

**Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации**

**Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

М.М. Гафин

**ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА**  
краткий курс лекций



**гДимитровград - 2021**

**УДК 664.6**  
**ББК 42.1**

**Гафин М.М.** Технология переработки зерна: краткий курс лекций /М.М. Гафин -  
Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2021.- 62с.

Рецензенты: Шигапов Ильяс Исакович, доктор технических наук, доцент кафедры  
«Технология производства, переработки и экспертизы продукции АПК»  
Технологического института – филиала ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Технология переработки зерна: 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.

© Гафин М.М. 2021

© Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2021

## Лекция 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Основные зерновые культуры.

Стандарты на зерно.

### *Основные зерновые культуры*

Зерно как важнейший продукт сельского хозяйства – это основной источник питания человека, кормовая база продуктивного животноводства и сырье для технического производства.

Зерновые продукты являются основными продуктами питания в силу присущих им отличительных свойств: способности синтезировать большое количество сухих веществ (около 85% всей массы), сохраняться в обычных условиях в течение нескольких лет без существенного изменения свойств, высокой транспортабельности и доступности. По количеству питательных веществ (белков, углеводов, а также минеральных веществ и витаминов группы В) продукты переработки зерна (мука, крупа, хлеб, макаронные изделия) составляют около трети рациона питания человека, обеспечивая более половины энергетической ценности суточного рациона.

По химическому составу зерновые культуры делят на три группы. К первой группе относится зерно, богатое крахмалом. Эта группа представлена хлебными (пшеница, рожь, ячмень, овес) и ложными (кукуруза, рис, просо и семейство гречишных) злаками. Во вторую группу входят культуры, богатые белком (семейство бобовых). Третья группа объединяет масличные культуры, семена которых богаты жиром.

*Пшеница.* В России возделывают в основном два вида пшеницы – мягкие и твердые, причем предпочтение отдают мягким: на их долю приходится более 90% посевов и сборов. По срокам посева пшеница может быть яровой и озимой. Распространены как яровая, так и озимая мягкая пшеница.

У мягкой пшеницы зерно округлое, с хорошо заметной бородкой (опушение на конце зерна, противоположном зародышу), с ярко выраженной глубокой бороздкой, проходящей вдоль зерновки. Отношение длины зерна к его ширине составляет 2 : 1. Цвет зерна мягкой краснозерной пшеницы – красновато-коричневый разных оттенков, у белозерной – светло- желтый. Консистенция зерна различная: эндосперм чаще всего частично стекловидный и мучнистый, реже – стекловидный

Мягкую пшеницу по технологическим (мукомольным и хлебопекарным) достоинствам делят на три группы: сильную, среднюю и слабую. Сильной называется пшеница определенных сортов, имеющая зерно с высоким (не менее 14% сухих веществ) содержанием белка, со стекловидностью не ниже 60%. Мука из такой пшеницы образует упруго- пластичное, неразжижающееся тесто. Хлеб из нее получается большого объема, с хорошим пористым мякишем.

Слабой называется доброкачественная пшеница, отличающаяся низким содержанием белка (менее 11% сухих веществ), в основном мучнистая (стекловидность менее 40%). Слабая пшеница обладает низкими хлебопекарными качествами. Тесто из такой муки быстро ухудшает свои структурно-механические свойства, становится липким, мажущимся, а хлеб получается неудовлетворительного качества, с низким объемом и грубой пористостью. В качестве улучшителя слабой пшеницы используют сильную пшеницу. В то же время из слабой пшеницы получают муку, вполне пригодную для производства мучных кондитерских изделий.

Средняя пшеница – наиболее распространенная. По своим свойствам она занимает промежуточное положение между сильной и слабой. Она обладает хорошими хлебопекарными свойствами, но не может эффективно улучшить слабую пшеницу.

Твердая пшеница значительно отличается от мягкой. Она гораздо лучше противостоит осыпанию, меньше полегает под действием ветров и дождей, так как ее соломина имеет более толстые и прочные стенки. По урожайности твердые сорта пшеницы уступают мягким (озимым). Зерно твердой пшеницы крупнее, чем

мягкой, бородка развита слабо. Цвет зерновки желтый, стекловидность довольно высокая (до 90–100%). Наиболее распространены яровые формы твердой пшеницы. Твердую пшеницу не разделяют на группы по хлебопекарным свойствам. Зерно этой пшеницы в чистом виде имеет низкие хлебопекарные качества, хлеб получается небольшого объема и с плотным мякишем. Клейковина твердой пшеницы отличается высокой упругостью и слабой растяжимостью. Главное назначение твердой пшеницы – получение макаронных изделий. Для получения макаронных изделий хорошего качества пригодны также некоторые сорта яровой мягкой пшеницы, отличающиеся высокой стекловидностью (не менее 60%) и большим содержанием белка.

Из всех злаковых культур пшеница отличается наиболее высоким содержанием белка (9,2–26,8%), однако он неполноценен из-за дефицита лизина и метионина. Содержание белка в яровой пшенице выше, соответственно доля крахмала ниже, чем в озимой. Существует закономерность в накоплении зерном пшеницы белковых веществ: количество белка возрастает по мере продвижения этой культуры с запада на восток и с севера на юг. Твердая пшеница характеризуется гораздо большим содержанием белка, сахара, минеральных веществ и каротиноидов, чем мягкая.

*Рожь* является второй по значению зерновой культурой после пшеницы. Эта в основном озимая культура обладает ценными качествами: нетребовательна к почвенно-климатическим условиям, отличается скороспелостью, высокой урожайностью и зимостойкостью. Форма, строение и химический состав зерна ржи имеют свои особенности. Узкое и длинное зерно ржи (отношение длины зерна к его ширине составляет 3,5 : 1) отличается меньшей массой и большей удельной поверхностью, чем зерно пшеницы, поэтому доля оболочек, алейронового слоя, зародыша у него больше, а доля эндосперма меньше. Оболочки с алейроновым слоем составляют около 20%, зародыш – 3,7% от массы зерна. Поэтому из ржи можно получить меньше сортовой муки, чем из пшеницы. Цвет зерна ржи чаще серо-зеленый, эндосперм обычно мучнистый, реже стекловидный. Общая стекловидность зерна ржи составляет 30–40%.

По сравнению с пшеницей рожь содержит меньше белка (в среднем 9–20%), однако белки ржи более полноценны. Более полезна рожь и по минеральному составу: содержание калия, магния и кальция в ней больше, чем в пшенице. По свойствам белковых веществ и крахмала эти культуры существенно отличаются друг от друга. Белки ржи способны к неограниченному набуханию. При обычных условиях они не образуют клейковину. Крахмал ржи отличается более низкой температурой клейстеризации. В зерне ржи содержатся  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы, в пшенице – только  $\beta$ -амилаза, поэтому крахмал при приготовлении ржаного хлеба легче гидролизуеться и ржаной хлеб черствеет медленнее, чем пшеничный. В зерне ржи содержится почти в 2 раза больше сахаров (мальтозы, глюкозы, сахарозы), чем в пшенице, и сравнительно много слизистых веществ (до 2,8%). Последние являются высокомолекулярными полисахаридами и обладают способностью поглощать большое количество воды, образуя вязкие коллоидные растворы. Эти вещества оказывают влияние на свойства теста и хлеба из ржаной муки: тесто и мякиш такого хлеба более липкие, мякиш хлеба более влажный. Рожь используется для получения муки и солода.

*Ячмень* занимает второе место после пшеницы по объему производства зерна. Ячмень может быть озимым и яровым. В основном выращивают яровые сорта, отличающиеся коротким вегетационным периодом (70 суток). Зерно ячменя пленчатое, на долю пленок приходится 9–14% массы зерна. Под цветочными пленками находятся более тонкие, чем в зерне пшеницы, плодовые и семенные оболочки, в состав которых, как и в цветочные пленки, входят клетчатка и пентозаны. Алейроновый слой состоит из 2–3 рядов крупных толстостенных клеток. Такое строение алейронового слоя сказывается на высокой прочности зерна и повышенном содержании клетчатки и минеральных веществ в ячменной муке и крупе. Эндосперм ячменя может быть мучнистым, полустекловидным и стекловидным. По содержанию белка (7–25%) и сахаров ячмень занимает промежуточное положение между пшеницей и рожью. Белки ячменя незначительны, но более полноценны, чем белки пшеницы. Из муки некоторых сортов ячменя можно, используя теплую воду, отмыть коротковсвущуюся клейковину серого

цвета. В оболочках и пленках ячменя содержатся горькие и дубильные вещества, поэтому при получении крупы от них стараются избавиться.

Ячмень используют для получения муки, крупы, пива, солода, спирта, солодовых экстрактов и ячменного кофе. Для приготовления хлеба ячмень используется в тех районах (северных и т. п.), где выращивание других злаков затруднено. Хлеб из такого зерна получается низкого качества, быстро черствеет, поэтому ячменную муку лучше применять в качестве добавки к пшеничной муке. Для выработки муки и крупы используют стекловидный или полустекловидный ячмень, а для получения пива – мучнистый.

*Овес* – культура продовольственная и фуражная, отличающаяся скороспелостью. Зерно овса – узкое и длинное, пленчатое, белого или желтого цвета, имеет опушение, покрывающее всю его поверхность, цветочные пленки толстые. В состав овса входят клетчатка, пентозаны и минеральные вещества, содержание которых составляет 25–43% массы зерна. Эндосперм белого цвета, мучнистый, содержит много клетчатки. Очень мелкие крахмальные зерна овса соединены в более крупные образования. Содержание крахмала в зерне невелико (25–40%). Белок овса – наиболее полноценный из всех злаковых, особенно по содержанию лизина. Овес отличается высоким содержанием минеральных веществ, в основном соединений фосфора и калия (до 10%). Овес используется для производства солода, различных видов крупы, толокна, диетических продуктов, а также продуктов детского питания. Овсяная мука употребляется также для приготовления киселей и печенья.

### ***Стандарты на зерно***

На все злаковые культуры утверждены соответствующие стандарты. На пшеницу установлен один ГОСТ 9353 «Пшеница. Технические условия», на рожь и ячмень – несколько стандартов в зависимости от требований, предъявляемых к зерну в соответствии с его целевым назначением.

