

**Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
Технологический институт-филиал
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

М.М. Гафин

**«ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ
ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА»**
краткий курс лекций



гДмитровград - 2021

УДК 663

ББК 41

М.М. Гафин Технология переработки продукции растениеводства: краткий курс лекций -Дмитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2021.- 195с.

Рецензенты: Шигапов Ильяс Исхакович , доктор технических наук, доцент кафедры «Технология производства, переработки и экспертизы продукции АПК» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Технология переработки продукции растениеводства: краткий курс лекций предназначен для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

Утверждено
на заседании кафедры «Технология
производства, переработки и
экспертизы продукции АПК»
Технологического института – филиала
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,
протокол № 10 от 11 мая 2021г.

Рекомендовано
к изданию методическим советом
Технологического
института – филиала
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ
Протокол № 10 от 11 мая 2021г.

ГафинМ.М . 2021Технологический институт – филиал ФГБОУ
ВО Ульяновский ГАУ, 2021

ЛЕКЦИЯ №1

ОСНОВЫ МУКОМОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Наука о зерне и технологии его переработки родилась на стыке разных областей знаний. Она опирается на химию, физику, аэродинамику, теплотехнику, гидравлику и другие науки, которые делают возможным успешное управление сложными технологическими процессами мукомольного производства.

Под технологией мукомольного производства понимают науку, изучающую способы и приёмы переработки зерна хлебных злаков в продукцию (муку, крупу) различного ассортимента, показатели качества которой регламентируются требованиями стандартов или технических условий.

Развитие науки и техники привело к созданию высокопроизводительных измельчающих машин (вальцовых станков), сортирующих и просеивающих машин (рассеивов, ситовеечных установок), использованию транспортирующих устройств механического и пневматического действия и др. Комплекс машин и

оборудования, используемых для получения муки из зернового сырья, называют мельницами. Большинство современных мукомольных заводов имеют производительность 250-500 т муки в сутки.

Особенности современной технологии мукомольного производства – прямо точность и непрерывность операций. Машины, аппараты и механизмы расположены по ходу технологического процесса, зерно и продукты его переработки непрерывно перемещаются из одной машины в другую пневматическим (или механическим) транспортом и по продуктопроводам самотёком. Производительность всех машин должна быть строго согласована, что обеспечивает непрерывность всего технологического процесса. Суммарная длина технологических линий на мельницах сортового помола может составлять 3-5 км и более.

Технологические линии современных мельничных предприятий полностью автоматизированы: они обеспечены средствами автоматической настройки и регулирования режимов

работы машин, а также определения качества продукции в потоке. Управление многими процессами осуществляется с помощью компьютерных технологий.

Мука - пищевой продукт, получаемый при измельчении зерна различных культур.

Измельчение - это деление зерна на части различной крупности под действием разрушающих усилий рабочих органов специальных измельчающих машин. Степень измельчения определяется конечной целью процесса: сортовые помолы до средних размеров граней полученных частиц около 160 мкм; обойные помолы до средних размеров граней не более 670 мкм. Вследствие неравномерного распределения веществ, в зерновке полученные частицы различаются по химическому составу, свойствам и питательности. Механические свойства зерновки, при правильном измельчении и сортировании частиц, позволяют получать муку из разных частей эндосперма (периферийной и внутренней). На основании этого на мукомольных предприятиях

применяют несколько видов помолов и получают различный выход и сорта муки.

Помолом называют совокупность процессов и операций, проводимых с зерном и образующимися при его измельчении промежуточными продуктами (крупками, дунстами) до получения конечных продуктов, определённых в техническом задании. Цель помола - наиболее полное извлечение из зерна мучного ядра (эндосперма) либо измельчение всего зерна с отбором или без отбора отрубей. Классификация помолов показана на рис. 3. Вид помола характеризует кратность воздействия измельчающих орудий на одну партию зерна. При разовых помолах муку получают в результате однократного пропуска зерна через измельчающую машину. Продукт размола представляет смесь частиц эндосперма и оболочек или, если применяют просеивание, получают муку сеяную и отруби. При повторительных помолах зерно измельчается постепенно на нескольких последовательных системах. На каждой системе из

продуктов измельчения отсеивают муку, а крупные частицы направляют на следующую размольную систему, и так до тех пор, пока не получат из промежуточных продуктов муку требуемой крупности.



Рис. 3. Классификация помолов

Тип помола определяет количество сортов муки, выработанных из одной партии зерна. В зависимости от выхода сортов муки различают простой и сортовой (сложный) типы помолов. Простые типы помолов могут быть с отбором или без отбора отрубей. Сортовые типы помолов бывают: без обогащения крупок, с частичным обогащением крупок, с сокращенным обогащением

крупок, с нормальным обогащением крупок, с развитым обогащением крупок.

Схемы помолов, характеризующие взаимосвязь машин и движение продуктов, принято изображать графически (рис. 1 и 2 прил. 11). Степень сложности схем зависит от вида помола и производительности мукомольного предприятия.

Ассортимент (сорта) и качество муки определяются: строением зерновки; механическими и технологическими свойствами зерна; способами подготовки и размола зерна; удлинением схемы технологического процесса.

Из зерна пшеницы вырабатывают:

а) муку хлебопекарную (крупчатку - содержание клейковины не менее 30 %, высшего сорта - клейковины не менее 28,

первого сорта - клейковины не менее 30, второго сорта - клейковины не менее 25, обойную - клейковины не менее 20 %);

б) муку для макаронных изделий (высший сорт - крупка, содержание клейковины не менее 30 %, первый сорт - полу- крупка, клейковины не менее 32, второй сорт - содержание клейковины не менее 25 %);

в) манную крупу (марка «М» - из зерна мягкой пшеницы, марка «Т» - из зерна твёрдой пшеницы, марка «ТМ» - из смеси мягкой и твёрдой пшеницы);

г) зародышевые хлопья;

д) кормовую мучку и отруби (при сортовых помолах). Из зерна ржи вырабатывают:

а) муку сеяную (состоит из частиц эндосперма, имеет белый цвет с синеватым оттенком);

б) муку обдирную (состоит из оболочек с частицами эндосперма, имеет серый цвет с коричневым оттенком);

в) муку обойную (получают размолом целого зерна, имеет сероватый цвет).

Выходом муки называют её количество, полученное из зерна в результате помола. Выход выражают в процентах к массе переработанного зерна. Выход муки может быть близким к 100 %, но в практике мукомольного производства приняты следующие показатели выхода муки:

для пшеничной муки: 96 % - обойная (одно сортная); 85 - второго сорта (одно сортная); 78 - двух- и трёх сортная; 75 – трёх и одно сортная; 72 % - первого сорта (одно сортная);

для ржаной муки: 95 % - обойная; 87 - обдирная; 63 % - сеяная (все одно сортные);

пшенично-ржаная мука: 96 % (одно сортная);

ржано-пшеничная мука: 95 % (одно сортная).

Технологические и структурно-механические свойства зерна. Основное сырьё для мельниц - зерно пшеницы и ржи. Зерно - это капиллярно-пористое коллоидное тело. Строение зерна, его физические признаки и химический состав определяют выбор способов и приёмов, а также технологических режимов переработки зерна в муку.

Относительное содержание составных частей в зерновке выражается следующими данными (% на сухое вещество):

	Пшеница	Рожь
Эндосперм	79,0-84,0	75,0-79,0
Плодовые оболочки	4,2-5,3	4,8-5,5
Семенные оболочки	3,1-3,8	1,9-2,8
Алейроновый слой	6,0-9,5	10,0-13,0
Зародыш со щитком	1,43-3,14	3,41-4,00

При одинаковой крупности, выполненности и плотности зерно пшеницы из восточных регионов содержит эндосперма столько же, сколько зерно южных. Нет заметной разницы по содержанию эндосперма в зерне твердой и мягкой пшеницы. Меньше эндосперма в щуплом и недоразвитом зерне. Чем больше в зерновой массе крупных и средних фракций, тем больше масса

1000 зёрен, натура, а также плотность, тем больше в зерновке содержание эндосперма и меньше оболочек. Указанные признаки очень изменчивы и зависят от сорта, почвенно-климатических факторов, агротехники и т.п. Эти же признаки определяют химический состав и биохимические особенности зерна.

В зерне пшеницы и ржи различных районов произрастания содержатся одинаковые химические вещества, но в разных количествах. Зерно пшеницы, полученное в южных и восточных регионах, содержит больше белков, чем зерно из западных и северных районов; в засушливых условиях содержание белков может достигать 24-25 %, в районах с избыточным увлажнением оно уменьшается до 9 %.

Распределение химических соединений по частям зерновки крайне неравномерно. Так, количество белков в эндосперме пшеницы составляет 12-14 %, в зародыше - 40-42 %; крахмал сосредоточен лишь в клетках эндосперма, а в оболочках, алейроновом слое и зародыше полностью отсутствует.

Зольность - это выраженное в процентах количество минеральных веществ, остающееся после полного сжигания органических веществ навески.

Из 100 % минеральных веществ около 70 % приходится на алейроновый слой, зольность которого колеблется от 7 до 11 %. Остальные 30-35 % находятся в плодовой и семенной оболочках, зольность их варьирует от 2,4 до 3,8 %.

Химические соединения в зерне ржи распределены так же, как и в пшеничном зерне, однако количество белков у ржи меньше. В зерне ржи содержится большое количество (до 3 % от массы зерна) коллоидных полисахаридов - слизей, обладающих высокой гидрофильностью. Если эти слизи удалить из муки, то можно получить клейковину, не уступающую по своим свойствам клейковине пшеницы.

Химический состав обуславливает и различные физические свойства анатомических частей зерна. Степень сопротивляемости эндосперма, оболочек, алейронового слоя и зародыша внешним

воздействиям при подготовке и размоле зерна неодинакова. Это предопределяет характеристику мукомольных свойств зерна: величину прочности (Р), микро твёрдость оболочек и эндосперма (Н), стекловидность.

Стекловидность - это консистенция эндосперма зерна. Мучнистое зерно в разрезе имеет матовый оттенок, напоминающий мел, полу стекловидное зерно - полупрозрачное, а стекловидное - более или менее прозрачное.

Мягкую пшеницу по стекловидности делят на три группы: 1-я - стекловидность выше 60 %; 2-я - стекловидность в пределах 40-60 %; 3-я - стекловидность ниже 40 %. С увеличением стекловидности становятся заметны белковые прослойки, заполняющие пространство между крупными крахмальными зёрнами; выход крупных фракций крупок при этом возрастает. С понижением стекловидности выход крупной и отчасти средней крупок уменьшается.

Стекловидность эндосперма и его связь с оболочками оказывают решающее влияние на результаты просеивания и отделения оставшегося эндосперма от частиц оболочек. Мука из пшеницы со стекловидностью выше 60 % лучше просеивается, и эндосперм легче отделяется от оболочек. Мука из пшеницы с пониженной стекловидностью менее севка. При переработке пшеницы 3-й группы (особенно при стекловидности менее 30 %), эндосперм которой отличается рыхлой консистенцией и характеризуется сильным межмолекулярным сцеплением, получают «мягкую» муку, которая просеивается значительно труднее, а эндосперм сложнее отделить от оболочек. Частично устраняют этот дефект хорошим кондиционированием и оптимальным режимом измельчения.

Абсолютно стекловидных зёрен ржи почти нет, частично стекловидных встречается 20-40 %.

Величина прочности зерна рассчитывается по формуле

П. А. Ребиндера:

$$P = kГ \cdot м/м^2, (10) \quad \underline{\hspace{1cm}}$$

F

где A - работа, затрачиваемая на образование новой поверхности, кГ·м;

F - вновь образованная поверхность при измельчении, м².

Величина прочности целого зерна находится в пределах 116-194 кГ·м/м², и у пшеницы она меньше, чем у ржи.

Прочность зерна зависит главным образом от работы, затраченной на преодоление в зерне молекулярных сил сцепления при измельчении, обусловленных физическими и химическими свойствами: у крупных, выполненных зёрен прочность больше, у высоко стекловидных ниже.

Микро твёрдость - это твёрдость отдельных участков составных частей зерна. Её учитывают при выборе способов и технологии размола. Микро твёрдость оболочек и эндосперма зависит от линейных размеров зерна, влажности, химического состава, структуры частей зерновки, общей стекловидности, условий развития и местонахождения зерновки

Микротвёрдость оболочек мягких высоко стекловидных и твёрдых пшениц в 2-2,5 раза больше, чем микро твёрдость эндосперма. Микро твердость эндосперма ниже в зоне, расположенной ближе к алейроновому слою (6,5-9,0 кг/мм²); выше у бородки (8,5-10,0 кг/мм²) и максимальна в центральной части (8,7-10,5 кг/мм²). На микротвёрдость эндосперма существенно влияют интенсивность распространения микротрещин и степень их раскрытия.

У низко стекловидного зерна микротвёрдость отдельных частей почти одинакова, что необходимо учитывать при разработке технологий размола партий с пониженной стекловидностью.

При прочих равных условиях количество извлекаемых промежуточных продуктов и муки, а также связанный с этим расход энергии обусловлены как прочностью самого эндосперма, так и прочностью его связи с оболочками.

Мукомольные достоинства зерна характеризуются: содержанием эндосперма в зерне, выходом и

качеством промежуточных продуктов и муки в драном процессе, общим выходом и качеством муки, получаемой при сортовых помолах.

Основные показатели для оценки мукомольных свойств зерна:

- количество и зольность крупок и дунстов, получаемых в крупочном процессе;
- выход и качество муки высоких сортов на первых 4-5 размольных системах;
- общий выход муки и её качество;
 - степень вымалываемости оболочек (определяется по содержанию крахмала в отрубях);
- расход энергии на 1 т выработанной муки.

При незначительных колебаниях качества сырья (натура, масса 1000 зёрен, плотность, выравненность и крупность зёрен, содержание эндосперма) в драном процессе достигается почти постоянное суммарное извлечение крупок, дунста и муки независимо от типа и района произрастания пшеницы. Чем больше в драном процессе образуется низкозольных

промежуточных продуктов крупных фракций, тем выше мукомольные свойства зерна.

В общем извлечении соотношение между фракциями промежуточных продуктов зависит от структурно-механических свойств зерна и его частей, режимов подготовки зерна к помолу и режимов измельчения.

Выход муки в драном процессе также обусловлен стекловидностью зерна, а общий выход муки - относительным содержанием эндосперма в зерне, вымолоспособностью и измельчаемостью оболочек.

Идеально, если при сортовых помолах зольность муки близка к зольности эндосперма. Но выход такой муки составляет 35-45 %, остальная мука содержит частицы оболочек и алейронового слоя. При общем выходе муки около 78 % в ней остаётся от 4 до 45 % оболочек и алейронового слоя.

Цвет муки целиком совпадает с природным цветом эндосперма, так как в нем содержатся красящие вещества - каротин и ксантофилл. Мука из мягкой низко стекловидной пшеницы имеет сероватый оттенок; мука

высшего и первого сортов из средне стекловидной пшеницы - белого цвета с кремовым оттенком, а из высоко стекловидной и твёрдой пшеницы - белого цвета с кремово-желтым оттенком. Цвет муки второго сорта зависит от степени насыщения её частицами измельчённого

пигментного слоя семенной оболочки: у южных сортов пшеницы это желто-янтарная окраска, у восточных - красно-коричневая. Цвет муки, крупок и дунстов может изменяться при сушке зерна с нарушениями температурного режима за счёт появления потемневших, поджаренных и обуглившихся зёрен.

Хлебопекарные достоинства зерна. Их оценивают по комплексу показателей: содержанию белков; количеству и качеству клейковины; физическим свойствам теста; газообразующей и газодерживающей способности теста; по показателям качества выпеченного хлеба (объёмный выход, расплываемость, пористость, наличие картофельной болезни и др.).

Содержание белков в пшеничной муке различных сортов неодинаково, так как неодинаково исходное

в отдельных частях зерновки. В муке высшего сорта белков меньше (10,0-14,3 %), в муке первого сорта - больше (10,6- 15,8 %), в муке второго сорта - максимальное количество (12,3-16,5 %). По качеству белков зависимость обратная: мука высшего сорта занимает первое место, первого сорта - второе, второго сорта - третье место.

Комплекс белков *глиадина и глютенина* в зерне пшеницы образует **клейковину**, количество и качество которой оказывают решающее влияние на состояние теста при замесе и расстойке, а также на качество хлеба. При замесе теста молекулы глиадина и глютенина соединяются с молекулами воды и это вещество называют «сырая клейковина». Сырая клейковина на 1/3 состоит из сухих веществ и на 2/3 - из воды. Если содержание сырой клейковины в муке превышает 30 %, его считают высоким, 26-30 - средним, при 20-26 - ниже среднего и до 20 % - низким. Сырая клейковина бывает светлая или темная, с большей или меньшей упругостью и

растяжимостью. Темный или сине-серый цвет бывает у клейковины из проросшего, морозобойного или зерна, испорченного самосогреванием. Из муки, клейковина которой характеризуется нормальной упругостью и достаточной растяжимостью, хлеб получают хорошего качества.

В сортовой муке всегда содержится больше клейковины, чем в зерне, так как при помолу удаляются частицы оболочек и зародыша, в которых отсутствуют клейковинные белки. Для обеспечения производства муки, отвечающей требованиям стандарта или ТУ, необходимо учитывать количество и качество клейковины в зерне, направляемом в помол.

Величина (коэффициент), на которую количество сырой клейковины должно быть больше в сортовой муке, чем в зерне пшеницы, составляет для высшего сорта 1,10, первого - 1,16 и второго сорта - 1,28. Указанные значения используют при формировании помольных партий зерна на сортовых мельницах.

Физические свойства теста характеризуют хлебопекарные свойства зерна и полученной из него муки. Чаще всего определяют *упругость теста*, его растяжимость и удельную работу на деформацию теста. Упругость теста - это способность теста сопротивляться растяжению. Чем больше оболочек в муке, тем больше упругость теста, т.е. мука высшего сорта дает менее упругое тесто, а тесто из муки второго сорта имеет самую большую упругость.

Газообразующая и газо удерживающая способность теста - важные характеристики зерна, предназначенного для хлебопекарных целей. Когда в процессе замеса образуется мало диоксида углерода и он слабо удерживается при брожении теста, выпекаемый хлеб имеет низкий объёмный выход. Главную роль в газообразовании играют сахара, образующиеся в тесте под воздействием ферментативного расщепления крахмала. При сильном измельчении крахмальных зёрен облегчается доступ к ним ферментов, которые увеличивают газообразующую способность теста, но

чрезмерное перетираание частиц муки как бы «омертвляет» клейковинные белки и, как следствие, уменьшается объёмный выход хлеба. Уменьшение газо удерживающей способности наблюдается в муке с повышенным содержанием частиц оболочек.

Качество хлеба оценивают по комплексу показателей: объёмному выходу (V), степени расплываемости, внешнему виду, качеству мякиша, величине пористости и кислотности.

Объёмный выход хлеба из муки высшего и первого сортов больше, чем хлеба из муки второго сорта. Качество хлеба считается высоким при $V=460$ мл, выше среднего - 420-460; средним - 390-420; ниже среднего - 340-380; низким - при $V=340$ мл. Для повышения объёмного выхода хлеба используют сахар, бромистый калий и др.

Степень расплываемости (формоустойчивость) - это отношение высоты хлеба к его среднему диаметру (H/D). Пшеницы, богатые белками, но со слабой клейковиной, дают хлеб низкого объёма, пористостью.

Внешний вид хлеба характеризуется: цветом корки, который может быть бледноватым или золотисто-румяным; равно- мерностью окраски; наличием или отсутствием трещин или подрывов. Трещинами считают разрывы, проходящие через верхнюю корку в одном или нескольких направлениях; подрывами - разрывы между боковой и верхней корками. Мелкие подрывы - до 0,5, крупные - более 0,5 см.

