# Содержание

Содержание 3

Введение 4

1 Характеристика сырья и требования к его качеству 6

1.1 Основное сырье 6

1.1.1 Хранение и подготовка муки к производству 6

1.1.2 Вода 7

1.1.3 Соль 8

1.1.4 Приготовление дрожжей 8

1.2 Дополнительное сырье 9

2 Технологическая схема производства хлеба из пшеничной муки безопарным способом 11

3 Технологические процессы, протекающие при созревании теста 13

3.1 Приготовление теста 13

3.2 Замес теста 13

3.3 Брожение теста 14

3.4. Способы интенсификации созревания теста 16

3.5 Обминка теста 17

4 Разделка теста и выпечка хлеба 18

4.1 Разделка теста 18

4.2 Выпечка хлеба 19

4.3 Процессы, происходящие при выпечке хлеба 20

4.4 Режимы выпечки 21

4.5 Упек хлеба 21

4.6 Хранение хлеба 21

4.7 Ассортимент хлебобулочных изделий 22

Заключение 23

Список используемой литературы 24

# Введение

Хлеб, приготовленный из различных сортов пшеничной и ржаной муки, содержит 40...50 % влаги и 60...50 % сухого вещества, которое в основном представлено углеводами (около 45 %), небольшим количеством белков (8...9 %), а также жиров, минеральных веществ, витаминов и кислот. Пищевая ценность хлеба определяется содержанием отдельных составных частей и энергической ценностью с учетом коэффициента усвояемости. Одну треть потребности организма в белке и значительную часть потребности в углеводах и витаминах группы В обеспечивают хлебобулочные изделия. Пищевая ценность хлеба тем выше, чем больше он удовлетворяет потребности организма в пищевых веществах и чем больше его химический состав соответствует формуле сбалансированного питания.

Энергетическая ценность хлеба зависит от содержания влаги (чем больше влаги, тем она ниже) и от количества отдельных компонентов сухого вещества. Хлеб играет существенную роль в энергетическом балансе человека, обеспечивая 1/3 потребности в энергии. При потреблении в среднем около 400 г хлеба в сутки организм обеспечивается различными соединениями: белком на 38%, углеводами растительного происхождения, в частности крахмалом, на 41, моно- и дисахаридами на 17,4, кальцием на 11,5, фосфором на 45,6, железом на 84,7, витаминами В1, B6, B9, РР в среднем на 37...54, витамином Е на 76, витамином В3 на 25 и витамином B2 18,7 %.

Вместе с тем белки хлеба не являются полноценными, в них мало незаменимых аминокислот лизина и метионина, для этого в процессе производства хлеба повышают его белковую ценность путем обогащения молочными продуктами, белками бобовых и масличных культур (сои, подсолнечника) и пищевой рыбной мукой.

Минеральная и витаминная ценность хлеба зависит от сорта муки: чем больше выход муки, тем она выше. Хлеб отличается высоким содержанием зольных элементов, в первую очередь фосфором, железом и магнием. Наиболее дефицитным является кальций. Соотношение кальция и фосфора в хлебе равно 1:5,5, что намного превышает оптимальное (1:1,5) и снижает усвоение организмом хлеба. Высокоценным обогатителем в этом отношении являются молоко и молочные продукты, которые содержаткальций в наиболее легко усвояемой человеком форме.

С целью профилактики эндемического зоба в отдельных районах страны целесообразно обогащать хлеб йодом, источником которого является морская капуста. Для повышения витаминной ценности хлеба, прежде всего витамина В2, проводят витаминизацию муки I и высшего сортов витаминами РР, B1 b B2.

Перспективным является использование в хлебопечении плодово-ягодных порошков, получаемых из целых яблок, яблочных и виноградных выжимок и овощных порошков из капусты, моркови и др. Порошки — источники сахаросодержащего сырья богаты клетчаткой, пектиновыми, минеральными веществами (калием, кальцием, магнием, натрием) и витаминами.

Введение в рецептуру хлебобулочных изделий пшеничных зародышевых хлопьев позволяет обогатить хлеб незаменимыми аминокислотами: лизином, метионином, триптофаном, по содержанию которых белок зародышей сходен с белком яиц, макро- микроэлементами, в том числе кальцием, железом, калием, магнием, витаминами: токоферолом, тиамином, рибофлавином,

Использование муки из зерна не хлебопекарных и бобовых культур (рисовой мучки, кукурузной, гороховой и фасолевой муки) позволяет получать хлеб пониженной калорийности, с увеличенным содержанием балластных веществ, макро- и микроэлементов, витаминов, а также способствует экономии основного сырья.

# 1 Характеристика сырья и требования к его качеству

## 1.1 Основное сырье

Основным сырьем в производстве хлеба и хлебобулочных изделий являются: мука, дрожжи, вода, соль.

### 1.1.1 Хранение и подготовка муки к производству

Свежесмолотая мука не годится для выпечки хлеба, так как образует мажущееся, расплывающееся тесто и хлеб получается плохого качества (малого объема, пониженного выхода и т. п.), поэтому такую муку в хлебопечении никогда не применяют. Она должна пройти отлежку или созревание в благоприятных условиях, при которых ее хлебопекарные свойства улучшатся.