ГОСТ 9353 распространяется на зерно пшеницы, заготавливаемое

государственной заготовительной системой, а также поставляемое на кормовые цели и для выработки комбикормов. Стандарт предусматривает деление пшеницы на типы и подтипы по ботаническим признакам, цвету и стекловидности, дает технические требования, в которых

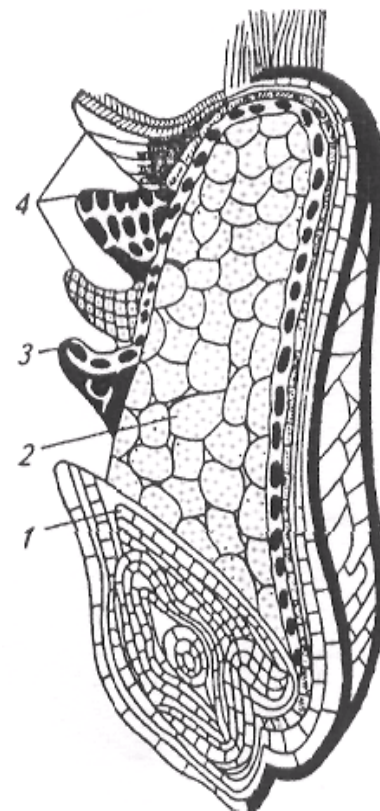
указаны базисные и ограничительные нормы для заготавливаемой пшеницы, а также предусматривает деление пшеницы на классы, дает требования к пшенице, используемой на кормовые цели и для выработки комбикормов, состав основного зерна и различных примесей. Стандарт содержит правила приемки, транспортирования, хранения зерна и методы определения его качества.

При оценке качества зерна определяют органолептические (цвет, запах, вкус) и физико-химические (влажность, засоренность, количество испорченных и поврежденных зерен, зараженность вредителями хлебных запасов, стекловидность, натура, типовой состав, количество и качество клейковины) показатели.

*Морфологическая характеристика, анатомическое строение и состав злаковых культур.* Зерно различных злаковых имеет ряд общих морфологических признаков: мочковатый корень, листья ланцетовидной формы, стебель-соломину, разделенный узлами-перегородками на несколько частей (междоузлий). Соломина может быть пустотелой, но чаще всего заполнена рыхлой тканью – паренхимой, как, например, у кукурузы или сорго. Цветки собраны в соцветия. У одних зерновых культур (пшеница, рожь, ячмень) соцветия представляют сложный колос, отдельные колоски которого находятся на выступах стержня колоса, у других (просо, овес, рис, сорго) – метелку. Особое строение соцветий наблюдается у кукурузы, являющейся раздельнополым растением. Мужские соцветия имеют форму метелки, а женские – форму початка. Плод хлебных злаков называется зерновкой. Злаковые культуры могут быть голозерными (пшеница, рожь) и пленчатыми (ячмень, овес и др.). У голозерных при обмолоте цветочные пленки остаются на колосе или початке и в муку не попадают. У пленчатых культур цветочные пленки прочно срастаются с зерновкой и при помоле не удаляются.



Рассмотрим строение и состав зерновки злаковых культур на примере зерна пшеницы, так как оно типично для всех злаков. Зерно состоит из следующих анатомических частей оболочки 4, алейронового слоя 3, эндосперма 2 и зародыша 1 (рис. 53). Оболочки делятся на плодую и семенную, каждая из которых состоит из нескольких слоев клеток, причем один из слоев семенной оболочки содержит красящие вещества и определяет цвет зерна. Плодовая оболочка сравнительно легко удаляется, в то время как семенная прочно срастается с находящимся под ней алейроновым слоем. Оболочки предохраняют зерно от повреждений и состоят в основном из клетчатки и минеральных веществ. В зерне пшеницы на долю плодовых и семенных оболочек приходится 5–8% его массы. Алейроновый слой, называемый иногда оболочкой эндосперма, представляет собой один ряд очень крупных толстостенных клеток. Стенки клеток состоят из клетчатки, а их внутреннее пространство заполнено питательными веществами, из которых половина приходится на белок, а другая половина включает в основном жир и жироподобные вещества, а также некоторое количество минеральных веществ, сахаров, водорастворимых витаминов и ферментов.



*Рис. 53. Продольный разрез зерна пшеницы: 1 – зародыш;  
2 – эндосперм;  
3 – алейроновый слой; 4 – оболочка*

Крахмала в этом слое нет. Алейроновый слой, масса которого составляет 4–9% массы зерна, играет важную роль при поставке питательных веществ развивающемуся молодому зерну. Эндосперм, или мучнистое ядро, занимает всю внутреннюю часть зерна и составляет до 85% его массы. Он состоит из крупных тонкостенных клеток, заполненных зернами крахмала, которые окружены

частицами белка. Весь крахмал зерна сосредоточен равномерно в эндосперме. Белки распределены в эндосперме неравномерно: наибольшее их количество содержится в его периферийных частях. Других составляющих (жира, минеральных веществ, сахаров и клетчатки) в эндосперме немного. Наряду с белками они находятся в окраинных частях эндосперма – самой ценной части зерна, из которого получают высшие сорта муки. Чем больше эндосперма в зерне, тем больше выход муки (количество муки, полученное из 100 частей зерна). Эндосперм может быть стекловидным, полустекловидным и мучнистым. Стекловидная пшеница отличается от мучнистой более высоким содержанием белка, большей плотностью и твердостью. При переработке в муку такая пшеница дает больший выход муки высших сортов. Зародыш отделен от эндосперма щитком. Несмотря на небольшие размеры (2–3%), зародыш является наиболее важной составной частью зерна, так как в нем находятся первичные органы развития нового растения. Зародыш богат питательными веществами: белками, сахарами, жирами, витаминами и ферментами (примерно половина всех витаминов зерна находится в зародыше). Несмотря на высокую пищевую ценность зародыша, при помоле стараются как можно лучше отделить его от муки, так как он богат жиром, содержащим большое количество непредельных жирных кислот, склонных к прогорканию на воздухе. Мука, не освобожденная от зародыша, нестойка при хранении и будет сравнительно быстро портиться.

Химический состав зерна одной и той же культуры колеблется в широких пределах в зависимости от почвенно-климатических условий, агротехнических мероприятий и генетических особенностей сорта. Средний химический состав основных зерновых культур представлен в табл. 8.

*Таблица 8*

**Средний химический состав основных зерновых культур, мг на 100 г**

Культура	Вода	Белки	Жиры	Моно- и дисахариды	Крахмал и декстрины	Клетчатка	Зольность	Витамины			
								B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	PP	
Пшеница:											
мягкая озимая,	14,0	11,6	2,11	1,2	53,7	2,4	1,7	0,41	0,17	5,04	
мягкая яровая,	14,0	12,7	2,31	0,9	52,4	2,5	1,7	0,46	0,13	7,13	
твердая	14,0	12,5	2,84	0,8	54,9	2,3	1,8	0,37	0,10	4,94	
Рожь	14,0	9,9	2,18	1,5	54,0	2,6	1,7	0,44	0,20	1,30	
Ячмень	14,0	11,5	2,41	1,3	50,1	4,3	2,4	0,33	0,13	4,48	
Овес	13,5	10,2	6,21	1,1	36,1	10,7	3,2	0,48	0,12	1,00	

Из табл. 8 видно, что в зерне злаков больше всего содержится углеводов, а из углеводов больше всего крахмала. Из сахаров в зерне присутствует преимущественно сахароза и в очень небольших количествах мальтоза, глюкоза и фруктоза. В проросшем зерне количество редуцирующих сахаров резко возрастает. Стенки растений состоят из клетчатки и гемицеллюлоз – основных структурных элементов клеток. Их содержание зависит от вида злака: у голозерных их количество невелико, а у пленчатых может достигать 10% и более. Клетчатка вместе с минеральными веществами содержится в основном в оболочках и алейроновом слое, определяя зольность зерна. Примерно половина зольных элементов представлена соединениями фосфора, одна треть – соединениями калия, а остальная часть распределена между кальцием, магнием, железом, натрием и другими элементами.

Содержание жира в злаковых культурах, как правило, невелико. Основную массу азотистых веществ в зерне составляют белки, которые содержатся главным образом в эндосперме (около 65% всего количества белка), а также в алейроновом

слое (около 20%) и зародыше (менее 10%). Наиболее полноценными белками являются белки зародыша, меньшей ценностью обладают белки эндосперма. Некоторые белки, в основном белки пшеницы, при поглощении воды могут образовывать упругоэластичный гель – клейковину, которая определяет объем и пористость хлеба.

Витамины зерна представлены в основном группой В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР), в ограниченном количестве содержатся витамины В<sub>6</sub>, Е, биотин и др. Они локализованы в зародыше, алейроновом слое и в очень небольшом количестве – в эндосперме. Это значит, что чем выше сорт муки, тем меньше в ней содержание витаминов, тем она менее ценна в пищевом отношении.

*Созревание и послеуборочное дозревание зерна.* Сущность процесса созревания зерна состоит в том, что растворимые в воде низкомолекулярные вещества (аминокислоты, сахара и др.), образовавшиеся в зеленых листьях и стеблях, перемещаются в зерно. Сахара, находившиеся в зерне на ранних стадиях созревания, превращаются в крахмал и гемицеллюлозы, из свободных аминокислот синтезируются белки, идет формирование клейковины. По мере созревания зерна пшеницы количество и качество клейковины меняются, клейковина укрепляется. В это же время происходит накопление жира, и активность ферментов постепенно падает.

Зерно полной (технической) спелости имеет пониженные семенные и технологические качества. Полная физиологическая зрелость зерна, при которой оно отличается наивысшей всхожестью и энергией прорастания, наступает через некоторое время в процессе его хранения. Этот период называется периодом послеуборочного дозревания. На этой стадии в зерне продолжают те процессы, которые начались при его созревании. В результате завершается синтез белка, крахмала, жира, уменьшается активность ферментов, снижается интенсивность дыхания – наступает состояние покоя. В ряде случаев отмечалось улучшение технологических показателей зерна. К примеру, в пшенице возрастало содержание сырой клейковины и улучшались ее свойства.

Зерно наиболее быстро дозревает при низкой влажности, температуре 15–30°C и

выше, свободном притоке воздуха к семенам. Кислород не только ускоряет этот процесс, но и ведет к удалению диоксида углерода, образующегося при дыхании зерна и замедляющего эту стадию. При благоприятных условиях хранения процесс послеуборочного дозревания пшеницы требует 1,0–1,5 месяца, а при искусственной сушке его можно сократить до 2–3 недель.

*Хранение зерна.* Зерно может храниться в течение нескольких лет. Основным условием хранения являются определенная влажность зерна (не выше 14%), своевременное проветривание зерна, при котором влажный и теплый воздух хранилища заменяется наружным – холодным и сухим.

Нормальным процессом жизнедеятельности зерна при хранении является дыхание. Различают дыхание аэробное и анаэробное. Преобладающей формой является аэробное дыхание зерна. При любом виде дыхания идет распад сахаров, образовавшихся за счет гидролиза крахмала, с выделением определенного количества энергии. Часть энергии расходуется для внутриклеточной работы, а другая часть выбрасывается в окружающую среду. Сухое созревшее зерно отличается слабой интенсивностью аэробного дыхания, что ведет к сохранению его свойств. При повышенной температуре и влажности интенсивность дыхания возрастает, увеличиваются потери сухого вещества, в зерне накапливается свободная вода, повышается его температура, что благоприятно для самосогревания и порчи зерна, а также для развития микроорганизмов.