Качество мякиша характеризуется пористостью (отношением объёма пор мякиша к общему его объёму в процентах), влажностью и цветом. Влажность мякиша - 38-42 %, для хлеба 2-го сорта - не более 43 %. Цвет мякиша должен быть типичным, равномерным, без вкраплений.

Пористость мякиша хлеба из муки высшего сорта составляет 71-83 %, 1-го сорта - 77-82, 2-го сорта - 73-76 %.

Кислотность хлеба для первого сорта не должна превышать 3 град., второго сорта - 4 град.

«Тягучая» картофельная болезнь может

проявиться в хлебе, если зерно в поле или при уборке было инфицировано возбудителем - спорообразующей картофельной палочкой, которая обитает в воде, почве, на растениях. Оптимальная температура для возбудителя - 40 °С, но выдерживать может до 120 °С в течение часа, влажность среды обитания должна быть повышенной, а реакция среды - нейтральной (рН около 7). Наличие возбудителя в зерновой массе и муке не является бракеражным показателем, но указывает на то, что мука (партия зерна) подлежит немедленной реализации в определённом порядке:

- сортовая мука (высший и 1-й сорт) - для бараночных и сухарных изделий, пряников и мелкоштучных изделий до 200 г;
- мука 2-го сорта - для изготовления ржано-пшеничных сортов хлеба (славянский, орловский);
- обойная мука - для ржано-пшеничного хлеба типа украинский.

Методика определения наличия картофельной палочки в партии зерна или муки: из испытуемого.

ЛЕКЦИЯ №2

СОСТАВЛЕНИЕ ПОМОЛЬНЫХ ПАРТИЙ.

Все партии, поступающие на мельницы, обладают неодинаковыми технологическими свойствами вследствие различий почвенных и климатических условий, многообразия видов и сортов пшеницы, особенностей агротехники. В связи с этим на мельницах формируют из отдельных компонентов (зерна) помольные партии, что обеспечивает рациональное использование зерна, оборудования и электроэнергии.

Успешное проведение операций смешивания на сортовых мельницах требует размещения зерна в хранилищах партиями, подобранными по технологическим свойствам и близкими по показателям качества. Зерно размещают по следующим показателям:

- сортам (если известны) и районам произрастания;
- типовому составу с учётом стекловидности - отдельно II тип; остальные типы по группам стекловидности: более 60 %; 40-60; менее 40; менее 20

%;

– влажности: до 14 %; от 14 до 15,5; от 15,5 до 17 и свыше 17 %;

– содержанию клейковины: до 20 %; от 20 до 25; более 25; сильное зерно - более 28 %;

– качеству клейковины: 1, 2 и 3-я группы;

– натуре: для зерна пшеницы - более 750 г/л; 690-750; менее 690 г/л; для зерна ржи - более 700 г/л; 650-700 и менее 650 г/л;

– неполноценности: головнёвое, морозобойное, пыльное, зараженное вредителями. Неполноценное зерно пшеницы возможно использовать на мельницах, добавляя его к нормальному зерну в размерах, обеспечивающих выработку стандартной продукции и при наличии специального разрешения.

В смесях рекомендуется сочетать яровые пшеницы с озимыми, яровые твёрдые с мягкими яровыми и озимыми; зерно урожаев прошлых лет с зерном нового урожая, через 2-3 месяца после уборки. Формируя помольную партию, можно смешивать

составные части по одному показателю, например по стекловидности. Стекловидность наиболее верно выражает технологическую, биохимическую и энергетическую характеристики зерна. Этот показатель в известной мере обуславливает выбор режима кондиционирования зерна, выход крупок в драном процессе, выход муки высоких сортов, общий выход муки и её качество, а также удельные нагрузки на технологическое оборудование и расход энергии на помол.

Различают два вида смешивания:

- партий полноценного зерна различного качества;
- полноценного зерна с не полноценным.

В первом случае смешивания применяют расчетный метод, во втором - метод пробных выпечек (на основе лабораторного помола смесей при различных соотношениях отдельных компонентов и проверке качества муки по результатам пробной выпечки хлеба).

Мукомольный процесс включает два этапа,

каждый из которых состоит из нескольких операций, выполняемых в определённой последовательности в зависимости от качества и состояния сырья, выбранной технологической схемы, наличия соответствующего оборудования.

Первый этап - *подготовка зерна к помолу* - проходит в зерноочистительном отделении и включает следующие операции:

- последовательное выделение из зерновой массы всевозможных примесей (камней, комочков земли, органических остатков, мелких и битых зёрен, метало примесей, семян вредных и ядовитых машин;

- очистка наружного покрова зерна от пыли, грязи, бородок, плодовых оболочек, частичное отделение зародышей

– увлажнение, кондиционирование, отволаживание зерна (способствуют получению оптимальной влажности зерна, что повышает выход и качество муки, снижает износ мукомольного оборудования).

Второй этап - *получение муки* - происходит в размольном отделении и осуществляется в несколько приёмов:

- последовательный размол зерна на серии размольных станков;
 - разделение продуктов размола по размерам на ситах (набор плоских сит), совершающих круговые или возвратно-поступательные движения;
 - разделение продуктов размола по качеству на ситовеечных машинах;
- выделение метало примесей в магнитных аппаратах.

Подготовка зерна к помолу.

Очистка. Разнообразие примесей, встречающихся в зерновой массе, очень велико, и их характеристики существенно разнятся. Примеси заметно отличаются от

полноценного зерна морфологией (состояние поверхности, окраска), геометрией, формой, массой 1000 семян, плотностью, аэродинамическими свойствами. Например, взвешивающая скорость воздуха для зерна пшеницы колеблется от 9 до 12 м/с, для зерна ржи - от 8,5 до 10,0, для зерна ячменя - от 8,5 до 11,0, а для примесей - от 4 до 6 м/с.

Многообразием и значительными различиями в характеристиках зерна и примесей объясняется невозможность одновременного отделения всех разнородных примесей в одной машине. В состав зерноочистительного оборудования входят: воздушно-ситовые сепараторы, аспираторы, пневмо сепараторы, аспирационные колонки, триеры, камнеотборочные машины, магнитные аппараты, моечные машины с отжимной колонкой.

Вне зависимости от вида транспорта, подающего зерновую массу в очистительное отделение, задача очистки заключается в удалении сорной, зерновой и металломагнитной примесей при минимальных потерях

качества зерна, принимаемого в переработку, до требований соответствующих стандартов. Однако полностью удалить всю сорную и зерновую примеси практически не удаётся, т.к. это было бы связано с попаданием большого количества полноценного зерна в отходы. Существуют определённые допуски наличия примесей, которые регламентируются техническими условиями.

Шелушение. Наличие у зерна бородки и бороздки, мельчайших складок оболочек, макро- и микронеровностей на его поверхности создаёт условия для залегания и скопления пыли и грязи, а также микроорганизмов. Их удаление проводят с помощью абразивных обоечных машин различных конструкций, в зависимости от определённых технологических задач и состояния партии зерна. Технологическое назначение таких машин - наиболее полно очищать поверхность зерна от пыли и грязи, разбивать комочки земли, удалять частично бородку и плодовые оболочки, сохраняя целостность зерна и его

зародыша.

Чрезмерно интенсивное воздействие рабочих органов обочных машин приводит к травмированию зерна - повреждению алейронового слоя, увеличению количества битых зёрен и даже к частичному разрушению эндосперма. Всё это вызывает потери ценного зерна и уменьшение выхода муки. Кроме того, битое зерно, загрязненное в местах излома, поступив на размол, ухудшает качество промежуточных продуктов и муки. Для обработки зерна пшеницы рекомендуют окружную скорость бичей 11-15 м/с; для зерна ржи - 15-18 м/с. С увеличением скорости бичей возрастает интенсивность обработки, но зерно при этом сильнее травмируется.

Для более мягкой очистки и частичного извлечения грязи и пыли из бороздки применяют щёточные машины, в которых рабочими органами служат щётки вращающегося барабана и неподвижные щётки деки.

Степень запылённости зависит от структурно-

механических свойств оболочек зерна, его влажности, места нахождения машины в технологическом процессе и правильности регулировок рабочих органов. При использовании обоечной машины на первом этапе подготовки зерна к помолу на поверхности зерна оседает преимущественно минеральная пыль, на третьем этапе - пыль органического происхождения.

Обычно запылённость зерна после обоечной машины может достигать 0,1-0,2 % от массы зерна. Если не удалять пыль из машины, то она будет оседать на ее рабочих органах и поверхности зерна, препятствуя передвижению зерновой массы к выходу. В обоечных машинах предусмотрено удаление пыли аспирацией. Необходимо поддерживать оптимальные воздушные режимы работы аспирационных устройств. Особенно эффективно удаляется пыль в условиях пневматического транспортирования при одновременной сепарации зерновой массы.

Полирование. В процессе шелушения на поверхности зерновки образуются микронеровности. Пылевидные

частицы, оседая на поверхности зерна, проникают в поры оболочки, увеличивая его загрязненность. Если такое зерно отправить в размол, то попавшую в муку пыль не извлечь никакими средствами. Кроме того, пыль закупоривает капилляры оболочки, затрудняя доступ воды в её ткань, и препятствует изменению прочности оболочек перед измельчением.

Для удаления надорванных частиц оболочек и пыли в зерноочистительном отделении мельниц применяют щёточные машины, после интенсивной обработки в которых поверхность зерна становится более гладкой, как бы полированной. Особенно важно использовать полировальные машины при отсутствии моечных машин. Технологический эффект полировальных машин оценивают по количеству получаемых отходов, наличию в них битых зерен, зольности отходов, содержанию в них крахмала и полноценного зерна.

Для уничтожения скрытой заражённости зерна вредителями хлебных запасов используют машины ударного действия - энтолейторы.

ЛЕКЦИЯ №3

Мойка зерна.

Позволяет выделить из зерновой массы при- меси, отличающиеся плотностью. Используют комбинированные моечные машины, где отделяются камешки, песок, комочки земли, стекло и другие тяжёлые примеси. Одновременно всплывают и удаляются стебли, солома, корзиночки полыни, щуплые и изъеденные зерна основной культуры. Очень эффективно очищается поверхность зерна от пылевидных частиц, особенно из складчатых мест зерна; в отжимной колонке частично отделяются верхние слои плодовой оболочки, а также до 40 % бородки. Велика роль моечной машины при очистке зерновой массы от вредных примесей - головни, спорыньи, полыни и др., наличие которых в сырье влечёт за собой выработку нестандартной муки.

Наибольшее распространение имеют моечные машины, имеющие моечную ванну и отжимную колонку. Параметры процесса определяют исходя из

качества поступающего зерна:

- оптимальная температура воды в моечной ванне 30- 50 °С. При повышенной температуре капли воды уменьшаются, она плотнее прилипает к поверхности зерновки и зерно более равномерно поглощает влагу;

- в большинстве районов Западной Сибири жесткость воды довольно высока вследствие наличия в ней углекислых, сернокислых и хлористых солей кальция и магния. Чем выше жёсткость воды, тем хуже вода поглощается оболочками зерна, тем хуже оно очищается. При повышении температуры воды часть солей переходит в нерастворимое состояние и жесткость снижается. В производственных условиях жесткость снижают в специальных установках;

- температура зерна существенно влияет на степень очистки. В зимний период, когда температура зерна около минус 8 °С, даже при использовании горячей воды (30-40 °С) наблюдают ледяную плёнку на зерне в процессе отволаживания. Устраняют эту

проблему подогревом зерна в зерносушилках до 15 °С, что позволяет увлажнять зерно даже холодной водой, или наличии головни и спорыньи объём воды увеличивают до 2500 л/т.

Влажность зерна после моечной ванны может повышаться на 6-7 %, поэтому если влажность зерна при поступлении в зерноочистительное отделение более 14,5 %, то его не моют, а увлажняют в водораспыливающих машинах.

После моечной ванны масса поступает в отжимную колонку, где зерно, перемещаясь по винтовой траектории, под воздействием центробежной силы отбрасывается к ситовой поверхности цилиндра. В отжимной колонке образуется трёхфазная система: зерно, вода и воздух, которые разделяются при вращении бичевого ротора. Влажность зерна в отжимной колонке уменьшается на 3-4 %. В результате гидромеханического воздействия и обезвоживания зерна в отжимной колонке на поверхности зерна появляются заметные трещины и следы разрывов верхних слоёв

оболочки, что облегчает впоследствии процессы шелушения и полирования.

Эффект работы моечной машины оценивают по степени отбора минеральных примесей, очистки от вредных примесей, удаления микроорганизмов; образованию сечки (битых зёрен); количеству плотного остатка, уносимого отработанной водой; наличию запаха в зерновой массе (быть не должно) и степени попадания полноценных зёрен в сточные воды. На крупных мукомольных предприятиях разработаны специальные технологические схемы контроля отходов моечного процесса. Объём снижения массы сухого вещества в моечном процессе колеблется в пределах 0,2-0,3 % от массы зерна, пропущенного через моечную машину. Установлено, что обсеменённость зерна микроорганизма-

ми после его обработки в моечной машине снижается в 3-4 раза, следовательно, микрофлора зерна переходит в отработанную воду. Для повторного использования воды её тщательно очищают. Вначале её направляют в отстойник, затем фильтруют и осветляют. При

значительном обсеменении воду перед повторным использованием обеззараживают.

приращения влаги, глубиной и равномерностью проникновения её в зерно. Воздействие на зерно только водой улучшает мукомольные свойства, воздействие водой и теплом повышает мукомольные и хлебопекарные характеристики зерна.

Увлажнение (холодное кондиционирование) усиливает структурные и биохимические изменения в зерне и его частях. Зерно, благодаря капиллярно-пористой структуре оболочек, обладает высокой сорбционной способностью. Различают:

- адсорбцию (уплотнение молекул воды на поверхности зерновки);
- абсорбцию (диффузное проникновение воды вовнутрь зерновки);
- хемосорбцию (поглощение воды, приводящее к химическим изменениям в зерновке);
- капиллярную конденсацию (поглощение воды с

Скорость проникновения воды и водопоглотительная способность зерна зависят от района произрастания, сорта, выполненности и крупности зерновки, исходной влажности, стекловидности и качества белков. Твёрдые и высоко стекловидные мягкие пшеницы имеют большую водопоглотительную способность, но скорость поглощения выше у низко- стекловидных пшениц примерно в 2 раза. Оболочки зерна твёрдой пшеницы поглощают воду быстрее оболочек мягкой из-за различий в структуре. Оболочки зерновки проводят воду быстрее, чем эндосперм, в связи с большим количеством капилляров. Все эти особенности учитывают при определении продолжительности увлажнения.

Машины для увлажнения зерна бывают водоструйные и водораспыливающие. Водоструйные машины подают воду в капельном состоянии, и для равномерного проникновения воды в клетки покрова требуется интенсивное перемешивание зерновой массы. В водораспыливающих машинах плотность покрытия влагой одной зерновки составляет около 1500 капель, и удерживающая способность их значительно выше, чем при обработке струёй воды. Увлажняющие машины применяют как самостоятельно, так и в сочетании с мойкой зерна.

Тепло является катализатором - фактором, ускоряющим все реакции в зерновке, при этом сокращается время проведения процедуры, усиливается эффект набухания.

Увлажнение зерна водой с повышенной температурой (тепловое кондиционирование) способствует расширению капилляров, увеличению трещиноватости, усиливает прочность оболочек, но

ослабляет их связь с эндоспермом. Всё это благоприятно воздействует на изменение физико-биохимических свойств зерна в требуемом технологическом направлении. При тепловом кондиционировании увеличивается общий выход муки на 0,8-0,9 %, выход муки высших сортов - на 1,0-1,5, снижается зольность на 0,10-0,15 %. Улучшается цвет муки всех сортов.

В качестве тепловых установок применяют кондиционеры, которые подразделяют на водяные, воздушные, воздушно-водяные, вакуумные, инфракрасные. В качестве теплового фактора могут служить подогретая вода, пар, температура зерна и др.

При обработке зерна в кондиционере первостепенное значение имеет установление в нём оптимального теплового

режима с учётом состояния белково-углеводного комплекса зерна, в частности стекловидности, которая характеризует качество клейковины пшеницы. Учитывают также исходную влажность зерна, определяют продолжительность пребывания его в кондиционере.

При работе с различными партиями зерна, в зависимости от ряда факторов, кондиционирование может применяться неоднократно и его параметры могут существенно различаться.

Предварительное кондиционирование предполагает сочетание гидромеханического и теплового воздействия. Выбор режима предварительного кондиционирования обусловлен видом сырья, исходной влажностью и стекловидностью (табл. 30).

Температура горячего воздуха около 80 °С, температура воды в радиаторах: начальная - до 85 °С, конечная - до 50 °С. При движении зерна твёрдой пшеницы через зону нагрё-

ва постепенно наращивают температуру. Когда обрабатывают мягкие (менее стекловидные) пшеницы, температуру зерна вначале наращивают резко, затем повышение температуры идет замедленно.

Таблица 30

Выбор режима предварительного кондиционирования

Состояние сырья	Исходная влажность, %	Оптимальная температура до кондиционирования зерна, °С	Время нахождения в кондиционере, мин
Пшеница твёрдая	18-20	30-35	60-90
Пшеница мягкая			
1-я	18-19	35-40	60-70
гр.стекловидности	17-18	40-50	50-60
2-я гр.	16-17	50-55	40-50
стекловидности			
3-я гр.			
стекловидности			

В охладительной камере температура зерна снижается до 16-20 °С.

В некоторых конструкциях кондиционеров зерно обрабатывают паром под давлением (скоростное кондиционирование). Температура зерна в таких установках может повышаться до 50-60 °С.

В результате предварительного кондиционирования зерна на выходе его из аппарата даже визуально наблюдаются физические изменения поверхности зерновки, характеризующиеся нарушением структурной связи между верхними слоями оболочки. Это явление можно рассматривать как предварительную фазу шелушения зерна.

Основное кондиционирование предполагает искусственное воздействие на зерно водой или паром и теплом и последующее отволаживание с учетом условий окружающей среды (времени года). Этот приём позволяет при подготовке зерна на сортовых мельницах направленно изменять физические и биохимические свойства зерна, а в процессе размола свести к минимуму

попадание частиц оболочек в муку и эндосперма в отруби.

При обработке увлажнённого зерна водой с температурой 40-45⁰С наблюдается тепловое уплотнение клейковины, что улучшает хлебопекарные свойства зерна. Особенно велико значение тепловой обработки при кондиционировании зерна со слабой клейковиной. В результате воздействия тепла повышаются упругость клейковины и её растяжимость. На зерно, повреждённое клопом-черепашкой, проросшее и с деградированной клейковиной воздействуют более высокой температурой - до 55-60 °С.

Под влиянием тепла в зонах нагрева кондиционера набухание зерна усиливается, а в охлаждающей зоне температура верхних слоёв плодовой оболочки резко снижается, т.е. происходит перепад температур с 35-55 °С до 20-22 °С, что вызывает дальнейшее усиление напряжения и ещё большее увеличение трещиноватости поверхности зерновки. Этому сопутствует трение зёрен одно о другое и о рабочие поверхности

аппарата при прохождении массы от входа к выходу, что способствует отделению отслоенных частиц плодовой оболочки.

Велико значение воздушной среды, в которой протекает кондиционирование зерна. В условиях, когда меняется температура воздуха и его относительная влажность, ощущаются колебания в закономерностях, наблюдаемых при тепловой обработке и отволаживании зерна. В теплое время года кондиционирование протекает активнее, поэтому рекомендуется сильнее увлажнять зерно, сокращая при этом период воздействия на него теплом и продолжительность отволаживания.

Для ускорения проникновения влаги в холодное время года зерно подогревают до положительных температур, затем промывают и увлажняют тёплой водой, а после этого подогревают в термических аппаратах.

При проведении основного кондиционирования необходимое количество воды рассчитывают с

учётом исходной и технологической влажности зерна.

