусовых характеристик, то, по мнению специалистов, ярко выраженного отличия между хлебом, выпеченным в пекарне или из замороженных полуфабрикатов, нет. Как правило, замороженный хлеб производится из натуральных ингредиентов без специальных добавок и улучшителей. При грамотном соблюдении технологии производства хлеба из замороженных заготовок изделия получаются более хрустящими (в сравнении с хлебом, произведенным классическим способом), что придает им особую аппетитность.

По данным коммерческого директора GFBGmbH, Германия Х. Грана [18], состояние и структура хлебопекарной промышленности в России с 1990г. сильно изменились. Открытие страны для Западной Европы изменило и ситуацию на внутреннем рынке. Рост числа платежеспособных потребителей способствовал спросу на новые хлебобулочные изделия. Это привело к стремительному расширению ассортимента, в том числе и на хлебозаводах, специализирующихся на массовом производстве ограниченного количества сортов хлеба. В результате изменилась политика больших хлебозаводов в сфере инвестиций. Средства продолжали вкладывать в российское оборудование, однако все больше росла доля техники из Европы.

Инвестиции в импортные машины и установки активно росли вплоть до 1998 г. Однако они почти прекратились вследствие обвала рубля в августе 1998 г., а также вследствие его слабой покупательной способности.

Политические изменения и связанный с ними экономический расцвет способствовали увеличению инвестиций с Запада.

Международный экономический кризис осенью 2008 г. вновь привел к сильному сокращению инвестиционной активности. Насколько долго сохранится данная ситуация, предсказать сейчас не представляется возможным.

Примерно 90% хлебопекарных изделий в России производится на крупных промышленных предприятиях, оснащенных автоматизированными линиями. Такой опыт насчитывает почти 80-летнюю традицию в отличие от истории малых пекарен.

Потребители хорошо знакомы с данным ассортиментом. Благодаря высокой степени автоматизации производство требует относительно низких затрат. Этот факт имеет также и политическое значение, так как при нынешней ситуации в России необходимо, чтобы производство хлебобулочных изделий, прежде всего хлеба, было недорогим. Изготовление хлебобулочных изделий и их продажу уже поэтому нельзя рассматривать с чисто рыночной точки зрения. Первостепенное значение имеет обеспечение населения данным продуктом. При этом нужно учитывать, что уровень развития разных городов и частей страны сильно различается. Распределение и торговля хлебобулочными изделиями стали почти полностью другими. Хлебобулочные изделия продаются сегодня большей частью через предприятия торговли (под это понятие попадают также небольшие торговые точки, отдельные палатки). Между тем существует ряд производителей хлебобулочных изделий, владеющих собственными сетями магазинов. Потребителям реализуются в основном свежая выпечка и хлебобулочные изделия в упаковке. Свежая выпечка хранится недолго и тоже должна продаваться в упаковке. В среднем цены на хлебобулочные изделия, по сравнению с европейскими, находятся на более низком уровне.

Развитие небольших булочных с пекарнями происходит еще очень медленно. Причинами этого являются, прежде всего, плохо отрегулированная система снабжения сырьем, неквалифицированный персонал и высокая стоимость капиталовложений в машины и печи.

Существование рынка разнообразных свежих и недорогих хлебобулочных изделий позволяет говорить о развивающейся, однако, еще очень чувствительной к изменениям рынка области.

Доля производства замороженных хлебобулочных изделий в России по сравнению с Западной Европой еще очень незначительна. Большое количество имеющихся на рынке хлебобулочных изделий глубокой заморозки импортируется из Европы.

Преимущества продуктов глубокой заморозки для русского рынка в России долго не замечали и до сих пор не признали полностью. Потребители не привыкли к тому, чтобы самим разогревать в печи или жарить недовыпеченные или замороженные изделия. Тем не менее, строятся предприятия для глубокой заморозки, а также создаются мощности для выпечки продуктов в супермаркетах и торговых предприятиях. У большого количества потребителей требования к свежести продуктов еще не сформировались. Лишь в больших мегаполисах - Москве или Санкт-Петербурге - делаются первые шаги. Причину этих различий с западноевропейским рынком можно объяснить просто: в Европе замороженные хлебобулочные изделия уже на протяжении более чем 15 лет представляют собой самый активно развивающийся рыночный сегмент. Их доля составляет в Германии уже более чем 25% общего производства хлебобулочных изделий.

Преимущество замороженного хлебобулочного изделия - высокоэффективное, автоматизированное производство и возможность долгого хранения продукта. В этом случае весь ассортимент может готовиться, реализовываться и употребляться непосредственно у самого клиента независимо от места и времени. При этом выпекаются лишь те продукты, которые будут реализованы.

Маркетинговые мероприятия и выпечка свежих изделий непосредственно в торговых точках (булочных, пекарнях) способствовали популяризации и привыканию к замороженным продуктам. Эффективное централизованное производство и высокая доступность свежих хлебобулочных изделий стали повсеместными. При этом затраты на глубокую заморозку и логистику оказались еще ниже, чем ожидалось. Повышение затрат окупается эффективностью автоматизированного производства и отсутствием возврата продавцу нереализованной продукции.

В современных условиях проблема производства хлеба с удлиненными сроками хранения приобретает все большую значимость, и одним из способов решения этой задачи является его замораживание.

Разработка технологии хлебобулочных изделий на основе замораживания в России интенсивно проводилась в 60-80 гг., что было связано с необходимостью перевода хлебозаводов с трехсменного на двух- и односменный режим работы.

Метод замораживания имеет давние традиции, особенно на Урале и в Сибири. С этой целью зимой изделия выносили на холод. Замораживание хлебобулочных изделий широко применяется в США, Канаде, Швейцарии, Нидерландах и других странах.

В настоящее время на рынке продовольственных товаров в России появились специальные хлебобулочные изделия, которые завозятся из европейских стран в упакованном и замороженном виде и реализуются населению в освеженном виде с использованием для размораживания печей конвекционного типа, а также СВЧ - печей.

В связи с оснащением многих хлебопекарных предприятий в России морозильным оборудованием появилась возможность производства замороженных изделий и в нашей стране, но отсутствие в настоящее время необходимой технической документации сдерживает их выработку и реализацию.

1.2. Процессы, происходящие в хлебе при хранении

Усыхание — уменьшение массы хлеба в результате испарения водяных паров и летучих веществ. Усыхание начинается сразу после выхода изделий из печи.

Усушка (усыхание) - это процесс перераспределения влаги из внутренних слоев мякиша в его наружные слои и корку, и испарение ее через корку. При хранении влажность мякиша уменьшается. Чем быстрее охлаждается хлеб после выпечки, тем меньше его усушка. Повышение температуры ускоряет усушку, а повышение относительной влажности воздуха, наоборот замедляет. Пока хлеб остывает до комнатной температуры, процессы усыхания идут наиболее интенсивно, масса изделий уменьшается на 2-4% по сравнению с массой горячего хлеба. Активное вентилирование в этот период снижает потерю массы. После остывания хлеба усыхание протекает с постоянной скоростью, но вентилирование помещений в этот период увеличивает потери. Чем больше первоначальная масса влаги в хлебе, тем интенсивнее он ее теряет.

Формовой хлеб усыхает быстрее, чем подовый, так как содержит больше влаги. Мелкоштучные изделия теряют влагу более интенсивно. Черствение хлеба при хранении — сложный физико-коллоидный процесс, связанный в первую очередь со старением крахмала. Первые признаки черствения появляются через 10—12 ч после выпечки хлеба.

Черствение хлеба наступает при длительном его хранении, при котором изменяются свойства хлеба, исчезает его приятный аромат, ухудшается вкус и появляется привкус лежалого продукта. Изменение вкуса и, особенно, аромата объясняется потерей и окислением летучих веществ. Корка в момент выхода хлеба из печи практически безводна. Но она быстро остывает, и влага, в результате разности температур во внешних и внутренних слоях буханки, мигрирует в корку, влажность которой повышается до 12-14%. Для многих видов хлеба нормируется ГОСТами толщина корок. Например, ржаные и ржано-пшеничные сорта хлеба имеют корку толщиной 3-4 мм, пшеничные - 1,5-3 мм.

Изменяется и физическое состояние корки. Если корка после выпечки твердая и хрупкая, то с повышением влажности становится мягкой, эластичной, а затем твердеет. При черствении мякиша изменяются его физические свойства, ухудшается эластичность и сжимаемость, увеличивается крошливость.

Ржаной хлеб черствеет медленнее, так как в нем присутствуют растворимые и нерастворимые пентозаны, обволакивающие амилопектин и амилозу и замедляющие ретроградацию крахмала. Происходит некоторое выделение влаги, поглощенной крахмалом при клейстеризации во время выпечки. Эта влага частично удерживается мякишем, а частично размягчает корку. При черствении хлеба изменяются гидрофильные свойства мякиша, т. е. снижается способность к набуханию и поглощению воды за счет уплотнения структуры белка. Чем больше белковых веществ в хлебе, тем медленнее протекает процесс черствения. Но поскольку белка в хлебе в 5-6 раз меньше и скорость изменений в нем в 4—6 раз меньше по сравнению с крахмалом, основная роль в процессе черствения принадлежит крахмалу [6].

Вопросы для самоконтроля

- 1) В чем преимущество технологии замораживания продуктов?
- 2) Чем обуславливается усушка хлеба?
- 3) Как изменяются свойства корки хлеба при черствении?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Пащенко Л.П.** Технология хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. – М.: «КолосС», 2006. – 389 с.

Дополнительная

1. Лабутина, Н.В. Технология производства хлебобулочных изделий из замороженных

полуфабрикатов Текст. : монография / Н.В. Лабутина. -Смоленск: Универсум, 2004. 236 с. - 300 экз. - ISBN 5-88984-063-0.

2. Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>

3. Журналы: «Пищевая промышленность», «Хлебопечение России».

Лекция 2

СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

2.1. Основные способы

Способы увеличения сроков хранения хлебобулочных изделий.

1. Биологические способы.
2. Химические способы.
3. Физические способы.

В особых условиях бывает необходим хлеб способный сохранять потребительские свойства от одного до шести месяцев, а иногда и до нескольких лет. Поэтому разработка способов консервирования хлеба с обычной влажностью для длительного хранения имеет исключительно важное значение. При разработке способов производства хлеба длительного хранения необходимо защитить хлеб от потери влаги применяя материалы с низкой паро- и влагопроницаемостью, а также предохранять его от поражения микроорганизмами, что достигается различными видами стерилизации.

Известно, что при хранении хлеб из пшеничной муки подвержен заболеванию картофельной болезнью. Поэтому при решении задачи хранения хлеба длительное время необходимо устранить также причины вызывающие развитие картофельной палочки.

Разработаны технологии приготовления хлеба для длительного хранения с применением тепловой, химической и лучевой стерилизации, а также с использованием различных видов упаковки [9].

Консервирование хлеба в мягкой упаковке с применением тепловой стерилизации

Консервирование с применением тепловой стерилизации

В основу данного способа стерилизации положен принцип, позволяющий использовать для упаковки хлеба эффективные упаковочные материалы, более устойчивые к тепловому воздействию, чем целлофан, полиамидная пленка и т.д.

Согласно данному способу хлеб упаковывают в пергамент, алюминиевую фольгу и картонную бумагу, затем стерилизуют при температуре 105-110 °С в течение трех часов. Далее хлеб доупаковывают в полиэтиленовую пленку и картонную бумагу. Готовые пакеты с хлебом обрабатывают смесью парафина 80 % и вазелина 20%. Такие хлебные консервы выдерживают хранение в течение шести месяцев в условиях обычного склада.

Консервирование с применением интенсивной тепловой обработки

Сущность консервирования с применением интенсивной тепловой стерилизации сводится к упаковке хлеба в микробонепроницаемый пакет из полиэтилено-целлофановой пленки с последующей стерилизацией при температуре 140-160 °С в течение 60 минут. Затем хлеб упаковывают в герметичный полиэтиленовый пакет.

Применение высоких температур стерилизации увеличивает надежность и сокращает длительность прогрева, что положительно влияет на запах и вкус продукта.

Несмотря на такую, казалось бы нерадостную статистику, все больше жителей России проявляют интерес к этому хлебному продукту. И не удивительно, ведь замороженный хлеб, в отличие от обычного, имеет ряд преимуществ.

Развитие плесневения замедляется при хранении хлеба в замороженном состоянии (-24 °С), в вакууме и в атмосфере углекислого газа или азота. Эти способы требуют дополнительных материальных затрат на создание специальных установок.

Основное достоинство замороженного хлеба -- это длительный срок хранения. Некоторые виды этого продукта способны в течении 18 месяцев сохранять свои вкусовые и питательные качества. Кроме этого, имея запас замороженного хлеба можно не беспокоиться о возможных перебох в поставках хлебобулочных изделий, например при плохих погодных условиях.

С другой стороны, замороженный хлеб помогает многим предприятиям общественного питания, которые стараются соответствовать высоким стандартам обслуживания, всегда обеспечивать своих клиентов горячим хлебом.

Также на лицо экономия средств, ведь в условиях жесткой конкуренции многие рестораны и кафе предпочитают отказаться от собственных пекарен. Но в то же время хотят баловать посетителей мягким хлебом с хрустящей корочкой.

По самым пессимистическим прогнозам экспертов, рост рынка замороженного хлеба в стране в ближайшие время превысит 30% в год, что является очень неплохим показателем, с учетом того, что большинство домохозяек к этому продукту еще относятся с недоверием.

Все больше хлебозаводов переходят на выпуск замороженного хлеба, устанавливая иностранное оборудование и иногда полностью модернизируя производство. Как говорят сами пекари, линии по производству замороженного хлеба окупаются в течении 3-5 лет.

Консервирование хлеба в мягкой упаковке без применения тепловой стерилизации

Хорошие результаты дало консервирование хлеба. Консервируют хлеб путем поверхностной обработки изделий химическими консервантами или добавляют их в тесто. Для поверхностного консервирования хлеб опрыскивают сорбиновой кислотой, растворами, солей сорбиновой кислоты или этиловым спиртом.

Другой способ заключается в том, что готовую продукцию плотно заворачивают в упаковочный материал, пропитанный сорбиновой кислотой.

Эффективный способ консервирования хлеба разработан во ВНИИХПе. Он состоит в стерилизации поверхности хлеба этиловым спиртом и сорбиновой кислотой. Обработанный хлеб затем упаковывают в защитную тару. Сочетание упаковки и стерилизации обеспечивает сохранность хлеба в течение нескольких месяцев.

Добавление в тесто химических консервантов также подавляет развитие плесеней и образование микотоксинов. Для этих целей используют чаще всего пропионат и ацетат кальция. В ряде стран разрешено применение сорбиновой кислоты. Она является наиболее эффективным консервантом, так как тормозит в первую очередь развитие плесневых грибов. В то же время она физиологически безвредна.

Установлено, что сорбиновая кислота усваивается организмом, как и прочие жирные кислоты, и не обладает канцерогенностью. Сорбиновая кислота действует уже в малых концентрациях (менее 0,1%) и при этом незначительно влияет на органолептические свойства хлеба. В больших дозах (0,3%) она тормозит жизнедеятельность дрожжей и ухудшает подъемную силу теста.

Заслуживает внимания новый консервант для хлебобулочных изделий - сорбиолпальмитат. Он представляет собой ангидрид сорбиновой и пальмитиновой кислот. Это вещество само по себе не обладает консервирующим действием и поэтому не задерживает развитие дрожжей в тесте. Но в процессе выпечки хлеба сорбиолпальмитат расщепляется на пальмитиновую и сорбиновую кислоты. Выделившаяся сорбиновая кислота защищает готовый хлеб от плесневения. В промышленности применяют сорбиолпальмитат в количестве 0,3-0,5% к массе муки, расходуемой по рецептуре.

Следует особо отметить, что применение любых консервантов неэффективно при сильном обсеменении продуктов различными микроорганизмами или плохом санитарном состоянии предприятия.

Хлеб ржаной формовой длительного хранения, консервированный сорбиновой кислотой

Консервирование для длительного хранения осуществляется путем завертывания горячего ржаного хлеба в бумагу, обработанную сорбиновой кислотой, с последующей герметичной упаковкой в пакет из полиэтиленовой пленки.

Для консервирования используется обычный формовой хлеб из ржаной обойной муки, отвечающий требованиям ГОСТ 2077 - 54,

Готовые пакеты с хлебом укладывают в ящики из гофрированного картона с вкладышами по 9 штук в каждый, ставя хлеб на торец. Затем клапаны ящиков заклеивают бумажными лентами с нанесенным поливиниловым клеем или полиэтиленовыми лентами с нанесенным на них клеем.

Готовые ящики с хлебом поступают на хранение. Гарантийный срок хранения такого хлеба 6 месяцев [6].

Хлеб ржаной и ржано-пшеничный краткосрочного хранения, консервированный спиртом

Консервирование ржаного и ржано-пшеничного хлеба со сроком хранения 2, 4 и 6 недель осуществляется путем смачивания поверхности, хлеба этиловым спиртом и последующей групповой, достаточно герметичной упаковкой.

Для консервирования используется ржаной формовой хлеб, отвечающий требованиям ГОСТ 2077 - 54, и ржано-пшеничный - ГОСТ 2079 - 69.

По органолептическим показателям и массе к хлебу, отбираемому для консервирования, предъявляются такие же дополнительные требования, как к хлебу длительного хранения, консервированному сорбиновой кислотой.

Хлеб стерилизуют путём погружения его на 4 - 6 сек в ванночку размером 320 X 200 X 80 мм с 96%-ным этиловым спиртом-ректификатом через 2 - 3 ч после выпечки, когда температура подкоркового слоя мякиша составит около 28° С. В случае впитывания хлебом большого количества спирта (вследствие повышенной адсорбционной способности корок) перед стерилизацией сразу после выхода из печи его заворачивают в фильтровальную бумагу.

Стерилизованный хлеб немедленно укладывают в ящики из гофрированного картона по 9 штук в каждый, ставя его на торец, а затем перекрывают крест-накрест выступающими концами двух полос парафинированной бумаги. После этого швы ящиков заклеивают с баковой стороны, на ящик наклеивают этикетку с указанием завода-изготовителя, сорта и развеса хлеба и т. д.

При консервировании хлеба сроком на 2 недели дно и боковые стенки ящика выкладывают изнутри одним слоем парафинированной бумаги (две полосы, расположенные крест-накрест). При увеличении срока хранения хлеба до 4 недель в целях увеличения герметизации ящики прокладывают двумя слоями парафинированной бумаги (четыре полосы).

Технология консервирования хлеба со сроком хранения 6 недель отличается от технологии консервирования со сроком хранения 2 недели тем, что в целях придания большей герметичности дно и боковые стенки ящика выкладывают изнутри одним слоем бумаги, покрытой полиэтиленом.

Хлеб пшеничный краткосрочного хранения спиртовой стерилизации

Консервирование пшеничного хлеба с расчетом хранения в течение 2, 4 и 6 недель производится аналогично консервированию ржаного и ржано-пшеничного методом спиртовой стерилизации и групповой упаковки.

Упаковывают стерилизованный хлеб в ящик из гофрированного картона различной степени герметизации (в зависимости от сроков хранения). Для консервирования отбирается формовой хлеб, отвечающий требованиям ГОСТ 8055 - 56. Масса его 0,8 кг с отклонением $\pm 2,5\%$.

При консервировании пшеничного хлеба должны быть предусмотрены меры, предупреждающие поражение картофельной болезнью. В этих целях мука тщательно проверяется.

В случае необходимости хранения консервированного хлеба при температуре выше 30° С и использования при выработке прессованных дрожжей кислотность теста повышают на 2, а жидких дрожжей -- на 1 градус Неймана. Консервирование хлеба пшеничного сроком на 2 и 4 недели производится аналогично консервированию ржаного и ржано-пшеничного хлеба краткосрочного хранения.

Приготовление консервированного хлеба со сроком хранения 6 недель можно производить следующим способом. Ящики в целях увеличения герметизации вместо слоя парафинированной бумаги (применяемой при консервировании со сроком хранения 2 недели) прокладывают одним слоем бумаги, покрытой полиэтиленом (две полосы).

Батоны нарезные длительного хранения, консервированные спиртом

Способ консервирования нарезных батонов со сроком хранения 4 месяца заключается в стерилизации их поверхности этиловым спиртом с последующей герметичной упаковкой в полиэтиленовый пакет.

Нарезные батоны для длительного хранения изготавливают из пшеничной муки I сорта. Качество батонов должно соответствовать требованиям ГОСТ 7127--54.

Остывшие батоны через 2 ч после выпечки стерилизуют таким же способом, как ржаной и ржано-пшеничный хлеб краткосрочного хранения. Высота уровня спирта в ванночке 10 - 20 мм.

Сразу же после стерилизации два батона помещают в полиэтиленовый, пакет. Затем из пакета с батонами отжимается избыток воздуха (вручную) и производится сварка его открытой стороны.

Готовые герметичные пакеты укладывают в картонные короба из гофрированного картона. Короба герметически заклеивают.