При хранении зерно может прорасти за счет попадания в него капельно-жидкой воды, в результате чего резко возрастает активность ферментов, происходит гидролиз белков, жиров, крахмала до низкомолекулярных соединений. В итоге хлебопекарные свойства зерна резко снижаются. Прорастание сопровождается интенсивным дыханием зерна и большими потерями сухих веществ (до 50% и более). Единственным фактором, тормозящим этот процесс, является низкая влажность зерна. Прорастание зерна при хранении недопустимо.

Ухудшение качества зерна при хранении может происходить вследствие его зараженности вредителями хлебных запасов. Наиболее часто зерно повреждается жуками, клещами, реже – гусеницами бабочек. Жуки являются наиболее опасными

вредителями, так как зерном питается сам жук и его личинка, живущая в зерне. При заражении бабочками основной вред причиняют их гусеницы, поедающие зерно. Клещи отличаются малыми размерами (до 1 мм) и способностью к быстрому размножению. Они повреждают зародыш и эндосперм. Все вредители засоряют зерно продуктами своей жизнедеятельности. Пониженная температура и влажность замедляют их развитие. Заражение зерна вредителями хлебных запасов можно предотвратить. Для этого необходимо своевременно очищать, сушить и хранить зерно в чистых, обеззараженных складах, создавая оптимальные условия для хранения. *Основные свойства зерновой массы.* В качестве объекта хранения и переработки рассматривают не просто зерно, а зерновую массу.

Зерновая масса состоит из зерна основной культуры, примесей, микроорганизмов, вредителей и воздуха в межзерновом пространстве. Зерновую массу рассматривают как физическое тело, обладающее определенными физическими свойствами, которые играют важную роль при транспортировании, обработке и хранении зерна.

*Сыпучесть.* Благодаря сыпучести зерновую массу можно легко перемещать как механическим транспортером, так и пневмотранспортом, а также самотеком, заполнять емкость любой конфигурации и свободно выгружать. Сыпучесть связана с неоднородностью зерна. С увеличением влажности зерновой массы и засоренности ее легкими примесями сыпучесть снижается. Сыпучесть проявляется в самосортировании зерна. В результате толчков при перевозках, передвижении зерна по транспортерам, при хранении нарушается однородность зерновой массы: легкие фракции оказываются на поверхности зерна, а тяжелые – внизу.

*Скважистость* характеризуется наличием в зерновой массе межзерновых скважин, заполненных воздухом. Скважистость (в %) определяют по формуле

$$S = \frac{A - a}{A} \cdot 100 \text{ \%},$$

где  $A$  – общий объем зерновой массы, см<sup>3</sup>;

$a$  – истинный объем твердых частиц зерновой массы, см<sup>3</sup>.

Скважистость меняется в широких пределах – от 30% (у проса) до 35–45% (у

ржи, пшеницы) и 80% (у семян подсолнечника).

Благодаря скважистости зерновую массу можно продувать воздухом, что способствует понижению температуры и влажности, обновлению состава воздуха межзернового пространства, ликвидации процесса самосогревания, а также позволяет обрабатывать ее парами различных отравляющих веществ для дезинсекции с целью уничтожения вредителей хлебных запасов.

*Аэродинамические свойства.* Каждая частица зерновой массы имеет свою скорость витания, под которой понимается такая скорость воздушного потока, при которой частица удерживается во взвешенном состоянии. На скорость витания влияет плотность отдельных составляющих зерновой массы. Способность частицы сопротивляться воздушному потоку называется парусностью. Разница в скоростях витания основной культуры и легких примесей позволяет использовать воздушный поток для очистки зерна от примесей.

*Сорбционные свойства.* Зерно обладает способностью поглощать (сорбировать) пары различных веществ и газов из окружающей среды. Сорбционные свойства связаны со скважистостью зерновой массы и капиллярно-пористой коллоидной структурой зерна, т. е. наличием в зерне макро- и микрокапилляров, увеличивающих его активную поверхность. Эти свойства играют важную роль в процессах влагообмена зерна с окружающей средой, а также при его перевозках и хранении, поэтому хранилища и транспортирующие средства не должны иметь посторонних запахов.

*Теплофизические свойства.* Зерновая масса характеризуется низкой теплопроводностью и теплоемкостью, что связано с ее органическим составом и наличием воздуха в межзерновом пространстве, который является плохим проводником теплоты. С точки зрения сохранности зерновых масс эти свойства имеют как положительное значение (охлажденное зимой зерно длительное время остается холодным), так и отрицательное (в результате микробиологических процессов и дыхания самого зерна теплота не выделяется в окружающую среду, в результате чего могут возникнуть очаги самосогревания).

Зерновая масса отличается термовлагопроводностью, т. е. способностью к

перемещению воды за счет градиента температур. При этом на отдельных участках может появиться конденсационная вода. Это явление достигает таких размеров, что может привести к набуханию и даже прорастанию зерна.

### *Контрольные вопросы*

1. Из каких анатомических частей состоит зерновка злаковых культур?
2. Чем отличается зерно ржи от зерна пшеницы?
3. В чем заключаются особенности твердой и мягкой пшеницы?
4. Какими свойствами характеризуется зерновая масса?



## Лекция 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ЗЕРНОВЫХ ПРОДУКТОВ

Характеристика муки.

Характеристика солода.

Характеристика муки

*Классификация муки.* Мука – важнейший продукт переработки зерна. Ее классифицируют по виду, типу и сорту.

Вид муки определяется зерновой культурой, из которой она получена (пшеничная, ржаная, ячменная, овсяная, рисовая, кукурузная, соевая, гречневая).

Наряду с мукой, получаемой из зерна какой-либо одной культуры, возможно производство муки из смеси зерна различных культур (например, из смеси пшеницы и ржи получают пшенично-ржаную муку). В зависимости от свойств пшеничной муки и целевого назначения ее делят на хлебопекарную и муку общего назначения. Хлебопекарную муку получают в основном из мягких сортов пшеницы. Она характеризуется средним выходом эластичной клейковины, хорошей водопоглотительной и сахарообразующей способностью.

В зависимости от белизны или содержания золы, сырой клейковины, а также крупности помола пшеничную хлебопекарную муку подразделяют на следующие сорта: экстра, высший, крупчатка, первый, второй и обойная.

Пшеничную муку общего назначения в зависимости от белизны или содержания золы, сырой клейковины, а также крупности помола подразделяют на следующие типы: М 45–23, М 55–23, МК 55–23, М 75–23, М 100–25, М 125–20, М 145–23. Буква «М» обозначает муку из мягкой пшеницы, буквы «МК» – муку из мягкой пшеницы крупного помола. Первые числа обозначают максимальное содержание золы в муке в пересчете на сухое вещество (в %), умноженное на 100; вторые – наименьшее содержание сырой клейковины в муке (в %).

Пшеничная мука может быть обогащена витаминами, минеральными веществами, хлебопекарными улучшителями, в том числе сухой клейковиной.

Макаронную муку получают помолом твердой или высокостекловидной мягкой пшеницы (со стекловидностью не ниже 60%), причем в твердой пшенице допускается содержание мягкой не более 15%. Макаронная мука отличается большим выходом сырой клейковины, относительно малой влагоемкостью. Мука некоторых видов выпускается только одного типа (ржаная мука может быть только хлебопекарной).

Сорт является основным качественным показателем муки всех видов и типов. Сорт муки связан с ее выходом, т. е. с количеством муки, получаемой из 100 кг зерна. Выход муки выражается в процентах. Чем больше выход муки, тем ниже ее сорт. Из зерна пшеницы вырабатывают хлебопекарную муку шести сортов: «Экстру», крупчатку высшего, первого и второго сортов, обойную; из зерна ржи – трех сортов: сеяную, обдирную и обойную. Кроме того, из смеси пшеницы и ржи выпускают два сорта муки типа обойной: пшенично-ржаную (с соотношением пшеницы и ржи 70 : 30%) и ржано-пшеничную (с соотношением ржи и пшеницы 60 : 40%).

**Помол зерна.** Помол зерна состоит из двух этапов: подготовки зерна к помолу и собственно помола зерна. Подготовка зерна к помолу заключается в составлении помольных партий, очистке зерна от примесей, удалении оболочек и зародыша, кондиционировании.

Партии зерна поступают на предприятия мукомольной промышленности из разных районов произрастания, поэтому качество и технологические свойства их существенно различаются. Для выпуска продукции, удовлетворяющей требованиям стандарта, составляют помольные партии с целью улучшения качества зерна одной партии за счет другой. Смешивать можно полноценное зерно, удовлетворяющее требованиям по зольности, стекловидности и иным показателям, или зерно полноценное и неполноценное (проросшее, морозобойное, пораженное клопом-черепашкой и т. п.).

Морозобойное зерно повреждается морозом при созревании. Степень повреждения зависит от фазы зрелости: чем менее зрелое зерно, тем более глубокие изменения оно претерпевает. Поврежденные зерна становятся

морщинистыми, приобретают серо-зеленый цвет, в них не происходит в полной мере синтез белков и крахмала, они содержат большое количество сахаров и декстринов, отличаются повышенной активностью  $\alpha$ -амилазы. Хлебобпекарные свойства такого зерна резко снижены: хлеб получается с заминающимся мякишем, темный, с солодовым привкусом и плохой пористостью.

Получить хлеб хорошего качества из муки проросшего зерна без дополнительных мероприятий невозможно. Мука из такого зерна отличается повышенной активностью всех ферментов, в том числе  $\alpha$ -амилазы. Хлеб имеет липкий мякиш и темноокрашенную корку.

Зерно может повреждаться клопом-черепашкой – наиболее часто встречающимся вредителем. На поверхности зерна появляется темная точка укуса, окруженная пятном сморщившейся беловатой оболочки, внутри которой под влиянием мощных протеолитических ферментов, выделяемых слюнными железами клопа-черепашки и попадающих в зерно при укусе, происходят глубокие изменения. В результате укуса начинается глубокий протеолиз, снижается содержание белка, ослабляется клейковина и уменьшается ее количество. Тесто становится жидким, хлеб получается низкого качества, с небольшим объемом, плотный.

Для очистки зерна от примесей, отличающихся размерами и аэродинамическими свойствами, применяют сепараторы. Зерновую массу очищают, последовательно просеивая на ситах и продувая его восходящим потоком воздуха. Скорость воздушного потока меньше скорости витания основной культуры, в результате чего легкие примеси уносятся воздушной струей, а основное зерно остается.

Примеси, не схожие с зерном по форме (семена куколя, овсюга и др.), отделяют на триерах, рабочими органами которых являются вращающиеся барабаны или диски с ячейками на их поверхности. Триеры, служащие для отделения зерна от коротких примесей, называются куколетборочными машинами, в которых мелкие примеси попадают в ячейки и выбрасываются на лотки, а сходом идет очищенное зерно. Зерно очищается от длинных примесей на триерах, называемых овсюгоотборочными машинами. В них размер ячеек соответствует размерам зерна, поэтому основная

культура попадает в ячеи, а примеси идут сходом.