Отволаживание - это выдерживание зерна после кондиционирования в специальных камерах (фактор времени) с целью перераспределения тепла и влаги внутри отдельных зёрен и в зерновой массе, усиления набухания зерна для физического изменения структурных частей зерновки.

Перераспределение происходит до установления равновесия, продолжительность процесса зависит от стекловидности и исходной влажности зерна, а также способа увлажнения (промывание водой, пар и т.д.), жёсткости и температуры воды.

Тепло в зерне перемещается в направлении потока тепла снаружи. В результате нагрева зерна происходит внешняя диффузия - свободная вода макропор испаряется с поверхности зерновки, в то же время влага из микропор и твёрдого раствора с коллоидами перемещается к поверхности, что обуславливает частичное испарение её внутри зерна, т.е. происходит внутренняя диффузия.

Относительное приращение объёма зерна, характеризующее величину набухания, более интенсивно происходит в начальный период. За первые 40 мин объём зерновки увеличивается на 3,5 %, в последующие 80 мин - на 0,6 %.

Общая толщина оболочек при набухании и увеличение полостей между слоями возрастает в зерне мягкой пшеницы на 14-15 %, твёрдой пшеницы - на 5-10, алейроновый слой увеличивается всего на 1-2 %.

При отволаживании изменяется температура зерновой массы. В первые 3 ч пребывания зерна в закромах температура его повышается на 5 °С, после чего приращение температуры замедляется и по истечении 4-го часа прекращается. Дальнейшее пребывание зерна в закромах характеризуется снижением температуры.

Таблица 31

Отволаживание при «холодном» кондиционировании в зависимости от общей стекловидности зерна пшеницы

Тип зерна пшеницы	Основное отволаживание, ч			Дополнительное кондиционирование		Технологическая влажность зерна, %
	60 %	60-40 %	40 %	увлажнение, %	отволаживание, мин	
I	8-15	6-12	3-4	0,3-0,5	20-30	14,5-15,5
II	16-24	-	-	0,5-0,7	30-40	16,0-16,5
III	8-16	6-12	3-4	0,3-0,5	20-30	14,0-15,0
IV	16-20	12-16	6-8	0,4-0,6	20-30	15,0-16,5

Таблица 32

Отволаживание при «горячем» кондиционировании в зависимости от общей стекловидности зерна пшеницы

Тип зерна пшеницы	Продолжительность основного отволаживания, ч		
	60 %	60-40 %	40 %
I	4-8	4-6	2-3

Переработка зерна в муку. Под *измельчением* понимают деление зерна на части различной крупности под действием разрушающих усилий рабочих органов машин. Принцип действия измельчающих машин основан на деформациях сжатия и сдвига (вальцовые станки), удара (дробилки), сжатия и трения (жернова). В современном мукомольном производстве основные измельчающие машины - вальцовые станки различных модификаций и производительности. Некоторые типы дробилок используют на обойных мельницах, некоторые на новых рабочих органах - по зерну и зерна по неподвижному стальному штампованному сити (деке), изогнутому по окружности под определённым углом. Для достижения требуемой степени измельчения необходимо обеспечить постоянное число оборотов (окружную скорость) молоткового ротора, выбалансированность ротора, удаление скапливающегося в циклонах продукта, постоянную

загрузку машины зерном. Тонкую муку получают проходом через сита с отверстиями 1,5 мм, крупную - через сито с отверстиями больше 2,0 мм.

Сложный сортовой помол состоит из простых процес- сов: драного, обогащения, шлифовочного, размольного, формирования сортов муки и её контроля. Все процессы сортового помола сопровождаются сортированием (просеиванием) промежуточных продуктов.

Анатомия и механические свойства зерна и его частей не позволяют отделить эндосперм от оболочек при однократном измельчении и просеивании. Эту задачу решают путём многократного проведения операций, позволяющих отбирать промежуточные продукты с учётом их размеров и качества.

Процесс, при котором зерно постепенно разворачивается и из него выкрашиваются крупки, состоящие из эндосперма со сросшимися оболочками, а эндосперм частично измельчается до состояния муки, называют драным. В этом процессе участвуют

несколько (чаще 4-6) систем вальцовых станков (1-я драная, 2-я драная и т.д.). У продуктов, выходящих после каждой драной системы, разные размеры частиц, неодинаковое содержание эндосперма. В процессе размола получают следующие классы продуктов: муку, дунсты (жёсткий и мягкий) и крупки (передирная, крупная, средняя, мелкая). Частицы этих продуктов отличаются размерами, формой, макро- и микрорельефом поверхности и зольностью. Размер крупок колеблется от 315 до 1000 мкм, размер частиц дунста - от 160 до 315 мкм (табл. 1 прил. 12).

Смесь крупок содержит частицы, состоящие из чистого эндосперма, сростков эндосперма с оболочками и частиц оболочек. При размолке такой смеси оболочки измельчаются и, попадая в муку, повышают её зольность и снижают товар-
использующие жернова, встречаются в основном в хозяйствах, занимающихся размолом зерна для собственных нужд и реализации небольших партий муки.

Требования, предъявляемые к процессу измельчения зерна, обусловлены типом помола и заданными показателями качества муки. От эффективности измельчения зависят технико экономические результаты работы предприятия.

При измельчении *в вальцовом станке* продукт захватывается цилиндрическими вальцами и подвергается разрушению в рабочей зоне.

В вальцовом станке установлены два параллельно работающих чугунных вальца, вращающихся навстречу друг другу с различной скоростью. Диаметр вальцов определяется требуемой степенью измельчения и может изменяться от 190 до

350 мм. Окружная скорость верхних быстровращающихся вальцов 4-6 м/с в зависимости от места нахождения станка в системе. Скорость медленно вращающегося вальца (нижнего) определяют по *отношению скоростей* (K), которое для драных систем при сортовых помолах пшеницы составляет 2,5; для шлифовочных -1,25-1,5; размольных систем - 1,5;

при обойных помолах ржи и пшеницы - 2,5-3,0.

Наружная поверхность вальца может быть рифлёной или микрошероховатой, что определяется местом нахождения станка в системе процесса и требованиями к конечному продукту. Форма и количество рифлей влияют на интенсивность измельчения и качество получаемых продуктов. Рифли нарезаются на поверхности вальца под разными углами наклона в соответствии с технологическими задачами, количество рифлей подбирают с таким расчётом, чтобы диаметр поступающих в станок частиц был больше величины шага рифлей (мм). При наличии в драном процессе 6-7 систем количество рифлей на каждую последующую систему увеличивают по- степенно. Рифли наносят на поверхность вальца по винтовой линии под некоторым углом.

Сложный сортовой помол состоит из простых процессов: драного, обогащения, шлифовочного, размольного, формирования сортов муки и её контроля. Все процессы сортового помола

сопровождаются сортированием (просеиванием) промежуточных продуктов.

Анатомия и механические свойства зерна и его частей не позволяют отделить эндосперм от оболочек при однократном измельчении и просеивании. Эту задачу решают путём многократного проведения операций, позволяющих отбирать промежуточные продукты с учётом их размеров и качества.

Процесс, при котором зерно постепенно разворачивается и из него выкрашиваются крупки, состоящие из эндосперма со сросшимися оболочками, а эндосперм частично измельчается до состояния муки, называют драным. В этом процессе участвуют несколько (чаще 4-6) систем вальцовых станков (1-я драная, 2-я драная и т.д.). У продуктов, выходящих после каждой драной системы, разные размеры частиц, неодинаковое содержание эндосперма. В процессе размола получают следующие классы продуктов: муку, дунсты (жёсткий и мягкий) и крупки (передирная, крупная, средняя, мелкая). Частицы этих продуктов

отличаются размерами, формой, макро- и микрорельефом поверхности и зольностью. Размер крупок колеблется от 315 до 1000 мкм, размер частиц дунста - от 160 до 315 мкм (табл. 1 прил. 12).

Смесь крупок содержит частицы, состоящие из чистого эндосперма, сростков эндосперма с оболочками и частиц оболочек. При размоле такой смеси оболочки измельчаются и, попадая в муку, повышают её зольность и снижают товар-

ную ценность. Для увеличения выхода муки высоких сортов и улучшения качества всей вырабатываемой муки проводят *обогащение* крупок - отбор максимального количества крупок и дунстов лучшего качества путём выделения в ситовечных машинах частиц свободных оболочек из исходного продукта. Рабочий процесс в ситовечных машинах происходит в результате перемещения массы продукта по наклонным ситам ($1-3^\circ$), совершающим возвратно-поступательные движения и обдуваемым потоками восходящего воздуха. Сила давления воздушного потока направлена противоположно силе тяжести частиц продукта. Аэродинамические свойства, определяющие поведение частицы в воздушном потоке при её движении, различны и зависят от геометрической формы, крупности, состояния её поверхности, площади сечения. Частицы с большим содержанием эндосперма преодолевают сопротивление потока воздуха и проходят через отверстия сита (проход), частицы с меньшей скоростью витания не могут преодолеть силу воздушного потока и

остаются на сите, образуя сход. Частицы с наименьшей скоростью витания уносятся воздушным потоком в аспирационные камеры. Роль воздуха не ограничивается только уносом им свободных частиц оболочек, он создаёт благоприятные условия для самосортирования смеси на сите, при котором достигается наибольший выход и лучшее качество обогащаемого продукта.

На одном из этапов ситовеечного процесса среднюю крупку не домальывают, а направляют в склад готовой продукции как *манную крупу*. Выход манной крупы составляет 2-3%.

Эффект обогащения в ситовеечных машинах определяется однородностью поступающей смеси крупок, равномерностью её подачи в машину, правильностью подбора и установки сит, их состоянием, числом колебаний сита и его наклоном, величиной удельной подачи воздуха. Технологический эффект работы ситовеечных машин определяется двумя показателями зольности и количеством обогащенных крупок (табл. 35).

Таблица 5 Ориентировочные показатели, характеризующие технологический эффект обогащения крупок и дунста

Продукт	Технологический эффект, %	
	выход	снижение зольности
Крупная крупка 1-го качества	70-75	35-40
	30-35	65-70
Средняя крупка 1-го качества	75-80	25-35
	45-60	50-55
Мелкая крупка 1-го качества	80-85	20-25
	40-45	40-50
Жесткий дунст	90-95	20-25

Крупки с частицами оболочек направляют в шлифовочные вальцовые станки, в которых используются вальцы без рифлей. Процесс

освобождения крупок от связанных с ними частиц оболочек в результате механического воздействия вальцов называют *шлифовочным*. Режим работы шлифовочных систем должен обеспечить наиболее полное отделение оболочек от крупок с наименьшим дроблением последних и с минимальным образованием муки.

Для достижения этих результатов необходимо направлять на шлифовочные системы однородные по крупности и зольности продукты; правильно устанавливать параметры работы вальцов, схемы рассевов и нумерацию сит в них; устанавливать зазор между вальцами так, чтобы он был практически равен размеру шлифуемых крупок.

При сортовых помолах пшеницы в зависимости от типоразмеров вальцовых станков и ассортимента продукции применяют различное количество шлифовочных систем. Шлифовочный процесс считается эффективным, если в результате получено максимальное количество крупок и дунстов.

Крупки и дунсты после отделения муки снова направляют в вальцовые станки, где их домалывают, а затем просеивают. Этот процесс называют размольным. В размольном процессе добиваются измельчения обогащённых и необогащённых крупок, дунстов и других промежуточных продуктов в муку заданного ассортимента и качества. В процессе размола необходимо добиваться, чтобы на каждой системе извлекалось максимальное количество муки высокого качества при оптимальных удельных нагрузках на технологические машины. Выбор числа размольных систем определяется прочностью измельчаемых продуктов, производительностью мельницы, количеством и типоразмером вальцовых станков, а также степенью развития драного, ситовеечного и шлифовочного процессов. Число размольных систем для крупных предприятий 11-12, для предприятий с небольшой производительностью - существенно меньше.

На выход муки значительное влияние оказывает состояние поверхности валцов размольных систем. В

размольных системах рекомендуют устанавливать вальцы с микрошероховатой поверхностью, которые в меньшей степени измельчают оболочки. Но так как эффективность размола при этом будет ниже, после таких вальцов следует устанавливать дополнительные измельчающие машины - энтолейторы и деташеры. Можно на размольных системах устанавливать и нарезные вальцы с плотностью нарезки 10-12 рифлей на 1 см и отношением скоростей вальцов 1,5-2,0: 1.

Очень важно правильно выбрать режим работы размольных систем: рассчитать механико-кинематические параметры рабочих органов вальцовых станков; величину зазора между вальцами; определить схему движения продуктов в отсевах и нумерацию сит на каждой системе; обеспечить непрерывное и равномерное питание вальцов продуктом по всей длине.

Чем лучше по крупности и качеству сгруппированы продукты, направляемые на отдельные системы, тем большее количество муки лучшего качества будет получено.

При подготовке зерна к помолу зародыши почти не отделяются и поступают в помол. Максимальное количество зародышей содержится в передирной крупке, отбираемой с первых трёх драных систем. В большинстве случаев они сохранены в целом виде и отделены от частиц измельчённых крупок. Для выделения зародышей объединяют первые сходы шлифовочных и ситовечных систем, обрабатывающих передирную и крупную крупки, и из этих продуктов получают зародыши с чистотой около 70 %. Выделенные зародыши направляют на зародышевые системы, где они сплющиваются и поступают в ситовечную систему. После воздействия валцов второй зародышевой системы продукт снова поступает в ситовечную машину, сход с которой направляется в рассев, и после этого получают зародышевые хлопья.

Сортирование (просеивание) смесей частиц измельчённого зерна проводят после каждого прохода продукта через измельчающие машины. Полученная

после измельчения смесь содержит частицы, различающиеся геометрическими признаками, физическими свойствами и технологическими показателями.

Для разделения продуктов размола по размерам частиц их направляют в просеивающие машины (*рассев*). Каждый рассев представляет собой шкаф, разделённый на четыре или шесть секций. Секция состоит из набора ситовых рам и сборных днищ. Каждая секция оборудована каналами для выпуска продукции. Сита изготавливают из металлической проволоки и шёлковых нитей (натуральных или синтетических). Преимущество натуральных шёлковых сит в том, что они не воспринимают тепло, выделяемое продуктами размола, однако они обладают высокой гигроскопичностью, что вызывает увеличение толщины нитей и снижение скорости просеивания. Синтетические сита нечувствительны к влаге и температуре, устойчивы к истиранию, вредителям и микроорганизмам. Для характеристики

сит используют понятия: живое сечение и номер сита. Коэффициентом живого сечения сит называется отношение площади всех отверстий сита ко всей площади сита. Номер проволочных сит соответствует размеру стороны квадратного отверстия сита. Номер шелкового сита определяют по числу ячеек на 10 мм длины сита.

На эффективность просеивания продуктов оказывают влияние состояние поверхности и живое сечение сит, скорость подачи продукта и относительная скорость движения продукта по ситам, самосортирование продукта, производительность сита (нагрузка на него), степень очистки сит, работа аспирации.

При просеивании отдельные частицы продукта застревают в отверстиях сита, поэтому их постоянно очищают различными устройствами. От надёжности работы очищающих устройств во многом зависит технологический эффект работы сита. Эффект просеивания в ситах характеризуется коэффициентами извлечения и недосева.

Коэффициентом извлечения называют отношение количества проходовых частиц, полученных через данное сито, к количеству проходовых частиц, находящихся в исходной смеси. Коэффициент недосева - это отношение количества проходовых частиц, содержащихся в сходе, к количеству проходовых частиц, содержащихся в исходной смеси. Недосев подсчитывают в процентах к навеске продукта и, в зависимости от места нахождения отсева, он может быть от 5-10 % в верхних сходах драных систем до 10-20 % в дунстах, поступающих с различных систем.

При значительном повышении нагрузки на сита, большой скорости подачи продукта и недостаточном его расслоении, плохой работе щёток увеличиваются недосевы, а коэффициент извлечения проходового продукта падает.

Поступающие в отсева продукты в зависимости от вида транспорта имеют температуру 20-40 °С, а на вымольных системах 40-70 °С. При движении по ситам продукты размола выделяют пары воды.

большое количество пыли, которая через неплотности рассева может проникать в производственные помещения. По указанным причинам продукты охлаждают, а рассевы обеспыливают аспирацией. Расход воздуха на 1 м² просеивающей поверхности составляет 0,45-0,55 м³/мин. Скорость движения воздушного потока при входе в аспирирующий трубопровод около 2,5 м/с. При большей скорости воздушного потока возможен унос продукта в воздухопровод.

Формирование сортов муки и её контроль. Потоки муки, получаемые после каждого просеивания измельчённого продукта, отличаются показателями зольности, клейковины, крупности и цвета. Чтобы вырабатывать продукцию с устойчивыми показателями качества, необходимо правильно формировать сорта муки из отдельных потоков с учётом всех показателей. Количество сортов муки определяется типом помола. Зольность муки зависит от зольности эндосперма и наличия в ней частиц оболочек и алейронового слоя. Чем

больше в ней оболочек и частиц измельчённого алейронового слоя, тем выше зольность муки. Такая ситуация наблюдается при малой прочности оболочек и не удовлетворительном кондиционировании зерна. Хлеб из муки, содержащей большое количество оболочек, темнее, чем хлеб, выпеченный из муки с меньшим содержанием оболочек. Поэтому в зависимости от их содержания потоки муки направляют в соответствующий сорт (табл. 2 прил. 12).

Крупность муки играет важную роль в хлебопечении. С повышением степени измельчения эндосперма более интенсивно повреждаются крахмальные зёрна, что отрицательно сказывается на сбраживании в процессе приготовления теста и на объёмном выходе хлеба. В муке, неоднородной по размерам частиц, более крупные частицы медленнее поглощают воду, и брожение теста протекает неравномерно. Тонкие частицы муки обладают высокой водопоглощительной способностью, белково-клейковинные вещества таких частиц набухают.

Содержание и качество клейковины в муке в значительной степени определяют хлебопекарные достоинства перерабатываемой партии. Из муки со светлой, упругой, эластичной и растяжимой клейковиной получается хороший хлеб, хлеб пониженного качества - из муки с неэластичной, крошащейся, коротко рвущейся клейковиной. Особенно плохой хлеб получается из муки с липкой и расплывающейся клейковиной. При одинаковых физических свойствах клейковины хлебопекарные качества муки будут тем лучше, чем больше её содержание (см. табл. 2 прил. 12).

Цвет муки зависит от содержания в ней частиц оболочек, цвета эндосперма и оболочек, крупности и однородности частиц, составляющих массу муки. С увеличением содержания частиц оболочек мука приобретает кремовато-жёлтый оттенок, мука с меньшим содержанием оболочек светлее и имеет большую потребительскую ценность. Тонкая мука имеет белый цвет; мука, состоящая из более крупных частиц -

белый цвет с сероватым оттенком. Цвет муки определяет цвет хлеба.

Потоки муки с различных систем группируют в три сорта по близким показателям качества.

Сформированные сорта муки могут содержать различные примеси и не всегда достаточно однородны. Поэтому в конце схемы движения мучных потоков предусмотрен контроль муки. Для контроля муку с основных систем направляют на контрольные отсеиватели, где потоки муки не только перемещаются, но и перемешиваются. В отсеивателях из муки выделяют частицы, не соответствующие требованиям по крупности, предъявляемым к данному сорту. В результате этой операции мука выравнивается по крупности и качеству, разрыхляется и охлаждается. Число контрольных систем должно соответствовать количеству вырабатываемых сортов муки.

После контроля муку по сортам направляют на магнитные сепараторы для отделения металломагнитных примесей.

добавляемых витаминов устанавливают после определения их естественного содержания в образце.

Готовую муку направляют в склад для бестарного хранения, упаковывают в мешки или бумажные пакеты.

Хранение муки. При хранении мука является менее стойким продуктом в сравнении с зерном, так как нарушена его защитная оболочка, раздроблена внутренняя структура зерновки, в ней происходят разнообразные процессы, которые обусловлены влиянием температуры и влажности воздуха, содержанием в нем кислорода. При хранении муки могут активно проходить различные процессы: созревание, перезревание, порча муки.