Срок хранения таких батонов 4 месяца

Стерилизация печеного хлеба гамма-излучением и электронами высокой энергии

Имеется достаточно сведений о влиянии излучения на микроорганизмы и другие одноклеточные. Как известно, микробиологическая порча зачастую является первопричиной снижения качества продукта при резко переменных температурных условиях окружающей среды.

В неблагоприятной экологической обстановке пища может стать источником и носителем потенциально опасных для человека химических и биологически активных соединений, являющихся продуктами жизнедеятельности микроорганизмов. Соединения, опасные для здоровья, содержатся как в сырье, так и в пищевых продуктах на различных технологических стадиях переработки, фасовки, хранения и реализации. В то же время, безопасность и качество пищи - одно из основных условий, определяющих здоровье нации. В России в последние годы из-за резкого спада производства продуктов питания и оттока сельскохозяйственного сырья в сферу предприятий малой мощности возрастает опасность микробного заражения и, как следствие, снижения качества пищевой продукции.

Печеный хлеб был и остается одним из основных продуктов питания. Большинство из нас любит свежеспеченный хлеб, но в условиях, когда снабжение свежим печеным хлебом невозможно или крайне затруднено (различные экспедиции, лесозаготовки, рыбные промыслы, охота, морской флот и подводный в частности и т.д.), вызывается необходимость применения различного рода хлебных консервов и специальных хлебных изделий, способных выдерживать длительное хранение.

Упаковка хлеба выполняет несколько функций, из которых четыре наиболее значимые: защитная, увеличение срока хранения, информационная и маркетинговая.

Первая обеспечивает защиту от воздействия внешних факторов -- таких, как влажность, пыль, насекомые, механические повреждения и потеря товарного вида на всех этапах пути от производителя до потребителя: погрузка-разгрузка, транспортирование, продажа в магазине или палатке и т.д.

При хранении хлеб черствеет в результате протекания физико-химических процессов, связанных со старением клейстеризованного крахмала. При старении структура крахмала уплотняется, происходит частичное выделение влаги, поглощенной при клейстеризации, которая воспринимается белками мякиша. Полностью предотвратить черствение мякиша не удается, но упаковка замедляет этот процесс, увеличивает срок хранения от трех до пяти суток.

Информационная функция: нанесение на пленку печатного изображения позволяет покупателю идентифицировать производителя хлеба, предоставляет ему информацию о составе, сроке изготовления, пищевой ценности и т. д. Упаковка хлеба должна быть прозрачной, чтобы покупатель визуально мог оценить качество и привлекательность продукта. Производитель получает еще одно преимущество: защиту его продукции от подделки.

Маркетинговая функция упаковки в последнее время становится одной из главнейших, так как прозрачная глянцевая упаковка с ярким рисунком заставляет покупателя обратить внимание на данный товар, а в последующем позволяет ему легко находить понравившуюся продукцию на прилавке, т.е. играет значительную роль в увеличении объема продаж и расширении производства.

В различных предлагаемых упаковочных материалах можно легко запутаться: бумага, вощеная бумага, целлофан, полиэтилен, ВОРР, полипропилен, ПВХ; многие компании не указывают материал, заменяя его фирменным названием производителя. Для начала исключим материалы, в которые хлеб вообще не упаковывают.

В первую очередь -- это целлофан или гидратцеллюлозная пленка. Это прекрасный, но очень дорогой материал, в настоящее время в него упаковываются только некоторые элитные продукты, например, очищенные фрукты или некоторые сорта сигар. Использование этого материала для упаковки такого товара, как хлеб, очень накладно, поэтому автор считает, что термин «целлофан»

попадает в статьи по упаковке хлеба исключительно по привычке называть любую прозрачную пленку целлофаном.

Вторым материалом, вызывающим возражение, являются бумага или бумажные пакеты. Несомненно, в бумажные пакеты хлеб упаковывать можно. Но это должны быть специальные сорта бумаги и пакет из нее будет сравним по стоимости с самим продуктом. Возможно, в некоторых магазинах продавцы и укладывают хлеб в бумажные пакеты при продаже, но это выбор самого магазина, а не производителя хлеба, и такой вариант упаковки больше подходит именно для розничной торговли. Кроме того, бумажный пакет непрозрачен, т.е. нарушается информационная функция упаковки.

Консервирование хлеба -- основного продукта питания -- имеет существенное значение.

Все существующие методы консервирования пищевых продуктов могут быть разбиты на 5 групп, а именно:

1. Консервирование при помощи низких температур;
2. Консервирование посредством обезвоживания;
3. Консервирование при помощи возбудителей различного вида брожения (соленье, квашенье);
4. Консервирование прибавлением антисептических веществ;
5. Нагревание до известной температуры с последующим хранением в герметически закрытой посуде [11].

На наш взгляд перечисленные методы не всегда позволяют решить задачу обеспечения печеным хлебом отдельных контингентов людей, находящихся в отрыве от мест производства этого продукта. Нами проведены теоретические исследования и создана экспериментальная установка для обработки хлебобулочных изделий непосредственно в упаковке с использованием метода радиационной стерилизации.

Стерилизация при помощи гамма излучения и электронов высокой энергии, именуемая радиационной стерилизацией известна уже около 50 лет. При прохождении электронов через пищевой продукт большая часть их энергии расходуется на ионизацию, приводящую к разрушению микроорганизмов. В результате уровень болезнетворных бактерий и вирусов снижается, начиная с определенной дозы, пропорционально поглощенной энергии электронов. После гибели микроорганизмов нет смысла увеличивать дозу облучения, т.к. это приводит к появлению посторонних привкусов и снижению качества хлеба. Эта задача сейчас решается экспериментально.

2.2.. Хранение макаронных изделий

Макаронные изделия относятся к основным продуктам питания, и спрос на них достаточно стабилен. Макароны представляют собой консервированное тесто из пшеничной муки специального помола. Они имеют высокую питательную ценность, хорошую усвояемость, быстро развариваются, хорошо перевозятся и сохраняются.

Макаронные изделия фасуют в оптовую и потребительскую тару. При упаковке в оптовую тару используют в основном крафт-мешки и картонные коробки. Упаковка в потребительскую, или в розничную тару изготовлена из таких материалов, как полиэтилен, полипропилен, картон, двухслойные пленки, сочетающие в различных комбинациях слои полиэтилена, полипропилена, целлофана и бумаги. Каждые из материалов характеризуются определенными барьерными, санитарно-гигиеническими, физико-механическими и технологическими свойствами. Поэтому при выборе материала для упаковки макаронной продукции производитель должен руководствоваться наиболее значительными для него критериями.

В настоящее время большинство крупных производителей макаронных изделий упаковывают свою продукцию в двухслойный пропилен с многоцветной глубокой печатью между слоями. Такая упаковка прозрачна, препятствует проникновению влаги и газов, устойчива к снятию, хорошо предохраняет продукт от механических повреждений. На эту пленку легко наносят рисунок, она идеальна для использования на всех типах упаковочных машин, а для автоматических линий это единственно возможный материал с точки зрения надежности, технологичности и отсутствия брака.

Несмотря на то, что в последнее время полимерные материалы вытесняют упаковочные картоны, в определенных случаях последние по-прежнему остаются не заменимыми. Достоинства картона низкая светопроницаемость, физиологическая безвредность, жесткость, хорошо предохраняющая изделия от механических повреждений, широкие возможности внешнего оформления упаковки. Для увеличения жесткости, прочности и влагостойкости картона используется целлюлоза повышенной прочности.

Допускается использовать новые ящики из гофрированного картона без оберточной бумаги. Торцы макарон длиной до 300мм прокладывают вертикальными прослойками бумаги.

Сырые макаронные изделия длительного хранения. Наряду с производством традиционных видов макаронных изделий в сухом виде стандарты и нормативные акты большинства стран предусматривают возможность производства и реализации сырых, не сушеных макаронных изделий. В частности, итальянское законодательство допускает выпуск сырых изделий влажностью не более 30 % при величине их кислотности не более 6 град. Срок хранения таких изделий в холодильнике составляет до 4 суток.

Сырые макаронные изделия предназначены главным образом для потребления в столовых и кафе, однако вследствие их низкой цены и быстрой варки спрос населения разных стран на них неуклонно увеличивается. Так, в Италии среднегодовой рост потребления сырых макаронных изделий составляет 5% , а годовое промышленное производство – 4,3% от производства сухих изделий. Увеличивается популярность сырых макаронных изделий и во Франции, Великобритании, США .

В нашей стране в 1992 г. введено в действие ТУ 8 РСФСР 11-94-91 на сырые макаронные изделия. Этот документ регламентирует выработку полуфабриката из хлебопекарной муки высшего сорта без добавок или с добавками. Влажность изделия должна быть не более 28 % , кислотность не более 4 град для изделий без добавок и не более 10 град для изделий с добавками. Продукция должна быть расфасована в пакеты из целлофана или полиэтиленовой плёнки или упакована в пергамент. Хранения изделий при температуре не выше -1°С допускается в течении не более 30 суток, при комнатной температуре не более 24 часов . Однако в нашей стране выпуск макаронных изделий в сыром виде не получил распространения. Основная причина этого- не продолжительный срок реализации вследствие высокой активности воды в сырых изделиях и в связи с этим быстрое развитие в них бактерий и плесеней.

Для удлинения срока хранения макаронных изделий в сыром виде за рубежом применяют разнообразные способы: замораживание, тепловую обработку, упаковку под вакуумом и в регулируемой газовой среде, изменение рН макаронного теста и некоторые другие способы. Замораживание сырых изделий и хранение их в таком состоянии позволяют в зависимости от глубины замораживания удлинить срок хранения до 90...130 суток.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Какие основные способы продления сроков хранения мучных изделий?
- 2) В чем заключается технология консервирования хлеба спиртом?
- 3) Какие способы применяют для удлинения сроков хранения сырых макаронных изделий?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Пащенко Л.П.** Технология хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. – М.: «КолосС», 2006. – 389 с.

Дополнительная

1. Лабутина, Н.В. Технология производства хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов Текст. : монография / Н.В. Лабутина. - Смоленск: Универсум, 2004. 236 с. - 300 экз. - ISBN 5-88984-063-0.

2. Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>

3. Журналы: «Пищевая промышленность», «Хлебопечение России».

Лекция 3 КОНСЕРВИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

3.1. Консерванты

В качестве консервантов в хлебопекарном производстве находят применение сорбиновая кислота и ее соли, бензойная кислота и ее соли, хлорид натрия, этиловый спирт, уксусная, пропионовая и муравьиная кислоты, дегидрооксид алюминия и другие. Их применяют для предотвращения размножения бактерий, плесеней и дрожжей.

Наиболее широкое применение при производстве мучных изделий находят хорошо изученные консерванты — сорбиновая кислота и ее соли. Основанием к применению сорбиновой кислоты служит, с одной стороны, отсутствие вредного воздействия, с другой стороны, высокая антимикробная активность, особенно по отношению к дрожжевым грибам. Сорбиновая кислота ингибирует дегидрогеназную активность плесневых грибов и проявляет наибольшую эффективность в кислой среде при pH равном 4,5.

Сорбиновая кислота не изменяет органолептических свойств пищевых продуктов, не обладает токсичностью и канцерогенностью. Безусловно, допустимой концентрацией является доза сорбиновой кислоты до 12,5 мг/кг массы тела, условно допустимой до 25 мг/кг массы тела. Применение сорбиновой кислоты возможно как путем равномерного распределения в продукте, так и распылением растворов на поверхности готовых изделий.

Этиловый спирт применяют для поверхностной обработки изделий перед упаковкой [6].

3.2. Сорбиновая кислота

Сорбиновая кислота впервые получена Гофманом в 1859 году из рябинового сока. Её антимикробное действие было обнаружено в 1939 году Мюллером (Германия) и независимо, несколькими месяцами позже, Гудингом (США). Промышленное производство сорбиновой кислоты началось в середине 50-х годов. С тех пор она во всё возрастающих масштабах используется для консервирования пищевых продуктов. Вследствие физиологической безопасности и органолептической нейтральности сорбиновую кислоту всё чаще предпочитают другим консервантам.

Товарные формы, производные: сорбиновая кислота применяется как в свободном виде, так и в виде калиевой и кальциевой солей и поставляется в различных формах (порошок, гранулы, растворы). Эфиры сорбиновой кислоты и низших алифатических спиртов также проявляют консервирующее действие, но из-за своего интенсивного запаха в качестве консервантов пищевых продуктов не применяются.

Свойства: сорбиновая кислота представляет собой белые, слабо пахнущие, кисловатые на вкус моноклинные кристаллы, с температурой плавления 132—135°C. При комнатной температуре растворимость (на 100 г растворителя) сорбиновой кислоты составляет: в воде — 0,16 г, в 10%-м растворе поваренной соли — 0,07 г, в безводном этаноле и в уксусной кислоте — около 13 г, в маслах — 0,5—1 г.

Сорбат калия представляет собой белый порошок или гранулы. Это наиболее растворимый из сорбатов. При комнатной температуре его растворимость в воде равна 138 г, а в 10%-м растворе поваренной соли — 54 г.

Сорбат кальция — белый, без запаха и вкуса порошок, похожий на тальк. Его растворимость в воде составляет 1,2 г.

Сорбиновая кислота, сорбат калия и особенно сорбат кальция, несмотря на две двойные связи в молекуле, в твёрдом состоянии очень стабильны. В растворах при наличии кислорода происходит окисление, которое может сопровождаться появлением коричневой окраски. Однако при консервировании пищевых продуктов это не существенно, потому что пищевой продукт, как правило, портится до того, как окисление сорбиновой кислоты станет заметно; многие компоненты пищевого продукта (жиры, ароматические составляющие) значительно более чувствительны к окислению, чем сорбиновая кислота.

Сорбиновую кислоту можно количественно выделить из исследуемого пищевого продукта перегонкой с водяным паром. Для качественного и количественного анализа используется красное окрашивание, получаемое при окислении её дихроматом калия в присутствии 2-

тиобарбитуровой кислоты. Как полиненасыщенное соединение, сорбиновая кислота имеет отчётливый максимум поглощения около 260 нм, который можно использовать для количественного анализа. Сорбиновую кислоту можно определять с помощью ВЭЖХ; одновременно с ней определяются бензойная и салициловая кислоты и парабены (неподвижная фаза обычно RP-18, УФ-детектирование при длине волны около 230 нм). Этот метод предложен для определения сорбиновой кислоты в любых пищевых продуктах, сорбатов и других консервантов в сыре, йогурте, фруктовых соках и вине.

В промышленности сорбиновую кислоту получают из кетена и кротонового альдегида. В качестве промежуточного продукта образуется полимерный эфир [9].

Области применения

Жировые продукты. Сорбиновая кислота имеет благоприятный (в сравнении с другими консервантами) коэффициент распределения между маслом и водой, в результате чего в водомасляных эмульсиях сравнительно высокая доля сорбитовой кислоты (сорбатов) остаётся в водной фазе, а именно эта фаза и подвержена микробиологической порче. При консервировании маргарина сорбиновая кислота используется в концентрации 0,05-0,1%. Её добавляют к жировой фазе, а сорбат калия — к водной.

Сорбаты применяются в майонезах (которые представляют собой эмульсии типа «масло в воде» или обратного типа) и склонны к микробиологической порче) и деликатесных продуктах, содержащих майонез. Для предотвращения развития молочнокислых бактерий в слабокислые продукты вводят смесь сорбата калия и бензоата натрия.

Хлебобулочные изделия. Сорбиновая кислота имеет общее свойство с пропионовой кислотой (широко используемой в консервировании хлебобулочных изделий) — она сохраняет эффективность в области высоких значений pH. По сравнению с пропионатами сорбиновая кислота проявляет значительно более сильное антимикробное действие, особенно в отношении меловой плесени (*Trichosporon variabile*), появляющейся иногда на ржаном хлебе. Сорбиновая кислота в количестве 0,1—0,2% к массе муки добавляется во время замеса теста.

В хлебобулочных изделиях, прежде всего в хлебе, сорбиновая кислота используется не только по экономическим причинам, но также из-за её действия на афлатоксинообразующие микроорганизмы. Использование сорбиновой кислоты в выпечных изделиях не создаёт проблем, когда в качестве разрыхлителя используется пекарский порошок, а не дрожжи, например в пирожных и другой сладкой выпечке. В этом случае в тесто вводится 0,1—0,2% сорбиновой кислоты (в зависимости от вида продукта и требуемого срока хранения). В хлебном тесте из-за сильного действия сорбиновой кислоты против дрожжей могут возникнуть проблемы с брожением. Замедление брожения приходится компенсировать увеличением количества дрожжей и(или) времени брожения. Вместо сорбиновой кислоты в дрожжевом тесте было предложено использовать смешанный ангидрид сорбиновой и пальмитиновой кислот (сорбоилпальмитат). Это соединение не замедляет брожение, но и не обладает антимикробным действием. В процессе выпечки оно расщепляется, образуя свободную сорбиновую кислоту, которая и защищает готовый хлеб от плесени. Однако для широкого применения этот препарат слишком дорог. Вместо него было предложено использовать сорбиновую кислоту с определённым размером гранул, которая медленно растворяется во время приготовления теста, не влияя на брожение, а в готовом хлебе действует в полную силу. Продукт поступает в продажу под названием Panosorb.

Кондитерские изделия. Сорбиновая кислота вследствие нейтрального вкуса, эффективности в области высоких pH и действенности против осмофильных дрожжей применяется для консервирования наполнителей шоколада и пралине. Используются концентрации от 0,05 до 0,2%, в зависимости от содержания в продукте сахара, кислот и от других влияющих на консервирующее действие факторов.

3.3. Пропионовая кислота E280

Пропановая кислота. Маслянистая жидкость от бесцветной до слабо-желтоватой, с раздражающим запахом и кислым вкусом. Смешивается с водой и орг. Растворителями.

Природный источник

В виде побочного продукта ферментации в некоторых растениях и сортах сыра, например в сыре Эмменталь до 1% сухого в-ва.

Получение

Карбонилированием этилена в присутствии воды и $\text{Ni}(\text{CO})_4$ с последующим окислением пропионового альдегида. Примеси: ангидрид **пропионовой кислоты**, молочная кислота.

Пропионовая кислота полностью усваивается организмом, как и все жирные кислоты.

ДСП не ограничено. Опасности по ГН-98: ПДК в воздухе рабочей зоны 20 мг/м^3 , класс опасности 4. Codex: разрешена в качестве консерванта в плавленых сырах и продуктах из них в количестве до 3 г/кг индивидуально или в сочетании с сорбиновой кислотой и её солями. В РФ разрешён в качестве консерванта в хлеб (пшеничный) нарезанный расфасованный, хлеб ржаной для длительного хранения в количестве до 3 г/кг; в хлеб со сниженной энергетической ценностью, сдобную выпечку и мучные кондитерские изделия, питу в количестве до 2 г/кг; в хлеб (пшеничный) расфасованный для длительного хранения, кулич пасхальный, рождественский в количестве до 1 г/кг; в сыр и аналоги сыра (для поверхностной обработки) в количестве согласно ТИ индивидуально или в комбинации с другими пропионатами в пересчёте на кислоту (п. 3.3.17 СанПин 2.3.2.1293-03).

Пропионовая кислота посредством ингибирования некоторых ферментов оказывает неспецифическое угнетающее действие на многие виды бактерий, дрожжей и плесеней; другие виды могут образовывать или усваивать её. Встречающиеся на хлебе или сдобных изделиях виды плесневых грибов, известные также как вызывающие «тягучую порчу», *Bacillus mesentericus* угнетаются 0,2% пропионовой кислоты [9].

В ограничении количества применяемой пропионовой кислоты нет необходимости, поскольку уже при концентрации 0,3% она заметно влияет на вкус и запах продукта. Из-за этого в пищевой промышленности пропионовая кислота используется в форме пропионатов натрия и кальция практически только при консервировании хлебобулочных изделий. Она также ингибирует развитие микроорганизмов молока и сыворотки, поэтому в некоторых случаях используется для консервирования молочной сыворотки при транспортировке и хранении. Кроме того, пропионовая кислота применяется для защиты от плесени слишком влажного зерна (при недостаточной мощности сушилок).

3.4. Комплексное воздействие

Актуальной проблемой производства хлебобулочных изделий с удлиненными сроками хранения является повышение их микробиологической устойчивости при хранении - предотвращение плесневения.

Исследования Поляковой С.П. доказали, что применение заквасок, особенно пропионовокислой и витаминной, повышает микробиологическую устойчивость хлеба при хранении в результате ингибирования плесневых грибов и споровых бактерий.

Установлено антимикотическое действие натриевой соли дегидроацетовой кислоты при обработке поверхности хлеба перед упаковкой или при введении ее в тесто.

Установлено влияние электроантисептирования (обработки поверхности изделий озоном и ультрафиолетовыми лучами) на микробиологическую устойчивость хлебобулочных изделий при хранении и определены оптимальные режимы их применения.

Выявлен синергизм действия пропионовокислой закваски и электроантисептирования. Научно обоснована комплексная технология повышения микробиологической чистоты хлебобулочных изделий.

Пропионовокислая и витаминная закваски продлевают начальный период плесневения на 2 суток, время появления видимого роста мицелия на поверхности хлеба на 3 и 2 суток, а скорость плесневения уменьшают в 8 и 5 раз соответственно в результате ингибирования жизнедеятельности споровых бактерий и фунгицидных свойств.