В дальнейшем зерно подвергается очистке от металломагнитных примесей. Магнитный контроль ведется неоднократно: при выходе зерна из сепаратора, перед его обработкой в обоечных, щеточных машинах и т. д.

В зерновой массе, прошедшей через сепараторы и триеры, содержится большое количество пыли. Кроме того, зерно содержит не полностью удаленные оболочки и зародыш. Для дальнейшей очистки зерна применяют обоечные и щеточные машины. Внутренняя поверхность барабана в обоечной машине – наждачная, в щеточной – металлическая. Внутри барабана на валу укреплены плоские бичи или щетки. Поступающее зерно подхватывается бичами и отбрасывается к цилиндрической поверхности. Очистка зерна происходит за счет многократных ударов и интенсивного трения его о бичи и рабочую поверхность барабана. При выходе из машины легкие примеси уносятся воздушным потоком. В обоечной машине из зерна удаляется пыль, борода и частично зародыш, в щеточной происходит отделение оставшихся на поверхности оболочек и зародыша. Из щеточной машины выходит зерно с гладкой полированной поверхностью.

При сортовом помоле загрязненное зерно моют и подвергают гидротермической обработке, которая включает в себя увлажнение и отволаживание зерна. Сухие оболочки зерна при помоле сильно измельчаются и, попадая в муку, увеличивают ее зольность. При увлажнении зерна оболочки становятся эластичными, их связь с эндоспермом ослабляется, в то время как сам эндосперм остается сухим и хрупким. При помоле оболочки отделяются от зерна в виде крупных пластинок, что облегчает их последующее выделение при просеивании.

Существуют различные способы кондиционирования в зависимости от качества исходного зерна. При холодном кондиционировании зерно увлажняют водой с температурой 18–20°C, подогретой до температуры 35°C, и оставляют на отволаживание в течение 12–14 ч. При этом усиливается действие ферментов, идут процессы протеолиза белка и ослабления клейковины. Холодное кондиционирование применяют для обработки зерна, содержащего клейковину с

малой растяжимостью. Если зерно содержит слабую клейковину, то для ее укрепления необходимо уменьшить активность ферментов. В этом случае используют горячее кондиционирование. Увлажненное зерно выдерживают в кондиционерах при температуре 55–60°С с последующим охлаждением, а затем направляют в бункера для отволаживания, которое длится меньше, чем при холодном кондиционировании. При скоростном кондиционировании для увлажнения зерна используют водяной пар.

Непосредственно перед помолом поверхность зерна дополнительно увлажняют, чтобы увеличить влажность оболочек и полнее отделить их от эндосперма. Схема подготовки зерна к помолу может быть сокращенной или развернутой в зависимости от типа зерновой культуры, ее качества, типа помола и т. д. Для сортового помола пшеницы применяют развернутую схему, которая включает следующие стадии: первое сепарирование, очистку на куколке- и овсюгоотборочных машинах, первую очистку на обоечных машинах, второе сепарирование, мойку и первое кондиционирование (любым способом в зависимости от свойств зерна), вторую очистку на обоечных машинах, третье сепарирование, второе кондиционирование (холодное), третью очистку на щеточных машинах, увлажнение.

Помол зерна состоит из двух операций: собственно помола зерна и просеивания продуктов помола. Помолы могут быть разовыми и повторительными.

*Разовый помол* – наиболее простой, при котором зерно за один прием полностью измельчают в муку вместе с оболочками. Мука отличается низким качеством, имеет темный цвет, неоднородна по размеру частиц. Для улучшения качества муки разового помола из нее путем просеивания отбирают некоторое количество крупных оболочек (отрубей). Разовые помолы осуществляются на молотковых дробилках и имеют ограниченное применение.

*Повторительные помолы* более совершенны. Зерно измельчают в муку путем многократного прохождения его через измельчающие машины. При этом после каждого измельчения продукт сортируют в просеивающих машинах.

Основным видом измельчающего оборудования являются вальцовые станки. Главные рабочие органы – два цилиндрических чугуновых вальца одинакового диаметра – расположены под углом и вращаются навстречу друг другу с разными скоростями. Поверхность вальцов рифленая. Зазор между ними устанавливается в зависимости от крупности помола.

Зерно, попадая между вальцами, задерживается нижним вальцом, имеющим меньшую скорость вращения, и скалывается, растирается рифлями верхнего быстро вращающегося вальца. После каждого вальцового станка устанавливается рассев с набором сит разных размеров, расположенных друг под другом, для сортировки продуктов по крупности частиц. При просеивании получают две фракции: сход, состоящий из частиц, не прошедших через отверстия сита, и проход, состоящий из частиц, прошедших через сито.

Верхний сход является наиболее крупной фракцией с размером частиц 1,0–1,6 мм. Следующие по крупности фракции называются крупками (размер частиц 0,31–1,0 мм) и дунстами (размер частиц 0,16–0,31 мм). Самая мелкая фракция, идущая проходом, образует муку (размер частиц менее 0,16 мм).

Вальцовый станок вместе с рассевом образует систему. Системы бывают драными и размольными. В драных системах вальцы рифленые, отношение скорости быстро вращающегося вальца к скорости медленно вращающегося составляет 2,5 ( $K = 2,5$ ). Они служат для дробления зерна до крупок и дунстов. В размольных системах вальцы шероховатые ( $K = 1,5$ ). Они превращают промежуточные продукты помола (крупку и дунсты) в муку.

Повторительные помолы могут быть простыми и сложными. Простой повторительный помол состоит из одного драного процесса либо драного и сокращенного размольного процессов. Зерно последовательно измельчают на нескольких (3–4) вальцовых станках. После каждого станка смесь просеивают и отбирают муку в виде прохода с нижнего сита. Более крупные сходы с сит направляют на следующую пару вальцов. Такую операцию повторяют до тех пор, пока все частицы не превратятся в муку.

Муку со всех рассевов объединяют, подвергают контрольному просеиванию и

полу- чают муку одного сорта. Можно организовать работу таким образом, чтобы с последнего отсева сходили отруби. При обойном помоле выход ржаной муки составляет 95%, количество отрубей – 2%, а выход пшеничной муки – 95% при выходе отрубей 1%. Отобрав 9% отрубей, можно получить ржаную обдирную муку с выходом 87%.

Сложные повторительные помолы могут быть без обогащения крупок (для получения, например, ржаной сеяной муки с выходом 63%) и с обогащением крупок (для получения сортовой муки). При сложном помоле с обогащением крупок очистку и кондиционирование зерна ведут по развернутой схеме. Затем зерно дробят на сравнительно крупные части на нескольких драных системах (например, на шести). После просеивания верхний сход с первой системы идет на вальцовый станок второй системы, верхний сход со второй системы направляют на вальцовый станок третьей системы и т. д. С последней драной системы верхний сход является отрубями. Крупки и дунсты, отбираемые со средних сит отсева, направляют на обогащение. Проходы со всех сит соединяют и получают муку первого или второго сорта.

При сложных помолах в драном процессе стремятся с первых 3–4 систем получить как можно больше крупок и меньше муки. Крупки и дунсты, получаемые на этих системах, характеризуются малой зольностью и называются продуктами первого качества в отличие от крупок и дунстов второго качества, отбираемых на последующих драных системах и имеющих более высокую зольность.

Обогащение смеси крупок и дунстов ведут по крупности и качеству на ситовечных машинах, основным рабочим органом которых является сортировочное сито, разделенное на секции. Каждая секция имеет сито с определенными размерами ячеек. Через сито снизу вверх подается воздух. Сквозь первые самые мелкие сита проходят наиболее качественные крупки, богатые эндоспермом, которые затем идут на первые размольные системы и дают муку высших сортов. Крупки, содержащие большое количество оболочек, отделяются как более легкие на последующих ситах. Затем их подвергают шлифовке, т. е. повторному дроблению, просеиванию и обработке на ситовечных машинах для

отделения остатков оболочек и зародыша. Только после такой обработки они направляются на последующие размольные системы, образуя муку более низких сортов. Количество размольных систем примерно в два раза больше числа драных. С последних драной и размольной систем отбирают отруби, выделяя при этом некоторое количество муки более низких сортов.

Сложный помол с обогащением крупок позволяет выпускать муку различных сортов. При пропускании через единый контрольный рассев муки со всех драных и размольных систем получают односортную муку. Такой помол называется односортным. Например, можно получить пшеничную муку первого сорта 72%-ного выхода, можно получить муку двух сортов (двухсортный помол). В этом помоле фракции муки, отбираемые с первых размольных систем, будут составлять муку первого сорта. Ее отбирают в количестве 40%, остальные 38% будут представлять муку второго сорта. Общий выход муки составит 78%. Можно такое же количество муки (78%) при сложном помоле разделить на три сорта (трехсортный помол). Например, в высший сорт можно направить 25% муки, в первый сорт – 40% и во второй сорт – 13%.

*Химический состав и качество муки.* Химический состав муки зависит от состава исходного зерна и сорта муки. При помоле зерна, особенно при сортовом, стремятся максимально удалить оболочки и зародыш, поэтому в муке содержится меньше клетчатки, минеральных веществ, жира, белка и больше крахмала, чем в зерне. Более высокие сорта муки получают из центральной части эндосперма, поэтому в их состав входит больше крахмала и меньше белков, сахаров, жира, минеральных солей, витаминов, которые в основном сосредоточены в его периферийных частях. Наибольшее количество белка содержится в муке первого сорта, далее следует мука высшего, второго сортов и обойная.

Пшеничная мука имеет следующий средний химический состав (в %): крахмал – 66–79,

клетчатка – 0,1–1,9, сахара – 1,5–3, белки – 10,3–12,5, жир – 0,9–1,9, зола – 0,5–1,5.

ГОСТ Р 52189–2003 на муку пшеничную предусматривает оценку ее качества по органолептическим и физико-химическим показателям. К первой группе



относятся цвет, запах, вкус и содержание минеральных примесей. Цвет муки должен быть белым с разными оттенками в зависимости от сорта, запах и вкус должны быть свойственны нормальной муке, вкус – без посторонних привкусов, не кислый, не горький, запах – не затхлый, без признаков плесени. Содержание минеральной примеси определяется при разжевывании муки. При этом не должен ощущаться хруст.

К физико-химическим показателям качества муки относят прежде всего влажность. Она имеет большое значение, так как по влажности устанавливается выход хлеба. Влажность влияет на сохранность муки. Базисная влажность, на которую планируется выход изделий, равна 14,5%, допустимая стандартная влажность муки – 15,0%.

Зольность является основным показателем сорта муки. Минеральные вещества распределены в зерне неравномерно: главная их масса находится в оболочках и зародыше, поэтому мука сорта «Экстра», представляющая практически чистый эндосперм, характеризуется невысокой зольностью (не более 0,45%). Мука первого, а тем более второго сорта отличается большей зольностью – соответственно не более 0,75 и 1,25%.

Крупность помола определяется размером частиц муки. Чем выше сорт муки, тем она мельче. Хлеб лучшего качества получается из муки с равномерной крупностью и оптимальными размерами частиц.