Созревание муки - улучшение её хлебопекарных свойств при хранении в результате ферментативных процессов, которые вызывают гидролиз жира, а образующиеся непредельные жирные кислоты изменяют коллоидные свойства клейковины. В результате окисления каротина происходит побеление

муки. Созревание интенсивнее проходит в начальный период хранения муки при температуре 20-30 °С, замедляется при понижении температуры и почти не наблюдается при 0 °С.

Длительное хранение муки при температуре 20-30 °С приводит к *перезреванию муки*, в результате ухудшаются свойства клейковины и уменьшается объёмный выход хлеба. Продолжительное хранение муки при повышенной температуре (25-35 °С) способствует разложению и окислению жиров, мука приобретает горький вкус и запах, которые передаются хлебу.

Большое значение на результат хранения муки оказывает обсеменённость её микроорганизмами: в зависимости от сорта мука содержит их от 15 % у высшего до 56 % у муки 2-го сорта (по отношению к их числу на зерне, поступившем на переработку). В муке стандартной влажности при хранении её в нормальных условиях, по мнению Н. Н. Наплёковой, микро организмы не развиваются отмирают.

В зависимости от того, какая группа микроорганизмов более активно развивается, возникает тот или иной вид **порчи муки**: плесневение, самосогревание, прокисание, прогоркание.

Плесневение - наиболее распространённый порок муки при хранении, вызываемый плесневыми грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*. Плесневение муки начинается при относительной влажности воздуха выше 70 %. Резкое повышение влажности воздуха приводит к увлажнению мешковины и прилегающего слоя муки, которая быстро плесневет. Плесневение может распространяться и на внутренние слои муки в мешке, повышая её кислотность, ухудшая качество клейковины, которая становится менее эластичной, тёмной и плохо отмывается. Заплесневелая мука приобретает неустранимый затхлый запах.

В свежес выработанной муке интенсивно происходит газообмен, сопровождающийся выделением тепловой энергии, которая стимулирует активное развитие микрофлоры. Жизнедеятельность микроорганизмов также сопровождается выделением тепла, и в итоге

температура муки во внутренних участках мешка может достигать 50-55 °С. Повышение температуры муки (*самосогревание*) отрицательно влияет на качество клейковины, её хлебопекарные свойства.

Плесневение и самосогревание муки приводят к потере её сыпучести, превращению массы в прочные комки или даже монолит.

Возбудителями процесса *прокисания муки* являются кислотообразующие бактерии, которые питаются сахарами муки и выделяют летучие кислоты. Эти кислоты обуславливают специфические запах и вкус. Одновременно могут развиваться крахмало разлагающие бактерии, которые в том или ином количестве обычно содержатся в муке. При разложении крахмала образуются сахара, которые также используются кислотообразующими бактериями. Прокисание обычно начинается во внутренних слоях муки, а затем распространяется по всей массе.

Образовавшиеся свободные жирные кислоты и другие продукты распада придают муке неприятный запах и горький вкус.

Для хранения партий муки, различающихся по качеству, рекомендуются различные сроки и условия хранения. Муку из сильной пшеницы хранят ограниченный срок и при низких температурах. Муку из слабой пшеницы целесообразно хранить на складе мукомольного предприятия при повышенной температуре и более длительный срок.

Для предотвращения развития пороков муки необходимо соблюдать правила хранения, не допуская повышения её влажности и колебаний температуры воздуха. Оптимальная относительная влажность воздуха не выше 79%.

В ржаной муке процессы созревания выражены слабо, хлебопекарные свойства при хранении практически не улучшаются, поэтому длительное хранение ржаной муки на складе мельзавода не требуется.

При необходимости создавать запас муки на несколько месяцев для её хранения выделяют сухой, хорошо продезинфицированный склад. Муку в мешках укладывают в штабеля высотой 6-8 мешков на деревянном подтоварнике. В складе поддерживают максимально низкую температуру, через несколько месяцев хранения мешки перекалывают: верхние - вниз, нижние - вверх. Перемещение мешков предупреждает слеживание продукта. При неравномерном обогреве или охлаждении мешков с хранящейся мукой в ней могут появиться активные микробиологические очаги и начаться самосогревание. Мука прокисает, плесневеет и становится непригодной для хлебопечения.

Большой вред муке могут нанести вредители хлебных запасов. За хранящимися партиями ведут постоянное наблюдение, отслеживая возможное появление вредителей.

Контрольные вопросы

1. Этапы и основные операции мукомольного процесса.
2. Что лежит в основе работы зерноочистительных машин?
3. Расскажите о работе воздушно-решётных машин, триеров, пневмо сепараторов.
4. Для чего применяют шелушение зерна?
5. Что такое полирование зерна и зачем его проводят?
6. Мойка зерна. Значение температуры и жесткости воды при мойке.
7. Зачем проводят кондиционирование зерна?
8. От чего зависит выбор режима кондиционирования зерна?
9. Задачи и режимы отволаживания зерна.
10. В каких ситуациях применяют увлажнение зерна?
11. Что такое выход и сорт муки?
12. Типы и виды помолов.
13. Что понимают под измельчением зерна?
14. Устройство и принцип работы вальцового станка.

ЛЕКЦИЯ №5

ХЛЕБОПЕКАРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Пищевая ценность хлеба. «Давно замечено, что мы не обращаем внимания на самые замечательные факты только потому, что они слишком обыкновенны. Многим ли, действительно, приходила в голову мысль, что ломоть хорошо испечённого пшеничного хлеба составляет одно из величайших изобретений человеческого ума», - К. А. Тимирязев.

Научные исследования в области хлебопечения и пищевой ценности хлеба проводятся более полутора веков и не- малый вклад в эти исследования внесли русские учёные А. П. Доброславин, Ф. Ф. Эрисман, А. Н. Бах, А. И. Опарин и многие другие.

Во многих странах мира хлеб является основным продуктом питания, потребляемым ежедневно. За свою жизнь среднестатистический человек съедает около 15 т хлеба, потребляя основную его часть вместе с другими продуктами.

Хлеб - полезный биологический продукт, который

содержит большое количество веществ, необходимых для организма человека. Это белки и белковые соединения, высокомолекулярные жиры, крахмал, сахара, а также витамины (прил. 13). Особенно много в хлебе витаминов группы В, которые необходимы для нормального функционирования нервной системы человека. Не все вещества, содержащиеся в хлебе, усваиваются организмом человека одинаково хорошо, есть вещества, которые плохо или совсем не усваиваются, но способствуют лучшему пищеварению.

Энергетическая ценность любого пищевого продукта - это показатель, определяющий количество энергии, освобождающейся в результате биологического окисления химических соединений, входящих в состав данного продукта.

Энергетическая ценность рассчитывается на 100 г пищевого продукта и выражается в килокалориях.

– создание способов производства хлеба из целого зерна; выработка тонко диспергированной муки из целого зерна;

– использование полезных пищевых добавок (молоко натуральное и сухое, молочная пахта и сыворотка, соевая и гороховая мука);

получение новых хлебных продуктов из нетрадиционного сырья (картофельный и кукурузный крахмал и др.);

создание специализированных диетических изделий с заданной пищевой ценностью и определённым химическим составом для людей, страдающих различными заболеваниями.

На *усвояемость* хлеба оказывают существенное влияние его физические свойства, в частности структура пористости мякиша. Чем больше объём хлеба и пористее его структура, тем он лучше пропитывается пищеварительными соками и лучше усваивается организмом. Научкой (П. Ф. Воронин) доказано, что имеется прямая зависимость между пористостью хлеба и его перевариваемостью ферментами

пищеварительного тракта. Объём хлеба и структура пористости мякиша зависят от двух групп факторов: газообразующей способности муки и теста; газодерживающей способности теста.

Газообразующая способность зависит от жизнеспособности дрожжевых грибков и их активности, а также количества сахаров, имеющихся в муке и тесте.

Промышленная обработка зерна на мельнице приводит к тому, что мука высших сортов - продукт, наиболее ценный в обыденной жизни и торговой практике, - с точки зрения её пищевой ценности значительно менее полноценна, чем зерно, из которого она была получена. Проведённые многочисленные исследования по повышению пищевой ценности хлеба предлагают различные методы решения данного вопроса.

Сравнение содержания отдельных аминокислот в белке изделий из пшеничной муки 1-го сорта с аминокислотной

формулой сбалансированного питания показало, что имеется значительная диспропорция по содержанию незаменимых аминокислот. Так, если количество валина достигает 142 %, фенилаланина - 221 % по отношению к оптимальному, а содержание лейцина, изолейцина и треонина близко к норме, то количество триптофана, лизина и метионина составляет 54,0; 56,5 и 65,0 % нормы. Современные технологии приготовления хлеба предусматривают приёмы повышения содержания незаменимых аминокислот путём введения натуральных продуктов, богатых белком, либо путём добавления в процессе приготовления хлеба концентратов или чистых препаратов.

Использование клейковины в хлебопечении известно с начала XX столетия. Высушенная в вакууме или барабанной сушилке и размолотая клейковина повышает содержание белка в хлебе, улучшает его аромат, но при этом снижается качество хлеба из-за денатурации клейковины в процессе

сушки. Более перспективна для использования в хлебопечении сухая, не денатурированная клейковина.

Чем выше сорт муки, тем меньше в ней периферических частей зерна, и тем беднее она витаминами. Однако очень важно кроме сорта муки учитывать её выход, так как при современных системах помола мука одного и того же сорта может быть взята из различных частей зерна и выпущена с различным выходом, а соответственно и различаться по содержанию витаминов. Наибольший интерес представляет обогащение муки зародышами со щитком. Опыты показывают, что при добавлении к пшеничной муке 1-го сорта 25 % муки из пшеничных зародышей содержание белка в хлебе может быть увеличено почти вдвое, при этом значительно повышается содержание тиамин и рибофлавина.

Основные изменения в технологической схеме помола для максимального включения зародышей и щитков в муку 85 %-го выхода сводятся к следующему:

- уменьшение влажности пшеницы,

поступающей на по- мол, на 1,5-2,0 %;

- увеличение выходов муки на первой и второй драных системах;
- тщательная очистка отрубей на последних драных системах;
- увеличение скорости подачи продукта на первые раз- мольные системы;
- применение рифлёных вальцов в некоторых размольных системах.

Существенным источником витаминов в хлебе служат дрожжи и закваски. Пекарские дрожжи по сравнению с зерном и мукой содержат значительно большее количество витаминов

В₁, В₂ и никотиновой кислоты. Кроме содержания витаминов в исходном сырье (мука, дрожжи, закваска), важным фактором является их разрушение в условиях выпечки и при хранении.

Установлено, что в хлебе, приготовленном на прессованных или жидких дрожжах, в котором рН обычно колеблется около 5,7, происходит небольшое

разрушение витамина В₁, но в мучных изделиях, приготовляемых на химических щелочных разрыхлителях (соде и углекислом аммонии), большая часть витамина В₁ разрушается. При длительном (несколько суток) хранении хлеба, даже в специальной упаковке, наблюдается значительное снижение содержания витаминов.

Содержание всех макро- и микроэлементов в процессе помола зерна существенно снижается. С точки зрения мукомола низкое содержание в муке минеральных веществ - признак муки высшего и 1-го сорта, но с точки зрения пищевой полезности - это признак менее полноценного продукта.

Количество минеральных веществ в хлебе наиболее высоко, если при его приготовлении использовалась мука из цельного зерна или если при замесе теста было произведено его обогащение за счёт дополнительных ингредиентов.

В табл. 36 приведены данные, характеризующие покрытие суточной потребности человека в отдельных минеральных веществах при потреблении 500 г хлеба.

Таблица 7

Покрытие потребности человека в отдельных минеральных веществах при потреблении 500 г хлебобулочных изделий

Хлеб	Покрытие потребности, %			
	Ca	P	Mg	Fe
Формовой из ржаной обойной муки	20,0	56,3	49,3	70,0
Формовой из пшеничной обойной муки	16,9	60,6	48,6	70,0
Формовой из пшеничной муки 2-го сорта	15,0	51,2	31,4	56,7
Формовой из пшеничной муки 1-го сорта	12,5	30,9	21,4	46,7
Батоны из пшеничной муки 1-го сорта	13,1	32,5	22,8	50,0
Городские булки из пшеничной муки 1-го сорта	13,1	32,1	22,1	50,0

Можно отметить, что во всех видах хлебных изделий недостаточно кальция. Восполнить его дефицит можно обогащением хлебобулочных изделий обезжиренным молоком - натуральным продуктом,

содержащим многие минеральные вещества, витамины и белки.

В настоящее время хлебопекарная промышленность производит около 800 наименований хлебобулочных изделий. *Хлебом* называют изделия массой более 500 г, *булочными* называют изделия, массой 500 г и менее, выпекаемые из пшеничной муки, изделия массой 200 г и менее называют *мелкоштучными*. Булочные и мелкоштучные изделия представлены различными батонами, булками городскими, сайками, сдобными и бараночными изделиями, гренками, сухарями, хрустящими хлебцами, пирогами и пирожками, пончиками и др.

В зависимости от взятой для выпечки муки различают следующие виды хлебных изделий: ржаные, ржано пшеничные, пшенично-ржаные, пшеничные. По рецептуре хлеб бывает простым (выпеченным из основного сырья) и улучшенным (с добавлением молока или молочных продуктов,

жира, пряностей и т.д.). По способу выпечки хлеб подразделяют на формовой (выпеченный в специальных ёмкостях - формах) и подовый (выпеченный на листах или поду печи). По назначению хлебобулочные изделия подразделяют на обыкновенные и диетические.

Ржаной хлеб выпекают из обойной, обдирной и сеяной муки. Ржаной улучшенный хлеб готовят на заварках с добавлением солода, патоки, сахара, пряностей.

Ржано-пшеничный и пшенично-ржаной хлеб получают из смеси ржаной и пшеничной муки в различных соотношения согласно рецептуре. Добавление пшеничной муки способствует улучшению структурно-механических свойств теста и увеличивает пористость хлеба. Украинский хлеб и Украинский новый выпекают из обдирной ржаной, пшеничной обойной и 2-го сорта, хлеб Столичный - из ржаной обдирной и пшеничной 2-го сорта в соотношении 50:50, Российский - в соотношении 70:30. К улучшенным сортам этой группы относят хлеб Бородинский (в тесто

Приём, хранение и подготовка хлебопекарного сырья.

Приём, хранение и порядок подготовки сырья к пуску в производство должны осуществляться в соответствии с «Правилами организации и ведения технологического процесса на хлебопекарных предприятиях».

Сырьё, поступающее на предприятия партиями, должно соответствовать нормативной документации и сопровождаться удостоверением качества с указанием соответствия нормам безопасности. Импортное сырьё должно отвечать требованиям действующих нормативных документов и СанПиН на идентичное российское сырьё и сопровождаться санитарно-эпидемиологическим заключением.

соль. В качестве дополнительного сырья в хлебопекарном производстве используют зерновые продукты, сахар, молоко, жиры, патоку, яйца, витамины, изюм, цукаты, орехи, семена эфирно-масличных растений, корицу, ваниль, ванилин, шафран. В последние годы для повышения питательности хлеба и улучшения вкуса как дополнительное сырьё изучают овощные и фруктовые соки, жом, лекарственные и дикорастущие растения в зелёном или высушенном виде. В опытах, проведённых на кафедре прогрессивных технологий в сельскохозяйственном производстве НГАУ (З. М. Медведева, неопубликованные данные), хорошие результаты были получены при использовании в качестве дополнительного сырья препаратов из сушёного зелёного лука и чабера.

Сырьё, как основное, так и дополнительное, доставляемое в таре, подлежит обязательному досмотру сотрудниками производственно-технологической лаборатории предприятия. От каждой партии принимаемого сырья, в первую очередь муки и

дрожжей, отбирают пробы для установления хлебопекарных свойств. Тщательно осматривают упаковку и маркировку сырья и проверяют её соответствие нормативной документации. При обнаружении повреждений на упаковке подсчитывают их количество. В местах повреждений отбирают точечные пробы и составляют среднюю пробу для анализа.

В соответствии с требованиями СанПиН 2.3.4.545-96 муку хранят отдельно от всех видов сырья. На хлебопекарных предприятиях возможно хранение муки бестарным и тарным способами. Первый предполагает хранение муки в течение 7 дней в специальных бункерах, размещённых в складах открытого типа непосредственно на заводском участке или в закрытых складах, размещённых в отдельно стоящем здании. Транспортирование муки в цеха основного производства осуществляется воздушным потоком, что способствует ускорению после помольного созревания и благоприятно сказывается на качестве пшеничной муки.

Стены должны быть гладкими, побеленными или облицованными керамической плиткой. Температуру в складе поддерживают не ниже 8 °С. В исключительных случаях допускается хранение муки в не отапливаемых помещениях. Мешки с мукой укладывают в штабеля тройником, на деревянных поддонах или стеллажах.

На предприятия малой и средней мощности мука может поступать автомобильным транспортом, оборудованным специальными контейнерами.

Подготовка сырья к производству. Подготовка **муки** состоит из нескольких операций: составление смеси и проведение смешивания; просеивание; очистка муки на металломагнитных сепараторах.

Партии муки, имеющиеся на складе предприятия, могут существенно различаться по хлебопекарным свойствам. Чтобы обеспечить стабильность качества выпускаемой продукции, на хлебозаводах принято до пуска муки в производство составлять смесь из двух или нескольких партий. При составлении смеси в

первую очередь учитывают показатели силы муки и её газообразующую способность. Принимают во внимание цвет муки или её возможное потемнение при приготовлении теста, а также влажность и кислотность отдельных партий, если эти показатели отличаются от нормы. При необходимости проводят пробную выпечку хлеба.

Смешивание партий муки производят в соответствии с расчетами, проведёнными на основании результатов входного контроля поступающего сырья. Составление смеси облегчается тем, что пользуясь правилом пропорции, можно заранее рассчитать, в каком соотношении следует смешивать партии муки, чтобы смесь их отвечала заданным значениям.

Для получения выровненной по качеству мучной смеси используют специальные машины – муко смесители. В складах бестарного хранения муки для её дозирования и смешивания применяют устройства, обеспечивающие механизированное

При расшивке мешков в муку могут попасть нитки, волокна мешковины и др. При транспортировке и хранении муки в ней могут оказаться металлические примеси и единичные экземпляры вредителей. Просеивание муки перед направлением её в производственные мучные силосы предупреждает возможность появления таких включений в тесте и хлебе. Просеивают муку на специальных машинах - рассевах. При прохождении муки через сита рассевов она насыщается воздухом, кислород которого активно используется дрожжевыми грибами для дыхания в начале брожения.

Если мука хранится зимой в не отапливаемых помещениях, за несколько дней до запуска её в производство необходимое количество переносят в тёплый склад.

Вода в хлебопекарном производстве используется для приготовления суспензии дрожжей, растворов соли и сахара, для замеса теста. Применяемая для производства хлеба вода должна отвечать требованиям

стандарта на питьевую воду. Строго нормируется содержание микроорганизмов, так как многие из них сохраняются при выпечке. Жесткость воды не ухудшает качество хлеба, поэтому её снижают только если содержание солей кальция и магния слишком велико. На хлебопекарных предприятиях, чтобы обеспечивать бесперебойную работу в аварийных ситуациях, следует иметь запасы холодной (на 8 ч) и горячей (на 5-6 ч) воды. Хранят воду в специальных ёмкостях, объём которых рассчитывают исходя из ассортимента выпекаемой продукции, качества муки, её выхода и влажности.

В зависимости от ассортимента количество воды в тесте колеблется от 30 до 75 %. Сильная мука обладает большей водопоглощительной способностью, соответственно большее количество воды требуется для замеса теста. В муке высоких выходов содержатся частицы оболочек зерна, обладающие выраженной способностью связывать воду, и это обуславливает увеличение количества воды при замесе теста.