Применение натриевой соли дегидроацетовой кислоты в качестве ингибитора плесневых грибов при введении в тесто (0,12% к массе муки) или при обработке поверхности изделий (растворы <3%) продлевает срок хранения изделий на 3 - 6 суток.

Электроантисептирование поверхности изделий при оптимальных режимах применения - последовательное использование по 15 мин озона в концентрации $92,6 \text{ мг/м}^3$ и УФ мощностью

125 Вт увеличивает время появления видимого роста мицелия на поверхности хлеба на 4 суток, начальный период плесневения - на 3 суток, снижает начальную скорость плесневения в 2 раза.

Разработана комплексная технология повышения микробиологической устойчивости хлеба при хранении, включающая применение ПКЗ при замесе теста и обработку поверхности изделий озоном и УФ, увеличивающая время появления видимого роста мицелия на поверхности хлеба до 12 суток, начальный период плесневения - на 3 суток, снижающая начальную скорость плесневения в 20 раз.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Какие консерванты применяют в технологии производства хлеба?
- 2) Какие свойства и области применения сорбиновой кислоты?
- 3) Что такое электроантисептирование?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Пащенко Л.П.** Технология хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. – М.: «КолосС», 2006. – 389 с.

Дополнительная

1. Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>
2. Журналы: «Пищевая промышленность», «Хлебопечение России».
3. Полякова, С.П. Повышение микробиологической устойчивости хлебобулочных изделий при хранении: автореф. дис. на соиск. степ.к.т.н./ С.П. Полякова. – М.: МГУПП. -2002. – 17 с.
4. «Установка для пастеризации пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №9 - 2008г. (Франция).
5. «Электронно-лучевая обработка пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №8 -2008г. (США).
6. Кондитерская фабрика «Новаль» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.noval-factory.ru>
7. ООО «Производственная корпорация Балтийский хлеб» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.baltic-bread.ru>
8. Русское хлебопечение [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.hleb.net>

Лекция 4

ПРОИЗВОДСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ ТЕСТОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

4.1. Технологии замороженных полуфабрикатов хлебобулочных изделий

Преимущество замораживания перед другими способами консервирования в том, что замораживание способствует более полному сохранению первоначальных свойств хлеба (цвет, запах, структура мякиша), подавлению развития микроорганизмов. Основным условием данной технологии является сохранение качества продукта: усушка должна быть наименьшей, а восстановление свойств продукта после размораживания - наилучшим.

В ГОСНИИХП (б. ВНИИХП), в МГУПП (б. МТИПП) и в других организациях проводились работы по определению технологических режимов замораживания, хранения, размораживания хлебобулочных изделий, производство которых было организовано в 70-80 гг. на двух хлебозаводах Санкт-Петербурга.

Хлебобулочные изделия замораживаются после их охлаждения. Известно, что при температуре 25°C изделия черствеют быстро. Однако доказано, что хлебобулочные изделия, замороженные без предварительного охлаждения (с температурой мякиша не более 40 °C), отличаются лучшими свойствами мякиша, который после размораживания остается более мягким.

Замораживание хлеба заключается в полном или частичном превращении содержащейся в продукте влаги в лед вследствие отвода тепла при понижении температуры ниже

криоскопической. Скорость замораживания зависит от интенсивности теплоотвода, а скорость снижения температуры хлебных изделий зависит от скорости превращения воды в лед.

Хлеб может замораживаться различными способами, отличающимися параметрами процесса. Условно их разделяют на медленный, быстрый и сверхбыстрый, или глубокий, методы [4]. Медленное замораживание проводится при температуре до -24°C и при естественной циркуляции воздуха, быстрое - при температуре ниже -24°C и с усиленной циркуляцией воздуха; сверхбыстрое, или глубокое, замораживание хлеба проводится в среде азота при температуре около -195°C .

На практике замораживание осуществляется обычно двумя первыми способами.

Медленное и быстрое замораживание различаются по скорости превращения влаги в лед, сопровождаемой тепловыделением, и по структуре кристаллов, образующихся в продукте [6].

Считается, что повышение скорости замораживания способствует образованию более мелких кристаллов льда и, следовательно, меньшему нарушению структуры изделий.

В зависимости от количества замораживаемого продукта и оснащенности предприятия применяют различное морозильное оборудование: шкафы, камеры, тоннели.

На хлебопекарных предприятиях небольшой мощности обычно используют морозильные шкафы и камеры без циркуляции воздуха или с циркуляцией его, поскольку циркуляция воздуха ускоряет процесс замораживания. Практикуется замораживание при температурах от -20 до -30°C и различных скоростях воздуха.

Предприятия большой мощности оснащаются непрерывно действующими установками тоннельного типа, в которых хлебобулочные изделия замораживаются в условиях интенсивной циркуляции воздуха с температурой -25°C и ниже.

В Австрии разработано и используется специальное устройство, с помощью которого изделия автоматически мгновенно замораживаются и перед употреблением размораживаются до температуры 40°C в центре изделия по заранее заданной программе. Установлено, что хлеб, замороженный в этом агрегате, значительно дольше сохраняет свою свежесть [6].

Срок сохранения свежести замороженных изделий в значительной мере определяется режимом замораживания.

Исследованиями установлено, что изделия черствеют наиболее быстро в интервале температур от $+21$ до -7°C , поэтому преодоление данного диапазона температур в минимально короткое время дает возможность лучше сохранить свежесть хлеба. В этой связи быстрое замораживание хлебобулочных изделий имеет преимущество в сравнении с медленным. Качество изделий, при быстром замораживании, после размораживания выше, чем при медленном.

В настоящее время распространен метод замораживания при температурах от -18 до -40°C .

Криогенное замораживание [9] (в среде жидкого азота) позволяет значительно ускорить этот процесс, а следовательно, и замедлить черствение изделий, однако широкого распространения этот способ пока не получил по экономическим соображениям.

Хлеб всегда считался продуктом с очень коротким сроком хранения: 2-3 дня. Если речь идет о некоторых европейских видах хлеба с хрустящей корочкой, то счет идет на часы. И всегда люди стремились к тому чтобы как-то продлить срок в течение, которого можно было бы употреблять хлеб в пищу – и как один из вариантов: сушили сухари. В хлебе параллельно идет три процесса: высыхание, черствение и микробиологическая порча.

Неупакованный хлеб уже в течение первых суток становится жестким и малопривлекательным для употребления в пищу. Применение различного рода упаковки позволило решить эту проблему и уберечь хлеб от высыхания.

Однако, как бы ни были герметично упакованы изделия - со временем они также становятся тверже. Это результат черствения: кристаллизации гранул крахмала, в ходе которого крахмал связывает воду и мякиш становится сухим на ощупь, твердым, крошащимся. Применение разного рода дополнительного сырья, сдобящих веществ, а также добавок, препятствующих черствению, позволяет значительно продлить ощущение свежести готовой продукции.

Но невидимые глазу бактерии и плесени начинают атаку на хлеб с момента, как тот вышел из печи. И как это ни печально, через какое-то время хлеб становится не пригодным в пищу. Борьба

ведется в прямом смысле не на жизнь, а на смерть: специальные меры по обеспечению санитарной чистоты производства, применение специальных технологических приемов при производстве, использование антисептиков при упаковке и консервантов непосредственно в тесто при замесе, также позволяет значительно продлить «микробиологические» сроки годности изделий.

И вот примерно в середине прошлого века в Европе стали проводиться исследования на предмет возможности замораживания теста и готового хлеба на разных этапах производства. Ближе к концу столетия определились основные методы замораживания полуфабрикатов и были разработаны технологии, которые теперь успешно применяются:

1. Замораживание теста после замеса в кусках и блоках;
2. Замораживание тестовых заготовок сразу после формования;
3. Замораживание тестовых заготовок после расстойки;
4. Замораживание изделий после частичной или полной выпечки.

Применение замораживания дает значительные преимущества как «производителям» полуфабрикатов, так и их «потребителям» (магазинам, предприятиям общественного питания, домохозяйкам).

«Производители» освобождаются от необходимости каждый день производить и доставлять «потребителям» весь ассортимент продукции, что позволяет оптимизировать производство, максимально сократить издержки за счет потерь времени и образования брака при переходах с сорта на сорт. Позволяет оптимизировать логистику и расширить географию поставок. «Потребители» получают возможность при минимальных инвестициях в оборудование, производственные площади и персонал получать готовую выпечку быстро, стабильного качества и в широком ассортименте.

4.2. Требования к сырью

Прежде чем углубляться в технологию рассмотрим основные требования к сырью. В первую очередь на качество замороженных полуфабрикатов влияют качество муки и дрожжей.

Мука. В производстве замороженных полуфабрикатов лучше использовать муку с более высоким содержанием белка, чем обычно: примерно 12-14% или не менее 30% сырой клейковины – как принято у нас в стране. Также показатели ИДК должны быть не ниже 70. Амилазная активность средняя (ЧП = 250 – 300 с).

Дрожжи. Дрожжи лучше использовать прессованные. Максимально свежие – так как старые дрожжи хуже переносят замораживание и длительное хранение при низких температурах, ухудшают реологию теста, увеличивают расплываемость заготовок и выделяют мало газа при расстойке, придают неприятный запах готовым изделиям.

Соль. Лучше использовать соль марки экстра. Соль улучшает вкус, консистенцию и газоудерживающие свойства теста.

Сахар. Жир – в некоторых рецептурах например таких как багет – не используются. Тем не менее, их внесение в другие рецептуры благоприятно сказывается на реологии теста, сохранности заготовок при хранении и вкусовые качества продукта.

Клейковина. При замораживании происходит не только гибель дрожжей (потеря газообразования) но и повреждение клейковины (ухудшение газоудерживающих свойств теста), поэтому внесение клейковины благоприятно сказывается на стабильности хранения заготовок, возможном сроке хранения в заморозке и внешнем виде изделий.

Свежие яйца. За счет дополнительных эмульгирующих свойств – благоприятно сказываются на качестве изделий. Яичный порошок на качество влияет значительно меньше – в основном используется для вкуса.

Сухое молоко. Также источник белка, положительно влияющий на объем изделий, стабильность при хранении и скорость образования цвета корки – что важно в некоторых случаях.

Специализированные улучшители. Выбор улучшителя зависит от применяемой технологии и желаемого срока хранения изделий в заморозке.

По данным международного журнала «FoodNewsWeek» от 21 марта 2010 года технологии замораживания тестовых полуфабрикатов и частично выпеченных изделий немногим отличается

от предлагаемой компанией «Саф-Нева»[73], за исключением активного использования хлебопекарных улучшителей компании «Пуратос» и натуральных термоустойчивых заквасок.

В любой технологии замораживания, как правило, используется прямой ускоренный метод, с минимальным брожением теста. Следствием этого является недостаточное накопление вкусоароматических веществ. Помимо этого длительное хранение в морозильной камере также приводит к потере влаги, а вместе с ней и летучих ароматических молекул... также в заготовках протекают физико-химические процессы, приводящие к ухудшению вкуса и аромата хлеба. Таким образом, можно сделать вывод, что при всех своих достоинствах методика замораживания полуфабрикатов имеет существенный недостаток – изделия получаются менее вкусными и ароматными.

Компания «Пуратос», как мировой лидер в производстве натуральных заквасок, готовых к использованию, предлагает решение данной проблемы в виде широкой линейки натуральных заквасок объединенных брендом «Сапоре». Закваски производятся на современном оборудовании, из муки разных сортов и разных регионов, с применением штаммов бактерий характерных для различных уголков мира.

В настоящее время в России доступны к использованию несколько видов натуральных заквасок (табл. 1).

Таблица 1. Натуральные закваски "Сапоре"

Наименование	Дозировка, % к массе муки	Кислотность, град/100 мл	Характеристика	Область применения
Фиделио	1 – 10	90	Жидкая пастеризованная закваска на основе пшеничной муки	Пшеничные сорта, сдобные и слоеные изделия
Фигаро	2 – 6	200	Ржаная закваска, высушенная на барабанной сушилке с обжаркой	Ржаные, ржано-пшеничный сорта
Травиата	1 - 3	80	Ржаная закваска высушенная методом распылительной сушки	Пшеничные сорта хлеба, и сорта с небольшим содержанием ржаной муки
Риголетто	0,5 - 2	10	Пшеничная опара, высушенная методом распылительной сушки	Пшеничные сорта хлеба

После выбраживания до определенных условий, закваски пастеризуются или высушиваются разными способами, что дает в итоге широкую гамму цвета, вкуса и ароматов заквасок, а также технологических свойств. Закваски вносятся непосредственно при замесе теста, и не только позволяют получить великолепный вкус и аромат изделий, но и благоприятно влияют на реологические свойства теста и продлевают сохранение свежести выпеченных изделий.

По данным кандидата технологических наук Московского государственного университета пищевых производств Н. Лабутиной [41], одной из важнейших задач хлебопекарной отрасли России является выпуск высококачественных продуктов здорового питания и изделий, одновременно выполняющих лечебно-профилактические функции.

Технология приготовления хлебобулочных изделий на основе замороженных полуфабрикатов - относительно новая технология в хлебопечении. В последнее десятилетие в экономически развитых странах быстрое замораживание утвердилось как промышленный метод, обеспечивающий долгосрочное хранение замороженных полуфабрикатов хлебопекарного

производства и готовых изделий из них. Широкое распространение получила технология хлебобулочных изделий из замороженных пшеничных полуфабрикатов.

Проблема повышения эффективности технологии хлеба на основе замороженных полуфабрикатов с использованием ржаной муки [42] обострилась ввиду того, что на многих хлебопекарных предприятиях возникла необходимость создания пополняющегося запаса тестовых заготовок в ассортименте, позволяющем гибко реагировать на запросы рынка и поставлять продукцию свежей к моменту реализации. Имеющиеся технологические решения не могут обеспечить необходимое качество полуфабрикатов и готовых изделий, приготовленных на их основе.

Природа и состав различных компонентов оказывают определенное воздействие как на процессы замораживания исходных полуфабрикатов, объем и состав жидкой фазы, количество незамерзающей влаги, область оптимальных температур структурообразования, так и на свойства и текстуру формируемых полуфабрикатов, их поведение в процессе хранения и размораживания, качество готового хлеба [9].

Криопротекторы - защищающие от переохлаждения вещества - используют благодаря их потенциальной возможности стабилизировать свойства тестовых заготовок во время хранения путем предотвращения или снижения денатурации белков, имеющей место во время хранения полуфабрикатов в замороженном виде. Основываясь на механизмах действия криопротекторов, обусловленных их химическим строением и функциональными свойствами, можно полагать, что использование криопротекторов как низкомолекулярной, так и высокомолекулярной природы, позволяет получить больший эффект, чем замораживание без них.

Жировые продукты широко используют в хлебопечении в качестве рецептурных ингредиентов для улучшения качества хлеба и реологических свойств теста. Известно, что жировые продукты - это не только источник энергии, но и ингредиенты, обладающие лечебно-профилактическими свойствами. Липиды являются носителями полиненасыщенных жирных кислот, жирорастворимых витаминов и каротиноидов, а также являются структурной частью клеток (мембран) и тканей, в том числе и нервных. Они способствуют синтезу в организме арахидоновой кислоты, которая регулирует работу печени, сердечно-сосудистой системы, нормализует уровень холестерина в крови и активизирует метаболические процессы.

Наукой установлена целесообразность создания композиций на основе натуральных, гидрогенизированных и фракционированных масел, способных обеспечить сочетание технологической и физиологической ценности жировых продуктов. Введение в рецептуру теста растительных масел, сбалансированных по жирно-кислотному составу, позволит повысить биологическую эффективность хлеба.

Установлено, что жировые продукты, внесенные в рецептуру замороженного пшеничного теста (до 3.5% к массе муки), не только стабилизируют реологические характеристики размораживаемых тестовых заготовок, но и выступают в качестве криопротектора для дрожжей.

Кроме того, криопротекторы имеют способность снижать энергетический барьер вращения отдельных звеньев макромолекул и обеспечивать молекулярной цепочке большую гибкость. Указанные изменения в процессе замораживания и размораживания системы были определены методом дифференциальной сканирующей микрокалориметрии.

В качестве криопротекторов использовали жировые продукты растительного происхождения: подсолнечное масло; смеси рапсового, пальмового, подсолнечного масел в соотношении 50:40:10; смеси рапсового, пальмового, подсолнечного масел в соотношении 50:40:10, после обработки в механохимическом активаторе.

Реологические свойства теста существенно зависят от дозировок криопротекторов. Использование жировых продуктов приводило к изменению реологических характеристик теста и, по-видимому, к снижению механодеструкции цепей высокомолекулярных соединений белков под действием динамических напряжений, возникающих при кристаллизации низкомолекулярного растворителя. Иными словами, криопротекторы являются действенным регуляторным фактором формирования структуры полуфабрикатов в результате низкотемпературного воздействия.

Основной целью, которую преследует технолог в процессе замораживания пищевых продуктов, является сохранение тестом способности проявлять рабочие свойства при низких температурах.

Весьма существенная роль в определении специфических свойств криопротекторов в процессе замораживания ржано-пшеничного теста принадлежит дозировке ингредиентов.

Технология производства хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов или отложенной выпечки в настоящее время активно развивается.

Появилась она в 30-е годы двадцатого века, когда хлебопеки впервые предприняли попытку охладить тесто. Но только через полвека эту технологию стали использовать для изготовления сдобных рецептур. Сегодня технология отложенной выпечки используется для изготовления различных видов изделий, как традиционных, так и оригинальных сортов.

По данным компании «Саф-Нева», входящей в холдинг «Lesaffre», технология производства хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов включает в себя несколько способов приготовления самих полуфабрикатов и подготовки их к реализации, а так же «Саф-Нева» предоставляет список продуктов, наиболее подходящих для изготовления замороженных полуфабрикатов (рис.1).

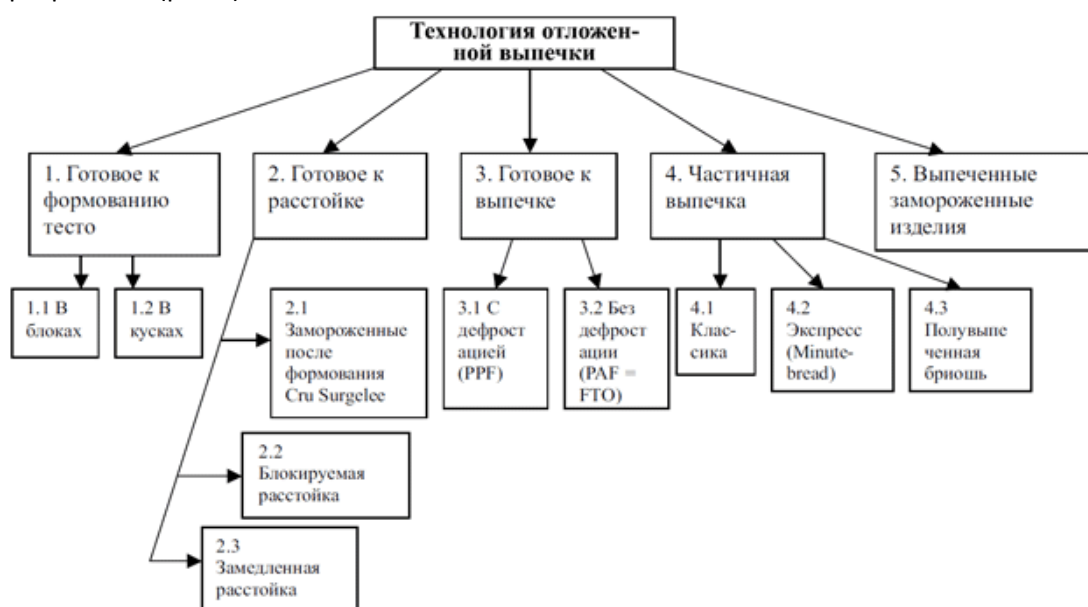


Рис.1. Схема технологии отложенной выпечки

Вне зависимости от того, где расположена пекарня – в супермаркете, в булочной, кофейне – производитель может выбрать множество вариантов выпечки хлебобулочных изделий.

4.3. Виды замороженных полуфабрикатов и их технологии

Для достижения успеха, ООО «Русский Проект – Технология» советует выбрать правильную концепцию и подходящее оборудование. Рассмотрим имеющиеся на рынке варианты:

Частично выпеченные замороженные изделия

Технология частичной выпечки позволяет «Потребителю» получить готовое выпеченное изделие в максимально короткие сроки – иногда до 5 минут. Данная технология чаще всего применяется в предприятиях общественного питания, ресторанах, гостиницах и т.д.

Часто данную технологию называют «Метод полувыпечки» и ошибочно полагают, что изделия выпекаются в течение времени составляющего половину от стандартного времени выпечки. Однако это не так. Опыты показали, что скорость образования мякиша не сильно зависит от температуры в печи, в то время как толщина и влажность корки весьма чувствительны к параметрам выпечки. Поэтому время выпечки изделий в большинстве случаев составляет не менее 80-90 % от стандартного. Зато значительно меняются условия при которых выпекается изделие: температура выпечки становится меньше и необходимо обеспечить регулярное пароувлажнение. т.е. основные задачи при частичной выпечке это: -полностью пропечь мякиш изделия, с одной стороны; - избежать образования корки, с другой.