Количество клейковины в пшеничной муке разных сортов должно быть не ниже определенных значений: не менее 28% – для муки высшего сорта, 30% – для первого сорта, 25% – для второго сорта, 20% – для обойной. По качеству клейковина должна быть не ниже второй группы.

Содержание металломагнитных примесей в муке не должно превышать 3 мг на 1 кг, зараженность вредителями хлебных запасов не допускается.

Кислотность не является обязательным показателем качества – ее определение не предусмотрено стандартами. Однако она широко применяется для контроля качества муки. Кислотность муки влияет на кислотность теста и хлеба. Она характеризует свежесть муки и условия ее хранения. В процессе хранения

кислотность муки возрастает, особенно при повышенной температуре и влажности воздуха. Кислотность зависит от сорта муки: у низших сортов она больше.

С целью оценки пригодности муки для получения качественного хлеба определяют ее хлебопекарные свойства, к которым относят газообразующую способность муки, «си-лу» муки, ее цвет и способность к потемнению.

Газообразующая способность муки характеризуется количеством диоксида углерода, выделившегося за 5 ч брожения теста, приготовленного из 100 г муки, 60 мл воды и 10 г прессованных дрожжей. Она зависит от содержания собственных сахаров муки и ее сахарообразующей способности. Для муки нормального качества газообразующая способность составляет 1300–1600 мл  $\text{CO}_2$  муки, т. е. способность образовывать тесто, обладающее определенными структурно-механическими свойствами, зависит от количества и качества клейковины.

Цвет муки определяется цветом эндосперма зерна, а также цветом и количеством в муке отрубистых частей зерна. Способность муки к потемнению в процессе ее переработки связана с образованием меланинов за счет действия полифенолоксидазы на свободный тирозин. Хлебопекарная мука не должна темнеть в процессе ее переработки.

### *Характеристика солода*

Солодом называют пророщенное и высушенное в специально созданных условиях

зерно. При проращивании в зерне накапливается много различных ферментов, которые

значительно изменяют исходный состав зерна. В процессе сушки происходит взаимодействие продуктов гидролиза белков и углеводов, что сопровождается образованием меланоидинов и других веществ, обладающих темной окраской, специфическим вкусом и ароматом. При высушивании свежепросоженного солода

при температуре 40–85°C получается ферментативно активный светлый солод. При более высоких температурах высушивания (выше 105°C) образуется темный, ферментативно неактивный солод. Солод получают в виде целых или измельченных зерен.

Солод используется при производстве хлебобулочных изделий, пива, полисолодовых экстрактов, получаемых из смеси кукурузного, овсяного и пшеничного солодов, концентрата квасного сусла, хлебного кваса, безалкогольных напитков и этилового спирта.

В спиртовом производстве применяется смесь свежепросоженных солодов различных злаковых культур, которая служит источником ферментов для осахаривания крахмалосодержащего сырья (пшеницы, кукурузы, картофеля и др.). Качество солода, предназначенного для производства этанола, оценивается как хорошее, среднее и удовлетворительное соответственно по следующим показателям: декстринолитическая способность (ДС) – 35; 30; 20–25 мг/(г · ч), осахаривающая способность (ОсП) – 3,5; 2,6; 1,75 ед/г. При производстве пива, полисолодовых экстрактов, концентрата квасного сусла и безалкогольных напитков в качестве основного сырья используют сухой солод, который служит источником ферментов, витаминов, ароматических, красящих и минеральных веществ. Качество таких солодов оценивается по физико-химическим и органолептическим показателям (табл. 9, 10).

Таблица 9

### Физико-химические показатели солода

Солод	Показатели качества				
	Содержание воды, %	Продолжительность осахаривания	Экстрактивность, % на СВ	Кислотность, см <sup>3</sup> 1 н р-ра щелочи на	Цветность, см <sup>3</sup> 1 н р-ра йода на 100

		более	ния, мин, не более	не менее	100 г сухого солода	г сухого солода
1		2	3	4	5	6
Пивоварен ный	Светлый					
	Высокого качества	4,5	15	79	0,9–1,1	0,18
	I класса	5	20	78	0,9–1,2	0,2
	II класса	6	25	76	0,9–1,3	0,4
	Карамельный					
	I класса	6	–	75	–	20
	II класса	6	–	70	–	20
	Жженный	6	–	70	–	100

*Окончание табл. 9*

1		2	3	4	5	6
Ржаной	Фермент и- рованный	8	– 25	85	35	10–20
	Неферме н- тированн ый	8		80	17	до 5
Для получения солодовых	Пшеничн ый	8	30	75	0,8–1,2	0,3
	Кукурузн	8		78	0,9–1,1	0,1–0,3

экстрактов	ый Овсяный	8	3050	0,8–1,3	0,4
------------	---------------	---	------	---------	-----

Таблица 10

### Органолептические показатели солода

Показатель	Солод	
	неферментированный	ферментированный
Цвет	Светло-желтый с сероватым оттенком	От коричневого до темно-бурого с красноватым оттенком
Вкус	Сладковатый	Кисло-сладкий, приближающийся к вкусу ржаного хлеба, без горького пригорелого
Запах	Свойственный данному виду солода, без запаха плесени и гнили	Свойственный данному виду солода, без запаха плесени и гнили

В хлебопекарном производстве применяют измельченный, ржаной, светлый неферментированный и темный ферментированный солод.

Кроме светлого и темного солодов, являющихся основой для приготовления пивного

сусла, в пивоваренном производстве находят применение специальные ячменные сорта

солода, которые предназначены для корректировки и улучшения условий проведения технологических операций и процессов приготовления пивного сусла, брожения и дображивания (I группа) или для улучшения цвета, вкуса и аромата пивного сусла и готового пива (II группа).

К I группе относятся: высокоферментированный солод (диастатический солод, диафарин) длительного и ускоренного ращения, солод для подкисления затора (протеолитический солод). Применение такого солода дает определенные технологические и экономические преимущества, особенно при использовании несоложенного сырья. Вторая группа представлена красящими (карамельным и темным), цветным (жженым), ароматным (топленым или ферментированным), меланоидиновым и витаминным солодами. Эта группа обеспечивает сортовые особенности пива, улучшает его качество и стойкость.

### *Контрольные вопросы*

1. В чем заключается подготовка зерна к помолу?
2. Как получают муку сложным повторительным помолом?
3. Какими физико-химическими показателями характеризуется качество муки?
4. Каков химический состав муки?
5. Что такое солод и какова его роль в производстве?
6. Какие виды солода используют в пищевой промышленности?

### *Характеристика муки*

155

*Классификация муки.* Мука – важнейший продукт переработки зерна. Ее классифицируют по виду, типу и сорту.

Вид муки определяется зерновой культурой, из которой она получена (пшеничная, ржаная, ячменная, овсяная, рисовая, кукурузная, соевая, гречневая).

Наряду с мукой, полу-чаемой из зерна какой-либо одной культуры, возможно производство муки из смеси зерна различных культур (например, из смеси пшеницы и ржи получают пшенично-ржаную муку). В зависимости от свойств пшеничной муки и целевого назначения ее делят на хлебо-пекарную и муку общего назначения. Хлебопекарную муку получают в основном из мягких сортов пшеницы. Она характеризуется средним выходом эластичной клейковины, хорошей водопоглотительной и сахарообразующей способностью.

В зависимости от белизны или содержания золы, сырой клейковины, а также крупности помола пшеничную хлебопекарную муку подразделяют на следующие сорта: экстра, высший, крупчатка, первый, второй и обойная.

Пшеничную муку общего назначения в зависимости от белизны или содержания золы, сырой клейковины, а также крупности помола подразделяют на следующие типы: М 45–23, М 55–23, МК 55–23, М 75–23, М 100–25, М 125–20, М 145–23. Буква «М» обозначает муку из мягкой пшеницы, буквы «МК» – муку из мягкой пшеницы крупного помола. Первые числа обозначают максимальное содержание золы в муке в пересчете на сухое вещество (в %), умноженное на 100; вторые – наименьшее содержание сырой клейковины в муке (в %).

Пшеничная мука может быть обогащена витаминами, минеральными веществами, хлебопекарными улучшителями, в том числе сухой клейковиной.

Макаронную муку получают помолом твердой или высокостекловидной мягкой пшеницы (со стекловидностью не ниже 60%), причем в твердой пшенице допускается содержание мягкой не более 15%. Макаронная мука отличается большим выходом сырой клейковины, относительно малой влагоемкостью. Мука некоторых видов выпускается только одного типа (ржаная мука может быть только хлебопекарной).

Сорт является основным качественным показателем муки всех видов и типов. Сорт муки связан с ее выходом, т. е. с количеством муки, получаемой из 100 кг

зерна. Выход муки выражается в процентах. Чем больше выход муки, тем ниже ее сорт. Из зерна пшеницы вырабатывают хлебопекарную муку шести сортов: «Экстру», крупчатку высшего, первого и второго сортов, обойную; из зерна ржи – трех сортов: сеяную, обдирную и обойную. Кроме того, из смеси пшеницы и ржи выпускают два сорта муки типа обойной: пшенично-ржаную (с соотношением пшеницы и ржи 70 : 30%) и ржано-пшеничную (с соотношением ржи и пшеницы 60 : 40%).

**Помол зерна.** Помол зерна состоит из двух этапов: подготовки зерна к помолу и собственно помола зерна. Подготовка зерна к помолу заключается в составлении помольных партий, очистке зерна от примесей, удалении оболочек и зародыша, кондиционировании.

Партии зерна поступают на предприятия мукомольной промышленности из разных районов произрастания, поэтому качество и технологические свойства их существенно различаются. Для выпуска продукции, удовлетворяющей требованиям стандарта, составляют помольные партии с целью улучшения качества зерна одной партии за счет другой. Смешивать можно полноценное зерно, удовлетворяющее требованиям по зольности, стекловидности и иным показателям, или зерно полноценное и неполноценное (проросшее, морозобойное, пораженное клопом-черепашкой и т. п.).

Морозобойное зерно повреждается морозом при созревании. Степень повреждения зависит от фазы зрелости: чем менее зрелое зерно, тем более глубокие изменения оно претерпевает. Поврежденные зерна становятся морщинистыми, приобретают серо-зеленый цвет, в них не происходит в полной мере синтез белков и крахмала, они содержат большое количество сахаров и декстринов, отличаются повышенной активностью  $\alpha$ -амилазы. Хлебопекарные свойства такого зерна резко снижены: хлеб получается с заминающимся мякишем, темный, с солодовым привкусом и плохой пористостью.

Получить хлеб хорошего качества из муки проросшего зерна без дополнительных мероприятий невозможно. Мука из такого зерна отличается повышенной активностью всех ферментов, в том числе  $\alpha$ -амилазы. Хлеб имеет



липкий мякиш и темноокрашенную корку.