Созревание пшеничной муки проводят на мелькомбинатах в течение 1,5...2 мес. При этом меняется влажность муки в зависимости от параметров окружающего воздуха; цвет ее становится светлее в результате окисления каротиноидов; увеличивается кислотность в основном за счет разложения жира и образования жирных кислот, а также в результате накопления других кислотореагирующих веществ (кислых фосфатов, продуктов гидролиза белков и др.). Следствием возрастания кислотности являются глубокое изменение белков, укрепление структурно-механических свойств клейковины, уменьшение ее растяжимости и увеличение упругости. Слабая непосредственно после помола клейковина при отлежке приобретает свойства средней; средняя по силе становится сильной, а сильная — очень сильной.

Длительность созревания муки зависит от ее сорта, влажности и условий хранения. Повышение выхода муки, ее влажности и температуры хранения ускоряет процесс созревания, так как создаются более благоприятные условия для окислительно-восстановительных процессов. Для ускорения созревания используют химические улучшители, а также пневматическое перемещение муки с помощью сжатого, особенно нагретого, воздуха.

Созреванию подвергают только пшеничную муку; ржаная мука при отлежке свои хлебопекарные свойства не изменяет, поэтому в созревании не нуждается.

Существует два способа транспортирования и хранения муки на предприятиях: тарный, когда муку перевозят и хранят в мешках, и бестарный, когда муку перевозят в автомуковозах и хранят в бункерах или силосах. Бестарный способ перевозки и хранения| муки имеет ряд преимуществ перед тарным, так как позволяет механизировать и автоматизировать операции по разгрузки и управлять ими с пульта. Кроме того, при тарном способе хранения возникают дополнительные потери муки, связанные ее распылом и остатками в опорожненных мешках.

Муку можно транспортировать на производство механическим, пневматическим или аэрозольным транспортом (с помощью сжатого воздуха по трубопроводам). На предприятиях пищевой промышленности предпочтение отдают аэрозольному транспортированию, так как оно обеспечивает высокую концентрацию муки в смеси с воздухом, уменьшает удельный расход воздуха и позволяет при малых сечениях трубопроводов достигать высокой производительности. При пневматическом транспортировании 1 м3 воздуха перемещает 5...6 кг муки, а при аэрозольном - примерно 60...120 кг.

Перед подачей муки для приготовления теста производится ее подготовка к производству, которая заключается в подсортировке отдельных партий, их просеивании и магнитной очистке. Отдельные партии муки могут значительно отличаться по своим хлебопекарным качествам, поэтому перед подачей на производство принято составлять смесь различных партий муки в пределах одного сорта. Муку со слабой клейковиной смешивают с сильной; муку, темнеющую в процессе переработки, – с нетемнеющей и т. д. Соотношение компонентов в мучной смеси определяет лаборатория на основании анализа. При этом исходят из необходимости улучшить свойства одной партии муки за счет другой. Обычно смешивают две или три партии муки в простых соотношениях (1:1, 1:2, 1:3 и т. д.) на специальных машинах – мукосмесителях.

Для просеивания муки с целью удаления случайных посторонних примесей применяют бураты, вибросита или просеиватетели других конструкций. Муку просеивают через сито из стальной сетки с ячейками определенного размера.

Для очистки муки от металломагнитных примесей в выходных каналах просеивающих машин устанавливают магнитные уловители, которые очищают через каждые 4 ч работы. При использовании аэрозольтранспорта вместо слабых постоянных магнитов применяют электромагнитные сепараторы.

### 1.1.2 Вода

Качество питьевой воды определяется ГОСТ 2874. На каждом хлебозаводе должен быть запас холодной воды, рассчитанный на 8 ч работы предприятия, и запас горячей воды на 4 ч работы.

Для приготовления теста на 100 кг муки расходуют от 35 до 75 л питьевой воды.

Количество воды в тесте зависит:

от видамуки и изделий. Наименьшую влажность имеет тесто, предназначенное для бараночных изделий, наибольшую – для ржаного хлеба из обойной муки;

от влажности муки. Чем суше мука, тем больше воды она поглощает при замесе;

от количества сахара и жира, добавляемых по рецептуре, которые как бы разжижают тесто. При внесении значительных количеств сахара и жира сокращают количество воды, добавляемой при замесе.

### 1.1.3 Соль

В рецептуру хлебобулочных изделий, за исключением диетических бессолевых сортов, входит поваренная соль в количестве от 1 до 2,5 % к массе муки. Она улучшает вкус изделий, существенно влияет на физические свойства теста, укрепляя его клейковину. Состояние же дрожжей в присутствии соли ухудшается, так как соль задерживает процессы спиртового и молочнокислого брожения в тесте. Качество поваренной соли должно соответствовать ГОСТ 13830.

Соль доставляют на хлебозавод в мешках или насыпью и хранят в отдельных помещениях. Раствор соли готовят в солерастворителе, который представляет собой бак из двух отделений. Одно заполнено слоем соли, в который поступает вода, образуя насыщенный раствор 26%-й концентрации; второе служит отстойником раствора соли после фильтрования. В настоящее время применяют новый (мокрый) способ хранения соли, для этого ее ссыпают в металлический или бетонный бункер – растворитель, к которому подведена вода. В хранилище образуется раствор соли плотностью 1,16...1,2 кг/л. Перед подачей на производство раствор соли фильтруют и перекачивают в расходные баки.

### 1.1.4 Приготовление дрожжей

В хлебопечении применяют прессованные, сушеные и жидкие дрожжи и дрожжевое молоко.