Если мякиш недостаточно пропечен, то изделия будут опадать под собственным весом (по этой же причине не рекомендуется изготавливать изделия большого объема и массы по данной технологии). Если же началось образование корки, то в дальнейшем увеличивается вероятность ее отшелушивания. Регулярное пароувлажнение позволяет обеспечить условия, при которых корка будет долгое время оставаться влажной, тонкой и относительно холодной (<100°C.). Однако избыток пара может также привести к тому, что изделие будет проседать при охлаждении. После выпечки изделия необходимо охладить до температуры в центре изделия 30 – 35 °С, после чего замораживаем при температуре – 35 °С до достижения в центре изделия температуры – 10 °С. Изделия также должны быть твердыми на ощупь. После этого упаковываем изделия и переносим их на склад хранения при температуре -18 °С. Медленное замораживание, а также периодическое оттаивание с последующим замораживанием приводят к образованию прослойки льда непосредственно под корочкой, что в дальнейшем будет приводить к сильному отшелушиванию корки! Размораживание изделий осуществляется при комнатной температуре в течение 20-30 минут. Допекание осуществляется как можно быстрее. Для этого используется довольно высокая температура: порядка 220-230 градусов в течение 5-6 минут. Быстрое доведение до готовности изделий в данном случае – основной большой плюс. Однако минусом технологии является то, что после допекания изделия быстро черствеют. Это связано со следующими факторами:

- количество воды на замес теста меньше на 2-3 % (чтобы обеспечить прочность мякиша и избежать проседания после выпечки);

- теряется влага в процессе первой выпечки;

- теряется влага в процессе замораживания и хранения изделий;

- теряется влага в процессе допекания.

Таким образом, мякиш изделия более сухой. Как правило, время жизни изделий после допекания составляет несколько часов. А для мелкоштучных порционных изделий не более двух-трех часов.

Технология частичной выпечки применяется обычно для производства изделий с хрустящей корочкой: багет, кайзеровская булочка, чабатта и т.д.

Быстрозамороженные расстойные тестовые заготовки: замораживание заготовок производится после их частичной расстойки. Основное преимущество метода заключается в том, что «Потребитель» получает полуфабрикат максимально готовый к выпечке. На конечной точке достаточно просто разморозить тестовые заготовки на листах для выпечки при комнатной температуре, в течение 20-30 минут, после чего произвести выпечку. Температуру выпечки рекомендуется снизить на 10°C, относительно стандартных режимов. Таким образом, достигается максимальная простота и скорость работы на конечной точке. Нет необходимости в расстойной камере и квалифицированных пекарях.

Недостаток метода заключается в том, что изделия более чувствительны к перепадам температуры при хранении и транспортировке (при оттаивании изделия быстро деформируются и слипаются), объем и внешний вид, готовых изделий относительно хуже, чем при заморозке полуфабрикатов замороженных после формования. Но при четком соблюдении технологии позволяет получать изделия очень хорошего качества. Так же к недостаткам следует отнести и тот фактор, что требуется больше упаковки, транспорта и камер для хранения для того же количества изделий – поскольку после расстойки их объем увеличивается. Важно и то, что при использовании этого метода воды берут на 2-3 % меньше, чтобы предотвратить расплываемость изделий. Однако это уменьшает выход готовой продукции.

Поскольку процесс замораживания длится в течение некоторого времени – во внутренних слоях изделий расстойка продолжается, когда изделия уже находятся в морозильной камере. Дополнительно к этому под воздействием низкой температуры и давления струи воздуха от вентиляторов заготовки могут сжиматься и морщиться. Поэтому крайне важно определить правильный момент для прекращения расстойки и начала замораживания. Обычно расстойку ведут на 60-75% от нормы. Перестоявшие изделия после разморозки и выпечки будут более подвержены расплываемости и оседанию.

Процесс заморозки расстойных полуфабрикатов ведут уже с учетом того, что дрожжи почти выполнили свою функцию – т.е. подняли тесто, а вот клейковина находится в растянутом

состоянии – стенки пор более тонкие и больше подвержены повреждению при замораживании. Поэтому замораживание ведут при более низкой температуре – около -35°C . Затем изделия также упаковывают и перемещают в камеру хранения -18°C .

Нерасстойенные тестовые заготовки: метод весьма распространенный из-за своей относительной простоты. Из оборудования требуется 2-х скоростная тестомесильная машина, разделочное оборудование – в зависимости от видов изделий, камера шоковой заморозки, камера хранения готовых изделий.

Основная задача при данной технологии – максимально сохранить жизнедеятельность дрожжей. Для этого необходимо обеспечить температуру теста не выше $20-22^{\circ}\text{C}$ – выше этой температуры дрожжи начнут «работать», что негативно скажется на их дальнейшей сохранности в заморозке. Для снижения температуры используют оборудование с рубашками, углекислоту и сухой лед, «чешуйчатый» лед в смеси с водой, охлаждение основного сырья (муки). Однако, при температуре ниже $16-18^{\circ}\text{C}$ будет ухудшаться образование структуры теста, что скажется негативно на газодерживающих свойствах теста.

На сохранность дрожжей влияет также время экспозиции теста при положительных температурах. Поэтому важно максимально быстро разделить, сформовать тестовые заготовки и отправить их в заморозку, до минимума сократив продолжительность отлежек и других операций. Так, если продолжительность процесса от момента замеса до заморозки составляет 30 мин, то срок хранения может быть 6 месяцев; 60 мин – 1 месяц.

Количество дрожжей в зависимости от предполагаемого срока хранения следует увеличивать на 25 – 100%.

Замораживание заготовок также ведется с учетом акцента на сохранность дрожжей. Дело в том, что при слишком быстром замораживании (при очень низких температурах), образуются крупные кристаллы льда, которые разрушают оболочку дрожжевой клетки и вызывают ее гибель. Мертвые клетки, мало того, что больше не могут выделять газ, но также и выделяют в тесто глутатион, который активизирует протеолиз белков, что, в конечном счете дополнительно ухудшает газодерживающие свойства теста и его вкус. Изделия получаются малообъемными и расплывчатыми. Однако, при слишком медленном замораживании (при температуре -18°C) может произойти плазмолиз дрожжей – что также пагубно, а также образование большого количества мелких кристаллов льда приводит в процессе хранения к повреждению клейковины.

Поэтому замораживание ведется в идеале при температуре -25°C в камере Шоковой заморозки (необходимое условие также обеспечение равномерной циркуляции воздуха со скоростью 4 м/с для лучшего теплообмена). Продолжительность замораживания зависит от размера и массы изделий. Но в любом случае должны соблюдаться два условия:

- а) температура в центре изделия $-7-10^{\circ}\text{C}$;
- б) внешние слои заготовки должны быть твердыми для предотвращения деформации заготовок при упаковке.

По достижении этих условий заготовки должны быть упакованы и помещены на хранение при температуре -18°C .

Передержка в камере шоковой заморозки приводит к перемораживанию внутренних слоев изделия, что в дальнейшем дает более плотный мякиш в центре изделий или даже закал и уменьшение объема выпеченных изделий.

Для обеспечения оптимального развития теста и обеспечения его сохранности при замораживании и хранении в любом случае необходимо использовать специальные улучшители.

Очень важно при этой технологии правильное размораживание на конечной точке. Часто непрофессиональное мнение персонала – что чем теплей расстойка – тем быстрее расстоится тесто и тем лучше – приводит к браку. Если изделия сразу из заморозки помещаются из морозильной камеры на лист и в расстойку, расстойка идет не равномерно. Во-первых, во влажной среде расстойной камеры на поверхности изделий образуется большое количество конденсата, что приводит к образованию пузырей. Во вторых, внешние слои изделий быстро нагреваются и кажутся уже расстойавшимися, в то время как внутренние слои, к этому моменту могут только разморозиться.

В результате изделие неравномерно пропекается, мякиш внутри может быть сырым. Для обеспечения правильной разморозки иногда используют

специальные программируемые камеры, позволяющие постепенно и в идеальных условиях разморозить и расстойку заготовки и получить максимальное качество готовой выпечки. Но в большинстве случаев достаточно хотя-бы 20-30 минут разморозить изделия выложив их на листы при комнатных условиях, а затем уже перемещать заготовки в расстойный шкаф. Из-за того, что заготовки поступают в расстойку относительно холодными – продолжительность расстойки увеличивается, по сравнению с обычными методами. Выпечка ведется стандартным для каждого вида изделий способом.

Полностью выпеченные замороженные изделия.

Полная выпечка – это можно сказать частный крайний случай частичной выпечки – выпечка на 100%. Этот метод применяют для изделий с большим содержанием сахара и жира (от 15% суммарно), например булочек для гамбургеров, слойки, берлинеров и влажных ржаных и зерновых сортов хлеба. Поскольку в изделиях с отсдобкой корка мягкая – такие изделия можно отпекать и потом замораживать без опасения отшелушивания корки. Ржаные сорта хлеба наоборот обладают излишне толстой коркой. И при использовании технологии частичной выпечки они получаются очень сухими. Также замечено, что в нарезанных изделиях сжатие мякиша при замораживании происходит не от корки к центру а перпендикулярно плоскости нарезки – и в нарезанных изделиях отшелушивание корки значительно ниже. Поэтому рекомендуем замораживать целиком упакованные нарезанные изделия: зерновые хлеба, тостовые и т.п. В дальнейшем при необходимости из упаковки вынимается несколько ломтиков и после размораживания или обжаривания в тостере получаются великолепные тосты.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Какие способы замораживания полуфабрикатов?
- 2) Что такое криопротекторы?
- 3) Какие имеются виды замороженных полуфабрикатов?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Пашенко Л.П.** Технология хлебобулочных изделий / Л.П. Пашенко, И.М. Жаркова. – М.: «КолосС», 2006. – 389 с.

Дополнительная

1. Лабутина, Н.В. Технология производства хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов Текст. : монография / Н.В. Лабутина. - Смоленск: Универсум, 2004. 236 с. - 300 экз. - ISBN 5-88984-063-0.

2. Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>

3. Журналы: «Пищевая промышленность», «Хлебопечение России».

Лекция 5

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЗАМОРОЗКИ ХЛЕБА

5.1.Вакуумное охлаждение

Компания «Ревент-Рус» [1] предлагает инновационную альтернативу шокового замораживания хлеба и воздушного охлаждения. Охлаждением называется процесс отвода от продукта тепла до температуры не ниже криоскопической. Охлаждение считается законченным, когда температура внутри продукта понизится до температуры его хранения. Продолжительность охлаждения хлеба зависит от ряда факторов, прежде всего от его теплопроводности и температуры воздуха. Традиционный способ охлаждения- воздушное охлаждение в туннелях или обустроенных камерах. При этом продолжительность процесса может занимать от 1 до 6 часов, а время от выпечки изделий до доставки в магазины – 10-12 часов. Срок реализации хлеба из ржаной и ржано-пшеничной муки-36 ч, из пшеничной-24 ч, мелкоштучной продукции массой менее 200г – 16 ч. Срок их хранения отсчитывается с момента выхода из печи. При хранении в хлебе протекают процессы, влияющие на его массу и качество. При этом параллельно и

независимо друг от друга идут два процесса: усыхание и черствение. Один из новых способов увеличения сроков его «жизни» - замораживание при температуре от -18 до -30 °С. Однако этот метод дорогой и в нашей стране не распространен. Более приемлемый способ – упаковывание хлеба в специальную бумагу или плёнку. Использование упаковочных материалов способствует сохранению продукта более длительный период. Инновационную идею решения существующих проблем - оборудование систем вакуумного охлаждения - предлагает шведская компания Revent. На последних отраслевых выставках в Германии и Франции оно вызвало очень большой интерес у российских производителей. По всей вероятности, эра воздушного охлаждения скоро пройдет. Методом охлаждения в вакууме - самый эффективный и достаточно известный, но применение его в пекарнях требовало времени, так как никто не смог предложить рациональные инженерные решения, хотя попытки были.

При традиционном воздушном способе охлаждения хлебобулочных изделий после выпечки возникает ряд проблем: необходимы большие производственные площади и длительное время на остывание - от 1 ч (кулер) до 5-6 ч (на тележках); существенная усушка изделий и, порой, неравномерное распределение влаги по объему изделий. Возникает вопрос, сколько средств уходит на воздух?

Компания Revent предлагает уникальную разработку - камеру вакуумного охлаждения хлебобулочных изделий. При производстве стандартной продукции использование такого оборудования позволяет сократить продолжительность выпекания в ротационных печах на 25%.

Преимущества вакуумного охлаждения, подтвержденные испытаниями и практикой:

- затраты на обогрев ротационных печей при одновременном повышении производительности пекарни снижаются на 30%;

- прямые и косвенные затраты на воздушное охлаждение при одновременном сокращении длительности охлаждения уменьшаются в 20-36 раз;

- улучшаются органолептические и микробиологические свойства изделий, увеличиваются сроки их годности при одновременном снижении технологических затрат и возрастает выход готовой продукции;

- при замене замороженных полуфабрикатов, изготовленными с применением вакуумного охлаждения, значительно сокращаются расходы энергии на охлаждение, замораживание, складирование и логистику. При использовании вакуумного охлаждения увеличивает объем продукта, пористость его становится более равномерной, исключается появление микротрещин на корочке. При этом вкусовые и ароматические свойства продукции не ухудшаются. Более продолжительный срок ее хранения обуславливается тем, что при вакуумном охлаждении резко снижается температура. Известно, что плесневые грибы и прочие микроорганизмы максимально развиваются при 25..70°С. При обычном охлаждении хлебобулочные изделия довольно продолжительное время находятся в этой температурной среде (от 1 ч до 6 ч). При вакуумном охлаждении развитие микроорганизмов сводится к минимуму и продукция остается свежей длительное время.

По мнению кандидата экономических наук ГНУ ГОСНИИХП Россельхозакадемии И. И. Шапошникова в последние годы в хлебопекарной отрасли наблюдается рост рынка замороженной продукции, в частности дрожжевых слоеных изделий. В ассортименте любого супермаркета или маленького магазинчика всегда можно найти замороженное слоеное тесто, из которого, без особых усилий, любая хозяйка приготовит вкусные и аппетитные слойки, пироги, круассаны и т.д.

Для производителей готовой продукции наиболее перспективное направление - выпуск замороженных слоеных изделий длительного срока хранения (до 6 мес), которые выпекают непосредственно в местах продажи без привлечения специалистов. Еще 15 лет назад в России такие изделия били в новинку, а сегодня благодаря современному оборудованию можно выпускать не только всеми любимые круассаны, но и слоеные изделия других видов.

Так, большим спросом пользуются слойки с различными гастрономическими и сладкими начинками, например круассаны с ветчиной, сыром или ванильно-сливочным кремом и другими наполнителями.

5.2. Шоковое замораживание

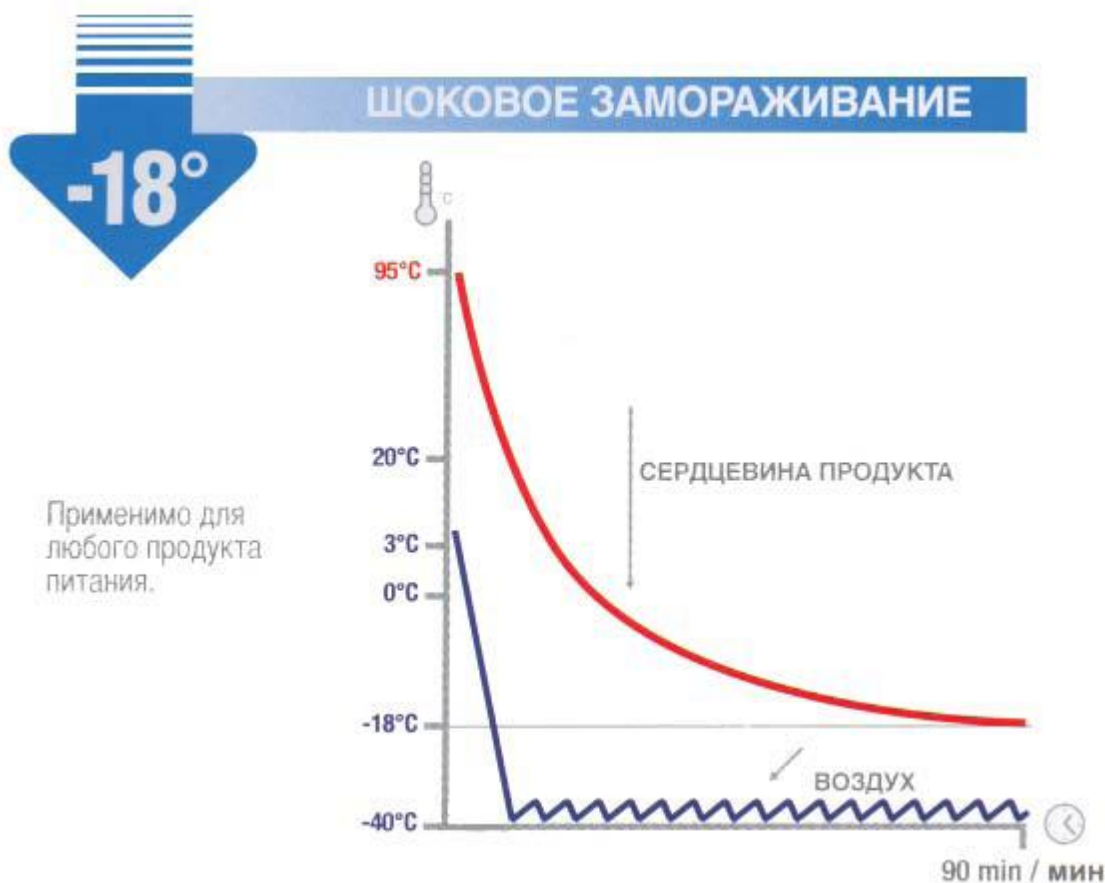
Для качественной заморозки полуфабрикатов нужно правильное оборудование. Хотелось бы обратить внимание на шкафы интенсивного охлаждения и шоковой заморозки торговой марки Теспомас фирмы-производителя Castel MAC (Италия).



В зависимости от производительности можно подобрать шкафы или камеры шоковой заморозки и охлаждения:

- 1) под противни 600x400 мм (GN 1/1), вместимость от 3 до 20 шт;
- 2) под противни 600x800 мм (GN 2/1), вместимость 12 шт;
- 3) под тележки 600x400, 600x800, 800x1000, вместимость 1 или 2 шт;
- 4) под тележки 800x850 мм, вместимость от 2 до 6 шт.

Шоковая заморозка. Во время обычной заморозки все молекулы воды превращаются в кристаллы, и чем быстрее процесс замораживания, тем меньшего размера эти кристаллы. Таким образом, только при микро-кристаллизации воды молекулы продукта не разрушаются. Шоковые морозильные камеры, благодаря мощной системе заморозки с воздухом при -40°C , позволяют достигнуть температуры -18°C в сердцевине продуктов менее чем за 240 минут, максимальное время, в течение которого необходимо осуществить процесс шоковой заморозки для получения микро-кристаллизации, сохранив, таким образом, неизмененные органолептические свойства продукта. После размораживания не будет потери жидкости, не изменятся консистенция и вкус продукта.



Приготовленные продукты обычно охлаждают при комнатной температуре до момента использования или продажи. Этот способ фактически способствует преждевременной потере качества продукта, способствует высыханию и уменьшению веса. С помощью оборудования Castel MAC становится возможным быстро снизить температуру продукта с температуры приготовления (макс. +90°C) до температуры хранения (-18°C). Таким образом, вы можете сохранить свежесть продукта на длительное время, а также уменьшить обычную потерю веса продукта на 5-6%. Используя оборудование Castel MAC, возможно приготовить хлеб, пироги, круассаны, пирожные и многое другое и предложить к реализации горячие, ароматные продукты высокого качества в любое время суток. Шоковое охлаждение. Любая пища, приготовленная и оставленная для медленного остывания, теряет свои лучшие качества. Основной причиной является быстрое размножение бактерий, происходящее, когда температура пищи находится в интервале между +65°C и +10°C.

- +90° С - размножение отсутствует
- +65° С - начало размножения
- +37° С - максимальное размножение бактерий (удвоение бактерий каждые 20 минут)
- +3° С - незначительное размножение

Применение шокового охладителя позволяет понизить температуру в сердцевине только что приготовленных продуктов до +30°C менее чем за 90 минут, сокращая размножение бактерий и дегидратацию продукта. В результате сохраняются качество, цвет и вкусовые свойства продукта, увеличивается срок хранения.

Оборудование для шоковой заморозки компании Castel MAC обеспечивает быстрое проникновение холода внутрь продукта. Достижение требуемой внутренней температуры происходит с малым кристаллообразованием без какого-либо повреждения внутренней структуры продукта. Быстрой заморозке подвергаются сырые, полуфабрикаты и готовые продукты любой температуры. В процессе размораживания не происходит усушки продукта, полностью восстанавливается его структура, вес и запах [1].