Зерно может повреждаться клопом-черепашкой – наиболее часто встречающимся вредителем. На поверхности зерна появляется темная точка укуса, окруженная пятном сморщившейся беловатой оболочки, внутри которой под влиянием мощных протеолитических ферментов, выделяемых слюнными железами клопа-черепашки и попадающих в зерно при укусе, происходят глубокие изменения. В результате укуса начинается глубокий протеолиз, снижается содержание белка, ослабляется клейковина и уменьшается ее количество. Тесто становится жидким, хлеб получается низкого качества, с небольшим объемом, плотный.

Для очистки зерна от примесей, отличающихся размерами и аэродинамическими свойствами, применяют сепараторы. Зерновую массу очищают, последовательно просеивая на ситах и продувая его восходящим потоком воздуха. Скорость воздушного потока меньше скорости витания основной культуры, в результате чего легкие примеси уносятся воздушной струей, а основное зерно остается.

Примеси, не схожие с зерном по форме (семена куколя, овсюга и др.), отделяют на триерах, рабочими органами которых являются вращающиеся барабаны или диски с ячейками на их поверхности. Триеры, служащие для отделения зерна от коротких примесей, называются куколетборочными машинами, в которых мелкие примеси попадают в ячейки и выбрасываются на лотки, а сходом идет очищенное зерно. Зерно очищается от длинных примесей на триерах, называемых овсюгоотборочными машинами. В них размер ячеек соответствует размерам зерна, поэтому основная культура попадает в ячейки, а примеси идут сходом.

В дальнейшем зерно подвергается очистке от металломагнитных примесей. Магнитный контроль ведется неоднократно: при выходе зерна из сепаратора, перед его обработкой в обоечных, щеточных машинах и т. д.

В зерновой массе, прошедшей через сепараторы и триеры, содержится большое количество пыли. Кроме того, зерно содержит не полностью удаленные оболочки и зародыш. Для дальнейшей очистки зерна применяют обоечные и щеточные машины. Внутренняя поверхность барабана в обоечной машине –

наждачная, в щеточной – металлическая. Внутри барабана на валу укреплены плоские бичи или щетки. Поступающее зерно подхватывается бичами и отбрасывается к цилиндрической поверхности. Очистка зерна происходит за счет многократных ударов и интенсивного трения его о бичи и рабочую поверхность барабана. При выходе из машины легкие примеси уносятся воздушным потоком. В обоечной машине из зерна удаляется пыль, бородка и частично зародыш, в щеточной происходит отделение оставшихся на поверхности оболочек и зародыша. Из щеточной машины выходит зерно с гладкой полированной поверхностью.

При сортовом помоле загрязненное зерно моют и подвергают гидротермической обработке, которая включает в себя увлажнение и отволаживание зерна. Сухие оболочки зерна при помоле сильно измельчаются и, попадая в муку, увеличивают ее зольность. При увлажнении зерна оболочки становятся эластичными, их связь с эндоспермом ослабляется, в то время как сам эндосперм остается сухим и хрупким. При помоле оболочки отделяются от зерна в виде крупных пластинок, что облегчает их последующее выделение при просеивании.

Существуют различные способы кондиционирования в зависимости от качества исходного зерна. При холодном кондиционировании зерно увлажняют водой с температурой 18–20°C, подогретой до температуры 35°C, и оставляют на отволаживание в течение 12–14 ч. При этом усиливается действие ферментов, идут процессы протеолиза белка и ослабления клейковины. Холодное кондиционирование применяют для обработки зерна, содержащего клейковину с малой растяжимостью. Если зерно содержит слабую клейковину, то для ее укрепления необходимо уменьшить активность ферментов. В этом случае используют горячее кондиционирование. Увлажненное зерно выдерживают в кондиционерах при температуре 55–60°C с последующим охлаждением, а затем направляют в бункера для отволаживания, которое длится меньше, чем при холодном кондиционировании. При скоростном кондиционировании для увлажнения зерна используют водяной пар.

Непосредственно перед помолом поверхность зерна дополнительно

увлажняют, что-бы увеличить влажность оболочек и полнее отделить их от эндосперма. Схема подготовки зерна к помолу может быть сокращенной или развернутой в зависимости от типа зерновой культуры, ее качества, типа помола и т. д. Для сортового помола пшеницы применяют развернутую схему, которая включает следующие стадии: первое сепарирование, очистку на куколе- и овсюгоотборочных машинах, первую очистку на обоечных машинах, второе сепарирование, мойку и первое кондиционирование (любым способом в зависимости от свойств зерна), вторую очистку на обоечных машинах, третье сепарирование, второе кондиционирование (холодное), третью очистку на щеточных машинах, увлажнение.

Помол зерна состоит из двух операций: собственно помола зерна и просеивания продуктов помола. Помолы могут быть разовыми и повторительными.

*Разовый помол* – наиболее простой, при котором зерно за один прием полностью измельчают в муку вместе с оболочками. Мука отличается низким качеством, имеет темный цвет, неоднородна по размеру частиц. Для улучшения качества муки разового помола из нее путем просеивания отбирают некоторое количество крупных оболочек (отрубей). Разовые помолы осуществляются на молотковых дробилках и имеют ограниченное применение.

*Повторительные помолы* более совершенны. Зерно измельчают в муку путем многократного прохождения его через измельчающие машины. При этом после каждого измельчения продукт сортируют в просеивающих машинах.

Основным видом измельчающего оборудования являются вальцовые станки. Главные рабочие органы – два цилиндрических чугунных вальца одинакового диаметра – расположены под углом и вращаются навстречу друг другу с разными скоростями. Поверхность вальцов рифленая. Зазор между ними устанавливается в зависимости от крупности помола.

Зерно, попадая между вальцами, задерживается нижним вальцом, имеющим меньшую скорость вращения, и скалывается, растирается рифлями верхнего быстро вращающегося вальца. После каждого вальцового станка устанавливается

рассев с набором сит разных размеров, расположенных друг под другом, для сортировки продуктов по крупности частиц. При просеивании получают две фракции: сход, состоящий из частиц, не прошедших через отверстия сита, и проход, состоящий из частиц, прошедших через сито.

Верхний сход является наиболее крупной фракцией с размером частиц 1,0–1,6 мм. Следующие по крупности фракции называются крупками (размер частиц 0,31–1,0 мм) и дунстами (размер частиц 0,16–0,31 мм). Самая мелкая фракция, идущая проходом, образует муку (размер частиц менее 0,16 мм).

Вальцовый станок вместе с рассевом образует систему. Системы бывают драными и размольными. В драных системах вальцы рифленые, отношение скорости быстро вращающегося вальца к скорости медленно вращающегося составляет 2,5 ( $K = 2,5$ ). Они служат для дробления зерна до крупок и дунстов. В размольных системах вальцы шероховатые ( $K = 1,5$ ). Они превращают промежуточные продукты помола (крупку и дунсты) в муку.

Повторительные помолы могут быть простыми и сложными. Простой повторительный помол состоит из одного драного процесса либо драного и сокращенного размольного процессов. Зерно последовательно измельчают на нескольких (3–4) вальцовых станках. После каждого станка смесь просеивают и отбирают муку в виде прохода с нижнего сита. Более крупные сходы с сит направляют на следующую пару вальцов. Такую операцию повторяют до тех пор, пока все частицы не превратятся в муку.

Муку со всех рассевов объединяют, подвергают контрольному просеиванию и получают муку одного сорта. Можно организовать работу таким образом, чтобы с последнего отсева сходили отруби. При обойном помоле выход ржаной муки составляет 95%, количество отрубей – 2%, а выход пшеничной муки – 95% при выходе отрубей 1%. Отобрав 9% отрубей, можно получить ржаную обдирную муку с выходом 87%.

Сложные повторительные помолы могут быть без обогащения крупок (для получения, например, ржаной сеяной муки с выходом 63%) и с обогащением крупок (для получения сортовой муки). При сложном помоле с обогащением

крупок очистку и кондиционирование зерна ведут по развернутой схеме. Затем зерно дробят на сравнительно крупные части на нескольких драных системах (например, на шести). После просеивания верхний сход с первой системы идет на вальцовый станок второй системы, верхний сход со второй системы направляют на вальцовый станок третьей системы и т. д. С последней драной системы верхний сход является отрубями. Крупки и дунсты, отбираемые со средних сит рассева, направляют на обогащение. Проходы со всех сит соединяют и получают муку первого или второго сорта.

При сложных помолах в драном процессе стремятся с первых 3–4 систем получить как можно больше крупок и меньше муки. Крупки и дунсты, получаемые на этих системах, характеризуются малой зольностью и называются продуктами первого качества в отличие от крупок и дунстов второго качества, отбираемых на последующих драных системах и имеющих более высокую зольность.

Обогащение смеси крупок и дунстов ведут по крупности и качеству на ситовечных машинах, основным рабочим органом которых является сортировочное сито, разделенное на секции. Каждая секция имеет сито с определенными размерами ячеек. Через сито снизу вверх подается воздух. Сквозь первые самые мелкие сита проходят наиболее качественные крупки, богатые эндоспермом, которые затем идут на первые размольные системы и дают муку высших сортов. Крупки, содержащие большое количество оболочек, отделяются как более легкие на последующих ситах. Затем их подвергают шлифовке, т. е. повторному дроблению, просеиванию и обработке на ситовечных машинах для отделения остатков оболочек и зародыша. Только после такой обработки они направляются на последующие размольные системы, образуя муку более низких сортов. Количество размольных систем примерно в два раза больше числа драных. С последних драной и размольной систем отбирают отруби, выделяя при этом некоторое количество муки более низких сортов.

Сложный помол с обогащением крупок позволяет выпускать муку различных сортов. При пропускании через единый контрольный рассев муки со всех драных и размольных систем получают односортную муку. Такой помол называется

односортным. Например, можно получить пшеничную муку первого сорта 72%-ного выхода, можно получить муку двух сортов (двухсортный помол). В этом помоле фракции муки, отбираемые с первых размольных систем, будут составлять муку первого сорта. Ее отбирают в количестве 40%, остальные 38% будут представлять муку второго сорта. Общий выход муки составит 78%. Можно такое же количество муки (78%) при сложном помоле разделить на три сорта (трехсортный помол). Например, в высший сорт можно направить 25% муки, в первый сорт – 40% и во второй сорт – 13%.

*Химический состав и качество муки.* Химический состав муки зависит от состава исходного зерна и сорта муки. При помоле зерна, особенно при сортовом, стремятся максимально удалить оболочки и зародыш, поэтому в муке содержится меньше клетчатки, минеральных веществ, жира, белка и больше крахмала, чем в зерне. Более высокие сорта

муки получают из центральной части эндосперма, поэтому в их состав входит больше

т

крахмала и меньше белков, сахаров, жира, минеральных солей, витаминов, которые в основном сосредоточены в его периферийных частях. Наибольшее количество белка содержится в муке первого сорта, далее следует мука высшего, второго сортов и обойная.

Пшеничная мука имеет следующий средний химический состав (в %): крахмал – 66–79,

клетчатка – 0,1–1,9, сахара – 1,5–3, белки – 10,3–12,5, жир – 0,9–1,9, зола – 0,5–1,5.