фактической влажности муки. Если рецептурой предусмотрено повышенное содержание сахара и жира, количество воды уменьшают.

Перед подачей воды на технологическую линию её подогревают до 28; 30 или 32 °С.

Дрожжи хлебопекарные могут поступать на предприятия в прессованном, жидком и сухом виде, и это определяет условия их хранения и подготовки к производству. Дрожжи - это микроскопические грибы *Saccharomyces cerevisiae*, применяемые для разрыхления пшеничного и приготовления заквасок для ржаного теста. Дрожжевые микроорганизмы размножаются на специализированных предприятиях в жидких питательных средах и после отделения от питательной среды перевозят на ближайшие хлебозаводы. Но чаще дрожжевые клетки спрессовывают в бруски массой 0,1 или 1,0 кг или высушивают.

Основным показателем качества дрожжей является *бродильная активность* - подъёмная сила

(способность дрожжей за установленное время обеспечить подъём теста до определённой высоты - 70 мм). Для всех видов дрожжей бродильная активность должна быть не более 70 мин.

Прессованные дрожжи должны иметь влажность 75 %, кислотность от 120 до 300 мг на 100 г в зависимости от срока хранения. Хранят прессованные дрожжи при температуре 2-4 °С не более 12 суток. При подготовке прессованных дрожжей для замеса теста их разводят водой (температура 29-32 °С) в бачках с мешалками в соотношении 1: (2-4).

При необходимости длительных перевозок прессованные дрожжи высушивают при температуре не выше 40 °С до влажности 10 %, что удлиняет срок их хранения до 5-12 месяцев. Высушенные дрожжи хранят в жестяных банках, бумажных пакетах или ящиках, выстланных пергаментом, при температуре около 15 °С. Гарантийный срок хранения сухих дрожжей от 6 до 12 месяцев в зависимости от степени герметизации.

Для длительного хранения дрожжи замораживают. Оттаивать их следует в прохладном (не более 8 °С) помещении: чем медленнее проходит оттаивание, тем лучше сохраняется их подъёмная сила.

Дрожжевое молоко - это жидкая суспензия дрожжей в воде, полученная сепарированием культурной среды после размножения в ней дрожжей. Дрожжевое молоко поступает на хлебозаводы в термоизолированных цистернах охлаждённым до 3-10 °С. Сырьё перекачивают в стальные ёмкости с водяной рубашкой и электро мешалкой, которую включают через каждые 15 мин на 30 с для обеспечения однородности суспензии по всей массе продукта. Продолжительность хранения дрожжевого молока при температуре 3-10 °С около 2 суток, при температуре 0-4 °С - до 3 суток.

На многих хлебозаводах проводят предварительную активацию дрожжей. Сущность активации заключается в том, что дрожжи разводят в жидкой питательной среде, состоящей из муки, воды, солода, сахара и некоторых других добавок и оставляют на 30-90 мин.

В это время дрожжевые клетки не размножаются, но их активность значительно повышается, улучшается подъёмная сила, сокращается длительность брожения полуфабрикатов, улучшается качество выпеченного хлеба. Кислотность изделий, приготовленных на активированных дрожжах, на 1,0-1,2° выше обычной.

На некоторых предприятиях используют *жидкие дрожжи* или *жидкие закваски*, которые готовят непосредственно на хлебозаводах. Жидкие дрожжи - это полуфабрикат, который изготавливают в две стадии. Вначале муку заваривают горячей водой, охлаждают до 48-54 °С и сбраживают термофильными молочнокислыми бактериями. Получаемая масса называется *затор*. Затор имеет высокую, до 10°, кислотность, и его после охлаждения до 28-30 °С используют в качестве питательной среды для размножения дрожжей. В процессе производства для приготовления теста от жидких дрожжей отбирают определённую часть, а вместо неё вносят необходимое количество питательной среды.

Для приготовления жидкой закваски в питательную среду при температуре 28-30 °С вносят не термофильные молочнокислые бактерии и дрожжи. В качестве питательной среды используют *заварки*. Заварка - водно-мучная смесь, в которой крахмал муки клейстеризован под действием высоких (65- 70 °С) температур.

Количество дрожжей, необходимое для нормального процесса брожения, сильно колеблется в зависимости от ряда факторов:

- качества дрожжей: чем ниже их сбраживающая способность, тем большее их количество потребуется для замеса теста;

- длительности брожения: современные технологии предполагают короткий период брожения или его отсутствие, соответственно это требует повышенного количества дрожжей (до 3-6 %);

- газообразующей способности муки: несоответствие этого показателя количеству вносимых дрожжей отрицательно влияет на расстойку

и выпечку, в итоге на качество хлеба;

– способа приготовления теста: при без опарном способе требуется дрожжей больше, чем при замесе теста опарным способом;

– количества сахара и жира: при увеличении их содержания в рецептуре повышается количество вносимых дрожжей.

Соль придаёт определённый вкус хлебу и влияет на скорость брожения теста, замедляя деятельность ферментов. Используют в хлебопечении только соль поваренную пищевую, отвечающую требованиям стандарта. Поставляется соль в бумажных мешках в объёме 15-суточной потребности предприятия или россыпью. Хранят её в отдельном помещении в специальных ёмкостях или сразу растворяют и фильтруют. Бункер для растворения соли имеет приёмный отсек и 2-3 отстойных отделения. В приёмный отсек проведены трубопроводы с холодной и горячей водой, крупнозернистую соль перед растворением промывают.

26 %-й концентрации. Нарушение установленной плотности раствора соли изменяет её дозировку в основном процессе. Количество соли в рецептуре может колебаться от 1,3-1,5 до 2,5 % от массы муки.

Сахар вводят в рецептуру улучшенных (3-6 %) и сдобных (до 30 %) изделий. Небольшие концентрации (до 8 %) сахара активизируют брожение, при более высоком содержании наблюдается замедление брожения теста.

На хлебопекарных предприятиях создают 15-суточный запас сахара, который поступает в тканевых мешках с полиэтиленовыми или трёхслойными бумажными вкладышами. Мешки с сахаром укладывают на поддоны, покрытые брезентом, мешковиной или бумагой. Штабеля составляют из однородного по качеству сахара, упакованного в тару одного вида. Упакованный сахар-песок хранят при температуре не выше 40 °С и относительной влажности воздуха не более 70 %. Возможно поступление на хлебозавод сахарного сиропа.

Перед отправкой сахара в производство его растворяют и фильтруют на специальном оборудовании. Как правило, сахар добавляют в тесто в виде раствора 51-62 %-й концентрации, температура раствора 32-35 °С. Сироп из бачков перекачивают в сборные ёмкости, откуда по мере необходимости через дозаторы направляют для замеса теста. В последние годы многие хлебозаводы используют сахарно-солевой раствор. Добавление поваренной соли в объёме 2,0-2,5 % массы сухого сахара задерживает кристаллизацию сахарозы в трубопроводах, позволяет использовать более насыщенные растворы и меньшие ёмкости для хранения.

Жиры кондитерские и хлебопекарные используют для повышения энергетической ценности и улучшения вкуса хлебных изделий. В улучшенные изделия добавляют 2-5 %, а в сдобные - 5-25 % масел. Даже небольшие добавки (0,5 %) жира положительно влияют на структурно-механические характеристики теста. Во время выпечки жир замедляет образование корочки,

при разделке теста и смазке форм и листов. Желательно, чтобы жиры, применяемые в хлебопечении, были безводными, хорошо эмульгировались в воде, имели пластичную структуру и невысокую температуру плавления.

Однако при избытке жира может наблюдаться замедление процесса брожения, так как жир обволакивает дрожжевые клетки и снижает их бродильную активность.

Из растительных масел используют подсолнечное, соевое, хлопковое и горчичное. Широко применяются маргарин и сливочное масло. Жиры улучшают качество хлеба, если вносить их в тесто в виде тонкодисперсной эмульсии с применением пищевых эмульгаторов, например фосфатидного концентрата (ФК) следующего состава (%): маргарин - 50, фосфатидный концентрат - 5-7, вода - 45-43. Такая эмульсия устойчива, не расслаивается в течение 2-3 суток, хорошо транспортируется по трубам.

Растительные масла хранят в темном прохладном

(4-6 °С) помещении в закрытой таре, так как под влиянием света, кислорода воздуха и повышенной температуры масла быстро портятся.

Маргарин готовят из набора жиров, заквашенного молока, эмульгаторов, красителей и других вспомогательных материалов. Жировой основой служат саломас (до 75 %) и природные жиры растительного и животного происхождения.

Жиры кондитерские и хлебопекарные состоят из растительного масла (до 85 %) и саломаса (около 12 %) с добавлением или без него небольшого количества натуральных жиров и эмульгаторов (около 3 %). В хлебопечении применяют жир с фосфатами (твёрдой консистенции) и жидкий жир, имеющий подвижную консистенцию при температуре 15-20 °С. Хранят *твёрдые жиры* в зависимости от наличия антиоксидантов и температуры (от плюс 15 до минус 10 °С) в течение 1-9 месяцев. При технологической подготовке твёрдые жиры осматривают, очищают поверхность от загрязнений, нарезают на куски .

Жидкий жир должен иметь однородную консистенцию и быть подвижным при температуре 18 °С. Допустимый срок хранения жидкого жира 10 дней при температуре не выше 20 °С. На хлебозаводе жидкий жир размещают в ёмкостях для хранения, снабжённых мешалками и водяными рубашками. Из баков для хранения жидкий жир насосами подаётся в расходные ёмкости, а затем в соответствующий дозатор.

Молочные продукты: молоко натуральное, сухое и сгущённое, сливки, сыворотка, пахта, сметана, творог - относятся к скоропортящимся продуктам и поэтому их хранят при пониженной температуре.

Молоко и сливки сохраняют свои свойства при температуре 8-10 °С в течение 6-12 ч, при температуре 6-8 °С до 18 ч. Сметану можно хранить до 3 суток при температуре 0-8 °С. Срок хранения творога при 0 °С до 7 суток, а в замороженном состоянии - 4-6 месяцев. Сгущённое молоко хранят в негерметичной таре до 8 месяцев при температуре 8 °С.

Сухое молоко в негерметичной таре хранят до 3

месяцев. Перед пуском сухого молока в технологический процесс его постепенно разводят в воде, температура которой 28-30 °С, до состояния натурального молока, массу при этом постоянно перемешивают, затем оставляют для набухания на 1 ч. Расход воды составляет 700-800 мл на 100 г сухого молока. Некоторые хлебозаводы готовят эмульсию из сухого молока, воды и жира. В эмульсии молоко хорошо набухает, а жир измельчается.

Все жидкие молочные продукты при подготовке к использованию процеживают через сито с ячейками диаметром 2 мм. Яичные продукты - свежие яйца, порошок, меланж - улучшают структуру пористости, увеличивают объёмный выход хлеба, замедляют его черствение. Хранят яичные продукты в отдельном складе, в условиях, необходимых для каждого вида сырья. Перед пуском в производство яйца освобождают от скорлупы, меланж оттаивают, а порошок разводят водой до требуемой консистенции.

Отруби пшеничные и ржаные входят в рецептуры некоторых видов хлебных изделий. Хранят их и готовят к запуску на технологическую линию так же, как соответствующий вид муки. Солод добавляют в заварные сорта ржаного и ржано-пшеничного хлеба, а также в пшеничный хлеб из муки с пониженной ферментативной активностью. Для получения солода семена ржи или ячменя проращивают, что активизирует все ферменты зерна и изменяет структуру белков и крахмала.

Для получения белого солода проросшее зерно ржи или ячменя высушивают при температуре до 55 °С и размалывают. Красный солод готовят только из проросшего зерна ржи, которое ферментируют (томят) в течение нескольких часов при температуре 70-90 °С, затем высушивают и измельчают.

Изюм, орехи, цукаты, пряности перед использованием перебирают, отделяют примеси и, если необходимо, промывают в воде и измельчают.

Дозирование сырья. Перечень и соотношение отдельных видов сырья для производства

определённого сорта хлеба называют рецептурой. Рецептуры принято указывать на 100 кг муки стандартной влажности (14,5 %). Рецептуры хлебопекарных изделий предусматривают следующее соотношение отдельных видов сырья (кг):

Мука	100
Вода	50-70
Прессованные дрожжи	0,5-2,5
Соль	1,3-2,5
Сахар	0-20
Жиры	0-13

В рецептуры могут быть включены и другие виды сырья, поэтому точность дозировки всех компонентов оказывает значительное влияние на качество и пищевую ценность хлеба.

Для каждого сорта хлеба существуют унифицированные рецептуры, но так как качество поступающего на хлебозавод сырья .

ЛЕКЦИЯ №7

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ТЕСТА.

Процесс получения однородной по составу массы из всех компонентов, предусмотренных рецептурой, называют замесом теста. Цель замеса - получение массы теста с определёнными структурно-механическими свойствами, которые должны обеспечить оптимальное протекание операций деления, формования, расстойки и выпечки хлеба.

Ведущая роль в образовании пшеничного теста с характерными признаками (упругость, вязкость, пластичность) принадлежит белкам муки. Частицы муки при замесе быстро поглощают воду, набухают и слипаются в сплошную массу, образуя губчато-сетчатую непрерывную основу, которая обеспечивает упругость и растяжимость теста. Замес ведут до полного исчезновения комочков муки и равномерного распределения остального сырья, обычно для теста из пшеничной муки это 7-8 мин. Чрезмерно длительный или очень интенсивный замес может вызвать

разрушение уже образовавшейся структуры теста, что приводит к ухудшению качества хлеба.

Чем слабее мука и выше температура теста при замесе, тем заметнее отрицательное влияние длительности этой операции. Во время замеса теста повышается его температура, в основном за счёт выделения теплоты гидратации и перехода механической энергии в тепловую. В начале процесса замеса повышение температуры стимулирует тестообразование, затем, из-за усиления гидролитических реакций, возможно ослабление структуры теста.

Тесто после замеса состоит из трёх фаз:

- *твёрдой*, в массе которой преобладают набухшие, нерастворимые в воде белки, зёрна крахмала и частицы оболочек. К твёрдой фазе относят также дрожжевые и бактериальные клетки, количество которых может достигать 2 млн в 1 г теста;

- *жидкой*, в состав её входят водорастворимые вещества (сахар, соль, белки и др.). Количество жидкой фазы около 12- 15 %, её молекулы окружают элементы твёрдой фазы;

- *газообразной*, представленной пузырьками

воздуха, захваченными тестом при замесе, а также воздухом, внесённым с мукой и водой при замесе. Газообразная фаза занимает около 10 % объёма теста, количество поглощённого тестом кислорода зависит от длительности и интенсивности замеса.

Соотношение фаз в тесте оказывает влияние на его реологические характеристики: увеличение количества жидкой и газообразной фазы делает тесто текучим, липким.

Замес осуществляют в тестомесильных машинах (дежах) разной ёмкости. Перемешивание компонентов теста производится месильными органами, погружаемыми вовнутрь дежи, различных размеров и формы.

Наиболее широко применяют два способа приготовления пшеничного теста: *опарный* (двухфазный) и *безопарный* (однофазный).

Для приготовления опары (первая фаза) используют половину общего количества муки, около $\frac{2}{3}$ воды и всё количество, предусмотренное

рецептурой, дрожжей. Опару выдерживают при температуре около 30 °С в течение 3-4,5 ч. Вторая фаза - замес теста на готовой опаре. В опару вносят оставшуюся часть муки, воды, соль и другие компоненты согласно рецептуре. Брожение теста длится 1-1,5 ч, за это время его 1 или 2 раза обминают (кратковременно, в течение 1,5-2,5 мин месят). Первую обминку проводят по истечении 2/3 продолжительности процесса брожения теста. При второй обминке вносят, если предусмотрено рецептурой, сахар и жир. Если об- минок планируется несколько, то последняя должна быть про- изведена не позднее чем за 20 мин до начала разделки теста.

При без опарном способе все компоненты теста вносят одновременно. Так как тесто при таком способе получается более густой консистенции, дрожжи находятся в менее благоприятных условиях и их приходится вносить в 1,5-2,0 раза больше, чем при опарном способе. Оптимальная начальная температура для брожения 28-30 °С, продолжительность брожения от

2 до 4 ч.

Качество получаемого хлеба (пористость мякиша, окраска корочки, вкус и аромат) выше при опарном способе приготовления теста, но он более длителен (продолжительность приготовления хлеба до 8 ч) и требует большего количества оборудования. Кроме того, при опарном способе до 2 % больше потери сухого вещества муки при брожении и на 0,5 % меньше выход хлеба.

Выбор того или другого способа приготовления теста зависит от оснащённости предприятия необходимым оборудованием и потребительских предпочтений населения. Крупные хлебозаводы чаще используют опарный способ, пекарни малой мощности с целью ускорения технологического процесса – без опарный.

Брожение теста начинается с момента его замеса, продолжается во время деления его на куски и формовании, расстойки сформированных кусков и даже в начале процесса выпечки. Цель брожения - разрыхление теста, придание ему структурно-

механических свойств, необходимых для дальнейших операций.

Во время брожения существенно изменяются характеристики теста, происходит так называемое *созревание* теста

комплекс микробиологических, биохимических, коллоидных и физических процессов, приводящих тесто в состояние, оптимальное для разделки и выпечки. Все процессы протекают одновременно и взаимно влияют друг на друга. При этом в тесте накапливаются вещества, которые обеспечивают специфические вкус и аромат свежего хлеба, его окраску.

Микробиологические процессы вызываются дрожжами и другими микроорганизмами, попадающими в тесто с сырьём. Спиртовое брожение, вызываемое дрожжами, превращает сахара, через промежуточные продукты, в этиловый спирт и диоксид углерода, который накапливается в тесте и разрыхляет его. Количество этанола в хорошо выбродившем тесте может достигать 1,2

%. Кроме этилового в тесте образуются в небольших количествах изоамиловый, пропиловый, бутиловый и другие спирты, участвующие в образовании вкуса и аромата хлеба. Скорость спиртового брожения зависит от температуры, кислотности среды, количества и качества дрожжей. Оптимальны температура 25-35 °С и слабокислая реакция среды (рН 4-6). Брожение ускоряется при добавлении в тесто амилолитических ферментных препаратов.

Источником сахаров для дрожжей являются собственные сахара зерна, перешедшие в муку, мальтоза, образующаяся в тесте при расщеплении крахмала, и сахар, вносимый в тесто по рецептуре. Кроме углеводного питания, для активной деятельности дрожжей необходимо наличие в тесте витаминов и минеральных соединений.

Молочно-кислое брожение вызывается молочно-кислыми бактериями, которые расщепляют глюкозу с образованием молочной кислоты, и сопровождается повышением кислотности теста (рН пшеничного теста

за время брожения изменяется с 6 до 5). В результате нарастания кислотности ускоряется действие ферментов, набухание белков, замедляется разложение крахмала до декстринов и мальтозы.

Существуют два вида молочно-кислых бактерий: гомоферментативные, образующие молочную кислоту, и гетероферментативные, которые наряду с молочной кислотой вырабатывают уксусную, янтарную, лимонную и другие органические кислоты. Соотношение кислот в хлебе влияет на его вкус - молочная кислота придает хлебу приятный вкус, при повышенном содержании уксусной и других кислот хлеб становится кислым и неприятным.

Повышенная температура опары или теста способствует более быстрому нарастанию кислотности, но при пониженной температуре и влажности теста с большей скоростью развиваются гетероферментативные бактерии, кислотность теста резко возрастает, а вкус хлеба ухудшается.

Кислотность теста повышается также и за счёт

растворения в нём диоксида углерода, образующегося при спиртовом брожении.

Кислотность теста является признаком его созревания, а кислотность хлеба - один из показателей его качества, включённый в стандарт.