Существуют два основных способа заморозки хлеба. Все процессы приготовления теста (замес, брожение и т.д.) практически идентичны для всех вариантов. Затем начинаются отличия. При первом способе хлеб выпекают до готовности на 90%. Затем хлеб подвергается глубокой

заморозке в специальных морозильных камерах. Температура в таких камерах опускается до -35°C. Замороженный хлеб помещается в морозильный шкаф, где и хранится при температуре -18°C. Речь идет о технологии производства «неполной выпечки» (part-baked). Сегодня по такой технологии работают многие производители. Для приготовления хлеба, его вынимают из морозильного шкафа, дефростируют (размораживают) и выпекают в печах до готовности. Время зависит от объема (булочки выпекаются в течение 10 минут, большие буханки – дольше). И свежий горячий хлеб готов. Второй способ имеет существенные отличия. Первое заключается в том, что хлеб замораживают сырым без предварительной частичной выпечки. Ему дают лишь немного расстояться. Методы заморозки и хранения хлеба идентичны. Второе отличие кроется в приготовлении, которое проходит таким образом: хлеб вынимают из морозильного шкафа, дефростируют в течение 30 минут, затем помещают его в расстоечный шкаф на 2-4 часа, где он «подходит» при температуре +20-25°C и влажности 70-75%. Затем хлеб выпекается около 10-25 минут.



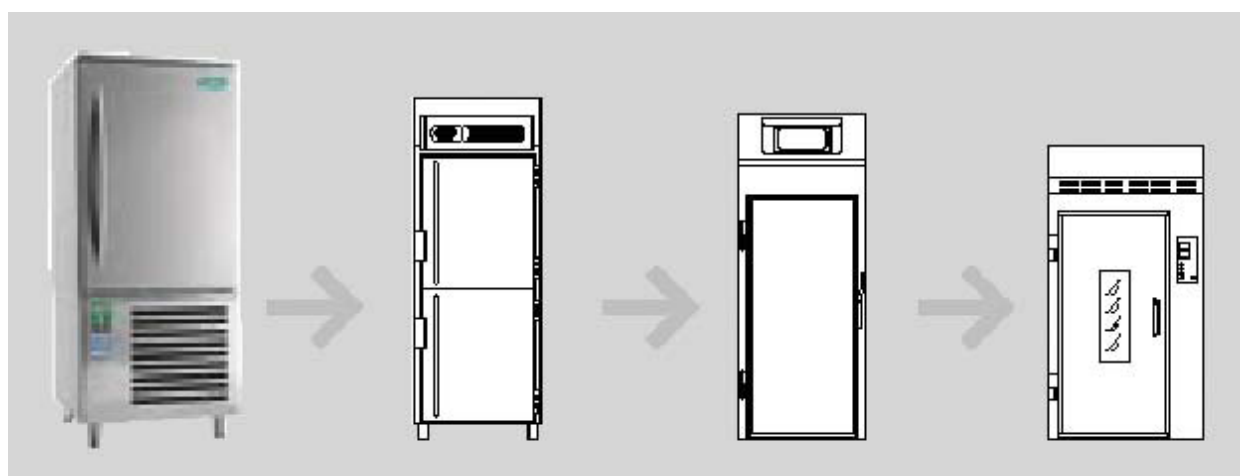
Шоковая заморозка дает ряд преимуществ по сравнению с обычным, традиционным способом замораживания продуктов, а именно:

- 1) уменьшение потерь массы продукта;
- 2) увеличение сроков хранения;
- 3) значительная экономия времени.

Шоковое замораживание немедленно блокирует испарение воды, содержащейся в продуктах, не допуская дегидратации. Часто от содержащегося количества воды зависит консистенция и вкусовые качества пищи.

За счет большой скорости замораживания сокращается и период активности бактерий. Бактерии разных типов имеют неодинаковые температурные пределы жизнедеятельности. При медленной заморозке в продуктах появляются следы жизнедеятельности каждого из типов бактерий, в то время как при шоковой заморозке многие из них просто не успевают развиваться. Тем самым сроки хранения быстрозамороженных продуктов выше, чем продуктов замороженных в обычных камерах. Быстрозамороженные продукты лучше сохраняют свои качества при длительном хранении, чем свежие. Таким образом, технология шоковой заморозки обеспечивает сохранность качества свежего продукта и делает это лучше других способов заготовки и хранения. Благодаря большому сроку хранения продуктов, подвергнутых шоковому замораживанию,

становится возможным лучше планировать производство и готовить заранее большое количество готовых продуктов и полуфабрикатов, избегая необходимости повторять приготовление каждый день.



Шоковая заморозка

Хранение при -18-20°C (4-9 мес)

Размораживание – расстойка

Выпечка

5.3. Микробиологическая безопасность замороженных полуфабрикатов

Стоит заметить, что замораживание пищевых продуктов само по себе не делает его стерильным. В процессе замораживания содержание микроорганизмов, чувствительных к действию низких температур, снижается, но это не очень существенно сказывается на общем микробиологическом качестве продукта. При температурах замораживания ферментативная активность может продолжаться со значительно меньшей скоростью, так что с течением времени органолептические свойства продукта могут меняться. После размораживания (дефростации) замороженного продукта все присутствующие в нём жизнеспособные организмы начинают расти и размножаться. Срок хранения замороженных продуктов определяется не столько эффективностью процесса замораживания и упаковкой, сколько обращением с продуктом потребителя.

Охлаждение - это такая технология, в результате которой температура продукта снижается до температуры безопасного хранения. Охлажденные продукты потенциально представляют больший риск для здоровья человека, чем замороженные. Упаковка охлажденных продуктов более разнообразна, поскольку срок годности обусловлен в данном случае не взаимодействием продукта с упаковкой, а скоростью размножения микроорганизмов и скоростью реакций

окисления. Реакции окисления наблюдаются даже при температурах замораживания, а внесение соли может ускорить окислительные процессы.

Упаковка для охлажденных продуктов должна быть чистой, но не стерильной в истинном смысле этого слова. Для снижения численности микроорганизмов применяют частичную стерилизацию открытых упаковок дезинфицирующими растворами, но чаще просто промывают их водой или продувают воздухом [6].

Минимальные температуры роста некоторых патогенных микроорганизмов: *Bacillus cereus* ~ 4,0; *Clostridium botulinum* ~ 3,3; *Escherichia coli* -7,0; *Listeria monocytogenes* - 0,4; *Saimoneia* (отдельные виды) - 4,0; *Staphylococcus aureus* - 5,7; *Yerstnia enterocoliizica* - 1,0; *Vibrioparahaemolyticus* - 5,0.

Общие методы контроля, биологические и микробиологические факторы, санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов собраны и описаны в МУК 4.2.1847-04 от 20 июня 2004 года, введенного взамен МУК 4.2.727-99 "Гигиеническая оценка сроков годности пищевых продуктов", утвержденного и введенного в действие главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г.Онищенко 21.01.99.

5.4. Маркировка и упаковка

Маркировка хлебобулочных полуфабрикатов в части общих требований — в соответствии с ГОСТ Р 51074. На каждую единицу потребительской тары с хлебобулочными полуфабрикатами наносят следующую информацию:

наименование хлебобулочного полуфабриката;

наименование и местонахождение (юридический адрес и, при несовпадении с юридическим адресом, адрес производства) изготовителя и организации в Российской Федерации, уполномоченной изготовителем на принятие претензий от потребителя на ее территории (при наличии);

товарный знак изготовителя (при наличии);

массу нетто упаковочной единицы или массу нетто изделия и количество штук в упаковке в г или кг;

состав хлебобулочного полуфабриката, в том числе пищевые добавки, пищевые ароматизаторы;

наличие ГМИ (для хлебобулочных полуфабрикатов, содержащих компоненты из ГМИ);

пищевую ценность, в том числе содержание витаминов (для хлебобулочных полуфабрикатов, в рецептуру которых включен витаминный комплекс), минералов (для хлебобулочных полуфабрикатов, в рецептуру которых включен минеральный комплекс), пищевых волокон и других компонентов (для специальных хлебобулочных полуфабрикатов с учетом их назначения);

срок годности;

дату изготовления и дату упаковывания (для замороженных хлебобулочных полуфабрикатов);

час и дату изготовления (для охлажденных хлебобулочных полуфабрикатов);

условия хранения;

информацию о недопустимости повторного замораживания хлебобулочного полуфабриката (для замороженных хлебобулочных полуфабрикатов);

способ и условия изготовления готовых изделий;

обозначение настоящего стандарта и документа, в соответствии с которым изготовлен хлебобулочный полуфабрикат конкретного наименования;

информацию о подтверждении соответствия.

Транспортная маркировка — по ГОСТ 14192 с нанесением манипуляционных знаков: «Ограничение температуры», «Беречь от влаги», «Хрупкое. Осторожно». На каждую единицу транспортной тары штампом или наклеиванием ярлыка наносят маркировку, содержащую:

наименование хлебобулочного полуфабриката;

наименование и местонахождение (юридический адрес) изготовителя;

товарный знак изготовителя (при наличии);

массу нетто, кг;

число штук упаковочных единиц в транспортной таре и массу нетто упаковочной единицы в г или кг (для продукции, упакованной в потребительскую тару);

число штук изделий в транспортной таре и массу единицы изделия в г или кг (для продукции, не упакованной в потребительскую тару);

номер партии и/или номер бригады;

дату изготовления и дату упаковывания (для замороженных хлебобулочных полуфабрикатов);

час и дату изготовления (для охлажденных хлебобулочных полуфабрикатов);

срок годности;

условия хранения;

информацию о недопустимости повторного замораживания хлебобулочного полуфабриката (для замороженных хлебобулочных полуфабрикатов);

обозначение настоящего стандарта и документа, в соответствии с которым изготовлен хлебобулочный полуфабрикат конкретного наименования;

информацию о подтверждении соответствия.

Для хлебобулочных полуфабрикатов, не упакованных в потребительскую тару, на листке-вкладыше, прилагаемом к каждой единице транспортной тары, представляют следующую информацию:

состав хлебобулочного полуфабриката, в том числе пищевые добавки, пищевые ароматизаторы;

наличие ГМИ (для хлебобулочных полуфабрикатов, содержащих компоненты из ГМИ);

пищевую ценность, в том числе содержание витаминов (для хлебобулочных полуфабрикатов, в рецептуру которых включен витаминный комплекс), минералов (для хлебобулочных полуфабрикатов, в рецептуру которых включен минеральный комплекс), пищевых волокон и других компонентов (для специальных хлебобулочных полуфабрикатов с учетом их назначения);

способ и условия изготовления готовых изделий.

Хлебобулочные полуфабрикаты, предназначенные к отгрузке в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, маркируют по ГОСТ 15846.

Хлебобулочные полуфабрикаты упаковывают:

охлажденное тесто — в потребительскую тару с последующей упаковкой в транспортную тару;

замороженное тесто, замороженные тестовые заготовки, замороженные тестовые заготовки различной степени готовности, охлажденные тестовые заготовки высокой степени готовности, замороженные хлебобулочные изделия — в потребительскую тару с последующей упаковкой в транспортную тару или непосредственно в транспортную тару.

Потребительская и транспортная тара, упаковочные материалы, используемые для упаковывания хлебобулочных полуфабрикатов, должны соответствовать требованиям документов по упаковке пищевых продуктов, согласованным и утвержденным в установленном порядке.

Тара и упаковочные материалы должны быть неповрежденными, чистыми, сухими, без постороннего запаха.

Хлебобулочные полуфабрикаты упаковывают поштучно в потребительскую тару из полиэтиленовой пищевой пленки по ГОСТ 10354 или других влагонепроницаемых упаковочных материалов, разрешенных для контакта с пищевыми продуктами в установленном порядке.

Охлажденное тесто упаковывают в потребительскую тару, объем которой превышает объем теста в 1,5—2,5 раза.

Замороженные тестовые заготовки, замороженные тестовые заготовки различной степени готовности, охлажденные тестовые заготовки высокой степени готовности, замороженные хлебобулочные изделия допускается упаковывать в потребительскую тару по несколько изделий.

Упакованные в потребительскую тару охлажденное тесто, не упакованные и упакованные в потребительскую тару охлажденные тестовые заготовки высокой степени готовности укладывают в лотки в один ряд по высоте.

Лотки, предназначенные для укладки не упакованных в потребительскую тару охлажденных тестовых заготовок высокой степени готовности, выстилают внутри со всех сторон полимерной пленкой или другими влагонепроницаемыми материалами таким образом, чтобы материал закрывал верхний ряд изделий.

Не упакованные и упакованные в потребительскую тару замороженное тесто, замороженные тестовые заготовки, замороженные тестовые заготовки различной степени готовности, замороженные хлебобулочные изделия укладывают рядами или слоями в ящики или короба из гофрированного картона.

Транспортную тару, предназначенную для не упакованных в потребительскую тару хлебобулочных полуфабрикатов, выстилают внутри со всех сторон полимерной пленкой или другими влагонепроницаемыми материалами таким образом, чтобы материал закрывал верхний ряд хлебобулочных полуфабрикатов. Этими же материалами перестылают ряды хлебобулочных полуфабрикатов.

Крышки (клапаны) ящиков или коробов из гофрированного картона и швы по периметру должны быть оклеены клеевой лентой на бумажной основе или полиэтиленовой лентой с липким слоем.

В каждую единицу транспортной тары укладывают хлебобулочные полуфабрикаты одинаковой массы и одного наименования.

Допускается использование других видов транспортной тары и упаковочных материалов, разрешенных для контакта с пищевыми продуктами в установленном порядке.

Конкретные способы упаковывания с указанием применяемых упаковочных материалов приводят в документе, в соответствии с которым изготовлен хлебобулочный полуфабрикат конкретного наименования. Все виды упаковки должны обеспечивать сохранность качества хлебобулочных полуфабрикатов при их транспортировании и хранении.

Пределы допускаемых отрицательных отклонений массы хлебобулочных полуфабрикатов, не упакованных и упакованных в потребительскую тару, от номинальной — по ГОСТ 8.579.

Хлебобулочные полуфабрикаты, предназначенные к отгрузке в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, упаковывают по ГОСТ 15846.

Вопросы для самоконтроля

- 1) В чем преимущество технологии «неполной выпечки»?
- 2) Чем обуславливается сохранность качества продукта при шоковой заморозке?
- 3) Какая упаковка используется для замороженных полуфабрикатов?
- 4) Что указывают при маркировке замороженных полуфабрикатов?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Пашенко Л.П.** Технология хлебобулочных изделий / Л.П. Пашенко, И.М. Жаркова. – М.: «КолосС», 2006. – 389 с.

Дополнительная

1. Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>
2. Журналы: «Пищевая промышленность», «Хлебопечение России».
3. Полякова, С.П. Повышение микробиологической устойчивости хлебобулочных изделий при хранении: автореф. дис. на соиск. степ.к.т.н./ С.П. Полякова. – М.: МГУПП. -2002. – 17 с.
4. «Установка для пастеризации пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №9 - 2008г. (Франция).
5. «Электронно-лучевая обработка пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №8 -2008г. (США).
6. Кондитерская фабрика «Новаль» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.noval-factory.ru>
7. ООО «Производственная корпорация Балтийский хлеб» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.baltic-bread.ru>
8. Русское хлебопечение [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.hleb.net>.
9. Информационное Агентство «Индустрия Питания» (495) 153-8614 www.iaip.ru журнал «Мороженное. Замороженные продукты». – 2008. - №7. – с. 28-30.

Лекция 6
ПРОИЗВОДСТВО СДОБНЫХ
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ
6.1.Схемы производства хлебобулочных изделий из замороженных тестовых полуфабрикатов

В целях сохранения свежести хлебобулочных изделий к моменту реализации в хлебопекарном производстве используется искусственный холод в виде:

- охлаждения полуфабрикатов хлебопекарного производства для замедления процесса брожения (при снижении заказа на выработку изделий, временной остановке работы предприятия);
- замораживания теста для кратковременного хранения и последующей реализации в торговой сети;
- замораживания тестовых полуфабрикатов на разной стадии тестоприготовления и разделки Теста для последующей выпечки и/или реализации в торговой сети;
- замораживания частично выпеченных изделий;
- замораживания выпеченных изделий.

Наибольшее распространение получило производство хлебобулочных изделий из замороженных тестовых полуфабрикатов, которое включает:

- приготовление быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов на предприятии;
- доставку полуфабрикатов к месту реализации или производству из них готовых изделий в автомашинах-рефрижераторах;
- реализацию быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов или готовых изделий (вылеченных в пекарнях, кафе, супермаркетах и др.).

Применение данной технологии производства хлебобулочных изделий позволяет:

- выпекать изделия, имеющие ограниченные сроки реализации, в любое время дня, обеспечивая население свежей продукцией (особенно в тех случаях, когда требуется небольшое их количество);
- гибко реагировать на запросы рынка, расширяя ассортимент изделий (без увеличения штата пекарей);
- эффективно контролировать технологический процесс на стадии приготовления быстрозамороженных полуфабрикатов (что обеспечивает качество и безопасность готовых изделий);
- иметь на предприятиях минимальный комплект оборудования: ХОЛОДИЛЬНУЮ камеру, стол, стеллаж или камеру для размораживания, шкаф для расстойки и печь;
- использовать небольшие помещения (что снижает затраты на их аренду);
- использовать труд работников без специальной квалификации (что снижает себестоимость продукции);
- сократить долю ручного труда при выработке мелкостучных булочных и сдобных изделий;
- повысить рентабельность за счет: уменьшения потерь сырья и готовой продукции, увеличения товарооборота, снижения затрат на упаковку, транспортирование и погрузочно-разгрузочные операции [6].

Данная технология предназначена для приготовления хлебобулочных изделий из пшеничной и ржаной муки, сдобных изделий из дрожжевого теста, слоеных изделий из дрожжевого и бездрожжевого теста, мучных кондитерских изделий и включает следующие стадии:

- подготовку сырья к производству;
- приготовление теста;
- разделку теста;
- замораживание тестовых полуфабрикатов;
- упаковку, транспортирование и хранение замороженных полуфабрикатом;
- размораживание полуфабрикатов;
- расстойку полуфабрикатов;
- отделку, надрезку полуфабрикатов;
- выпечку изделий;

- отделку изделий (при необходимости).

6.2. Подготовка сырья к производству

Мука для производства изделий из замороженного теста должна быть: сильная или средней силы; с повышенным содержанием белка (13...14%); с содержанием сырой клейковины не менее 30% для высшего сорта, не менее 32% — для I сорта; 1-й группы качества с пониженной зольностью. Пониженное содержание белка допустимо для приготовления некоторых высокорецептурных изделий — таких, как сдоба, круассаны и др. Низкобелковая мука может обогащаться клейковиной и другими белоксодержащими добавками.

Мука должна иметь несколько пониженную ферментативную активность, чтобы не вызывать начала активности дрожжей перед замораживанием теста. Рекомендуется использовать пшеничную муку (зольностью 0,5% на СВ) и ржаную муку (зольностью 1,0% на СВ) с числом падений 300...350 и 150...250 соответственно.

Количество поврежденного крахмала в муке должно быть небольшим, так как поврежденные зерна крахмала значительно больше впитывают и адсорбционно связывают воду, чем неповрежденные, что отрицательно сказывается на консистенции теста и формоустойчивости тестовых заготовок. Тесто из такой муки должно обладать хорошей газодерживающей способностью.

Воды при замесе теста вносят меньше, чем обычно. Это связано с необходимостью сохранить его формоудерживающую способность, снижающуюся при замораживании под воздействием кристаллов льда. Во время размораживания и расстойки тестовые заготовки могут значительно расплываться и образовывать притиски. Пониженное содержание воды помогает также устранению при замораживании и хранении так называемой «свободной воды» в продукте.

Дрожжи. Для замораживания теста могут использоваться дрожжи прессованные, сухие, полусухие активные и жидкие. Проблема заключается в качестве дрожжей, в их способности выживания после замораживания, хранения в замороженном состоянии и размораживания. При замораживании теста дрожжевые клетки частично повреждаются, теряют жизнеспособность а часть их отмирает. Это снижает упруго-эластичные свойства и газодерживающую способность теста. Кроме того, мертвые дрожжевые клетки играют роль восстановителя, ухудшающего связность клейковины. В тесте при замораживании и хранении в течение 6...12 нед может происходить снижение количества жизнеспособных дрожжевых клеток в среднем на 40...50%.

Для замороженного теста необходимы стабильные по качеству дрожжи, способные поднимать тесто в течение определенного времени также после фазы размораживания и в первый момент выпечки.

На стабильность дрожжей, сохранение их активности и подъемной силы влияет ряд факторов:

- штамм, его устойчивость к низким температурам (криорезистентность в тесте);
- условия выращивания дрожжей;
- клеточный состав дрожжей;
- степень свежести дрожжей;
- используемая рецептура (наличие сахара, жира, улучшителя и АР.);
- способ и режимы приготовления замороженных полуфабрикатов;
- способ, сроки и условия хранения полуфабрикатов;
- способ и условия размораживания и расстойки полуфабрикатов.

Рекомендуется применять дрожжи, которые обладают не слишком высокой бродильной активностью [6].