Прессованные дрожжи представляют собой выращенные в особых условиях дрожжевые клетки, выделенные из среды, в которой они размножались. В соответствии с ГОСТ 171 влажность их составляет до 75 *%,* поэтому они являются скоропортящимся продуктом и требуют хранения при температуре О...4 °С в течение не более 12 сут. Важным показателем качества дрожжей является их подъемная сила, или быстрота подъема теста, характеризующая способность дрожжей разрыхлять тесто. Хорошие дрожжи поднимают тесто за 60...65 мин.

Расход прессованных дрожжей для приготовления пшеничного теста составляет 0,5...3 % к массе муки и зависит от ряда факторов:

подъемной силы дрожжей. Чем она ниже, тем больше требуется дрожжей;

длительности процесса брожения теста и способа его приготовления. Чем больше длительность брожения, тем меньше расход дрожжей; для безопарного способа приготовления теста требyeтcя 1,5...3 %,

количества сахара и жира, содержащихся в тесте. Эти продукты угнетают жизнедеятельность дрожжей, поэтому увеличивают количество вводимого разрыхлителя.

Подготовка прессованных дрожжей к производству состоит в освобождении их от упаковки, предварительном грубом измельчении и приготовлении хорошо размешанной однородной массы (суспензии) в теплой воде температурой 30...35 °С.

Сушеные дрожжи получают из прессованных путем высушивания в определенных условиях до влажности 8...10 %. Сушеные дрожжи могут храниться продолжительное время (при температуре не более 10 °С до 1 года). Они имеют светло-желтый или светло-коричневый цвет с дрожжевым запахом, подъемная сила их составляет до 90 мин. Сушеные дрожжи применяют в тех случаях, когда невозможно доставить на завод или сохранить прессованные дрожжи.

В последнее время на хлебозаводах, расположенных недалеко от дрожжевых предприятий, применяется дрожжевое молоко. Дрожжевое молоко – это жидкая суспензия дрожжей в воде, полученная при сепарировании культуральной среды после размножения в ней дрожжей. Дрожжевые клетки в этом продукте находятся в более активном биологическом состоянии, чем в прессованных дрожжах. Кроме того, на дрожжевых заводах в этом случае исключаются такие операции, как прессование и упаковывание. Дрожжевое молоко доставляют на завод в термоизолированных цистернах – молоковозах, из которых оно поступает в приемные металлические емкости, оборудованные мешалками, где хранится в течение 1,5...2 сут. при температуре 6...10 °С. Качество дрожжевого молока должно соответствовать ОСТ 18-369.

Жидкие дрожжи представляют собой мучную среду, в которой находятся активные дрожжевые клетки и молочнокислые бактерии. Жидкие дрожжи готовят непосредственно на хлебозаводах. Они применяются для разрыхления пшеничного теста в количестве 20...35 % к массе муки.

## 1.2 Дополнительное сырье

К дополнительному сырью относятся сахар-песок, жир.

Сахар-песок. В хлебопечении применяют сахар-песок и сахарную пудру, качество которых определяется ГОСТ 21 и Г0СТ 22. Сахар-песок добавляют в тесто при изготовлении булочных и сдобных изделий в количестве 2,5...30 % к массе муки, сахарную пудру используют для отделки поверхности сдобных изделий.

Сахар-песок оказывает существенное влияние на качество теста и готового хлеба. Он разжижает тесто, поэтому надо делать поправку на количество вносимой воды; его добавление в небольшом количестве (до 10 % к массе муки) ускоряет брожение теста, а при повышенной дозировке – угнетает. Поэтому если по рецептуре требуется большое количество сахара-песка и жира, то их вносят в тесто в конце брожения. Эта операция называется *отсдобкой.* Кроме того, сахар-песок улучшает вкус, аромат, окраску хлеба, повышает его энергетическую ценность.

На хлебозаводе, как правило, хранят 15-суточный запас сахара-песка, который обычно поступает в мешках. При подготовке к производству сахар-песок растворяют в воде в бачках с мешалками при температуре около 40 °С до концентрации раствора 55 %, а затем перекачивают в сборники. Возможно поступление сахара на завод в виде сахарного сиропа.

Жир. Жир вносят в тесто в количестве до 20...30 %. Для приготовления большинства изделий используется маргарин, для некоторых видов сдобных изделий – животное масло, для горчичного хлеба и горчичных баранок – растительное (горчичное) масло. Растительные масла применяются также при разделке теста, для смазки форм и листов. Качество маргарина должно соответствовать ГОСТ 240, подсолнечного масла – ГОСТ 1128.

Жиры повышают энергетическую ценность изделий, улучшают их вкусовые качества, увеличивают объем хлеба, повышают пластичность теста, несколько укрепляют клейковину. В то же время они снижают интенсивность брожения теста. Желательно, чтобы жиры, применяемые в хлебопечении, были безводными и хорошо эмульгировались в воде, имели пластичную структуру и невысокую температуру плавления.

Твердые жиры растапливают в бачках с водяной рубашкой и мешалкой. Температура маргарина при этом не должна превышать 40...45 °С, иначе произойдет расслоение массы на воду, что нарушит равномерное распределение жира в тесте.

Жир (растительное масло, маргарин) улучшит качество,если его вносить в тесто в виде предварительно приготовленной тонкодисдерсной эмульсии с применением пищевого эмульгатора, например фосфатидного концентрата (ФК) следующего состава (%): маргарин – 50, фосфатидный концентрат – 5...7, вода – 45. Такая эмульсия устойчива, она не расслаивается в течение 2...3 сут., хорошо транспортируется по трубам. Внесение эмульсии позволит значительно улучшить качество хлеба, задерживая его черствение.