ГОСТ Р 52189–2003 на муку пшеничную предусматривает оценку ее качества по органолептическим и физико-химическим показателям. К первой группе относятся цвет, запах, вкус и содержание минеральных примесей. Цвет муки должен быть белым с разными оттенками в зависимости от сорта, запах и вкус должны быть свойственны нормальной муке, вкус – без посторонних привкусов, не кислый, не горький, запах – не затхлый, без признаков плесени. Содержание минеральной примеси определяется при разжевывании муки. При этом не должен ощущаться хруст.

К физико-химическим показателям качества муки относят прежде всего влажность. Она имеет большое значение, так как по влажности устанавливается выход хлеба. Влажность влияет на сохранность муки. Базисная влажность, на которую планируется выход изделий, равна 14,5%, допустимая стандартная влажность муки – 15,0%.

Зольность является основным показателем сорта муки. Минеральные вещества распределены в зерне неравномерно: главная их масса находится в оболочках и зародыше, поэтому мука сорта «Экстра», представляющая практически чистый эндосперм, характеризуется невысокой зольностью (не более 45%). Мука первого, а тем более второго сорта отличается большей зольностью – соответственно не более 0,75 и 1,25%.

Крупность помола определяется размером частиц муки. Чем выше сорт муки, тем она мельче. Хлеб лучшего качества получается из муки с равномерной крупностью и оптимальными размерами частиц.

Количество клейковины в пшеничной муке разных сортов должно быть не ниже определенных значений: не менее 28% – для муки высшего сорта, 30% – для первого сорта, 25% – для второго сорта, 20% – для обойной. По качеству клейковина должна быть не ниже второй группы.

Содержание металломагнитных примесей в муке не должно превышать 3 мг на 1 кг, зараженность вредителями хлебных запасов не допускается.

Кислотность не является обязательным показателем качества – ее определение не предусмотрено стандартами. Однако она широко применяется для контроля качества муки. Кислотность муки влияет на кислотность теста и хлеба. Она характеризует свежесть муки и условия ее хранения. В процессе хранения кислотность муки возрастает, особенно при повышенной температуре и влажности воздуха. Кислотность зависит от сорта муки: у низших сортов она больше.

С целью оценки пригодности муки для получения качественного хлеба определяют ее хлебопекарные свойства, к которым относят газообразующую способность муки, «силу» муки, ее цвет и способность к потемнению.

Газообразующая способность муки характеризуется количеством диоксида

углерода, выделившегося за 5 ч брожения теста, приготовленного из 100 г муки, 60 мл воды и 10 г прессованных дрожжей. Она зависит от содержания собственных сахаров муки и ее сахарообразующей способности. Для муки нормального качества газообразующая способность составляет 1300–1600 мл CO<sub>2</sub>.

«Сила» муки, т. е. способность образовывать тесто, обладающее определенными структурно-механическими свойствами, зависит от количества и качества клейковины.

Цвет муки определяется цветом эндосперма зерна, а также цветом и количеством в муке отрубистых частей зерна. Способность муки к потемнению в процессе ее переработки связана с образованием меланинов за счет действия полифенолоксидазы на свободный тирозин. Хлебопекарная мука не должна темнеть в процессе ее переработки.

### *Характеристика солода*

Солодом называют пророщенное и высушенное в специально созданных условиях

зерно. При проращивании в зерне накапливается много различных ферментов, которые

значительно изменяют исходный состав зерна. В процессе сушки происходит взаимодействие продуктов гидролиза белков и углеводов, что сопровождается образованием меланоидинов и других веществ, обладающих темной окраской, специфическим вкусом и ароматом. При высушивании свежепроросшего солода при температуре 40–85°C получается ферментативно активный светлый солод. При более высоких температурах высушивания ферментативно неактивный солод. Солод получают в(выше 105°C) образуется темный, в виде целых или измельченных зерен.

Солод используется при производстве хлебобулочных изделий, пива, полисолодовых экстрактов, получаемых из смеси кукурузного, овсяного и пшеничного солодов, концентрата квасного сусла, хлебного кваса, безалкогольных напитков и этилового спирта.



В спиртовом производстве применяется смесь свежепросошенных солодов различных злаковых культур, которая служит источником ферментов для осахаривания крахмалосодержащего сырья (пшеницы, кукурузы, картофеля и др.). Качество солода, предназначенного для производства этанола, оценивается как хорошее, среднее и удовлетворительное соответственно по следующим показателям: декстринолитическая способность (ДС) – 35; 30; 20–25 мг/(г · ч), осахаривающая способность (ОсП) – 3,5; 2,6; 1,75 ед/г. При производстве пива, полисолодовых экстрактов, концентрата квасного сусла и безалкогольных напитков в качестве основного сырья используют сухой солод, который служит источником ферментов, витаминов, ароматических, красящих и минеральных веществ. Качество таких солодов оценивается по физико-химическим и органолептическим показателям (табл. 9, 10).

Таблица 9

#### Физико-химические показатели солода

Солод	Показатели качества					
	Содержание воды, %, не более	Продолжительность осахаривания, мин, не более	Экстрактивность, % на СВ, не менее	Кислотность, см <sup>3</sup> 1 н р-ра щелочи на 100 г сухого солода	Цветность, см <sup>3</sup> 1 н р-ра йода на 100 г сухого солода	
1	2	3	4	5	6	
Пивоварен	Светлый					
	Высокого качества	4,5	15	79	0,9–1,1	0,18
	I класса	5	20	78	0,9–1,2	0,2
	II класса	6	25	76	0,9–1,3	0,4

ный	Карамельный					
	I класса	6	–	75	–	20
	II класса	6	–	70	–	20
	Жженный	6	–	70	–	100

1		2	3	4	5	6
Ржаной	Фермент		- 25			
	и- роvanный	8		85	35	10–20
	Неферме	8		80	17	до 5
	н- тированн ый					
Для получения солодовых экстрактов	Пшеничн ый	8	30	75	0,8–1,2	0,3
	Кукурузн ый	8	-	78	0,9–1,1	0,1–0,3
	Овсяный	8	30	50	0,8–1,3	0,4

Таблица 10

### Органолептические показатели солода

Показатель	Солод	
	неферментированный	ферментированный
Цвет	Светло-желтый с сероватым оттенком	От коричневого до темно-бурого с красноватым оттенком
Вкус	Сладковатый	Кисло-сладкий, приближающийся к вкусу ржаного хлеба, без горького пригорелого
Запах	Свойственный данному виду солода, без запаха плесени и гнили	Свойственный данному виду солода, без запаха плесени и гнили

В хлебопекарном производстве применяют измельченный, ржаной, светлый неферментированный и темный ферментированный солод.

Кроме светлого и темного солодов, являющихся основой для приготовления пивного

сусла, в пивоваренном производстве находят применение специальные ячменные сорта

солода, которые предназначены для корректировки и улучшения условий проведения технологических операций и процессов приготовления пивного суслу, брожения и дображивания (I группа) или для улучшения цвета, вкуса и аромата пивного суслу и готового пива (II группа).

К I группе относятся: высокоферментированный солод (диастатический солод, диарин) длительного и ускоренного ращения, солод для подкисления затора (протеолитический солод). Применение такого солода дает определенные технологические и экономиче-

ские преимущества, особенно при использовании несоложенного сырья. Вторая группа

представлена красящими (карамельным и темным), цветным (жженым), ароматным (том-

ленным или ферментированным), меланоидиновым и витаминным солодами. Эта группа

обеспечивает сортовые особенности пива, улучшает его качество и стойкость.

### *Контрольные вопросы*

7. В чем заключается подготовка зерна к помолу?
8. Как получают муку сложным повторительным помолом?
9. Какими физико-химическими показателями характеризуется качество муки?
10. Каков химический состав муки?
11. Что такое солод и какова его роль в производстве?
12. Какие виды солода используют в пищевой промышленности?

## **ЛЕКЦИЯ 3. ТЕХНОЛОГИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Классификация макаронных изделий.

Технология макаронных изделий.

### ***Классификация макаронных изделий***

Макаронные изделия вырабатывают из пшеничной муки высшего сорта специально- го помола. Готовые изделия могут храниться более года без заметных изменений свойств, так как содержат мало воды (13%) и в них полностью отсутствуют скоропортящиеся до- бавки, кроме вкусовых и обогатительных. Макароны обладают высокой пита- тельной ценностью из-за высокого содержания углеводов и белков.

В зависимости от сорта муки макаронные изделия подразделяют на высший и пер- вый сорта. При внесении вкусовых или обогатительных добавок к названию сорта добав- ляется название входящих добавок (например, высший яичный).

В зависимости от формы выпускают следующие виды изделий: трубчатые (макароны,

рожки, перья), нитеобразные (вермишель), лентообразные (лапша) и фигурные изделия.

По длине изделия делятся на длинные (15–50 см) и короткие, или короткорезанные (1,5–15 см). Различают также суповые засыпки, выпускаемые в виде срезов толщиной 1–3 мм. В зависимости от способа формования изделия могут быть прессованными и штампованными.

### ***Технология макаронных изделий***

Технологическая схема включает следующие основные технологические операции: хранение и подготовка сырья к производству, приготовление теста,

прессование изделий, их разделка, сушка, охлаждение и упаковывание.

Характерной особенностью современной техники макаронного производства является широкое использование автоматизированных линий, объединяющих в единый комплекс все технологические операции, что обеспечивает высокую степень механизации и автоматизации производственных процессов, а также позволяет получать качественные изделия. В зависимости от вида вырабатываемых изделий и установки того или иного оборудования для выпуска этих изделий используют схему производства длинных изделий с подвесным способом сушки на линиях и схему производства коротких изделий с сушкой на ленточных транспортерах.

При производстве длинных макаронных изделий на автоматизированной поточной линии мука и вода дозируются в тестосмеситель шнекового пресса для замеса теста. Затем тесто прессуется через матрицу и поступает на разделку в саморазвес, где сырые изделия развешиваются на бастуны, подрезаются и обдуваются воздухом. После обработки в предварительной и окончательной сушилках изделия направляются в стабилизатор-накопитель, затем в машину для съема с бастунов и резки, далее – на фасовочно-упаковочное оборудование, после чего транспортирующими механизмами изделия направляются в механизированный склад готовой продукции. Специальный механизм возвращает пустые бастуны на начало линии.

При производстве коротких изделий процессы приготовления теста и его прессования аналогичны рассмотренным выше.

В промышленности макаронные изделия получают, кроме перечисленных схем, и другими способами. Длинные изделия можно вырабатывать на автоматизированных линиях с предварительной сушкой на рамках и окончательной – в цилиндрических кассетах, что позволяет получать абсолютно прямые изделия и полностью ликвидировать сухие отходы. Можно производить длинные изделия с сушкой в лотковых кассетах. Этот способ требует больших затрат ручного труда, однако он довольно широко применяется в промышленности, ибо не требует сложного оборудования и больших

производственных площадей. В этом случае выпрессовываемую прядь изделий укладывают с помощью маятни- кового стола в кассеты и разрезают ножом. Далее кассеты с изделиями устанавливают на вагонетки, которые отвозят их в сушильное отделение.