Прессованные дрожжи с высокой скоростью газообразования активны как раз в момент размораживания; кроме того, они более восприимчивы к негативным воздействиям в ходе всего процесса производства. Такие дрожжи могут быть использованы для хранения замороженных полуфабрикатов, как правило, не более трех-четырёх недель.

Для замороженного теста лучше подходят прессованные дрожжи со средней скоростью газообразования.

Дрожжи прессованные хлебопекарные должны соответствовать требованиям ГОСТ 131-81. В частности: содержание сухих веществ должно быть не менее 30,0%, содержание белка — не

менее 55,0% на сухое вещество, подъемная сила не более 65 мин; либо использовать специальные морозоустойчивые хлебопекарные прессованные дрожжи.

В зависимости от вида продукции содержание дрожжей в тесте может колебаться от 4 до 10%. Следует, однако, отметить, что при введении дрожжей в тесто более 5% может ухудшиться вкус и аромат готового продукта (если дрожжи низкого качества).

Для повышения криопротекторной защиты дрожжей (в частности, для стабилизации уровня газообразования в тесте в процессе хранения замороженных полуфабрикатов) их обрабатывают различными веществами — глицерином, олеиновой или линолевой кислотой, подсолнечным маслом, фосфатидным концентратом, яичным желтком и др. Однако этот метод не нашел практического применения на производстве.

Существуют «полусухие» быстрозамороженные дрожжи (для простого и сдобного теста), специально созданные для этой технологии фирмой «Лесафр». В процессе производства этих дрожжей по окончании сушки их замораживают, что придает им лучшую стабильность при хранении. Эти дрожжи обладают следующими особенностями: медленным началом брожения, стабильностью качества в процессе холодильного хранения, экономичностью (1 кг полусухих замороженных дрожжей приравнивается к 2,5 кг стандартных французских прессованных дрожжей).

Сушеные активные и инстантные дрожжи находят ограниченное применение из-за своей чувствительности к низким температурам. Этот тип дрожжей может использоваться для замороженных тестовых заготовок со сроком хранения 1...3 нед.

Жидкие дрожжи имеют ряд преимуществ перед прессованными: они легко дозируются при замесе теста, хорошо диспергируются в тесте, ПОЗВОЛЯЮТ легко изменять активность путем варьирования концентрации, однако требуют постоянного контроля их активности, имеют малый срок хранения, требуют точной дозировочной аппаратуры и автоматизации.

Соль. Для приготовления солевого раствора лучше использовать холодную воду с температурой 5...10°C.

Соль снижает активность дрожжей в тесте и укрепляет клейковину, в связи с чем норму закладки соли в тесто при замораживании рекомендуется увеличить примерно на 10%, доведя ее до 2,0...2,2%.

Сахар. Сахаристые вещества (патока, мед и др.), с одной стороны, способствуют образованию вкуса и аромата изделий, а с другой — обеспечивают питание дрожжей во время размораживания и окончательной расстойки. При внесении в тесто сахара в количестве 3...5% увеличивается скорость брожения теста, объем изделий, улучшается структура пористости, мякиш становится светлее. При большей дозировке сахара ферментация может замедлиться и, следовательно, потребуется больше дрожжей. В технологии замороженных тестовых полуфабрикатов сахар проявляет свои кризащитные свойства при больших концентрациях он позволяет избежать «пуска в ход» дрожжей до и после замораживания.

Кроме того, сахар понижает количество связанной воды. Это объясняется тем, что растворимое вещество разрушает внешние слои водной сферы мицеллы, растворяясь в ней тем больше, чем больше его добавлено. В этом случае силам ориентации диполей противодействуют осмотическое давление раствора и силы связывания воды с растворенными молекулами и ионами. В результате повышенное содержание сахара в рецептуре способствует увеличению скорости замораживания изделия (в связи с этим начальная температура воздуха в камере замораживания должна быть ниже) и, кроме того, сахар замедляет процесс черствения замороженной продукции при ДЛИТЕЛЬНОМ хранении на 10...15%.

Из четырех видов сахаров — сахарозы, декстрозы, фруктозы и сахаро-фруктозных сиропов при замораживании теста предпочтительно использовать сахарозу и смесь фруктозы с сахарозой. При использовании сахаро-фруктозного сиропа также улучшается стабильность теста и ускоряются процессы замораживания и размораживания тестовых заготовок.

Жир. Маргарин перед замесом теста размягчают любым способом, принятым на предприятии (вручную или с помощью пресса). При наличии тестомесильной машины интенсивного или двух-скоростного действия возможно использование измельченного на куски маргарина. Жиры целесообразно вводить после первых двух-трех минут замеса.

Жир вводится в хлебобулочные изделия для повышения их пищевой ценности, улучшения качества и удлинения срока сохранения изделий.

Роль жира состоит, в частности, в улучшении структуры пористости теста, что объясняется образованием в тесте пленок жира, способствующих пластификации теста, а также адсорбцией его на поверхности крахмальных зерен гидрофобной частью молекулы, благодаря чему увеличивается число гидрофильных частей. Последнее влечет за собой снижение сцепления между зёрнами крахмала и предупреждает образование твердой и прочной массы. Улучшение диспергирования воды в тесте за счет внесения жира продлевает срок хранения замороженного полуфабриката и предотвращает обезвоживание.

За рубежом вырабатывают специальные виды жиров типа шортенингов, представляющие собой многокомпонентные смеси и продукты безводны, не расслаиваются и имеют различную консистенцию в зависимости от назначения.

Шортенинг улучшает диспергирование воды в тесте, продлевая, таким образом, срок хранения замороженного тестового полуфабриката и предотвращая обезвоживание. Известно обезвоживающее действие холода. Слой жира на стенках клеток в замороженном тесте значительно замедляет этот процесс.

В рецептуре хлебобулочных изделий, получаемых на основе быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов, рекомендуется использовать минимум 4...6% жира от массы муки.

Молоко и яйца. Молочные продукты и яйца также оказывают «буферное действие на скорость ферментации и активность дрожжей. Кроме того, они несколько улучшают стабильность формы и объема конечного продукта за счет повышения содержания белка. При хранении замороженных полуфабрикатов молоко тормозит излишнее кислотообразование, а яичный желток в некоторой степени способствует повышению криопротекторной защиты дрожжей.

Хлебопекарные улучшители. В связи с особенностями производства изделий из замороженного теста возникает необходимость в стабилизации реологических свойств теста, в обеспечении устойчивости дрожжей к воздействию низких температур, поддержании их активности на стадиях размораживания и расстойки тестовых заготовок, увеличении газообразования и повышении газодерживающей способности теста на основе применения хлебопекарных улучшителей и добавок. Важная функция улучшителей заключается в обеспечении необходимого объема хлебобулочного изделия, сохранении структуры, вкуса и аромата.

Тип и дозировку хлебопекарного улучшителя выбирают в зависимости от свойств муки, вида изделия, типа тестомесильной машины, способа тестоприготовления. При использовании муки с пониженными хлебопекарными свойствами улучшитель должен способствовать стабилизации упруго-эластичных свойств и «набору силы» теста в тестомесильной машине и сохранять их дои после размораживания замороженных полуфабрикатов. Для данной технологии лучше использовать специальные улучшители с определенными функциональными свойствами. В случае использования улучшителя, предназначенного для традиционной технологии тестоприготовления, его дозировка, как правило, должна быть увеличена в 1,5...2 раза.

Питательные вещества для дрожжей. К ним относятся различные минеральные вещества — серноокислые и фосфорноокислые калии, сульфаты магния, марганца, аммония, фосфаты и полифосфаты, дегидрофосфат натрия, соли кальция и др. Они предназначены для стабилизации жизнедеятельности дрожжей в экстремальных условиях, обеспечения необходимой скорости ферментации независимо от состава рецептуры и других факторов, а также для улучшения структуры и свойств теста. Кальций и натрий, например, помогают связывать воду в тесте, улучшают его устойчивость и способность удерживать газы.

Окислители (аскорбиновая кислота, азодикарбонамид и др.). Аскорбиновая кислота является хорошим восстановительным агентом, а при использовании в относительно бескислородной среде размягчает клейковину. В высоких концентрациях она оказывает окислительное действие. Содержание аскорбиновой кислоты в тесте составляет обычно 0,01% к массе муки, но при необходимости может быть больше. Азодикарбонамид применяется для улучшения свойств свежесмолотой муки вместо длительной отлежки последней.

Ферментные препараты (грибные амилазы и протеазы, амилоризин П10-Х, солод и др.). Они увеличивают газообразование и улучшают формоудерживающую способность теста, особенно

при ускоренном тестоприготовлении. Необходимо, однако, контролировать и не допускать повышенной активности протеолитических ферментов, приводящей к гидролитическому расщеплению белков и, как следствие, — к расплываемости тестовых заготовок, снижению объема и качества изделий.

Эмульгаторы (моно- и диглицериды, диацетилвиннокислый эфир моноглицеридов, соевый лецитин, стеарол-2-лактат натрия и др.). Эмульгаторы используются скорее для улучшения стабильности теста при замораживании и хранении, чем для увеличения срока хранения готовых изделий. Они призваны обеспечить лучшую дисперсность воды в продукте и устранить из него несвязанную влагу. При этом повышаются растяжимость и газодерживающая способность теста.

Модифицированные крахмалы. Они улучшают структуру теста, связывая свободную воду, а также оказывает положительное действие на свойства теста из муки с пониженным содержанием белка. Белоксодержащие добавки (сухая клейковина, соевая и бобовая мука, добавки на основе пшеничных отрубей и др.). Сухая клейковина благодаря своей адсорбционной способности увеличивает водопоглотительную и газодерживающую способность теста, улучшает его реологические свойства за счет образования стабильной вязко-упругоэластичной пространственной структуры. Дозировка сухой клейковины должна быть небольшой (3...5% к массе муки). Так как увеличенное количество воды для замеса теста может создать при замораживании неблагоприятные условия кристаллизации и снизить жизнеспособность дрожжей.

Жидкая двуокись углерода. Она служит не только добавкой, но и компонентом технологического процесса и применяется в сочетании с охлажденной водой для понижения температуры теста и его «закалки». Жидкий углекислый газ исключает необходимость в применении льда, который в больших количествах не успевает растаять, когда Тесто уже теряет способность к поглощению образующейся воды, и в использовании охладительных рубашек, которые быстро становятся неэффективными по мере примерзания теста к их поверхности и нарушения теплообмена. Кроме того, жидкий углекислый газ, нагнетаемый непосредственно в смесительную камеру, замещает кислород и улучшает восстановительные свойства аскорбиновой кислоты (используемой отдельно или в составе улучшителя), что в свою очередь сокращает продолжительность замеса. При этом часть углекислого газа остается в тесте и понижает его кислотность, что особенно целесообразно для сдобного теста.

6.3. Приготовление теста

Тесто перед замораживанием должно быть хорошо замешанным и отформованным. Активность дрожжей и газовыделения в нем следует свести к минимуму. Чем выше плотность (консистенция) теста, тем выше его теплопроводность, а следовательно, легче проходит замораживание.

Срок хранения замороженных полуфабрикатов удлиняется с уменьшением промежутка времени между замесом и замораживанием. В связи с этим тесто для замороженных полуфабрикатов готовится безопарным, лучше ускоренным способом, без или с использованием специальных добавок и улучшителей. Хороший эффект дает интенсивный замес с внесением однокомпонентных улучшителей окислительного действия (аскорбиновая кислота, азодикарбонамид, пероксид кальция и др.), ПАВ (фосфатидный концентрат, моно- и диглицериды жирных кислот, лецитин и др.), сухой клейковины и др. или комплексных улучшителей аналогичного действия. Тесто необходимо замешивать с начальной температурой 13...20°C.

В зависимости от способа приготовления и условий производства замешанное тесто может иметь конечную температуру от 13 до 25°C. Чаще всего конечная температура теста не должна превышать 20°C.

Пониженная температура теста достигается различными способами:

1. Предварительным охлаждением сырья.
2. Охлаждением воды до 2...5°C в специальных установках.
3. Заменой части воды на лед колотый или в виде крошки (при этом необходимо иметь в виду,

что при большой дозировке лед может увеличить содержание в тесте свободной влаги).

4. Использование тестомесильных машин с охладительными рубашками.

5. Использование при замесе теста жидкой двуокиси углерода (небольшое количество этого хладагента с температурой 77°С быстро охлаждает тесто до 20°С — температуры, при которой резко замедляется брожение).

6. Поддержанием температуры 15...17°С в тестоприготовительном отделении с помощью кондиционера.

7. Количество воды при замесе обычно снижают на 2...4%, при этом выход теста также снижается на 1...2%. Замешанное тесто должно быть, с одной стороны, достаточно мягким для разделки, а с другой стороны — достаточно твердым для того, чтобы сохранить форму при замораживании.

Для получения чешуйчатого льда можно использовать льдогенераторы модели F 100 и F 100 Comrast производительностью соответственно 85 и 96 кг/сут, поставляемые АОЗТ «АГРО-3».

В зависимости от принятой технологии и условий производства тесто после замеса проходит отлежку (15...20 мин), кратковременное брожение (40...50 мин) или сразу после замеса поступает на разделку. Чаще всего замешанное тесто сразу поступает на разделку.

Разделка теста. Разделка теста заключается в делении теста на куски, округлении кусков и формовании тестовых заготовок в соответствии с наименованием и формой изделий. Тесто разделяют и формируют вручную, с помощью машин (тестоделительных марок МТД-1, А2-ХПО/5, «Восход-ТД-1», Я 16-ХДА, ХД-1, А2-ХТ-2Н и др.; округлительных марки А2-ХПО/6, «Восход-ТО-1», ТА-ХТН и др.; тестозакаточных марки МЗ-2, МЗА-50, И8-ХТЗ и др., роликковых С-300, РМ-300, А2-ХПО/7 и др., раскаточных МРГ-60М, МРСТ120 и др.), а также на специализированных комплексно-механизированных линиях, например фирм «Райкард», «Реон», «Рондо» и др. Для быстрого замораживания лучше, если высота сформованных тестовых заготовок будет не более 3...6 см.

Приготовление замороженных полуфабрикатов требует, как было сказано выше, чтобы брожение при разделке и замораживании было минимальным. Установлено, что начавшееся брожение значительно снижает устойчивость теста к замораживанию. Общая продолжительность отлежки (брожения) теста и разделки тестовых заготовок должна составлять 20...80 мин в зависимости от вида изделия.

Массу тестовой заготовки определяют исходя из установленной массы готового изделия, с учетом точности работы тестоделителя (в соответствии с его паспортными данными), потерь при замораживании и хранении замороженных полуфабрикатов, величины упека в печи и усушки при хранении готовых изделий по следующей формуле

$$M = M + z + z + z + z + M ,$$

где: М — установленная масса готового изделия, кг; z — убыль массы тестовой заготовки при замораживании, кг; z₁ — убыль массы тестовой заготовки при хранении замороженных полуфабрикатов, кг; z₂ — убыль массы тестовой заготовки при выпечке, кг; z₃ — убыль массы готовых изделий в период остывания и хранения, кг; М₁ — отклонение массы тестовой заготовки при делении, кг.

При приготовлении изделий с повидлом, вареньем и т. д. эти виды сырья наносят на заготовку до проведения процесса замораживания полуфабрикатов.

Замораживание тестовых полуфабрикатов. Замораживание тестовых полуфабрикатов сопровождается частичным или полным

превращением в лед содержащейся в них влаги вследствие отвода тепла при снижении температуры ниже криоскопической (то есть температуры начала кристаллизации). Замораживание может быть

медленным (при температуре до — 24°С и естественной циркуляции воздуха), быстрым (при температуре меньше — 24°С и усиленной циркуляции воздуха) и глубоким (в среде азота при — 195°С).

Увеличение количества дрожжей необходимо для компенсации

некоторой потери активности при замораживании и хранении, а также для обеспечения расстойки в широком диапазоне условий.

Биологические основы гибели микробной клетки при замораживании недостаточно ясны. Помимо того, что понижение температуры связано с нарушением согласованности химических реакций за счет различий в степени изменения их скоростей, замораживание приводит к повышению концентрации растворенных веществ вследствие миграции влаги из микробной клетки во внешнюю среду на первой стадии замораживания и к внутриклеточной кристаллизации воды на следующих стадиях. По указанным причинам возможны повреждения мембранных структур клетки из-за изменения состояния белково-липидных комплексов и механического разрушения микробной клетки кристаллами льда.

При снижении жизнеспособности дрожжей консистенция теста становится липкой, тянущейся. Объясняется это содержанием в таком тесте в свободном состоянии восстанавливающих веществ (глутатиона), выделяющихся в результате гибели дрожжевых клеток. Отрицательное действие глутатиона можно снизить добавлением окислителя (например, аскорбиновой кислоты).

При медленном замораживании тестовых заготовок происходит перераспределение влаги с образованием крупных кристаллов льда, которые ухудшают качество изделий. Быстрое замораживание дает мелкие кристаллы льда, способствует сохранению структурно-механических свойств теста и получению хорошо разрыхленного мякиша изделия. Снижение длительности замораживания полуфабрикатов может быть достигнуто при использовании более низких температур и оптимальной скорости движения воздуха.

Качество теста при замораживании зависит от многих факторов — рецептуры, качества сырья, способов приготовления теста, замораживания тестовых заготовок, сроков и условий хранения.

Практика замораживания тестовых полуфабрикатов показывает, что наилучшие условия замораживания — при температуре - 30... — 40°C и скорости движения воздуха 3...5 м/с в течение 30...50 мин в зависимости от массы изделия. При этих условиях на фазе охлаждения и глубокого замораживания выдерживается оптимальная скорость замораживания 1 °C в мин. Такая скорость снижения температуры ограничивает разрушение клейковинного каркаса и сохраняет жизнеспособность дрожжевых клеток.

6.4. Упаковка, транспортирование и хранение замороженных полуфабрикатов

Быстрозамороженные тестовые полуфабрикаты упаковывают в полимерные или другие влагонепроницаемые упаковочные материалы, а затем в ящики из гофрированного картона. Допускается укладывать быстрозамороженные полуфабрикаты непосредственно в ящики из гофрированного картона, которые для уменьшения потерь влаги выстилают внутри со всех сторон полимерной пленкой, пергаментом, подпергаментом или другими влагонепроницаемыми материалами, разрешенными органами Минздрава РФ для упаковки пищевых продуктов.

Если тестовые заготовки предполагается хранить длительный период времени, рекомендуется замораживать их в упакованном виде. При этом более длительно и лучше сохраняется внешний вид продукта и его качество, снижаются потери влаги. Однако скорость замораживания тестовых заготовок в этом случае снижается, увеличивается его продолжительность и требуются большие размеры морозильной установки.

Упакованные быстрозамороженные полуфабрикаты хранят в морозильных камерах. При хранении полуфабрикатов, как сказано выше, происходят нежелательные изменения: качественные (снижение активности и частичное отмирание дрожжевых клеток, образование корочки и морщин на поверхности заготовки и др.) и количественные (потери массы). Скорость и глубина этих изменений будет зависеть от условий хранения, (температуры и продолжительности хранения), а также от вида и качества используемых дрожжей. Тестовые полуфабрикаты можно хранить в диапазоне температур от — 8 до — 25°C. Чем больше срок хранения, тем ниже должна быть температура.

Равномерная температура при хранении является одним из обязательных условий обеспечения хорошего качества предварительно замороженных полуфабрикатов. Понижение температуры снижает потери массы полуфабрикатов и сокращает необратимые изменения их качества. Колебания температуры способствуют увеличению кристаллов льда и сублимации влаги, что снижает качество готовой продукции. Стабилизация температуры может быть

достигнута увеличением толщины изоляции камеры хранения, теплообменной поверхности испарителей, а также соответствующей автоматической регулировкой режима хранения.

Общая продолжительность хранения (на головном предприятии и в местах реализации) быстрозамороженных полуфабрикатов, в зависимости от температуры хранения и вида используемых дрожжей, дана в табл. 2 («Технологическая инструкция по приготовлению быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов и хлебобулочных изделий из них», утв. ГосНИИХП ОЗ.08.98). На практике температура хранения, как правило, составляет — 18°C.

Таблица 2. Продолжительность хранения быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов с разными видами дрожжей

Дрожжи	Продолжительность хранения, в сут, не более, при температуре °С, не выше		
	-18	-12	-8
Прессованные	90	14	7
Сушеные инстантные	30	14	7

Быстрозамороженные тестовые полуфабрикаты к местам реализации привозят в автомобилях-рефрижераторах, обеспечивающих соблюдение параметров хранения замороженных полуфабрикатов. Не допускается повторное размораживание полуфабрикатов.

Размораживание полуфабрикатов. Целью размораживания полуфабрикатов является повышение температуры изделия с минусовых температур хранения до температуры, благоприятной для дальнейшего брожения и расстойки.

При размораживании в результате подвода тепла извне вода из твердого кристаллического состояния переходит в жидкое состояние и поглощается коллоидами белков.