# 2 Технологическая схема производства хлеба из пшеничной муки безопарным способом

Технологическая схема производства хлеба и хлебобулочных изделий включает в себя следующие этапы: хранение и подготовка сырья к производству, приготовление и разделка теста, выпечка и хранение хлеба. Приведена схема производства хлеба на современном хлебозаводе.

Муку доставляют на хлебозавод автомуковозами 1, а дополнительное сырье – автомашинами 2. По трубопроводу 3 мука дисковые переключатели 5 поступает в силосы *4* для хранения. Фильтры 6, 10, 14 служат для очистки транспортирующего воздуха от мучной пыли. Затем роторными питателями 7 мука из силосов направляется в промежуточную емкость 8*,* которая находится над просеивателем 9*,* и далее в промежуточную емкость 11. После взвешивания на весах 12 мука ссыпается в бункер 13, а затем по мукопроводу поступает в производственный бункер 15.

Вода подготавливается в водомерных бачках 16, а дополнительное сырье в виде растворов – в сборниках 17...20*.* Для теста в тестомесильную машину 26 бункерного тестоприготовительного агрегата 29 дозатором 25 отмеривается мука, а из бачков постоянного уровня 21... 24 дозатором 27 подаются растворы дополнительного сырья. Выброженное тесто питателем 28 направляется в делитель 30, откуда в виде отдельных кусков, определенной массы транспортерами 31*,* 33 *–* вокруглитель 32*,* а затем в закаточную машину 34.

Укладчик-манипулятор 35 перекладывает тестовые заготовки на люльки расстойного шкафа 36*.* Расстоявшиеся заготовки транспортером 37 подаются на под туннельной печи 38. Выпеченный хлеб транспортером 39 направляется на распределительный транспортер 40 или тележку 48. С помощью устройств для ориентирования 41 хлеб поступает на хлебоукладочный агрегат 42, а затем на полки контейнеров 43. Для подсортировки заказов торговой сети служит комплектующая тележка 45. Загруженные контейнеры собираются в накопителях 44*,* откуда они перемещаются загрузочным контейнером 46 к автохлебовозам, которые с помощью стыковочного механизма 47 крепятся к местам погрузки на рампе экспедиции.

При безопарном способе тесто замешивают в один прием сразу из всего сырья, предусмотренного рецептурой. Расход прессованных дрожжей 2...2,5 %, длительность брожения 2,5 ч. В процессе брожения проводят 2...3 обминки, последнюю – за 30...40 мин до разделки теста. Перед последней обминкой проводят отсдобку теста (добавление жира, сахара, яиц в тесто в период брожения). Безопарным способом обычно готовят ситнички, московские калачи, московские булочки, рожки, рогалики, а также хлеб из пшеничной муки высшего и I сортов с низкой кислотностью.

# 3 Технологические процессы, протекающие при созревании теста

## 3.1 Приготовление теста

Для каждого сорта хлеба существуют унифицированные рецептуры, в которых указывают сорт муки и расход каждого вида сырья (в кг на 100 кг муки). На их основании лаборатория хлебозавода составляет производственные рецептуры, в которых указывает дозировку муки, дополнительного сырья, растворов, полуфабрикатов (закваски, заварки, жидких дрожжей) на замес одной порции опары (закваски) и теста в зависимости от мощности завода, его оборудования, принятого способа тестоведения, а также технологический режим приготовления изделий (температура, влажность, кислотность полуфабрикатов, продолжительность брожения, обминок, условия расстойки и выпечки).

## 3.2 Замес теста

Это короткая, но весьма важная технологическая операция. Длительность замеса для пшеничного теста составляет 7...8 мин.

Цель замеса – получить однородную массу теста с определенными структурно-механическими свойствами. При замесе одновременно протекают физико-механические и коллоидные процессы, которые взаимно влияют друг на друга. Коллоидные процессы, или процессы набухания, связаны с основными составными частями муки – белками и крахмалом. Белки пшеничной муки, поглощая влагу, резко увеличиваются в объеме и образуют клейковинный каркас, внутри которого находятся набухшие зерна крахмала и частицы оболочек. Слипание частиц в сплошную массу, происходящее в результате механического перемешивания, приводит к образованию теста. Однако чрезмерный замес может вызвать разрушение уже образовавшейся структуры теста, что приведет к ухудшению качества хлеба.

Тесто после замеса состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. От соотношения этих фаз зависят свойства теста: увеличение количества жидкой фазы «ослабляет» его, делает более жидким, текучим, липким. Этим объясняются различные свойства пшеничного и ржаного теста. Пшеничное тесто эластичное, упругое. Твердая фаза в пшеничном тесте состоит из набухших нерастворимых в воде белков, зерен крахмала и частиц оболочек. Она преобладает над жидкой фазой, в состав которой входят водорастворимые вещества (сахар, соль, водорастворимые белки и др.). Кроме того, основная часть жидкой фазы пшеничного теста связана набухшими белками. Газообразная фаза представлена пузырьками, воздуха, захваченными тестом при замесе.

## 3.3 Брожение теста

Брожение теста охватывает период времени момента его замеса до деления на куски. Цель брожения – разрыхление теста, придание ему определенных структурно – механических свойств, необходимых для последующих операций, а также накопление веществ, обусловливающих вкус и аромат хлеба, его окраску.

Комплекс процессов, одновременно протекающих на стадии брожения и взаимно влияющих друг на друга, объединяют общим понятием *созревание* теста. Созревание включает в себя микробиологические (спиртовое и молочнокислое брожение), коллоидные, физические и биохимические процессы.