При брожении образуются различные альдегиды и кетоны, которые являются промежуточными продуктами брожения или результатом взаимодействия компонентов теста. Количество этих веществ мало, но они оказывают определённое влияние на аромат хлеба.

Биохимические процессы непрерывно протекают в опаре и тесте с момента замеса. Под действием ферментов муки, дрожжей и микроорганизмов происходит расщепление компонентов муки (белков и крахмала), в результате чего непрерывно изменяется углеводно-амилазный комплекс теста.

Интенсивность этого процесса необходимо контролировать, так как при активном разложении белков, особенно в слабой муке, тесто становится липким, малопригодным для механической обработки.

При расстойке и выпечке такое тесто расплывается, хлеб получается малообъёмным и неудовлетворительного качества. Введение различных добавок - улучшителей окислительного или восстановительного действия помогает уменьшить или усилить протеолиз белков. Чрезмерная активность амилаз может привести к излишнему накоплению мальтозы, при этом хлеб получится с тёмной коркой, заминающимся, с не пропечённым на ощупь мякишем.

Коллоидные и физические процессы, начавшиеся при замесе, интенсивно продолжаются при брожении. В зависимости от свойств муки возможно ограниченное и неограниченное набухание белков: при ограниченном набухании белки только увеличиваются в размерах, при неограниченном - меняется и форма белковой молекулы. Интенсивность и продолжительность этих, одновременно идущих в тесте, процессов не одинакова. Повышение кислотности и накопление спирта в тесте ускоряют ограниченное набухание коллоидов, в основ- ном

белковых веществ, что приводит к уменьшению количества жидкой фазы теста и улучшению его эластичных свойств. В то же время повышение кислотности и накопление спирта способствуют неограниченному набуханию и пептизации белковых молекул, что приводит к увеличению содержания веществ, переходящих в жидкую фазу теста, и ухудшению его характеристик.

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.

его свойств. Интенсивная обминка теста из слабой муки ускоряет разрушение ослабленной структуры набухших белков и тем самым ухудшает его свойства.

Вследствие насыщения опары и теста диоксидом углерода (результат спиртового брожения) возрастает их объём. При увеличении объёма опары и теста происходит вытягивание клейковинных плёнок из набухших частиц муки, а последующее слипание этих плёнок при обминке обеспечивает создание в тесте структурного губчатого белкового каркаса, который обуславливает форму и газоудерживающую способность теста при расстойке и выпечке.

В результате физических процессов, происходящих в тесте при брожении, температура опары и теста повышается на 1-2 °С. Факторы, влияющие на интенсивность созревания теста. На продолжительность созревания теста оказывают влияние многие факторы: рецептура, температура брожения,

интенсивность замеса.

Немаловажное значение имеет содержание в рецептуре соли, сахара, жира и др. Внесение соли в концентрациях выше 1,3-1,5 % угнетает клетки дрожжей и кислотообразующих бактерий, соответственно замедляется спиртовое брожение и скорость кислото накопления. Внесение соли снижает активность амилазы, как результат, замедляется гидролиз крахмала, повышается температура начала его клейстеризации.

Влияние соли на белково-протеиназный комплекс зависит от её концентрации в тесте. При высоких концентрациях соли снижаются массовая доля клейковины и её влагоёмкость, она укрепляется. Тесто в период расстойки остаётся крепким, удобным для разделки, но период расстойки удлиняется. При пониженных дозах соли увеличивается гидратационная способность клейковинных белков и клейковина становится слабее, что затрудняет последующую обработку теста, оно имеет пониженную газо и формоустойчивость, расплывается и дает хлеб с малым объёмом.

делённых высоких концентрациях сахара и жира дрожжевые клетки вообще не способны развиваться, поэтому в некоторых случаях, особенно в кондитерском производстве, приходится использовать химическое или механическое разрыхление теста. В первом случае газообразование в тесте есть результат химических реакций между веществами разрыхлителя (или составными разрыхлителя) и водной фазой теста. Во втором случае насыщение теста диоксидом углерода, кислородом или воздухом осуществляется в процессе замеса в тестомесильной машине под давлением или разряжением.

Температура опары или теста способна усилить или ослабить коллоидные и гидролитические процессы в тесте, влиять на жизнедеятельность микроорганизмов, тем самым усиливая или ослабляя газообразование и кислото накопление. Но, регулируя температуру в производственных условиях, необходимо учитывать свойства муки. При использовании слабой муки повышать температуру

теста не рекомендуется, так как при этом повышается интенсивность гидролиза основных компонентов теста, увеличивается скорость набухания и пептизации коллоидов. Всё это способствует увеличению доли жидкой фазы теста, структурно-механические свойства его ухудшаются - оно быстрее разжижается при брожении.

Для теста существует определённый оптимум удельной работы замеса в зависимости от силы муки. Величина оптимума для слабой - 15-25 Дж на 1 г теста, для средней по силе - 25-40, для сильной - 40-50 Дж. Значение оптимума удельной работы может быть достигнуто либо удлинением интенсивности замеса, либо интенсификацией процесса.

Разработано несколько направлений, ускоряющих процесс созревания теста: ускорение процесса брожения; использование специальных добавок - улучшителей; интенсификация механического воздействия на тесто.

- повышением температуры опары и теста до

– предварительной активацией дрожжей, усиленным питанием микрофлоры смесями минеральных солей;

– подбором более активных рас и штаммов микроорганизмов при приготовлении жидких дрожжей и жидких заквасок.

Известны и другие способы интенсификации брожения: электрофизическая обработка дрожжевой суспензии, добавка к прессованным дрожжам их плазмолита и т.д.

Химические улучшители могут существенно влиять на процесс созревания теста, особенно при использовании ускоренных технологий приготовления хлеба или муки с пониженными хлебопекарными свойствами. Различают несколько групп химических ускорителей созревания теста:

а) поверхностно-активные вещества (ПАВ), влияющие на структурно-механические свойства теста. Введение в тесто жиров и ПАВ - эмульгаторов не только ускоряет созревание теста, но и улучшает качество хлеба,

окислительно-восстановительный потенциал теста;

в) органические кислоты, которые ускоряют достижение оптимальной кислотности в тесте;

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

Интенсивное механическое воздействие на тесто вызывает ускорение созревания. При интенсификации замеса ускоряются микробиологические, коллоидные и биохимические реакции в тесте, более активно протекают окислительные процессы, качество хлеба при этом не снижается.

В современной практике тестоведения часто применяют совмещение отдельных приёмов, ускоряющих созревание теста, и это благоприятно сказывается на качестве конечного продукта. В настоящее время не существует объективных методов определения готовности теста. О готовности выброженного теста судят по длительности времени брожения, предусмотренного для данного сорта, по величине титруемой кислотности и органолептическим показателям.

Разделка и расстойка теста. Разделка теста включает несколько операций: деление теста на куски, округление, предварительная расстойка, формование тестовых заготовок, окончательная расстойка. Многократная обработка пшеничного теста необходима для получения однородной структуры заготовки, чтобы хлеб в итоге имел ровную мелкую пористость. Деление теста осуществляют тестоделительными машинами различных конструкций при постоянной скорости выхода теста из машины. Основным показателем качества работы таких машин является точность массы тестовых заготовок. Допустимые отклонения по массе не более 2,5-3,0 %. Масса тестовой заготовки должна быть больше массы готового изделия на величину потерь при разделке и выпечке (упёк) и хранении хлеба в экспедиции (усушка).

Округление кусков теста проводят сразу после деления в тесто круглительных машинах или вручную. Округлённые куски теста поступают на предварительную расстойку. При выпечке подовых изделий округлой формы эта операция совпадает с

операцией окончательной формовки, после чего заготовки поступают на окончательную расстойку.

Предварительная расстойка - выдержка округлённых заготовок из пшеничного теста в течение 5-8 мин в состоянии покоя. Этого времени бывает достаточно для того, чтобы в тесте ослабло внутреннее напряжение, возникшее при делении и округлении теста, и восстановилась разрушенная структура теста. Во время этой операции, из-за её краткости, не требуется поддержания определённого температурно-влажностного режима. При расстойке куски теста увеличиваются в объёме, улучшаются физические свойства и структура теста, соответственно повышается качество хлеба. Предварительная расстойка осуществляется на ленточных транспортёрах, проложенных вдоль шкафов окончательной расстойки, в специальных ленточных или люлечных расстойных шкафах.

Формование - придание тестовым заготовкам формы, соответствующей данному виду изделия.

Для придания тесту формы батона используют валково-ленточные закаточные машины, где кусок теста вначале раскатывается в продолговатый блин, а затем свёртывается в трубку, концы которой обрабатывают, придавая нужную форму (тупые округления - для батонов, острые - для городских булок).

При разделке теста и особенно при формовании из него практически полностью удаляется диоксид углерода, нарушается пористая структура заготовок. Если их сразу направить на выпечку, то хлеб получится малого объёма с плотным мякишем, поэтому тестовые заготовки подвергают *окончательной расстойке*, во время которой в тесте наблюдаются процессы, свойственные брожению - микробиологические, биохимические и коллоидные. Тесто увеличивается в объёме, меняется его форма.

Продолжительность расстойки колеблется в широком диапазоне - от 25 до 120 мин и зависит от температуры и относительной влажности воздуха. Оптимальная температура в период расстойки 35-40 °С, влажность 75-

85 %. Высокая влажность воздуха предохраняет поверхность изделий от высыхания, что предупреждает появление трещин и подрывов на поверхности хлеба после выпечки. На продолжительность расстойки влияют: качество муки - чем сильнее мука, тем продолжительнее расстойка; масса куска теста - чем она меньше, тем длительнее расстойка; при повышении температуры (но не более 45 °С) и относительной влажности воздуха (до 90 %) длительность расстойки сокращается на 25-30 %. Как недостаточная, так и избыточная продолжительность расстойки нежелательны. При передержке подовых изделий в расстойке хлеб получается расплывшимся, а формовой хлеб - с вогнутой серединой. При недостаточной расстойке подовые изделия имеют сильновыпуклую округлую форму, а формовые виды хлеба не достигают оптимального объёма и имеют выпуклую корку с подрывами.

Окончательная расстойка теста проводится в специальных расстойных шкафах, конец этого процесса

ЛЕКЦИЯ №8

ВЫПЕЧКА ХЛЕБА.

Заключительным этапом производства хлеба является выпечка. Для выпечки 1 кг хлеба требуется 290-540 кДж. Эта теплота расходуется на испарение влаги из тестовой заготовки и её прогревания до температуры, при которой тесто превращается в хлеб. Температура паровоздушной среды в пекарной камере в зависимости от вида изделий может быть от 200 до 280 °С.

При поступлении в печь тестовые заготовки начинают прогреваться от наружных слоёв к внутренним, поэтому все процессы, характерные для выпечки хлеба, происходят не одновременно по всей массе, а послойно. Быстрота прогревания теста, следовательно, и продолжительность выпечки, зависят от ряда факторов. При повышении температуры в пекарной камере (в определённых

пределах) ускоряется прогревание заготовок и сокращается продолжительность выпечки. Однако при ускоренной выпечке в результате обезвоживания наружных слоёв тестовой заготовки происходит образование твердой хлебной корки, которая прекращает прирост объёма теста и хлеба. Температурный режим следует регулировать так, чтобы корка образовывалась не сразу, а через 6-8 мин, когда максимальный объём заготовки будет достигнут. К концу выпечки температура поверхности хлеба составляет 140-180 °С, в центре мякиша - 93-98 °С.

Во время выпечки хлеба внутри тестовой заготовки одновременно протекают микробиологические, биохимические, коллоидные и физические процессы.

В начальный период выпечки в тестовой заготовке усиливается деятельность микрофлоры и продолжается накопление продуктов брожения. При прогреве теста до 35⁰С активность дрожжевых клеток максимальна.

термофильных - при температуре 60 °С. Таким образом, в начальный период выпечки образуется дополнительное количество органических кислот, влияющих на вкус хлеба. Полной гибели бродильной микрофлоры при выпечке не происходит, в центре мякиша обнаруживаются дрожжевые клетки, некоторые виды молочнокислых бактерий, а также споры некоторых спорообразующих бактерий.

Биохимические процессы при выпечке имеют ту же зависимость от температуры, что и микробиологические. В начальный период (до температуры около 50-60 °С) деятельность ферментов заметно активизируется. Продолжается гидролиз крахмала, белков, пентозанов, начинается образование ароматических и темноокрашенных веществ, а также удаление влаги.

В первые минуты выпечки в результате конденсации пара крахмал на поверхности заготовки клейстеризуется, переходя частично в растворимый крахмал и декстрины. Жидкая масса растворимого

крахмала и декстринов заполняет поры на поверхности заготовки, сглаживает мелкие неровности и, после обезвоживания, придаёт корочке блеск и глянец.

По мере прогрева тестовой заготовки активность ферментов снижается, а затем (при температуре около 85 °С) наблюдается их инактивация. Происходят изменения и в структуре самих белков. При температуре 60-70 °С клейковинные белки денатурируют, теряя эластичность и выделяя влагу. После денатурации белков в наружных слоях изделия прекращается прирост объёма заготовки.

Физические и коллоидные процессы превращают тесто в хлеб. Через несколько минут после начала выпечки интенсивное испарение влаги приводит к полному обезвоживанию и уплотнению верхнего слоя тестовой заготовки, образуется корочка, толщина которой к концу выпечки достигает 1-3 мм. Реакция меланидинообразования протекает при температуре 140-180 °С и придаёт корке определённую окраску.

Мякиш хлеба образуется в основном за счёт

белки в тесте максимально оводнены, но по мере тепловой коагуляции белков вода освобождается. При повышении температуры увеличивается набухание крахмала, достигая максимума при 60 °С, крахмал поглощает всю свободную воду и клейстеризуется. Имеющейся в тесте влаги недостаточно для полной клейстеризации крахмала, поэтому большая часть его сохраняет кристаллическую структуру. В изделии образуется белковый каркас, в который вкраплены зёрна набухшего крахмала.

Свернувшиеся белки закрепляют пористую структуру мякиша и форму изделия, образуя скелет хлеба. Частично клейстеризованный крахмал приобретает упругость и придаёт мякишу хлеба эластичность.

Влажность мякиша горячего хлеба повышается по сравнению с влажностью теста за счёт влаги, перешедшей из верхнего слоя заготовки.

Объём выпеченного изделия на 10-30 % больше объёма тестовой заготовки перед посадкой её в печь.

Увеличение объёма происходит главным образом в начале выпечки в результате остаточного спиртового брожения, перехода этилового спирта при температуре 79 °С в парообразное состояние, а также теплового расширения паров и газов в тестовой заготовке. Увеличение объёма теста и хлеба улучшает внешний вид, пористость и усвояемость изделия. Замедление или прекращение подъёма теста обусловлено образованием корки на поверхности изделия из-за слишком высокой температуры в пекарной камере. При низкой температуре выпечки затягивается период прогрева теста, а следовательно, образование корки и подкоркового слоя мякиша, что приводит к «опаданию» изделия из-за неспособности теста удерживать уже достигнутый объём.

Немаловажную роль в увеличении объёма хлеба играет увлажнение среды пекарной камеры. Наличие парообразной влаги замедляет образование корки и уменьшает её толщину, что приводит к увеличению

Таблица 3

Влияние условий выпечки хлеба на некоторые показатели качества продукции (масса штуки хлеба 400 г)

Условия выпечки	Формовой пшеничный хлеб		Подовый пшеничный хлеб	
	объем хлеба, см ³	толщина верхней корки, мм	отношение Н: Д	толщина верхней корки, мм
Без увлажнения	1013	3,2	0,27	1,3
С увлажнением	1106	2,5	0,40	0,5

При выпечке хлеба завершается процесс образования вкусо ароматических веществ. Выделено около 300 различных органических соединений, участвующих в образовании аромата хлеба, которые образуются на различных этапах его приготовления. При выпечке хлеба происходит упёк. Упёком называют уменьшение массы тестовой заготовки во время выпечки, его выражают в процентах к массе теста перед посадкой в печь. В

зависимости от температурно-влажностного режима в пекарной камере, способа выпечки, конструкции печи и вида хлеба упек колеблется от 6 до 14 %. Обусловлен упек в основном частичным испарением воды, этилового спирта, диоксида углерода, летучих кислот и других соединений с поверхности теста по мере превращения ее в корочку. Чем меньше масса заготовки, тем больше упёк; при равной массе тестовых заготовок упёк будет больше при большей удельной поверхности хлеба (площадь поверхности заготовки, отнесённая к массе изделия). У формового хлеба упек ниже, чем у подового, влияет на величину упёка и конфигурация хлебных форм.

В современном хлебопекарном производстве в основном используют печи с радиационно-конвективным прогревом выпекаемых изделий. Процесс выпечки в таких печах подразделяют на два периода:

- 1) *период переменного объёма*. В начале этого периода (1-3 мин) в печи поддерживают низкую температуру (100- 120 °С) и высокую влажность (70-80 %). Пары воды конденсируются на поверхности .

до 240-280 °С в зависимости от вида изделий, что позволяет температуре в центре мякиша подняться до 50-60 °С и создаёт градиент температуры во внутренних и поверхностных слоях. Вследствие этого образуется корочка, которая фиксирует достигнутый объём и препятствует опаданию теста, а также уменьшается упёк;

2) *период постоянного объёма.* Скорость прогрева мякиша определяется температурой в зоне испарения (100 °С) и не зависит от температуры в камере печи. Излишне высокая температура в этот период приводит к утолщению корочки и увеличению потерь за счёт упёка.

Продолжительность выпечки составляет 8-12 мин для мелкоштучных изделий и до 80 мин для крупного хлеба. Длительная выпечка замедляет черствение хлеба, но приводит к удорожанию процесса, поэтому продолжительность выпечки регламентируется технологическими инструкциями по каждому виду изделий.

Готовность хлебных изделий определяют по температуре центральной части мякиша хлеба (93-97 °С) и по комплексу органолептических показателей - упругости мякиша, его эластичности и др.

При выпечке некоторых видов и сортов хлеба используют дополнительные приёмы тепловой обработки, а также способы выпечки с другими механизмами подвода или генерации тепла (использование инфракрасных и коротковолновых излучений, в атмосфере насыщенного пара, с применением электро контактного прогрева, в электромагнитном поле токов высокой и сверхвысокой частоты и др.).

При выпечке подовых сортов ржаного хлеба применяют предварительную обжарку заготовок при температуре 320- 350 °С в течение 4-5 мин или выпечку со значительной удаленностью тестовых заготовок друг от друга.

ственным НИИ хлебопекарной промышленности разработаны инструкции для расчёта выхода хлеба с

учётом влажности сырья, теста, технологических потерь.

Выход хлеба составляет, %: для ржаного - 148-165; ржано пшеничного - 133-160; пшеничного - 130-157; для сдобных изделий - 128-184. Выход хлеба обуславливают две группы факторов. В первой группе факторы, определяющие выход теста (хлебопекарные свойства муки и её влажность, влажность теста и количество дополнительного сырья). Установление норм выхода хлеба проводят на муку базисной влажности. Во второй группе - технологические затраты и потери.

Хранение и транспортирование хлеба. После выпечки хлеб направляют в хлебохранилище, а затем в экспедицию для отправки в торговую сеть. Штучный хлеб отправляют с хлебозавода не позднее 4 ч после выпечки, весовой - не позднее 10 ч.

Хлебохранилище располагают в чистом, сухом и хорошо проветриваемом помещении. В нём нельзя хранить другие продукты и материалы, а также держать бракованные изделия. В хлебохранилище из печи хлеб подаётся ленточными транс- портёрами на

циркуляционные столы, с которых его перекалывают на вагонетки-стеллажи. Температура в хлебохранилище около 8-15 °С, относительная влажность воздуха 70-75 %.

Для предупреждения инфицирования хлеба микроорганизмами и черствения его можно в таре посыпать горчичным порошком в количестве 50 г на 8 кг хлеба.