Размораживание полуфабрикатов можно проводить при различных температурах от 20 до 200°C. Полуфабрикаты могут размораживаться в хлебопекарных печах, в расстойных шкафах, домашней духовке, токами высокой частоты, при комнатной температуре и другими способами. Однако при этом необходимо учитывать реологические и теплофизические свойства теста, а также нормативные требования к качеству выпеченного изделий. Во время размораживания и при расстойке тестовые заготовки должны сохранять достаточную газообразующую и газодерживающую способность.

Продолжительность размораживания зависит от вида изделия, его массы, высоты, способа и условий размораживания, наличия упаковочных материалов. Наиболее простым является размораживание полуфабрикатов в помещении при комнатной температуре с последующей расстойкой в расстойном шкафу при 35...40°C, однако этот процесс длится 1,5...3,0 ч и возможно заветривание тестовых заготовок.

Размораживание в расстойном шкафу при температуре 30...40°C ускоряет данный процесс., однако это может привести к значительному нагреванию внешнего слоя изделия, когда внутренняя часть его еще не разморожена, что может оказать отрицательное влияние на процессы брожения (из-за неодинаковой активности дрожжевых клеток) и на качество изделий (снижение объема выпеченных изделий).

Наиболее эффективен способ размораживания в две стадии в специальных шкафах с регулируемой температурой и влажностью воздуха, обеспечивающих в первой фазе размораживание теста до 0°C, а во второй — расстойку. При медленном размораживании до температуры 0°C тесто, имеющее малую теплопроводность, не подвергается термическим перенапряжениям и, кроме того, уменьшаются эффекты конденсации влаги на поверхности или перегрева и усушки их поверхностных слоев.

Во второй фазе подвод тепла может идти быстрее с повышением температуры от 0 до 25°C и выше. При этом обеспечивается равномерность брожения, что улучшает вкус и аромат изделий.

На практике рекомендуется размораживать тестовые полуфабрикаты в специальных камерах при температуре $(30 \pm 5)^\circ\text{C}$ или в условиях цеха при температуре $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 60% до температуры в центральной части полуфабриката 10°C .

Расстойка полуфабрикатов. Размороженные тестовые полуфабрикаты направляют на расстойку при температуре $55\text{...}40^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $65\text{...}80\%$. Продолжительность расстойки увеличивается на 30...50% по сравнению с другими способами и может составлять 50...100 и более мин в зависимости от качества дрожжей и способа тестоприготовления.

На крупных предприятиях расстойка тестовых заготовок проходит в стационарных камерах или в конвейерных шкафах. Для малых предприятий и пекарен для расстойки тестовых заготовок используют расстойные шкафы, передвижные вагонетки, устанавливаемые в стационарные закрытые камеры или непосредственно в помещении цеха вблизи печей.

Отделка, надрезка полуфабрикатов. Перед выпечкой, при необходимости, поверхностям расстаявшихся заготовок придают вид, соответствующий требованиям НТД (надрезают, накалывают или отделывают). Поверхность заготовки смазывают яйцом или яичной смазкой, затем посыпают различными видами сырья — ореха

Выпечка изделий. Выпечка изделий из замороженного теста производится так же, как и при традиционной технологии. Обычно применяют ротационные или стеллажные печи.

Выпечку рекомендуется проводить при температуре ниже обычной (на 10...15%), поскольку из-за неполного торможения деятельности ферментов в период холодильного хранения в тесте накапливаются редуцирующие вещества. Это приводит к получению изделий с интенсивно окрашенной и твердой коркой. Продолжительность выпечки при этом должна быть немного больше.

Тестовые заготовки выпекают в пекарной камере с увлажнением или без увлажнения (в зависимости от вида изделий) при температуре $160\text{...}270^\circ\text{C}$. Рекомендуемая продолжительность выпечки для некоторых изделий приведена в табл. 3.

Таблица 3. Рекомендуемая продолжительность выпечки для некоторых видов хлебобулочных изделий

Наименования изделия	Масса, кг	Продолжительность выпечки, мин
Хлеб из пшеничной муки	0,5	35...40
	1,0	50...60
Батоны «багет»	0,3	30...35
Мелкоштучные изделия	0,1...0,2	18...20
Булочки	0,05	15...18

Температурный режим и продолжительность расстойки и выпечки могут изменяться в зависимости от типа, конструктивных особенностей и условий эксплуатации оборудования.

Ниже приведены рекомендации по выпечке изделий из замороженного теста.

1. Не рекомендуется смешивать разные виды заготовок на одном противне, поскольку каждый продукт требует своего времени расстойки и выпечки.

2. Допускается свободная раскладка изделий на противне с целью облегчения упаковки.

3. В случае выпечки изделий различных наименований желательно пометать (маркировать) похожие тестовые заготовки, чтобы всегда знать, что именно вы выпекаете, и не смешивать с другими.

4. Перед расстойкой тесто должно быть полностью оттаявшим до температуры помещения.

5. Выпеченные изделия должны разгружаться с противней сразу после извлечения из печи.

6. Выпечка большинства сдобных изделий ведется при температуре $180\text{...}220^\circ\text{C}$; изделия из

слоеного теста выпекаются при более высокой температуре 220...250°C.

7. Если вы извлекли из морозильника слишком много заготовок на данный день, постарайтесь выпечь в этот день как можно больше изделий и используйте оставшееся тесто на следующий день в самую первую очередь.

8. Сдобные булочки считаются выпеченными, когда с боков и сверху они приобретают ровный золотисто-коричневый цвет.

9. Если верх изделия зарумянивается быстрее, чем низ, то необходимо после 15 мин выпечки накрыть изделия специальной тканью или фольгой.

10. Если низ изделия зарумянивается быстрее, чем верх, то следует уменьшить поток тепла снизу или подложить под противень дополнительный, пустой противень.

11. Изделия считаются готовыми, когда все стороны зарумянятся. Испеченное изделие при простукивании по его нижней части должно издавать глухой звук.

12. Если изделие подошло в расстоечном шкафу, а в печи места нет, то необходимо убрать противни из расстоечного шкафа и переставить в холодное место до тех пор, пока не освободится печь.

Отделка изделий. После выпечки при необходимости поверхность изделий отделяют крошкой, глазурью, помадой, кремом и др. в соответствии с требованием нормативной документации.

В летний период для предупреждения картофельной болезни хлеба рекомендуется проводить мероприятия в соответствии с «Инструкцией по предупреждению картофельной болезни хлеба» или добавлять уксуснокислый кальций (ацетат кальция) в количестве 0,3% к массе муки в тесте для увеличения кислотности теста.

Замороженные тестовые заготовки, упакованные в короба из гофрированного картона, привозятся автомобилем-рефрижератором и хранятся в морозильной камере до 3 мес, но обычно 2...5 дней. Перед выпечкой короба распаковывают на рабочем столе и заготовки укладывают на противни размером 457х600 мм.

Таблица 4. Дефекты сдобных изделий из замороженного теста

Дефект	Возможная причина	Способ исправления
1	2	3
Недостаточная пышность тестовых заготовок	Неполное оттаивание тестовых заготовок	Дать заготовкам полностью оттаять или увеличить время расстойки. Чем холоднее тесто, тем больше времени нужно для того, чтобы подойти
	Размеры заготовок слишком малы для противней	Использовать противни большего размера или увеличить размер заготовок
	В печи слишком высокая температура	Использовать специальный термометр для проверки соответствия температуры внутри печи температуре, заданной датчиком. Отрегулировать датчик температуры на новую величину
	Заготовки долго лежали после размораживания	Организовать выпечку в порядке очередности поступления заготовок, чтобы они не хранились слишком долго
	Заготовки оттаяли и были снова заморожены	Не допускать повторного замораживания заготовок
	Тесто слишком сухое	Провести оттаивание в закрытых пластиковых мешочках, увеличить влажность в расстойном шкафу

Продолжение таблицы 4		
1	2	3
Слишком большая пышность заготовок	Длительная продолжительность расстойки	Отрегулировать температуру, влажность и продолжительность расстойки согласно инструкции. Использовать таймер
	В печи низкая температура	Проверить термометром, соответствует ли заданной температура внутри печи. Отрегулировать датчик температуры на новую величину
	Размеры заготовок велики для противней	Использовать противни подходящего размера или уменьшить размеры заготовок
	Тестовые заготовки сильно поднялись во время оттаивания	Восстановить правильную форму заготовок
Недостаточно румяная корочка	Слишком долгое время оттаивания, тесто «состарилось»	Проводить оттаивание по инструкции при пониженной температуре, чтобы затормозить старение
	Во время оттаивания или расстойки тесто подсохло снаружи	Держать заготовки во время оттаивания в пластиковых мешочках, поддерживать положенную влажность в растойном шкафу
	Недостаточная влажность в растойном шкафу	Поддерживать положенную влажность и температуру в растойном шкафу. Проверить емкость для воды
	Слишком низкая температура выпечки	Проверить термометром, соответствует ли заданной температура внутри печи. Отрегулировать датчик температуры на новую величину
Корочка слишком темная	Тестовые заготовки неправильно разморожены	Проводить размораживание согласно инструкции
	Слишком высокая температура выпечки	Проверить термометром, соответствует ли заданной температура внутри печи. Отрегулировать датчик температуры на новую величину
Корочка потрескалась	Заготовки плохо отформованы	Придать заготовкам правильную форму, соответствующую данному виду изделия

Продолжение таблицы 4		
1	2	
	Тесто «перестоялось»	Проводить расстойку при положенной температуре и влажности согласно инструк-ции. Использовать таймер. Не передерживать тестовые заготовки
Корочка слишком толстая	Тесто «состарилось» после оттаивания	Проводить оттаивание в пластиковых мешочках, на-крыть материей или пленкой
	Тесто подсохло во время расстойки	Проводить расстойку при положенной температуре и влажности согласно инструк-ции
	Слишком низкая температура в печи	Проверить термометром, соответствует ли заданной температура внутри печи. Отрегулировать датчик темпе-ратуры на новую величину
	Слишком долгое время выпечки	Соблюдать инструкцию во время выпечки
Плохая текстура (изделие крошится)	Тесто «состарилось» после оттаивания	Проводить оттаивание в пластиковых мешочках. Хра-нить заготовки при пони-женной температуре
	Продолжительное время расстойки	Проводить расстойку при положенной температуре и влажности согласно инструк-ции. Использовать таймер
	Высокая температура в расстойном шкафу	Проводить расстойку при положенной температуре и влажности согласно инструк-ции
	Низкая температура выпечки	Проверить термометром, соответствует ли заданной температура внутри печи. Отрегулировать датчик темпе-ратуры
Недостаточный вкус и аромат	Неправильно проведено оттаивание	Проводить оттаивание согласно инструкции
	Неправильные условия хранения	То же
	Недостаток гигиены	Очистить и продез-инфицировать рабочие места, поверхности, чтобы в тесто попадало посторонних примесей

Продолжение таблицы 4		
1	2	3
Изделия плохо хранятся	Неправильно проведено оттаивание	Проводить оттаивание согласно инструкции
	Заготовки «залежались» в морозильной камере	Использовать полуфабрикаты. Выпекать в первую очередь заготовки, поступившие ранее

Вопросы для самоконтроля

- 1) Какими способами достигается пониженная температура теста?
- 2) Какие требования к качеству сырья для производства сдобных замороженных изделий?
- 3) Какие режимы дефростации замороженных сдобных тестовых заготовок??
- 4) Какие дефекты сдобных изделий возникают при их замораживании?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Пащенко Л.П.** Технология хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. – М.: «КолосС», 2006. – 389 с.

Дополнительная

1. Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>
2. Журналы: «Пищевая промышленность», «Хлебопечение России».
3. Полякова, С.П. Повышение микробиологической устойчивости хлебобулочных изделий при хранении: автореф. дис. на соиск. степ.к.т.н./ С.П. Полякова. – М.: МГУПП. -2002. – 17 с.
4. «Установка для пастеризации пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №9 - 2008г. (Франция).
5. «Электронно-лучевая обработка пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №8 -2008г. (США).
6. Кондитерская фабрика «Новаль» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.noval-factory.ru>
7. ООО «Производственная корпорация Балтийский хлеб» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.baltic-bread.ru>
8. Русское хлебопечение [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.hleb.net>.
9. Информационное Агентство «Индустрия Питания» (495) 153-8614 www.iaip.ru журнал «Мороженное. Замороженные продукты». – 2008. - №7. – с. 28-30.

Лекция 7

ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

7.1. Преимущества радиационной стерилизации

Одним из важнейших направлений развития хлебопекарной промышленности России в современных условиях является производство хлебобулочных изделий с удлиненными сроками хранения (до 4-6 месяцев).

Это актуально для снабжения хлебом населения отдаленных труднодоступных районов, зон экологического неблагополучия, различных групп населения в условиях техногенных катастроф, кризисных и аварийных ситуаций, а также воинских контингентов, участников длительных экспедиций и т.п.

Применение упаковочных материалов способствует удлинению сроков хранения хлебобулочных изделий до 4-15 суток. Поэтому в последние годы в нашей стране сохраняется устойчивая тенденция к увеличению производства хлеба в упаковке. Упаковка обладает важными функциями: защитной, информационной, маркетинговой.

Радиационная стерилизация требует больших капитальных затрат, но имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с другими методами стерилизации:

1. Стерилизация изделий осуществляется, когда они уже помещены в герметичные упаковки, что обеспечивает длительные сроки сохранения стерильности.
2. Упаковки с облучёнными электронным пучком изделиями не содержат канцерогенных веществ как при газовой стерилизации.
3. Изделия можно стерилизовать прямо в коробах, поставляемых конечному пользователю.
4. Изделия можно использовать сразу после облучения.
5. Изделия при облучении незначительно нагреваются и не намокают.
6. Радиационная стерилизация не создаёт сопутствующих вредных веществ в зоне работы установки.

Технологический эффект облучения зависит от условий облучения и дозы поглощенной энергии, так:

- низкие дозы (до 1 кГр) -- тормозят прорастание овощей и фруктов в процессе хранения, уничтожают насекомых, амбарных вредителей;
- средние (1--10 кГр) -- губительны для многих видов вегетативных форм микробов обеспечивают "холодную стерилизацию" продукции;
- высокие (10--50 кГр) -- подавляют жизнедеятельность микробов и спор.

Облучение проводят: γ -квантами, ускоренными электронами, рентгеновским (тормозным) излучением. На технологическом участке радиационной стерилизации продуктов на базе ускорителя электронов [10].

Следует отметить, что обработка пучками электронов со значениями энергии до 10 МэВ, тормозным излучением и г-квантами с энергией до 5 МэВ не создает наведенной радиоактивности в пищевых продуктах.

К настоящему моменту проведен первый цикл экспериментов, в ходе которого определена примерная доза облучения хлеба 9--10кГр, которая не дает посторонних привкусов.

7.2. Технология консервирования хлеба с применением ионизирующего излучения

Однако использование только упаковки не обеспечивает длительную защиту хлеба от микробной порчи - картофельной болезни и плесневения, этих наиболее распространенных и опасных заболеваний хлеба.

Картофельная болезнь поражает мякиш пшеничного, а в последние годы и ржано-пшеничного хлеба. Возбудители картофельной болезни — споровые бактерии: картофельная палочка (*Bacillus mesentericus*, по современной классификации — *Bac. cereus*) и сенная палочка (*Bacillus subtilis*). Их споры попадают в хлеб с сырьем и с оборудования и сохраняются при выпечке. При сильном развитии болезни, в результате гидролиза крахмала, разрушения клейковины и белка, хлеб превращается в темную слизистую массу с резким отталкивающим запахом и неприятным вкусом. Такой хлеб может вызвать серьезные нарушения функций желудочно-кишечного тракта, поэтому его уничтожают.

Плесени поражают поверхность хлеба и хлебобулочных изделий из **ржаной** и пшеничной муки. Плесневение хлеба происходит чаще всего в результате развития плесневых грибов рода *Aspergillus* и *Penicillium*, реже *Mucor*, *Rhizopus* и *Geotrichum*. Плесневые грибы относятся к вторичной инфекции, так как хлеб после выпечки повторно заражается спорами плесеней при непосредственном контакте с загрязненными предметами или через воздух. Продукты метаболизма плесневых грибов придают хлебу неприятный затхлый запах. Кроме того, заплесневевший хлеб может содержать ядовитые вещества — микотоксины (афлатоксины, патулин, охратоксины и рубратоксины). Поэтому хлеб с признаками плесневения не годен к употреблению.

Микробная порча хлеба, особенно картофельная болезнь и плесневение, наносят серьезный ущерб хлебопекарной промышленности. Для борьбы с ними разработаны различные способы: биологические, химические, физические, которые в сочетании с упаковкой позволяют получить хлеб длительного хранения (до 6 мес. и даже до года) [10].

В последние десятилетия в пищевой промышленности стали использовать различные виды облучения для консервирования продуктов, в том числе в упаковке [66]. В частности, применяют ионизирующее излучение.

Работ по влиянию ионизирующего излучения на процесс консервирования хлеба не проводилось. В настоящее время большое количество разнообразных пищевых продуктов уже давно подвергается облучению и идет в пищу человека.

Поэтому ученые из С-Петербурга исследовали процесс консервирования хлеба с использованием ионизирующего излучения.

На основании проведенных исследований сделали следующие выводы:

1. Разработана технология консервирования хлеба с применением ионизирующего излучения, позволяющая пролонгировать срок годности готового продукта, герметично упакованного в полипропиленовую пленку с барьерными свойствами, до 6 месяцев.

2. Установлено изменение структурно-механических свойств упаковочных материалов в зависимости от дозы поглощенной энергии. Выбрана полипропиленовая пленка с барьерными свойствами МВ666, не изменяющая этих характеристик под воздействием ионизирующего излучения дозой до 10 кГр.

3. Установлено, что ионизирующее излучение оказывает ингибирующее или летальное действие на основные возбудители болезней хлеба (*Baccilus cereus*, *Baccilus subtilis*, *Aspergillus*, *Penicillium* и др.) в зависимости от дозы поглощенной энергии.

4. Показано, что бактерии *Vac. cereus* и *Vac. subtilis* отличаются высокой чувствительностью к ионизирующему излучению, бактериостатический эффект достигается при дозе 3 кГр, а бактерицидный при дозе 6 кГр.

5. Выявлены необходимые дозы поглощенной энергии для хлеба дарницкого и пшеничного из муки высшего и первого сорта. Для хлеба дарницкого доза облучения 3 кГр позволяет увеличить срок годности до трех месяцев, доза 6 кГр — до пяти месяцев, а доза 10 кГр - до восьми.

6. Показано, что хлеб, обработанный ионизирующим излучением, по показателям безопасности соответствует допустимым уровням, приведенным в СанПин 2.3.2.1078-01.

7. Разработан проект технической документации по применению ионизирующего излучения для увеличения продолжительности хранения хлеба, предназначенного для снабжения людей в кризисных и аварийных ситуациях [9, 10].

Вопросы для самоконтроля

- 1) От каких факторов зависит технологический эффект излучения?
- 2) Что вызывает микробную порчу хлеба?
- 3) Какой срок хранения хлеба с применением ионизирующего излучения?
- 4) При каких дозах ионизирующего излучения достигается бактерицидный эффект?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Слабыня, Г.Н. Способ увеличения сроков хранения хлебобулочных изделий: автореф. дис. на соиск. степ. к.т.н./ Г.Н. Слабыня. – СПбГУНИПТ. – 2008. – 18 с.

2. Слабыня Г. Н. Стерилизация печеного хлеба гамм-излучением и электронами высокой энергии / Г. Н. Слабыня, С. А. Громцев, В. Т. Антупьев // Межвузовский сборник научных трудов. — 2006. -С 46-48.

Дополнительная

1. Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>
2. Журналы: «Пищевая промышленность», «Хлебопечение России».
3. Полякова, С.П. Повышение микробиологической устойчивости хлебобулочных изделий при хранении: автореф. дис. на соиск. степ.к.т.н./ С.П. Полякова. – М.: МГУПП. -2002. – 17 с.
4. «Установка для пастеризации пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №9 - 2008г. (Франция).
5. «Электронно-лучевая обработка пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №8 -2008г. (США).
6. Кондитерская фабрика «Новаль» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.noval->

factory.ru

7. ООО «Производственная корпорация Балтийский хлеб» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.baltic-bread.ru>

8. Русское хлебопечение [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.hleb.net>.

9. Информационное Агентство «Индустрия Питания» (495) 153-8614 www.iaip.ru журнал «Мороженное. Замороженные продукты». – 2008. - №7. – с. 28-30.

Лекция 8

УПАКОВКА МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

8.1. Материал для упаковки мучных изделий

Просматривая статьи на тему упаковки хлеба, как в различных отраслевых журналах, так и в интернете, можно запутаться в различных предлагаемых материалах: бумага, вощеная бумага, целлофан, полиэтилен, ВОРР, полипропилен, ПВХ, многие компании не указывают материал, заменяя его фирменным названием производителя. Выбор материала для упаковки представляется делом весьма запутанным, которое под силу исключительно специально подготовленным экспертам. Со всей определенностью можно сказать: нет, это не так, любой производитель хлеба может самостоятельно выбрать материал для упаковки своей продукции, но для этого ему нужно дать определенную информацию, критерии выбора.