Спиртовое брожение вызывается дрожжами, в результате которого сахара превращаются в спирт и диоксид углерода. Дрожжи сбраживают сначала глюкозу и фруктозу, а затем сахарозу и мальтозу, которые предварительно превращаются в моносахариды. Источником сахаров являются собственные сахара зерна, перешедшие в муку, но главную массу составляет мальтоза образовавшаяся в тесте при расщеплении крахмала. Скорость брожения зависит от температуры, кислотности среды,качествадрожжей и ускоряется при увеличении количества дрожжей повышении их активности, при достаточном содержании сбраживаемых сахаров, аминокислот, фосфорнокислых солей. Повышенное содержание соли, сахара, жира тормозит газообразование в тесте. Брожение ускоряется при добавлении в тесто амилолитических ферментных препаратов.

Молочнокислое брожение вызывается молочнокислыми бактериями, которые попадают в тесто из воздуха с мукой и расщепляют глюкозу до молочной кислоты. Существует два вида молочнокислых бактерий: гомоферментативные, образующие молочную кислоту, и гетероферментативные, которые наряду с молочной кислотой вырабатывают другие кислоты (уксусную, янтарную, лимонную и пр.). При снижении влажности и температуры теста гетероферментативные молочнокислые бактерии развиваются с большей скоростью, в результате резко возрастает кислотность теста и ухудшается вкус хлеба. В пшеничном тесте преобладает спиртовое брожение. В результате нарастания кислотности ускоряется набухание белков, замедляется разложение крахмала до декстринов и мальтозы, что крайне важно при переработке пшеничной муки из проросшего зерна и ржаной муки, так как позволяет получить тесто с оптимальными структурно-механическими свойствами. Поэтому кислотность теста является признаком его созревания, а кислотность хлеба – один из показателей его качества, включенный в стандарт.

Требования стандарта:

Таблица 1 физико-химические показатели качества хлеба

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сорт хлеба | Стандарт | Способ выпечки | Кислотность, град., не более |
| Дарницкий | ГОСТ 26983-96 | Подовый  Формовой | 8,0  8,0 |
| Столичный | ГОСТ 26984-86 | Подовый  Формовой | 8,0  8,0 |
| Российский | ГОСТ 26985-86 | Подовый  Формовой | 9,0  9,0 |

Коллоидные процессы, начавшиеся на стадии замеса, продолжаются в процессе брожения. В зависимости от свойств муки возможно ограниченное и неограниченное набухание белков. При ограниченном набухании белки только увеличиваются в размерах, а при неограниченном – меняется форма белковой молекулы. У муки с сильной клейковиной почти до конца брожения происходит ограниченное набухание, при этом свойства теста улучшаются. У муки со слабой клейковиной наблюдается неограниченное набухание и тесто разжижается, поэтому продолжительность брожения теста из такой муки должна быть сокращена.

В результате физических процессов повышается температура теста на 1...2 °С и происходит увеличение его объема за счет насыщения диоксидом углерода.

Биохимические процессы, протекающие в тесте, – один из важнейших, так как от них зависят и микробиологические, и коллоидные, и физические превращения. Суть биохимических процессов состоит в том, что под действием ферментов муки, дрожжей и микроорганизмов происходит расщепление составных компонентов муки, прежде всего белков и крахмала. При этом желательна определенная степень протеолиза, так как она ведет к получению достаточно упругого и эластичного теста, обладающего оптимальными свойствами для получения качественного хлеба. Кроме того, продукты разложения белков на стадии выпечки принимают участие в образовании цвета, вкуса и аромата хлеба. При интенсивном разложении белков, особенно в слабой муке, тесто расплывается и хлеб получается неудовлетворительного качества. При расщеплении крахмала ферментами идет образование мальтозы (5...6 % к массе муки), которая расходуется на брожение теста и участвует в процессе выпечки, определяя вкус и аромат хлеба.

Интенсивность протекания всех рассмотренных процессов зависит от температуры. Оптимальная температура для спиртового брожения в тесте около 35 °С, а для молочнокислого – 35...40 °С, поэтому повышение температуры теста влечет за собой усиление нарастания кислотности. Кроме того, с повышением температуры теста в нем усиливаются биохимические процессы, ослабляется клейковина, увеличиваются ее растяжимость и расплываемость. Оптимальная температура брожения 26...32 °С. Повышенную температуру можно рекомендовать для приготовления теста из сильной муки, тесто из слабой следует готовить при более низкой температуре. Таким образом, температура является основным фактором, регулирующим технологического процесса приготовления теста.

## 3.4. Способы интенсификации созревания теста

Ускорение брожения достигается:

а) повышением температуры полуфабрикатов и теста до оптимального значения;

б) увеличением дозировки дрожжей;

в) предварительной активацией дрожжей или подбором более активных рас и штаммов микроорганизмов при приготовлении жидких дрожжей или жидких заквасок.

Известны и другие способы интенсификации брожения: электрофизическая обработка дрожжевой суспензии, внесение в тесто минеральных солей для питания дрожжей, добавка к прессованным дрожжамих плазмолизата и др.

Интенсивное механическое воздействие на тесто вызывает ускорение созревания. Для теста существует определенный оптимум удельной работы замеса в зависимости от силы муки. Величина этого оптимума равна для слабой муки 15 – 25 Дж на 1 г теста, для средней по силе 25 – 40 и для сильной 40 – 50 Дж.