Температура корочки хлеба на выходе из печи достигает на поверхности 180 °С, на границе с мякишем - 100 °С, влажность корочки близка к 0 %. В хранилище хлеб начинает быстро остывать, теряя температуру от наружных слоёв к центру, что способствует перемещению влаги из центра мякиша к подкорочному слою и корке. По мере остывания хлеба влажность корки повышается до 12-14 % за первые 2-4 ч хранения и сохраняется на таком уровне при дальнейшем хранении. Влага внутренних слоёв мякиша перемещается к поверхности и, пройдя через корочку, испаряется, а влажность внутренних

слоёв изделия уменьшается. Это приводит к потере массы хлеба. Уменьшение массы хлеба в процессе остывания и хранения называют *усушкой* и выражают в процентах к массе горячего хлеба. Величина усушки колеблется в зависимости от вида хлебного изделия от 1 до 6 %.

Всё время усыхания хлеба делят на два периода: в первом периоде скорость усыхания уменьшается из-за снижения температуры хлеба, во втором, когда температура хлеба равна температуре окружающей среды, усыхание идет с постоянной скоростью. На скорость усыхания хлеба оказывают влияние температура, относительная влажность воздуха и скорость его движения в хлебохранилище, способ выпечки (в формах или на поду), увлажнения поверхности хлеба в конце выпечки или сразу после его выхода из печи. Регулируя все факторы, особенно в первом периоде, можно значительно уменьшить потери на усыхание хлеба.

Через 8-10 ч хранения хлеба начинается его

черствение: изменяются вкус и состояние корки (она становится твёрдой), ослабевает запах, снижаются эластичность и сжимаемость мякиша, возрастает крошковатость. Чёрствый хлеб с трудом пережёвывается. Черствение связывают с изменениями в структуре мякиша хлеба, с уплотнением и уменьшением в объёме крахмальных гранул. Различные технологические приёмы позволяют удлинить период до начала черствения хлеба: подбор основного и дополнительного сырья, способы приготовления теста, режимы выпечки, использование улучшителей и добавок, замораживание при низкой температуре (минус 20-30 °С), применение упаковки из полимерных материалов, хранение в кондиционируемых камерах и контейнерах.

Все упаковочные материалы должны быть безвредными, не реагировать с веществами хлеба, быть непроницаемыми для паров и газов. Перед упаковкой изделия охлаждают, в термоусадочную

Для хранения хлеба установлены максимальные сроки с учётом очерствления различных видов изделий (табл. 38), после чего изделия бракуют как зачерствевшие.

Таблица 8

Сроки хранения хлебобулочных изделий, ч

Изделия	Максимально допустимые сроки выдержки на предприятии	Сроки реализации в торговле
Весовые и штучные из ржаной обойной, ржано-пшеничной, пшеничной обойной и обдирной муки	14	36
Хлебобулочные из пшеничной сортовой и ржаной сортовой муки массой более 200 г	10	24

Мелкоштучные из пшеничной сортовой и ржаной сеяной муки, массой 200 г и менее	6	16
---	---	----

Сроки хранения изделий на хлебопекарных предприятиях исчисляются с момента выхода хлеба из печи до момента доставки его к месту торговли.

Освежение чёрствого хлеба осуществляется путем прогрева его до температуры в центре мякиша около 60 °С и влажности изделия не менее 30 %.

Показатели качества хлеба. Качество хлеба и методы его оценки нормируются стандартами, в которых предусмотрены органолептические и физико-химические показатели.

Соответствие партии хлеба и хлебобулочных изделий требованиям стандарта или технических условий по внешним признакам определяется выборочно, путём осмотра всего хлеба на 2-3 лотках каждого стеллажа, а при хранении хлеба на полках осматриваются 10 % изделий от каждой полки.

Среднюю пробу отбирают от каждых 10 лотков .

средней пробы в качестве лабораторных образцов отбирают типичные изделия в количестве: весовых и штучных изделий массой более 400 г - 1 шт.; штучных массой от 200 до 400 г - не менее 2 шт.; штучных массой от 100 до 200 г - не менее 3 шт.; штучных массой менее 100 г - 6 шт.

При *органолептической характеристике* отобранную среднюю пробу осматривают всю целиком и устанавливают форму хлеба, окраску и состояние корок. Затем из средней пробы отбирают пять типичных изделий, разрезают и у каждого определяют запах, вкус, состояние мякиша.

Внешний вид характеризуют по состоянию поверхности, форме и окраске изделия. Поверхность хлеба должна быть гладкой и блестящей, без крупных трещин (не более 1 см) и подрывов (охватывают всю длину одной стороны - у формового и более половины окружности - у подового). Форма изделия должна соответствовать сорту хлеба, не иметь боковых наплывов. Цвет корок у хлеба из ржи или

ржано-пшеничных сортов - коричневый, у пшеничных хлебов - от светло-жёлтого до тёмно-коричневого. Не допускаются подгорелости и отслоение корки от мякиша. У многих видов изделий нормируется толщина корок: для ржано-пшеничных и ржаных изделий - 3-4 мм, для пшеничных - 1,5-3 мм.

Вкус и запах хлеба должны быть свойственными данному сорту. Не допускаются кислый, горький, пересоленный вкус, хруст, затхлый и посторонние запахи.

Состояние мякиша характеризуется пористостью, эластичностью, промесом, пропечённостью. Поры должны располагаться равномерно, быть тонкостенными, в мякише не должно быть больших пустот и «закала» - плотного беспористого слоя, расположенного у нижней корки. Консистенцию (липкость, влажность) и эластичность мякиша устанавливают, слегка надавливая на него пальцем. В нормальном мякише ямка, образовавшаяся при нажиме, быстро исчезает.

При осмотре корки и разреза хлеба устанавливают наличие (отсутствие) болезней, главным образом плесеней и картофельной болезни. Пораженный хлеб имеет темно-коричневые или грязно-бурые слизистые пятна в мякише и специфический неприятный запах. Такой хлеб не пригоден к употреблению.

Физико-химические показатели качества хлеба (влажность, кислотность и пористость) характеризуют соблюдение рецептуры и ведения технологического процесса (табл. 39). В некоторых видах улучшенных и сдобных изделий дополнительно определяют содержание жира и сахара. В отдельных случаях определяют содержание токсических элементов, микотоксинов и пестицидов.

Влажность хлебных изделий заложена в стандартах с учётом вида хлеба, способа выпечки и рецептуры: для ржаного простого и заварного - не более 51 %; для пшеничного хлеба - от 39 до 50 %.

Плесневение хлеба. Плесневые грибы широко распространены в природе, поэтому зерно и мука всегда содержат некоторое их количество. При прогреве тестовой заготовки и выпечке хлеба плесневые грибы и их споры полностью погибают. Плесневение хлеба вызывается попаданием плесеней и их спор на уже выпеченный хлеб. Плесень сначала развивается на поверхности хлеба, а затем через трещины проникает внутрь мякиша. Плесневелый хлеб приобретает неприятный вкус и запах. Некоторые виды плесневых грибов образуют токсичные для человека продукты жизнедеятельности.

Развитие и рост плесневых грибов возможны при температуре от 5 до 50 °С и повышенной влажности воздуха в хлебохранилище.

Заворачивание хлеба в обычные упаковочные материалы, приводящее к быстрому увеличению влажности корки, способствует его плесневению. Предотвратить плесневение хлеба при длительном хранении возможно внесением в тесто химических

консервантов (сорбиновая кислота и её соли); упаковкой в герметичную влагонепроницаемую термостойкую плёнку с последующей тепловой стерилизацией; заворачиванием хлеба в плёнку или бумагу, пропитанную сорбиновой кислотой, с последующей герметичной упаковкой. Предотвратить плесневение обычного хлеба можно ускоренным охлаждением в контейнерах и вагонетках путём усиленной вентиляции.

Возбудителями картофельной болезни являются бактерии рода *Bacillus subtilis*. Бактерии картофельной палочки попадают в муку при размоле зерна, которое в различной степени практически всегда обсеменено ее спорами. Оптимальными условиями для развития картофельной палочки являются температура около 40 °С, наличие влаги и питательной среды, пониженная кислотность (рН 5-10). Палочка не выдерживает нагревания до 80 °С, но её споры остаются жизнеспособными при температуре 120 °С в течение часа.

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлено большое значение хлеба в питании человека?
2. Основные способы повышения пищевой ценности хлебных изделий.
3. Этапы производства хлеба.
4. Что относят к основному сырью в хлебопекарном производстве? Правила приёма и хранения основного сырья.
5. Правила смешивания муки перед запуском её в производство.
6. Технологическая подготовка воды и нормы её расхода в хлебопечении.
7. Основные характеристики хлебопекарных дрожжей. Что такое бродильная активность дрожжей?
8. Особенности хранения и подготовки к производственному процессу прессованных, сухих, замороженных, жидких дрожжей и дрожжевых заквасок.

ЛЕКЦИЯ №9

КРУПЯНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Второй по значимости продукт питания (после муки), вырабатываемый из зерна некоторых сельскохозяйственных культур, - крупы. Физиологические нормы питания человека предусматривают введение в рацион различных круп, в среднем на душу населения 9-13 кг в год.

Крупяное производство - отрасль пищевой промышленности по переработке зерна в крупу. Основную массу зернового сырья перерабатывают на крупяных заводах или крупяных цехах мельничных предприятий. Предприятия малой мощности (до нескольких тонн в сутки) называются крупорушками.

Культуры, зерно которых используют для производства крупы, называют крупяными, к ним относят рис, просо, гречиху. Широко применяют для производства крупы овёс, ячмень, пшеницу, горох, кукурузу, репе - сорго, чечевицу, чумизу. Предпочтение отдаётся крупам из гречихи, риса и бобовых, богатых

белками.

Особенности строения зерна различных культур определяют способы его переработки. В нашей стране вырабатываются следующие виды круп:

- из гречихи - ядрица, ядрица быстро
- разваривающаяся, продел, продел быстро разваривающийся;
- из риса - рис шлифованный и полированный, рис дроблёный шлифованный;
- из проса - пшено шлифованное;
- из овса - крупа недроблёная, крупа плющенная, хлопья «Геркулес» и «Экстра», толокно;
- из ячменя - перловая крупа, ячневая крупа;
 - из кукурузы - крупа шлифованная, крупа крупная для хлопьев, крупа мелкая для палочек;
 - из пшеницы - «Полтавская», «Артек», крупа манная: из мягкой пшеницы - марка М; из твёрдой пшеницы - марка Т; смеси мягкой (80 %) и твёрдой (20 %) - марка ТМ;
 - из гороха - горох лущёный, полированный

Крупы из целого ядра делят на сорта, самые низкие сорта вырабатывают из зерна пониженного качества. Дроблённую крупу разделяют по крупности на фракции, и каждой фракции присваивается номер. Чем больше номер, тем мельче крупа. Кроме того, номерная крупа характеризуется выравненностью, которая должна составлять не менее 80-75 %.

На выход и качество крупы влияют многие показатели качества зерна - крупность, выравненность, плёнчатость, влажность, засоренность и др. Качество крупы зависит от содержания в ней доброкачественного ядра, не шелушенных и битых зёрен, примесей, содержания испорченного ядра.

Основа технологического процесса производства круп - механическое отделение покровных тканей (оболочек) зерна и последующая обработка ядра. Общая схема технологического процесса состоит из трёх этапов: подготовка сырья к переработке, переработка зерна в крупу, затаривание и от- пуск

готовой продукции. В зависимости от вида зерна и сорта получаемой крупы на каждом этапе возможны разветвленные цепочки технологических операций. На сельскохозяйственных крупяных предприятиях технологические схемы имеют упрощённый вариант.

Подготовка сырья к переработке включает его очистку и гидротермическую обработку. Зерно от приме- сей очищают на воздушно-ситовых сепараторах, триерах, аспираторах, камнеотборниках, остеломателях, крупяных отсевах, магнитных аппаратах. На многих предприятиях зерно калибруют, так как выравненное по размерам сырьё лучше и легче подвергается шелушению, облегчает подбор рабочего зазора в шелушильных машинах. Калибрование проводят на крупосортировках, отсевах и, при переработке овса, на триерах.

Гидротермическая обработка (ГТО) зерна улучшает его технологические свойства: облегчается отделение оболочек при шелушении, снижается дробимость ядра, улучшаются потребительские

тельность варки, повышается стойкость крупы при хранении). Наиболее распространены два способа ГТО:

– первый способ включает операции: пропаривание, сушка, охлаждение. Пропаривание проводят при температуре выше 10 °С и давлении около 0,3 МПа. В результате химических преобразований ядро пластифицируется, происходит частичная клейстеризация крахмала. Сушка после пропаривания повышает хрупкость наружных оболочек, возникающие в зерне механические напряжения приводят к отслаиванию оболочек. Охлаждение дополнительно снижает влажность зерна и повышает хрупкость оболочек. Чрезмерное подсушивание и охлаждение сырья приводят к повышению хрупкости ядра и снижению выхода недроблёной крупы. Первый способ ГТО применяют при переработке гречихи, овса и гороха;

– второй способ ГТО предусматривает две операции: увлажнение и отволаживание. Применяют этот способ в основном для пшеницы и кукурузы, реже -

овса. Зерно увлажняют водой с температурой около 40 °С в специальных аппаратах или обрабатывают в пропаривателях при низком давлении пара. Увлажнённое зерно отволаживают в бункере в течение 1-3 ч. Зерно, прошедшее увлажнение и отволаживание, имеет повышенную пластичность и меньше дробится при шелушении. Гидротермическую обработку следует проводить непосредственно перед шелушением. В некоторых технологических схемах переработки пшеницы и ячменя может быть предусмотрена операция предварительного шелушения.

Для устойчивой работы предприятия необходимо иметь оперативный запас сырья на 24-36 ч непрерывной работы технологической линии.

Шелушение зерна - это операция по отделению наружных плёнок от зерна. Существует три способа шелушения, выбор одного из них зависит от строения зерна, прочности ядра и его связи с оболочками, ассортимента получаемой продукции.

Первый способ шелушения, основанный на

эффекте сжатия и сдвига, применяют для зерна, у которого оболочки не срослись с ядром (проса, гречихи, риса, овса).

При втором способе шелушения зерно однократно или многократно ударяется о внутреннюю рабочую поверхность станка. Этот способ применим для сырья с несросшимися плёнками или при получении дроблёной номерной крупы. Шелушение однократным ударом применяют для овса, используя центробежные шелушители. Для шелушения многократным ударом предназначены обочные и бичевые машины, которые применяют для ячменя, пшеницы, кукурузы и овса.

Третий способ - постепенное истирание оболочек зерновки в результате трения о движущиеся шероховатые поверхности. Шелушение истиранием применяют для сырья, у которого пленки плотно срослись с зерном (ячменя, пшеницы, кукурузы, гороха). Зерно в процессе движения в рабочей зоне шелушителя постоянно соприкасается с 6-7

абразивными дисками, ситовой поверхностью и с другими зёрнами. Истирание сопровождается выделением значительного количества тепла, которое необходимо отводить из рабочей зоны.

После разделения продуктов шелушеное зерно направляют на *шлифование*, которое способствует удалению остатков цветочных пленок, плодовых или семенных оболочек, частично алейронового слоя и зародышей. Шлифование улучшает товарный вид крупы, повышает её развариваемость, усвояемость и стойкость при хранении. Степень шлифования оценивают изменением зольности крупы, её белизной, количеством образовавшейся муки. На практике эффективность шлифования чаще определяют, сравнивая крупу с эталонами.

Некоторые виды и сорта круп после шлифования полируют. При *полировании* с обрабатываемой поверхности удаляется мука, заглаживаются царапины, что придаёт крупе красивый вид и однородный тон.

Шлифование и полирование крупы также основаны на трении продукта о рабочие поверхности

Технологический процесс на крупяном предприятии характеризуется нормами выхода крупы, побочных продуктов и отходов.

Выход крупы определяют как количество её от массы переработанной продукции в процентах. Зависит выход крупы от свойств зерна (крупности, выравненности, у плёнчатых культур - и от содержания цветочных плёнок), а также от регулировок технологического оборудования. Установлены нормы выхода готовой продукции при переработке различных видов зерна. Обычно получают (%): из проса - пшено шлифованное - 65, дроблёнка кормовая - 4, мучка кормовая - 7,5, лузга - 15,5, отходы - 7; из гречихи (с ГТО) - крупа ядрица - 62, крупа продел - 5, мучка кормовая - 3,5, лузга - 20,8, отходы - 7,2; из риса - рис шлифованный - 55, рис дроблённый - 10, мучка кормовая - 12,2, лузга - 18,4, отходы - 3,7; из овса (при переработке на крупу и хлопья) - крупа - 39,5, хлопья - 5,5, мучка и дроблёнка кормовая - 15,5, лузга - 27, отходы - 3,5, мелкий овёс -

5; из ячменя (при производстве крупы перловой) - № 1 и 2 - 36, № 3 и 4 - 8, № 5 - 1, мучка кормовая - 40, лузга - 7, мелкий ячмень - 5, отходы - 1,7; из ячменя (при производстве крупы ячневой) - № 1 - 15, № 2 - 43, № 3 - 7, мучка кормовая - 18, лузга - 7, мелкий ячмень - 5, отходы - 3; из пшеницы - крупа «Полтавская» № 1 и 2 - 8, № 3 и 4 - 43, крупа «Артек» - 12, мучка кормовая - 30, отходы - 6.

применяют

чаще для круп из дроблёных фракций. В качестве обогатителей используют сухое молоко и яичный белок, витамины, микроэлементы.

Технологический контроль производства осуществляется в соответствии с «Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях». Технохимический контроль заключается в определении качества зерна, наблюдении за его размещением и хранением, контроле за подготовкой сырья к производству и переработкой зерна в крупу, оценке качества готовой продукции.

Качество круп и методы его определения нормированы стандартами. К обязательным показателям при оценке круп относятся:

- сенсорные (цвет, запах, вкус);
- влажность (обычно в пределах 12-15 %);
- заражённость - не допускается;
- засорённость - нормируется по содержанию примесей, особенно вредных, испорченного и битого зерна, мучели, металлопримесей, необрушенного зерна.

Упаковку, размещение и хранение круп проводят в соответствии с ГОСТ 26791-89 «Продукты переработки зерна. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение». Хранят готовую продукцию в мешках, уложенных на деревянные поддоны. Высота укладки мешков от 6 до 14 рядов в зависимости от вида крупы, её влажности и времени года. Штабеля размещают на расстоянии 0,7 м от стены и 1,25 м

друг от друга. Предельные сроки хранения готовой продукции в зависимости от вида крупы и региона составляют от 4 до 24 месяцев.

Контрольные вопросы

1. Значение крупяных культур в питании человека.
2. Как влияют показатели качества зерна на выход и качество крупы?
3. Этапы технологического процесса производства круп.
4. Из каких операций состоит подготовка зерна к переработке его в крупу?
5. Что такое гидротермическая обработка и на
6. Новые вид круп. В чем особенности их производства?
7. Как осуществляется технологический и теххимический контроль в крупяном производстве?
8. Основные показатели качества круп.
9. Как размещают и хранят крупы?

ЛЕКЦИЯ №10

ПРОИЗВОДСТВО КОМБИКОРМОВ

Хозяйственное значение комбикормов и их классификация. Продуктивные качества животных почти на 60 % обусловлены состоянием кормовой базы и организацией кормления. Полноценность кормления зависит от сбалансированности рационов, которые должны удовлетворять потребность животных в питательных и минеральных веществах, витаминах и биологически активных веществах в определённые периоды их жизни и в зависимости от их производственного назначения. Отдельные корма не содержат в необходимом количестве всех обязательных элементов питания и поэтому не могут считаться полноценными. Правильной комбинацией кормов можно повысить энергетическую питательность смесей, так как недостаток некоторых компонентов в одном корме восполняется их наличием в другом.