Для начала исключим материалы, в которые хлеб вообще не упаковывают. В первую очередь, это целлофан или гидратцеллюлозная пленка, исходным сырьем для получения которой служит щелочной раствор ксантогената целлюлозы (вискоза). Это прекрасный материал, но очень дорогой, в настоящее время в него упаковываются только некоторые элитные продукты, например очищенные фрукты или некоторые сорта сигар. Использовать этот материал для упаковки такого товара как хлеб очень накладно. Вторым материалом, вызывающим возражение, является бумага или бумажные пакеты. Несомненно, в бумажные пакеты хлеб упаковывать можно. Но это должны быть специальные сорта бумаги и пакет из нее будет сравним по стоимости с самим продуктом. Возможно, в некоторых магазинах продавцы и укладывают хлеб в бумажные пакеты при продаже, но это выбор самого магазина, а не производителя хлеба и такой вариант упаковки больше подходит именно для розничной торговли. Кроме того, бумажный пакет непрозрачен, т.е. нарушается информационная функция упаковки.

Использование полиэтилена, как полиэтилена низкого давления (ПНД), так и полиэтилена высокого давления (ПВД) для упаковки хлеба также представляется весьма проблематичным. Во первых, эти материалы с низкой прозрачностью, один помутнее, другой чуть прозрачнее, но хлеб в них всегда выглядит, как за матовым стеклом, теряя часть своей привлекательности. У обоих материалов низкий глянец, что психологически "старит" хлеб, как будто он лежит на полке магазина не первый день. Но, самое главное, как ПВД, так и ПНД не обладают необходимыми для сохранности хлеба барьерными свойствами, как говорится, хлеб в них "не дышит", из за чего плесневеет в таком пакете буквально на следующий день. Конечно, выход есть и в этом случае: пакеты перфорируют, т.е. наносят мелкие дырочки, но стоит ли таких усилий упаковка, несущая с собой столько проблем (подчеркнем: именно для хлеба!) и снижающая в данном случае привлекательность товара?

Все предлагаемые материалы сводятся к двум: полипропилену (ПП), ориентированному или не ориентированному, и поливинилхлориду (ПВХ).

Для нас упаковка хлеба является достаточно новым делом, тогда как на западе процесс выбора упаковки для хлеба прошел очень давно и выбор пал на эти два материала: полипропилен (ПП) и поливинилхлорид (ПВХ) [3].

Таблица 5. Сравнение потребительских свойств пленочных материалов, предлагаемых для упаковки хлеба

Свойства	ПП	ПВХ (пластифицированные пленки)*	ПВД
Плотность, г/см ³	0,9	1,2-1,6	0,92
Прозрачность	Очень хорошая	Очень хорошая	Хорошая
Глянец	Очень хороший	Очень хороший	Практически отсутствует
Возможность сварки пакета	Очень хорошая**	Проблематично	Очень хорошая
Возможность стерилизации сухим воздухом при температуре 130-135°С	Есть	Отсутствует	Отсутствует
Возможность хранения хлеба без нарушения целостности упаковки	Есть	Есть	Отсутствует, хлеб плесневеет
Возможность нанесения печатного изображения	Есть	Отсутствует***	Есть
Возможность упаковки горячего хлеба	Есть, с нанесением на пакет перфорации	Отсутствует	Отсутствует

Примечания:

* Упаковочная пленка из ПВХ может быть жесткая или мягкая (пластифицированная), для упаковки хлеба обычно используется последняя.

** Полипропиленовая пленка может быть неориентированная или ориентированная (BOPP). Последняя варится хуже, ее сваривают обычно широким швом (до 1 см) для обеспечения надежности.

*** Конечно, печатать на ПВХ можно. Но поскольку почти вся пищевая пленка из ПВХ импортная и поставляется в рулонах, заказывать печать на ней достаточно накладно и этого никто не делает, вкладывая информацию о товаре в пакет на бумажном ярлычке.

ПВХ является просто уникальным материалом. Из него можно производить почти все, начиная от жестких канализационных труб, оконных рам и заканчивая искусственными кожами, линолеумом, специальными красками и упаковочной пленкой. Причина такой универсальности в том, что свойства ПВХ сильно зависят от введения специальных пластификаторов (обычно, фталатов) и их количества. В тоже время есть ряд моментов, которые заставляют задуматься о его применимости в пищевой промышленности.

Во-первых, время контакта пищевых продуктов с пленкой ПВХ должно контролироваться: при температуре до 40°C - время контакта практически не ограничено, от 40°C до 70°C - время контакта не более 2-х часов, свыше 70°C - прямой контакт запрещен. Эти требования накладывают ограничения на использование такой пленки для упаковки хлеба: перед упаковкой хлеб должен остыть ниже 40°C, продукты в этой упаковке нельзя подвергать стерилизации сухим горячим воздухом. У упаковки из полипропилена этих недостатков нет.

Во-вторых, ПВХ является материалом, который практически не подвергается обычным способам утилизации, т.к. при горении изделий из ПВХ образуется большое количество вреднейших веществ - диоксинов, способных вызывать мутации в человеческом организме на генном уровне, при обычном нагреве свыше 100°C из материала может выделяться хлороводород и т.д. Это и есть причины, по которым во многих западных странах пищевая упаковка из ПВХ не приветствуется, изготовление детских игрушек запрещено, в некоторых странах, например в Японии, запрещено само производство изделий из ПВХ. Насколько в этих запретах велика доля корпоративных интересов производителей других видов упаковки, или они действительно носят объективный характер судить очень сложно, но именно в этом причина такого большого предложения иностранной пленки из ПВХ в России, где законодательство в отношении этого полимера более мягкое.

Обычная толщина упаковочной пленки из ПВХ 10-15 мкм, тогда как пакеты из полипропилена для упаковки хлеба имеют толщину 20-30 мкм, т.е. в два раза толще. Казалось бы, экономически ПВХ выгоднее. Но это не совсем так. В таблице приведены значения плотностей этих материалов, ПВХ в два раза тяжелее ПП. Это означает, площадь, которую можно покрыть 1 кг пленки из этих материалов, несмотря на то, что пленка из ПВХ в два раза тоньше, тем не менее одинакова, т.е. экономической выгоды от использования ПВХ нет!

Таким образом, для упаковки хлеба полипропилен гораздо предпочтительнее ПВХ: упаковка из полипропилена увеличивает срок хранения хлеба от трех до пяти суток, обладает отличной прозрачностью и глянцем, хлеб выглядит в таком пакете ярко и привлекательно, упаковка обладает большой прочностью и эластичностью, хорошо сваривается, пакет можно подвергать стерилизации сухим горячим воздухом, в перфорированный пакет можно упаковывать горячий хлеб, на пакет можно наносить яркое печатное изображение и т.д.

Пленка из полипропилена выпускается двух видов: неориентированная или ориентированная (в одном или двух направлениях, т.н. BOPP). Барьерные свойства у обоих видов пленок практически одинаковые, но есть различия в физико-механических свойствах.

Двухосноориентированные пленки из полипропилена (BOPP) практически не тянутся, чувствительны к проколам (пленка сразу же рвется), хуже свариваются, но прочнее неориентированных в 4-6 раз. Такие пленки обычно используются на полуавтоматических или автоматических станках.

Пакеты из неориентированной полипропиленовой пленки используются для ручной или полуавтоматической упаковки. Какой способ упаковки хлеба использовать зависит от масштаба производства, желаний предпринимателя и т.д.

Автоматические станки для упаковки хлеба Российского производства стоят от 10000\$ до 15000 \$ и имеют производительность от 50 до 200 упаковок в минуту, при этом они достаточно чувствительны к качеству пленки (предпочитают импортную, которая несколько дороже).

При ручном способе упаковки с запайкой пакета с хлебом на ручном запайщике производительность одного оператора 4-5 упаковок в минуту. Т.е. один автомат способен заменить десять упаковщиц.

8.2. Упаковка хлеба

Упаковка давно стала неотъемлемой частью нашей жизни. Сегодня уже невозможно представить товары высокого качества без фирменной упаковки. Это утверждение касается и продуктов повседневного потребления, например, таких как хлеб и хлебобулочные изделия.

Упаковка этой группы товаров претерпела серьезную эволюцию за достаточно непродолжительный период времени. На самом первом этапе развития хлебоупаковочного направления изделия просто вкладывали в целлофановые пакеты непосредственно перед передачей купленного товара потребителю. Кстати, во многих регионах, да и в столице, до сих пор сохранился такой вид упаковки хлеба. Далее на смену ручной упаковке пришли упаковочные машины. На смену целлофановому пакету пришла стретч-пленка, термоусадка и, наконец, трехшовные пакеты типа flow-pack, которые в последнее время вытесняются пакетами с клипсой.

Заметим, что ни один из видов упаковки хлеба не был полностью заменен последующим. До пор сих остается популярным оборачивание хлеба стретч-пленкой, только сегодня для этого используются не ручные горячие столы, а автоматические, встроенные в линию, в некоторых случаях – с нанесением на продукцию этикетки. Термоусадочная упаковка также распространена в силу того, что является практически универсальной и подходит для многих видов изделий, в том числе и хлебобулочных. В Европе в настоящее время распространенной является упаковка в трехшовный пакет «flow-pack» с клипсой. Такая упаковка, во-первых, герметична, а во-вторых, привлекательна для покупателя благодаря своему виду – пакет имеет вид «подарочного», а на пленку можно нанести многоцветную печать [3].

Одной из тенденций последнего времени является увеличение сроков хранения продуктов. Это может происходить благодаря введению в рецептуру консервантов, замедляющих процессы порчи, или изменения условий хранения изделий, например при помощи глубокого замораживания. Но все большее распространение получает упаковка в так называемой модифицированной (измененной) атмосфере, в переводе на английский язык – Modified Atmosphere Packaging (MAP). Она позволяет продлить сроки хранения продуктов питания за счет внедрения внутрь упаковки особой смеси газов, подбираемой индивидуально для каждого отдельного вида продукта, газовая смесь состоит из азота, кислорода и углекислого газа, смешанных в определенной пропорции. Также может применяться и угарный газ, например для поддержания красного цвета свежего мяса. Но в Европе и России использование угарного газа запрещено санитарно-эпидемиологическими службами по причине опасности для здоровья человека.

Модифицированная атмосфера (МА) замедляет развитие микроорганизмов, которые вызывают порчу продукта, за счет этого и увеличиваются сроки хранения. Надо отметить, что на продолжительность срока годности продукта влияют условия производства и гигиеническое состояние продукта перед упаковкой. Модифицированная атмосфера никак не влияет на органолептические показатели и качество продукта, она лишь замедляет естественные процессы его старения. Причем во время хранения очень важным является соблюдение температурного режима, благодаря которому развитие и размножение болезнетворных бактерий также замедляется.

Кислород в выпечке вызывает разложение жиров, в результате которого, как правило, появляются неприятные запахи. Поэтому чем меньше кислорода будет в упаковке с хлебобулочными и мучными кондитерскими изделиями, тем лучше.

Углекислый газ

В модифицированной атмосфере углекислый газ используется для замещения кислорода, он активно препятствует развитию аэробных бактерий, вызывающих гниение мяса, рыбы, птицы. Для хлебобулочных изделий тоже используются его антимикробные свойства. Углекислый газ, растворяясь в водной составляющей продукта, образует угольную кислоту и окисляет изделие. Также избыток углекислого газа может привести к повреждению структуры продукта, изменению цвета и появлению неприятного запаха у жирных и масляных продуктов, например с высокой концентрацией семян подсолнечника. В некоторых случаях происходит деформация упаковки, она как бы втягивается внутрь – это свидетельствует о том, что углекислый газ проник в продукт и растворился в нем. Именно из-за этих свойств углекислого газа упаковку в модифицированной атмосфере нельзя использовать для всех сортов хлеба, а лишь для тех, у которых содержание влаги минимально или в состав которых входят консерванты, препятствующие растворению CO_2 в воде.

Азот

Азот является инертным газом и используется при упаковке в модифицированной атмосфере для замещения атмосферного воздуха, в особенности кислорода, с целью увеличения сроков хранения продуктов. Азот замедляет рост аэробных бактерий, вызывающих гниение, и сохраняют форму упаковки благодаря плохой растворимости в воде и жирах.

Использование технологии MAP позволяет значительно увеличить сроки хранения хлебобулочных изделий. Главной причиной порчи этого вида продуктов являются плесени, которые относятся к аэробным организмам, т.е. тем, которые развиваются в условиях воздушной атмосферы. Таким образом, для подавления их развития будет эффективной смесь азота и углекислого газа. Чаще всего используется соотношение объемов газа и продукта 2:1 соответственно [3].

Для упаковки хлебобулочных изделий используют смесь углекислого газа и азота в соотношении 50-100% и 0-50% соответственно, в зависимости от вида продукции.

Химия

Для упаковки в модифицированной атмосфере подходят такие хлебобулочные и мучные кондитерские изделия, как рогалики, пудинги из теста, булочки, ватрушки, крепы, круассаны, маисовые лепешки, слойки, овощные и фруктовые хлеба и вафли, а также дрожжевое слоеное тесто, блины, основания для пиццы, рулеты с джемом, фруктовые пироги и пр.

Как правило, в МА принято упаковывать хлебобулочные изделия, не содержащие в своем составе молока и молочных продуктов. Основные причины порчи таких продуктов – это развитие плесени, очерствение и миграция влаги. Также может возникнуть проблема с дрожжами в замороженных продуктах.

Одним из важнейших показателей, которые влияют на качество продуктов, является уровень активности воды (AW). Другими словами, активность воды – это измерение ее энергетического статуса в системе (продукте). Она определяется как отношение давления водяного пара продукта к давлению водяного пара чистой воды при одинаковой температуре. У дистиллированной воды активность равна 1, обычно AW измеряется при помощи гигрометров.

Показатель AW у хлебобулочных и мучных кондитерских изделий обычно ниже 0,96, т.е. среда для развития микроорганизмов не вполне благоприятная и они редко становятся причиной порчи продуктов. Однако вполне возможен рост и развитие таких бактерий, как *Staphylococcus aureus* и *Bacillus* в определенных видах изделий, и, следовательно, они могут стать причиной пищевого отравления. Во избежание этого необходимо соблюдать санитарно-гигиенические условия на всех этапах производства и производить обработку поверхностей оборудования.

Для того чтобы избежать миграции влаги из пакета, необходимо использовать специальные барьерные материалы, которые не пропускают атмосферный воздух внутрь.

Большинство мучных кондитерских и хлебобулочных изделий хранится при комнатной температуре, но есть и исключения: чизкейки, основания для пиццы, блины и круассаны. Так как модифицированная атмосфера слабо влияет на очерствение хлебобулочных изделий, эти продукты следует хранить при пониженных температурах, порядка $+1...+5^\circ\text{C}$, при которых замедляется процесс очерствения. Особенно это актуально для изделий, употребляющихся в холодном виде, а у продукции, разогреваемой перед употреблением, например, крастов для

пиццы, процесс очерствения за счет крахмала практически полностью возвращается на первоначальный уровень во время вторичной температурной обработки.

8.3.Оборудование

Для упаковки хлебобулочных и мучных кондитерских изделий в модифицированной атмосфере используется специальное оборудование, позволяющее впрыскивать внутрь упаковки газовую смесь. Принципиально упаковывать в МА можно в пленку (трехшовные пакеты типа flow-rack, изготавливаемые из рулона пленки) и в лотки с последующей запайкой.

Трехшовные пакеты формируются на упаковочных машинах горизонтального типа, это оборудование используется для штучных изделий. А для упаковки мелкоштучных продуктов применяют двухкаскадные вертикальные машины или мультиголовки, которые также работают с пленкой. Особое внимание необходимо уделить качеству швов, ведь именно через них чаще всего внутрь упаковки проникает воздух.

Упаковывание в лотки может проходить на оборудовании двух типов. Один из них – это термоформовочные машины, они сами изготавливают контейнеры из рулона пленки, далее происходит заполнение лотков продуктом, впрыск МА, запечатывание и вырубка готовых упаковок. Вторым типом оборудования являются трэйсилеры (traysealer), которые работают с предварительно изготовленными лотками. Лотки (в случае с термоформовочным оборудованием – нижняя пленка) и верхняя пленка должны быть изготовлены из барьерных материалов.

Для продления срока хранения хлебобулочных изделий чаще всего в пакет с хлебом перед запечатыванием впрыскивается спирт, который дезинфицирует поверхность хлеба и тем самым препятствует образованию плесени. Дело в том, что развитие бактерий начинается во время остывания хлеба после его выпечки. В этот момент на корке активно начинают размножаться микроорганизмы, причем, чем ближе температура к комнатной, тем активнее они начинают себя вести. В это время особенно пагубно на сохранность изделий влияют прикосновения рук операторов. Т.к. микроорганизмы развиваются на поверхности, то для того, чтобы предотвратить их дальнейшую активность, корку дезинфицируют, впрыскивая в упаковку спирт. Причем упаковываться изделия могут как на оборудовании горизонтального типа, так и при помощи клипсаторов, которые запечатывают уже готовые пакеты пластиковой клипсой или скотчем. Мучные кондитерские изделия дезинфицируют при помощи сорбата натрия или сорбиновой кислоты, но эти вещества уже считаются консервантами.

Впрыск спирта в упаковку нельзя отнести к технологии MAP, т.к. модифицированная атмосфера не убивает бактерии, а лишь замедляет их развитие.

Как отметил Феликс Кветный, руководитель направления длительного хранения хлеба Государственного Научно-Исследовательского Института Хлебопекарной Промышленности, в России пока практически нет предприятий, которые производили бы хлеб по технологии MAP. Это связано в первую очередь с высокой стоимостью специального упаковочного оборудования, позволяющего упаковывать в модифицированной атмосфере, срок окупаемости таких машин на обычном хлебе очень большой, производство получается нерентабельным. Хотя в Европе упаковка хлеба и хлебобулочных изделий распространена, но стоимость одного изделия в несколько раз превосходит стоимость аналогов со стандартными сроками хранения.

Упаковка в модифицированной атмосфере актуальна для специфических сортов хлеба и мучных кондитерских изделий, содержащих в своем составе различные добавки [3].

Вопросы для самоконтроля

- 1) Какой материал наиболее подходит для упаковки мучных изделий?
- 2) Что предполагает хранение хлеба в модифицированной атмосфере?
- 3) Как влияет уровень активности воды на качество продуктов?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Пашенко Л.П.** Технология хлебобулочных изделий / Л.П. Пашенко, И.М. Жаркова. – М.: «КолосС», 2006. – 389 с.

Дополнительная

1. Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>
2. Журналы: «Пищевая промышленность», «Хлебопечение России».
3. Полякова, С.П. Повышение микробиологической устойчивости хлебобулочных изделий при хранении: автореф. дис. на соиск. степ.к.т.н./ С.П. Полякова. – М.: МГУПП. -2002. – 17 с.
4. «Установка для пастеризации пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №9 - 2008г. (Франция).
5. «Электронно-лучевая обработка пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №8 -2008г. (США).
6. Кондитерская фабрика «Новаль» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.noval-factory.ru>
7. ООО «Производственная корпорация Балтийский хлеб» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.baltic-bread.ru>
8. Русское хлебопечение [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.hleb.net>.
9. Букалова, Е. Информационное Агентство «Индустрия Питания» (495) 153-8614 www.iaip.ru журнал «Мороженное. Замороженные продукты». – 2008. - №7. – с. 28-30.

Список литературы

1. Букалова, Е. Информационное Агентство «Индустрия Питания» (495) 153-8614 www.iaip.ru журнал «Мороженное. Замороженные продукты». – 2008. - №7. – с. 28-30.
2. Журналы: «Пищевая промышленность», «Хлебопечение России».
3. «Установка для пастеризации пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №9 - 2008г. (Франция).
4. Кондитерская фабрика «Новаль» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.noval-factory.ru>
5. ООО «Производственная корпорация Балтийский хлеб» [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.baltic-bread.ru>
6. Пащенко Л.П. Технология хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. – М.: «КолосС», 2006. – 389 с.
7. Полякова, С.П. Повышение микробиологической устойчивости хлебобулочных изделий при хранении: автореф. дис. на соиск. степ.к.т.н./ С.П. Полякова. – М.: МГУПП. -2002. – 17 с.
8. Русское хлебопечение [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.hleb.net>.
9. Слабыня, Г.Н. Способ увеличения сроков хранения хлебобулочных изделий: автореф. дис. на соиск. степ. к.т.н./ Г.Н. Слабыня. – СПбГУНИПТ. – 2008. – 18 с.
10. Слабыня Г. Н. Стерилизация печеного хлеба гамма-излучением и электронами высокой энергии / Г. Н. Слабыня, С. А. Громцев, В. Т. Антуфьев // Межвузовский сборник научных трудов. — 2006. -С 46-48.
11. «Электронно-лучевая обработка пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №8 -2008г. (США).
12. Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Лекция 1. Вводная.....	4
Лекция 2. Способы увеличения сроков хранения мучных изделий	7
Лекция 3. Консервирующие вещества.....	13
Лекция 4. Производство хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов.....	16
Лекция 5. Инновационные методы заморозки.....	24
Лекция 6. Производство сдобных изделий из замороженных полуфабрикатов	33
Лекция 7. Ионизирующее излучение.....	45
Лекция 8. Упаковка мучных изделий.....	48
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	55