Химические улучшители существенно влияют на процесс созревания теста. Среди улучшителей этой группы следует назвать:

а) поверхностно-активные вещества, влияющие на структурно-механические свойства теста;

б) улучшители окислительного (бромат и йодат калия и др.) и восстановитеьного действия (например, цистеин), изменяющие окислительно-восстановительный потенциал теста и благодаря этому способные направленно изменять структурно-механические свойства теста. Окислители укрепляют, а восстановители ослабляют тесто;

в) органические кислоты, добавляемые с целью ускорения достижения оптимальной кислотности теста;

г) ферментные препараты амилолитические и протеолитические, вносимые в тесто для активации амилолиза и протеолиза.

В настоящее время не существует объективных методов определения готовности теста. Обычно о готовности выброженного теста к последующей обработке, судят по длительности времени брожения теста, предусмотренного для данного сорта, по величине титруемой кислотности и внешнему виду теста.

## 3.5 Обминка теста

В процессе брожения тесто, которое готовится порционно, подвергается обминке, т. е. кратковременно повторному промесу в течение 1,5...2,5 мин. При этом происходит равномерное распределение пузырьков диоксида углерода в массе теста, улучшается его качество, мякиш хлеба приобретает мелкую, тонкостенную и равномерную пористость.

Требования стандарта:

Таблица 2 физико-химические показатели качества хлеба

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сорт хлеба | Стандарт | Способ выпечки | Пористость, %, не менее |
| Дарницкий | ГОСТ 26983-96 | Подовый  Формовой | 57,0  59,0 |
| Столичный | ГОСТ 26984-86 | Подовый  Формовой | 62,0  65,0 |
| Российский | ГОСТ 26985-86 | Подовый  Формовой | 54,0  57,0 |

# 4 Разделка теста и выпечка хлеба

## 4.1 Разделка теста

Разделка пшеничного теста включает в себя деление теста на куски, округление, предварительную расстойку, формование тестовых заготовок и окончательную расстойку.

Пшеничное тесто вследствие своей упругости и сравнительно небольшой адгезии должно подвергаться более интенсивной механической обработке при разделке, чем ржаное тесто. Многократная обработка пшеничного теста необходима для получения однородной структуры во всей массе куска, в результате чего хлеб получается с ровной мелкой пористостью.

Для получения одинаковых объемов теста при делении применяют мерные карманы или отрезают (штампуют) куски теста определенных размеров, или регулируют частоту качания отсекающего ножа при постоянной скорости выхода теста из машины.

Для получения кусков равной массы крайне важно, чтобы в тестоделительное устройство машины поступало тесто, однородное по плотности. Основным показателем качества работы тестоделительной машины является точность массы тестовых заготовок. Допускается отклонение в сторону увеличения массы штучного крупного (более 200 г) изделия не более 3% для одного и 2,5% для 10 шт. изделий от заданной величины. При этом следует иметь в виду, что масса тестовой заготовки должна быть больше массы будущего изделия на величину потерь при разделке и выпечке (упек) и хранении хлеба в экспедиции (усушка).

Округление кусков теста, т.е. придание им формы шара, производится на округлительной машине сразу же после деления, затем округленные куски поступают на предварительную расстойку. При производстве круглых подовых изделий округление одновременно является формованием изделий, а предварительная расстойка – единственной и окончательной.

Предварительная расстойка – выдержка округленных заготовок из пшеничного теста в состоянии покоя в течение 5-8 мин. Этого времени достаточно, чтобы в куске теста рассосались внутренние напряжения, возникшие в результате механического воздействия на тесто при делении и округлении (явление релаксации).

При расстойке куски теста увеличиваются в объеме, улучшаются физические свойства и структура теста. Предварительная расстойка осуществляется обычно на ленточных транспортерах, проложенных вдоль шкафов окончательной расстойки на уровне 2,5-3 м от пола цеха.

Формование изделий осуществляется на формующих закаточных машинах сразу после предварительной раестойки. Изделиям придается форма, свойственная данному сорту хлеба: цилиндр с тупыми округлениями по концам для батонов и с заостренными концами для городских булок, жгутики для плетения хал и т.п. Для придания тестовой заготовке цилиндрической формы используются валково-ленточные закаточные машины.

Окончательная расстойка необходима в связи с тем, что при формовании из тестовых заготовок почти полностью вытесняется углекислый газ, нарушается пористая структура теста. Для получения хлеба с хорошей пористостью и большим объемным выходом необходимо, чтобы тестовые заготовки «подошли», т. е. увеличились в объеме и приобрели равномерную пористую структуру. Для этого тестовые заготовки и подвергаются перед выпечкой окончательной расстойке. Для изделий из пшеничной муки это вторая расстойка после предварительной.

В отличие от предварительной расстойки, которая проводится при температуре и относительной влажности воздуха, поддерживаемой в цехе, окончательная расстойка осуществляется в специальных расстойных. шкафах при температуре 35-40° и относительной влажности воздуха 75-85%. Весьма важно, чтобы изделия при расстойке не обдувались воздухом во избежание заветривания кусков и образования уплотненной корки. Появление корочки желательно, так как она будет сдерживать увеличение объема изделий при расстойке и в начальный период выпечки и вызывает образование на поверхности готовых изделий подрывов и трещин.