Современное животноводство во всём мире базируется на использовании в кормлении животных,

птиц и рыбы специально подготовленных комбинированных кормов (комбикормов). Комбикорм - готовая кормовая смесь, составленная по научно обоснованным рецептам, предусматривающим наиболее эффективное использование животными питательных веществ. Промышленное производство комбикормов освобождает хозяйства от многих трудоёмких процессов по приготовлению кормов, от подготовки их к скармливанию. При использовании комбикормов на 25-30 % повышается продуктивность животных, сокращаются сроки откорма и затраты кормов на единицу продукции, улучшается качество конечного продукта, снижается его себестоимость.

Комбикормом называют следующие виды кормов:

- **кормовая смесь** - однородный продукт, состоящий из кормовых компонентов, используемых в кормлении животных, но не содержащий полного набора питательных веществ;

- **комбикорм-концентрат** - комбикорм с повышенным содержанием протеина, минеральных

веществ и микродобавок, скармливаемый с сочными, зерновыми или грубыми кормовыми средствами для обеспечения биологически полноценного кормления животных;

– *полноценный комбикорм* - корм, который полностью обеспечивает потребности данного вида животных, и при его использовании добавления других кормов не требуется;

– *белково-витаминная добавка (БВД)* - однородная смесь высокобелковых и минеральных компонентов и микродобавок, измельчённых до определённых размеров. БВД не используют самостоятельно, их добавляют в различные комбикорма для повышения кормовой ценности;

– *премикс* - однородная высокодисперсная смесь биологически активных веществ (микроэлементов, витаминов, антибиотиков, антиоксидантов, транквилизаторов и др.) и наполнителя в виде мелких отрубей, соевого шрота, зерна грубо- го помола и т.п. Премиксы, содержащие повышенные дозы лекарственных препаратов, витаминов и специальных добавок, называют лечебными (профилактическими) и применяют по указаниям ветеринарных врачей. Премиксы добавляют в комбикорма в ограниченных

количествах, не более 1 %;

– **карбамидный концентрат** – кормовой продукт, который применяют только для взрослых жвачных животных в строго ограниченных количествах. В состав карбамидного концентрата входят (%): дроблёное зерно (ячменя, пшеницы, кукурузы) - 75-85, мочевины - 10-25, бентонит - 5

Для производства комбикормов используется более 100 видов сырья:

- зерно злаковых и бобовых растений, а также естественная зерновая смесь различных культур; зерновая смесь от первичной обработки;
- побочные кормовые продукты мукомольного и крупяного производства - отруби и мучка кормовая;
- дроблёнка овсяная; сечка гороховая;
- зародышевый продукт, отбираемый при переработке зерна в муку и крупу;
- побочные продукты маслоэкстракционных предприятий: жмыхи и шроты подсолнечные, соевые, рапсовые, льняные;
- жом (высушенные стружки свёклы, из которых выделен сахар) и меласса (кормовая патока) - сгущённый раствор, полученный при кристаллизации сахара;
- продукты предприятий крахмалопаточной промышленности: клейковина (глютен), мезга и шрот из зародышей зерна кукурузы и пшеницы, мезга картофеля;
- продукты предприятий бродильных

- кормовые продукты микробиологической промышленности: дрожжи, белотин, провит, кормовой концентрат лизина и др.;
- сырьё животного происхождения: отходы переработки рыбы и скота, продукты из морских млекопитающих и молочного производства (сухое обезжиренное молоко - СОМ, заменитель цельного молока - ЗЦМ);
- мука витаминная из древесной зелени хвойных и лиственных пород;
- корма травяные искусственно высушенные из бобовых и злаковых растений;
- мука и крупка водорослевая;
- новые кормовые продукты, разрешённые к использованию в комбикормовой промышленности.

Комбикорма вырабатывают по специальным рецептам, в которых указаны компоненты и их количество в соответствии с видом животных, их возрастом и предназначением.

Оценка качества сырья и готовых комбикормов.

От уровня технологического и химического контроля сырья и промежуточных продуктов зависит выпуск качественной продукции, удовлетворяющей требованиям соответствующих стандартов.

Контроль качества поступающего сырья. Ветеринарно-санитарное состояние комбикормов обуславливается в основном качеством используемого сырья. Сырьё для выработки комбикормов обсеменено бактериями и грибами, среди которых встречаются сапрофитные, патогенные и токсикогенные виды. Сапрофитная микрофлора, размножаясь при благоприятных условиях, использует питательные вещества корма и ухудшает его санитарное состояние. Выделяющиеся продукты жизнедеятельности микроорганизмов могут обладать токсичностью для сельскохозяйственных животных и птицы.

Оценка качества готовой продукции. Анализу подвергают каждую партию и сравнивают показатели с нормами стандарта на комбикорма (ГОСТ 9268). В образце определяют: внешний вид, цвет, запах, влажность, массу металломагнитной примеси, крупность размола, массовую долю не-размолотых семян культурных и дикорастущих растений, сырого жира, золы, без азотистых экстрактивных веществ, сырого протеина, сырой клетчатки, кальция, фосфора, натрия, наличие вредной примеси, общую кислотность и заражённость вредителями. В брикетированных комбикормах кроме показателей качества, определяемых в рассыпном комбикорме, определяют плотность брикетов. В гранулированных кормах определяют размеры гранул, содержание мучнистых частиц (проход через определённые сита); крошимость гранул и их водостойкость (для прудовых рыб).

Хранение сырья и комбикормов. Потребность в сырье на каждом предприятии рассчитывается на 1 год, квартал и месяц исходя из принятых к производству на этот период

Комбикорма - более трудные объекты хранения, чем другие зернопродукты. Сложный многокомпонентный состав комбинированных кормов обуславливает невысокую устойчивость их при хранении. Все компоненты имеют различную величину критической влажности, неодинаковые гигроскопические свойства, различный гранулометрический состав, высокую обсеменённость микроорганизмами.

Наибольшее влияние на сохранность комбикормов оказывает температура. Огромное влияние температурного фактора можно объяснить тем, что основная причина понижения качества и порчи комбикормов - активное развитие микроорганизмов и вредителей. Численность микроорганизмов в 1 г комбикорма, как правило, выше, чем в 1 г зерна, потому что в состав комбикормов входят также отруби, травяная мука и другие насыщенные микрофлорой компоненты. Дроблёные компоненты комбикормов очень быстро существенно изменяют свою влажность: адсорбция и десорбция водяных паров наиболее интенсивно происходят в течение первых трёх

различного сечения высотой более 20 м. Высота насыпи при влажности комбикормов до 13 % не должна превышать 4 м, при большей влажности - 2,5. В качестве тары используют крафтмешки, которые укладывают в штабеля, высота рядов не более 14 мешков. Продолжительность хранения готовой продукции не должна превышать 30 сут.

Контрольные вопросы

1. Что такое комбикорма? Их значение в современном животноводстве.
2. Классификация комбикормов. Как расшифровывается нумерация комбикорма?
3. Основные виды сырья, используемые при производстве комбикормов.
4. Правила замены одних видов сырья для производства комбикормов другими.
5. В чём заключается контроль качества поступающего сырья?
6. ия?

ЛЕКЦИЯ №10

ПРОИЗВОДСТВО РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

В группу масличных объединяют растения, семена и плоды которых содержат много жира (от 20 до 60 %) и являются основным сырьем для получения растительного масла. Из этой группы в нашей стране наиболее распространены подсолнечник, соя, клеверина, лен, рапс, горчица. На небольших площадях высевают арахис, сафлор, кунжут, рыжик, периллу и другие. Для извлечения масла все шире используют маслосодержащие части семян не масличных растений: зародыши семян кукурузы, пшеницы, риса, плодовые косточки и т.п.

Растительное масло используют в пищу в качестве салатного масла, для изготовления маргарина, майонеза, консервов. Применяют его в кондитерской и хлебопекарной промышленности, а также для технических целей - в лакокрасочной, мыловаренной, текстильной, кожевенной, машиностроительной, парфюмерной и многих других отраслях промышленности. Перспективным является использование масла в качестве биотоплива.

Отходы от переработки масличных семян - *шрот* и *жмых* - являются ценным концентрированным белковым кормом для сельскохозяйственных животных. Многие масличные культуры возделываются на зеленый корм и силос (подсолнечник, соя, рапс). Являясь в большинстве случаев пропашными культурами, они способствуют очищению полей от сорняков и служат хорошими предшественниками многих полевых культур.

В семенах масличных содержится много хорошо сбалансированного по аминокислотному составу белка, который включает большое количество аргинина (в 2 раза больше, чем в зерне кукурузы и пшеницы), гистидина, лизина и другие незаменимые аминокислоты. Поэтому белки масличных культур являются важным дополнительным источником кормового и пищевого белка, что имеет большое значение в решении белковой проблемы.

Растительные масла состоят из глицеридов различных жирных кислот, питательная ценность которых неодинакова. Поэтому пищевые достоинства этих масел

жирно-кислотным составом. Основными жирными кислотами являются ненасыщенные (непредельные) - олеиновая, линолевая, линоленовая, эруковая, эйкозеновая и ненасыщенные (предельные) - стеариновая, пальмитиновая.

Роль отдельных жирных кислот в питании человека еще недостаточно изучена. Однако известно, что наибольшую физиологическую ценность для животного организма имеет линолевая кислота, относящаяся к числу так называемых эссенциальных жирных кислот, т.е. незаменимых для организма. Попадая в организм человека или животного, она становится источником образования второй эссенциальной кислоты - арахидоновой, отсутствующей в растительных маслах и в незначительных количествах входящей в состав некоторых животных жиров.

Высокое содержание олеиновой кислоты повышает устойчивость растительного масла к окислению и этим удлиняет срок его хранения, делает масло более стойким при жарении. Масло с высоким содержанием олеиновой кислоты обладает высокими пищевыми достоинствами.

Нежелательной в пищевом растительном масле является линоленовая кислота. Масла, богатые этой кислотой, мало пригодны для пищевых целей, т.к. они имеют невысокую стойкость к окислению в процессе хранения, неприятный вкус и запах.

Наличие высокомолекулярных жирных кислот (эруковой и эйкозеновой) в масле ухудшает его пищевые достоинства, вызывает помутнение и высокую степень отстаивания масла при хранении, затрудняет технологию производства маргарина.

Для пищевых целей желательны масла с уровнем насыщенных кислот от 5 до 15 %, олеиновой и линолевой - не менее 80 % при полном отсутствии эруковой, эйкозеновой кислот и присутствии линоленовой не более 4%.

Сорта горчицы с низким содержанием в масле эруковой кислоты и высоким содержанием олеиновой и линолевой кислот по пищевым достоинствам приближаются к оливковому маслу.

Кондиционирование семян по влажности (сушка) имеет наибольшее значение для масличных плодов и семян, которые перерабатываются с предварительным отделением низкомасличных плодовых и семенных оболочек. Выбор технологических режимов сушки определяется химическим составом и физико-механическими свойствами семян, конструкцией сушильной установки.

При переработке сои семена подсушивают для более полного отделения семенных оболочек и увлажняют для улучшения их измельчения.

Специфической особенностью подготовки плодов подсолнечника к переработке является деление их по размерам - на крупную и мелкую фракции (**калибровка**), перерабатываемые отдельно по различным технологическим схемам. Калибровка повышает эффективность последующих операций обрушивания и отделения оболочек от ядра.

Отделение оболочек от ядер у подсолнечника и хлопчатника производят в два этапа:

1) разрушение покровных оболочек - **обрушивание**

семян;

разделение рушанки.

Для обрушивания плодов подсолнечника применяют бичевые семенорушки МНР, центробежные обрушивающие машины РЗ-МОС, А1-МЦР и др., рабочий процесс которых основан на методе удара.

Качество процесса оценивается содержанием в материале, выходящем из обрушивающих машин (рушанке), целых ядер и оболочек, нежелательных фракций - разрушенных ядер (*сечки*), целых семян (*целяка*), частично не разрушенных семян (*недоруша*) и масляной пыли.

Разделение рушанки на фракции: ядра, оболочки, целые семена и не доруш осуществляется аспирационными вейками Р1-МСТ, М1С-50, электросепаратором МСР-11. Не доруш и целые семена направляют на повторное обрушивание, ядра - на измельчение.

При переработке масличного сырья, не требующего предварительного отделения плодовых или семенных оболочек (семена рапса, горчицы, льна), операции обрушивания и отделения ядра от покровных тканей исключаются.

Измельчение семян и ядер проводят для разрушения масло-содержащей части клетки и клеточных стенок, которые затрудняют технологические воздействия, необходимые для максимального извлечения масла. При разрушении большая часть масла высвобождается и сразу же покрывает образующуюся поверхность частиц в виде тонких пленок. Полученный материал называется *мяткой*. Необходимая степень измельчения достигается раздавливанием, раскалыванием, истиранием, сжатием и ударными действиями вальцовых станков Б6-МВА, ВС-5, ФВ-600 и др. Качество измельчения зависит от содержания лузги, влажности и температуры. Рекомендуемая влажность подсолнечных ядер, направляемых на измельчение, - 5,5-6 %, содержание лузги - не выше 12 %. Температура семян и ядер при измельчении обычно составляет 20-25 °С.

Для эффективного извлечения масла из мятки необходимо уменьшить поверхностные силы, удерживающие масло. Для этого служит *влажотепловая обработка мятки* (жарение).

Под действием влаги и тепла мятка изменяет свои химические и физико-механические свойства и превращается в мезгу. В производственных условиях процесс приготовления мезги осуществляется в два этапа:

- увлажнение до 8-9 % и одновременное интенсивное кратковременное нагревание мятки до 80-85 °С в инактиваторах или пропарочно-увлажнительных шнеках;
- высушивание и нагрев увлажненной мятки в чанных, барабанных или шнековых жаровнях.

Эффект прессования (глубина отжима масла) зависит от параметров полученной мезги - температуры (100-105 °С), влажности (5-6 %) и достигнутой под их действием глубины денатурации белковых веществ, определяющих физико-механические свойства мезги, поступающей в шнековый пресс. В настоящее время применяют два

измельченного сырья, и *экстракционный*, при котором специально подготовленное масличное сырье обрабатывают органическими растворителями.

После влаготепловой обработки масло из подготовленного материала извлекают однократным способом - методом прямой экстракции или двукратным - методом предварительного прессования с последующей экстракцией жмыха предварительного прессования (см. рис. 1 прил. 17). Двукратное обезжиривание прессованием и экстракцией наиболее универсально. Только при производстве горчичного масла и порошка, из которого производят столовую горчицу и медицинские горчичники, жмых предварительного прессования окончательно обезжиривают повторным (окончательным) прессованием. Для других масличных семян двукратное прессование в промышленных масштабах не применяется.

Механический способ извлечения масла. Рабочими органами шнекового пресса являются зерный цилиндр и расположенный внутри него шнековый вал. Поверхность цилиндра состоит из стальных пластин и имеет

продольные щели для стока масла, в которые не проходят частички мезги.

Подготовленная мезга поступает в ступенчатый барабан пресса, захватывается витками шнекового вала и перемещается к выходу из пресса. При движении по барабану (зеерному цилиндру) происходит сжатие мезги, от нее отделяется масло, а твердые частицы мезги спрессовываются и образуют жмых. Сразу после получения масла проводят его первичную очистку, удаляя механические примеси. Хранение масла, содержащего твердые примеси, неизбежно приведет к ухудшению его качества в результате интенсивных химических и биохимических процессов.

В зависимости от давления на прессуемый материал и масличности выходящего жмыха шнековые прессы делят на прессы для предварительного съема масла (форпрессы) и для окончательного съема (экспеллеры). Форпрессы характеризуются более высокой производительностью (80-100 т семян подсолнечника в сутки) и содержанием масла в жмыхе (14-

Экстракционный способ обеспечивает практически полное извлечение масла.

Растворители, применяемые для экстракции, должны иметь хорошую растворяющую способность по отношению к маслу, но не действовать разрушающе на промышленное оборудование, а также обладать способностью полностью удаляться из масла, не оказывать вредного воздействия на организм человека и быть безопасным при работе с ним. В качестве растворителей в основном применяют гексан, нефрас и экстракционные бензины.

Преимущество первого способа заключается в высокой скорости экстракции, незначительной длительности процесса обезжиривания, простоте конструкции экстракционного аппарата, высоком коэффициенте полезного использования его геометрического объема (до 98 %). При этом способе экстракции исключена возможность образования в аппаратах взрывоопасных смесей воздуха и растворителя.

К числу недостатков экстракции погружением следует

отнести низкую концентрацию конечных мисцелл (10-15 %), высокое содержание в них примесей, значительные габариты экстракторов по высоте.

Экстракция масла способом орошения обеспечивает получение мисцелл повышенной концентрации и чистоты благодаря

самофилтрации мисцеллы через слой экстрагируемого материала. Недостатки - большая длительность экстракции, невысокий коэффициент использования геометрического объема (не выше 45 %) аппарата и возможность образования взрывоопасных концентраций смеси паров растворителя и воздуха внутри аппарата.

В мисцелле, выходящей из экстрактора, содержится от 10 до 35 % масла. В производстве процесс отгонки растворителя из мисцеллы называют дистилляцией. Для отделения масла мисцелла обрабатывается дважды в трубчатом пленчатом дистилляторе, где она упаривается, а затем в распылительном дистилляторе ее обрабатывают горячим паром с применением вакуума до полного удаления растворителя.

Полученный шрот для испарения (отгонки) растворителя аналогично обрабатывают острым паром, подсушивают, охлаждают и измельчают.

Прямую экстракцию в основном используют при переработке низко масличных семян (сои).

Контрольные вопросы

1. Какие растения называют масличными?
Основные масличные культуры РФ.
2. Народно-хозяйственное значение масличных культур.
3. Жирно-кислотный состав масел. Значение различных жирных кислот.
4. Основные операции технологии переработки масличного сырья.
5. Методы очистки масличного сырья.
6. Кондиционирование семян.
7. Какими показателями оценивается процесс обрушивания плодов подсолнечника?
8. Получение мятки. От чего зависит качество измельчения?
9. Этапы приготовления мезги.
10. Механический способ извлечения растительного масла

а) основная литература:

1. Технология хранения, переработки и стандартизация растениеводческой продукции: Допущено УМО в качестве учебника/ В.И. Манжесов, И.А. Попов, Д.С. Щедрин и др.; Ред. В.И. Манжесов. - СПб.: Троицкий мост, 2010. - 704 с.

б) дополнительная литература:

2. Пилипюк, Вадим Леонидович. Технология хранения зерна и семян: Рекомендовано УМО в качестве учебного пособия для вузов/ В.Л. Пилипюк. -М.: Вузовский учебник, 2013. - 457 с.
3. Родригес С. Инновационные технологии переработки плодоовощной продукции / С. Родригес, Ф.А.Н. Фернандес (ред.-сост.). - Пер. с англ. - СПб.: Профессия, 2014. - 456с.
4. Исайчев, Виталий Александрович. Практикум по технологии хранения, переработки и стандартизации продукции растениеводства: Допущено Мс/хРФ в качестве учебного пособия для вузов/ В.А. Исайчев, Ф.А. Мударисов, Н.Н. Андреев. - Ульяновск: ГСХА, 2006. - 487 с.
5. Практикум по технологии хранения и переработки продукции растениеводства: Рекомендовано умо в качестве учебного

- пособия/ В.А. Исайчев, Т.Н. Еремина, Ф.А. Мударисов, Н.Н. Андреев. - Ульяновск: ГСХА, 2005. - 290 с.
6. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства: Допущено УМО в качестве учебного пособия/ В.А. Исайчев, Ф.А. Мударисов, Н.Н. Андреев. - Ульяновск: УГСХА, 2009. - 446 с.
7. Практикум по агробиологическим основам производства, хранения и переработки продукции растениеводства: Допущено в качестве учебного пособия для вузов/ Ред. В.И. Филатов. - М.: КолосС, 2004. - 624 с.

Мунир Мазгутович Гафин

**«ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ
ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА»**

краткий курс лекций

для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции». - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2021.- 195 с.