Окончание расстойки обычно устанавливают по внешнему виду и объему кусков. На автоматизированных линиях регулируется длительность этого процесса. Длительность расстойки колеблется в широком диапазоне – от 25 до 120 мин в зависимости главным образом от массы кусков и рецептуры теста. Чем меньше масса куска, тем длительнее расстойка. Сдобное тесто расстаивается более длительное время, чем несдобное. Повышение температуры (не более 45° С) и относительной влажности воздуха (не более 90%) сокращает длительность расстойки на 20-30%. Нежелательны недостаточная и избыточная расстойка.

## 4.2 Выпечка хлеба

Заключительным звеном приготовления хлеба является выпечка. Она осуществляется в хлебопекарных печах различной конструкции. В промышленности применяются печи с тупиковыми и сквозными(тоннельными) хлебопекарными камерами. В тупиковых печах с помощью автоматических посадчиков тестовые заготовки помещаются на подики люлек, подвешенных на цепях печного конвейера. Люльки с заготовками перемещаются конвейером по хлебопекарной камере. В конце выпечки на выходе из печи в результате поворота люльки на 45° готовые изделия выгружаются на ленточный транспортер, подающий их на укладку. Печной конвейер движется периодически, чередуя остановку в момент загрузки подиков новой порцией кусков теста с движением. Время полного оборота конвейера равно длительности выпечки, которая регулируется в широких пределах (10-60 мин) с помощью реле времени.

## 4.3 Процессы, происходящие при выпечке хлеба

Изменения характеризующие переход тестовой заготовки в процессе выпечки в хлеб, являются результатом целого комплекса процессов: физических, микробиологических, коллоидных и биохимических. Однако в основе всех процессов лежат физические явления – прогревание теста и вызываемый им внешний влагообмен между тестом – хлебом и паровоздушной средой пекарной камеры и внутренний тепломассообмен в тесте – хлебе.

Физические процессы. В начале выпечки тесто поглощает влагу в результате конденсации паров воды из пекарной камеры; в этот период масса куска теста – хлеба несколько увеличивается. После прекращения конденсации начинается испарение влаги с поверхности. Часть влаги при образовании корки испаряется в окружающую среду, а часть (около 50 %) переходит в мякиш. Вследствие этого содержание влаги в мякише горячего хлеба на 1,5...2,5 % выше содержания влаги в тесте.

Микробиологические и биохимические процессы. В первые минуты выпечки спиртовое брожение внутри теста ускоряется и при 35 °С достигает максимума. В дальнейшем брожение затухает и при 50 °С прекращается, так как дрожжевые клетки отмирают, а при 60 °С приостанавливается жизнедеятельность кислотообразующих бактерий. В результате остаточной деятельности микрофлоры во время выпечки в тесте – хлебе увеличивается содержание спирта, диоксида углерода и кислот, что повышает объем хлеба и улучшает его вкус.

Биохимические процессы связаны с изменением состояния крахмала и белков, и при температуре 70...80 °С они прекращаются. Крахмал при выпечке клейстеризуется и энергично разлагается. Белки при выпечке также расщепляются с образованием промежуточных продуктов. Глубина и интенсивность расщепления крахмала и белков влияют на характер протекания химических процессов, определяющих цвет корки пшеничного хлеба, его вкус и аромат.

Коллоидные процессы. Белки и крахмал при выпечке претерпевают существенные изменения. При 50...70 °С одновременно протекают процессы денатурации (свертывания) белков и клейстеризации крахмала. Белки при этом выделяют воду, поглощенную при замесе теста, уплотняются, теряют эластичность и растяжимость. Прочный каркас свернувшихся белков закрепляет форму хлеба.

Влага, выделенная белками, поглощается крахмалом. Однако, этой влаги недостаточно для полной клейстеризации крахмала процесс протекает сравнительно медленно и заканчивается прогреве мякиша до 95...97 °С. Клейстеризуясь, крахмальные зерна прочно связывают влагу, поэтому мякиш хлеба кажется более сухим, чем тесто.

## 4.4 Режимы выпечки

Определяются степенью увлажнения среды пекарной камеры, температурой в различных ее зонах и продолжительностью процесса. Режим выпечки зависит от сорта хлеба, вида и массы изделия, качества теста, свойств муки, а также конструкции печи. Решающим фактором является масса тестовой заготовки. Продолжительность выпечки колеблется от 8...12| для мелкоштучных изделий.

Для большинства пшеничных и изделий режим выпечки включает три периода. В первый период выпечка протекает при высокой относительной влажности (до 80 %) и сравнительно низкой температуре паровоздушной среды пекарной камеры (110...120 °С) и длится 2...3 мин. Второй период идет при высокой температуре и несколько пониженной относительной влажности газовой среды. При этом образуется корка, закрепляются объем и форма изделий. Третий период – это завершающий этап выпечки. Он характеризуется менее интенсивным подводом теплоты (180 °С), что приводит к снижению упека.

## 4.5 Упек хлеба

Это потери массы теста (%) при выпечке, которые выражаются разностью между массами теста и горячего хлеба, отнесенной к массе теста. Около 95 % этих потерь приходится на влагу, а остальная часть – на спирт, диоксид углерода, летучие кислоты и др. Упек составляет 6...14 % и зависит от формы хлеба: у формового хлеба он меньше, чем у подового. Для снижения упека увеличивают массу хлеба, а на завершающем этапе выпечки повышают относительную влажность воздуха снижают температуру в пекарной камере.

## 4.6 Хранение хлеба

. В процессе остывания происходит перераспределение влаги внутри хлеба, часть ее испаряется в окружающую среду, а влажность корки и слоев, лежащих под ней и в центре изделия, выравнивается. В результате влагообмена внутри изделия и с внешней средой масса хлеба уменьшается на 2...4 % по сравнению с массой горячего хлеба. Этот вид потерь называется *усушкой.* Для снижения усушки хлеб стремятся как можно быстрее охладить, для этого понижают температуру и относительную влажность воздуха хлебохранилища, уменьшают плотность укладки хлеба, обдувают хлеб воздухом температурой 20 °С. На усушку влияют также влажность мякиша, так как увеличение влажности хлеба вызывает возрастание потерь на усушку, и масca хлеба: чем больше масса хлеба, тем меньше усушка. У подового хлеба усушка меньше, чем у формового.

При хранении в результате физико-химических процессов, связанных с изменением структуры клейстеризованного крахмала, хлеб черствеет. Клейстеризованный во время выпечки крахмал с течением времени стареет – выделяет поглощенную им влагу и переходит в прежнее состояние, свойственное для крахмала муки. Крахмальные зерна при этом уплотняются и значительно уменьшаются в объеме, между ними образуются воздушные прослойки. Полностью предотвратить черствение хлеба не удается, но известны приемы его замедления, например глубокое замораживание (при – 18... –30 °С) и последующее хранение в таком виде; завертывание хлеба во влагонепроницаемую обертку; добавление молока, сыворотки, сахара, жира и других компонентов; интенсивный замес теста и длительная выпечка хлеба. Эффективным способом сохранения свежести хлеба является упаковка в целлофан, парафинированную бумагу, лакированный целлофан и др. Перспективной считается упаковка, пропитанная сорбиновой кислотой, которая предотвращает плесневение хлеба и увеличивает срок хранения.

## 4.7 Ассортимент хлебобулочных изделий

В ассортимент хлебобулочных изделий входят различные виды и сорта хлеба, сдобных, бараночных, сухарных изделий, а также национальные и лечебно-диетические изделия. Перечисленные группы изделий включают сотни наименований, отличающихся друг от друга по сорту, рецептуре, форме и т. д. Номенклатура группового ассортимента включает в себя хлеб ржаной из обойной, а также из обдирной и сеяной муки, хлеб пшенично-ржаной и ржано-пшеничный из обойной муки, хлеб пшеничный из муки обойной, I, II и высшего сортов различных массы и формы, булочные изделия из муки I, II и высшего сортов, бараночные и сдобные изделия, сухари, хрустящие хлебцы, пироги, пирожки и пончики. В последние годы ассортимент хлебобулочных изделий значительно изменился. В соответствии с потребительским спросом возросло производство хлеба из сортовой муки, булочных и сдобных изделий и резко снизилась выработка хлеба из обойной муки. Растет производство хлебобулочных изделий с белковыми добавками (молочная сыворотка, пахта, сухое молоко и др.), увеличивается выпуск булочных изделий массой до 300 г, в том числе массой 50 и 70 г. Почти весь ассортимент выпускается поштучно, что позволяет осуществлять торговлю хлебом в системе самообслуживания.

# Заключение

После выпечки хлеб направляют в хлебохранилище для охлаждения, а затем в экспедицию для отправки в торговую сеть.

В хлебохранилище хлеб из печи подается ленточными транспортерами на циркуляционные столы, с которых его перекладывают на вагонетки-стеллажи. На вагонетках хлеб хранится до правки в торговую сеть.

На большинстве существующих хлебозаводов внутризаводское транспортирование готовых изделий в хлебохранилище и экспедицию осуществляется на вагонетках с ручной укладкой продукции в лотки и перегрузкой их в специализированные фургоны автомашин.

В последнее время внедряется способ хранения хлеба на лотках в специальных контейнерах, в которых хлеб охлаждается. Затем хлеб загружается в автомашины и поступает в торговый зал магазина.

При хранении в результате физико-химических пpoцессов связанных с изменением структуры клейстеризованного крахмала, хлеб черствеет. Клейстеризованный во время выпечки крахмал с течением времени стареет – выделяет поглощенную им влагу и переходит в прежнее состояние, свойственное для крахмала муки. Крахмальные зерна при этом уплотняются и значительно уменьшаются в объеме, между ними образуются воздушные прослойки. Полностью предотвратить черствение хлеба не удается, но известны приемы его замедления, например глубокое замораживание (при-18...-30 °С) и последующее хранение в таком виде; завертывание хлеба во влагонепроницаемую обертку; добавление молока, сыворотки, сахара, жира и других компонентов; интенсивный замес теста и длительная выпечка хлеба. Эффективным способом сохранения свежести хлеба является упаковка в целлофан, парафинированную бумагу, лакированный целлофан и др. Перспективной считается упаковка, пропита сорбиновой кислотой, которая предотвращает плесневение хлеба и увеличивает срок хранения.

# Список используемой литературы

Технология пищевых производств/Л.П. Ковальская, И.С. Шуб, Г.М. Мелькина и др.; Под ред. Л.П. Ковальской. – М.: Колос, 1999. – 752 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).

Общая технология пищевых производств/[Н.Н.Назаров, А.С. Гинзбург, С.М. Гребенюк и др.]; под ред. Н.И.Назарова. – М.: Легкая пищевая пром-сть, 1981. – 360 с.

Лабораторный практикум по курсу “Научные основы производства продуктов питания”: Учеб. пособие/Н.Г. Кульнева, В.А. Голыбин, Ю.И. Зелепукин; Воронеж. гос. технол. Акад. Воронеж, 2000. 83 с.