В промышленности широко применяется схема производства коротких изделий на комплексно-механизированных линиях.

*Хранение и подготовка сырья к производству.* Основную массу макаронных изделий готовят из муки и воды, а часть продукции – с добавками. Для производства макаронных изделий используют специальную муку двух сортов: высшего сорта (крупка) и первого сорта (полукрупка), получаемую помолом зерна твердой пшеницы или мягкой стекловид- ной. При отсутствии макаронной муки разрешается использовать хлебопекарную муку высшего и первого сортов.

Макаронная мука существенно отличается от хлебопекарной. Она имеет крупитчатую структуру с частицами размером 250–350 мкм, более крупную у крупки, чем у полукрупки; отличается высоким содержанием клейковины хорошего качества (в муке из твердой пшени- цы – не менее 30–32%, из мягкой – не менее 28–30%); должна быть желтого цвета и не должна темнеть в процессе переработки. Такие показатели муки позволяют получать янтарно-желтые изделия из крупки и светло-кремового оттенка – из полукрупки, с гладкой поверхностью, стекловидные в изломе. Высокое содержание клейковины влияет на упругоэластичные свой- ства теста, а также определяет высокую питательную ценность готового продукта.

Добавки, используемые в макаронном производстве, делят на две группы: обогати- тельные, повышающие пищевую ценность изделий, и вкусовые, влияющие на вкус и цвет. К первой группе относятся яичные продукты (яйца, яичный порошок, меланж), молочные (сухое цельное молоко, сухое обезжиренное молоко, творог) и витамины ( $B_1$ ,  $B_2$  и PP). Ко второй группе относят овощные и фруктовые пасты, пюре и порошки.

Подготовка муки заключается в ее смешивании, просеивании, магнитной очистке и взвешивании.

Для макаронных изделий используют столовые яйца первой категории с



массой одного яйца не менее 48 г и второй категории с массой не менее 43 г. Яичные и молочные добавки хранят в холодильных камерах. Подготовка яиц к производству состоит из дезинфекции, так как яичная скорлупа часто бывает заражена бактериями, и промывания водой. Для этого яйца погружают в 2%-ный раствор хлорной извести, затем в 2%-ный раствор пищевой соды, после чего промывают холодной водой. Во избежание попадания порченных яиц следует разбивать их в отдельную посуду небольшими порциями (3–5 шт.). Полученную яичную массу необходимо процедить через сито с ячейками не крупнее 3 × 3 мм. Подготовка яиц к производству на фабриках – операция сложная, поэтому в качестве яичных добавок чаще всего используют яичный порошок или меланж (замороженная смесь белка и желтка). Перед употреблением меланж размораживают, помещая банки в теплую воду с температурой 40–45°C на 3–4 ч.

Томатную пасту хранят в герметичных емкостях из некорродирующего металла при температуре 0–20°C, не допуская замораживания. Витамины хранят в сухом помещении в упакованном виде. Упаковку следует вскрывать перед составлением витаминной смеси.

Для равномерного распределения добавок в тесте их смешивают в чанах с водой. Во избежание свертывания белков температура воды для размешивания яичных добавок должна быть не выше 45°C, для сухого молока – не выше 55°C, для остальных добавок – 55–65°C.

**Приготовление теста.** Макаaronное тесто существенно отличается от всех других тестовых масс. Оно не подвергается брожению или искусственному разрыхлению. Так как количество воды, добавляемое в муку при замесе, составляет около половины того количества, которое способны поглотить основные компоненты муки – крахмал и белок, тесто требует длительного замеса в течение 20–30 мин.

Тесто представляет собой рыхлую массу из крошек различного размера, которая лишь в процессе дальнейшей обработки превращается в плотную пластичную массу, пригодную для формования.

Рецептура макаaronного теста зависит от качества муки, вида изделий, способа

сушки и некоторых других факторов. В ней указываются количество и температура муки и воды, содержание воды и температура теста. Количество воды дается на 100 кг муки. При расчете рецептур задаются влажностью теста, от величины которой зависит тип замеса: твердый (содержание воды 28–29%), средний (содержание воды 29,1–31%) и мягкий (содержание воды 31,1–32,5%). Наиболее распространен средний замес, при этом тесто получается мелкокомковатым, изделия после прессования хорошо сохраняют форму, не мнутся, не слипаются при раскладке и сушке в несколько слоев. Чем выше содержание воды в тесте, тем быстрее и равномернее увлажняются частицы муки, тем легче тесто поддается формованию. Из такого теста получают изделия лучшего качества. Однако при очень высоком содержании воды сырые изделия плохо сохраняют свою форму (слипаются, вытягиваются), процесс их сушки удлиняется. По заданному содержанию воды рассчитывают необходимое количество воды для замеса. Затем задаются температурой теста исходя из того, что после замеса она должна быть не выше 40°C. При этом учитывают, что в процессе формования изделий в шнековых прессах температура теста увеличивается на 10–20°C, а перед матрицей она должна составлять 50–55°C.

В зависимости от температуры воды, используемой на замес теста, различают три типа замеса: горячий (температура 75–85°C), теплый (55–65°C) и холодный (ниже 30°C). На практике чаще применяется теплый замес, позволяющий получать среднекомковатое, сыпучее тесто, которое хорошо заполняет витки шнека. Процесс замеса теста с использованием теплой воды происходит быстрее, чем с использованием холодной. Тесто при этом получается более пластичным, хорошо формуется, поверхность изделий – более гладкой, цвет – более желтым, чем при других замесах.

Горячий замес используется относительно редко, так как при соприкосновении горячей воды с мукой часть белков денатурирует, в результате чего тесто частично теряет эластичность. Горячий замес применим только для муки с повышенным содержанием клейковины, чрезмерно упругой, т. е. когда необходимо получить менее вязкое и достаточно пластичное тесто.

Холодный замес используется для изготовления изделий, предназначенных для длительного хранения, а также для муки с низким содержанием клейковины и слабой по качеству. При приготовлении теста с добавками учитывают содержание воды в них. Если содержание воды добавок выше, чем у муки, то следует соответственно снизить расход воды на замес теста.

С целью вторичной переработки в рецептуру могут входить также доброкачественные отходы. Для этого используют полуфабрикаты (сырые обрезки, деформированные изделия и пр.), не имеющие посторонних привкуса и запаха, а также сухие отходы. Сырые обрезки сразу же после разделки измельчают и добавляют в тестосмеситель в количестве, не превышающем 15% от массы муки. Сухие отходы дробят в крупку размером до 1 мм и добавляют в количестве, не превышающем 10% массы муки. Отходы желательно добавлять для выработки короткорезанных изделий (вермишели и лапши).

*Формование макаронных изделий.* Применяют два способа формования макаронного теста: прессование и штампование, причем в основе последнего лежит получение путем прессования ленты теста, из которой затем штампуют изделия сложной формы.

Замес теста, уплотнение полученной крошковатой массы и формование изделий осуществляют в шнековом прессе непрерывного действия. Тесто готовят в тестосмесителе, в первое корыто которого дозаторами подают муку и воду. При выработке макаронных изделий с добавками последние после растворения в воде или приготовления водной эмульсии поступают в тестосмеситель через дозатор воды. Тестосмесители могут быть одно-, двух-, трех- и четырехкорытными. Каждое корыто представляет собой полуцилиндр, внутри которого вращается вал. Лопасти вала расположены под углом к его оси, что обеспечивает продвижение теста вперед и отбрасывание его назад. Это создает благоприятные условия для набухания муки за счет длительного перемешивания. Для получения структуры теста замес удлиняют, применяя трех- и четырехкорытные тестосмесители. В результате получается комковатая масса, размер комков которой зависит от

содержания воды в тесте: чем оно выше, тем крупнее крошки и комья. В последнем корыте тестосмесителя создается вакуум для удаления мельчайших пузырьков воздуха, наличие которых приводит к растрескиванию изделий. При сушке полуфабриката, предварительно уплотненного при большом давлении на стадии прессования, происходит уменьшение линейных размеров теста. Пузырьки воздуха, находящиеся в нем в сжатом состоянии, при нагревании расширяются и разрушают микроструктуру изделия. При интенсивных режимах сушки микротрещины могут привести к резкому увеличению количества растрескавшихся изделий, а также могут одновременно снизить их транспортабельность. Наличие воздушных включений приводит к появлению белесого оттенка, что ухудшает цвет изделий и повышает потери сухих веществ при варке. Оптимальный режим вакуумирования следующий: остаточное давление – 10–40 кПа, длительность – 5–7 мин.

Для придания тесту однородной структуры его направляют в шнековую камеру пресса на формование. Тесто подхватывается витками шнека, выполняющего вначале роль транспортирующего механизма, перемещающего сыпучий продукт, уплотняется, становится вязкой, упругопластичной массой.

Сформировавшееся в шнековой камере тесто нагнетается в небольшое предматричное пространство, заканчивающееся матрицей, через отверстия которой оно выпрессовывается под давлением 10–12 МПа. Такое давление возникает вследствие сопротивления формирующих отверстий матрицы истечению крутого теста. Величина его зависит от содержания воды и температуры теста, скорости прессования и других факторов. Только 18–20% подаваемого в матрицу теста выпрессовывается через ее отверстия, основная же масса за счет противодействия закручивается в межвинтовом пространстве шнека и перемещается в противоположном направлении. Перед матрицей происходит послойное перемещение теста вперед и назад. Это ведет к переходу механической энергии движения отдельных слоев в тепловую, в результате чего тесто приобретает большую пластичность, его температура повышается на 10–12°C. Для поддержания оптимальной температуры (55°C) теста перед матрицей шнековая

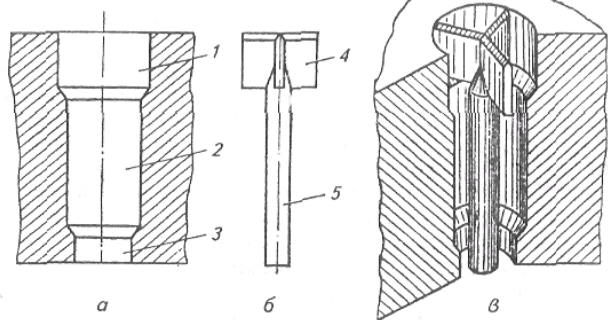
камера снабжена водяной рубашкой. При более высокой температуре происходит заваривание теста: оно становится более крутым. При этом скорость прессования резко падает.

В современных прессах тесто вакуумируют на стадии замеса. Вместе с тем в промышленности применяется оборудование, где вакуум создается на стадии прессования. Однако удалять воздух из спрессованного теста гораздо труднее, и эффект от использования деаэрации гораздо ниже.

Наиболее важной составной частью пресса являются матрицы. Они могут быть круглыми (в форме плоского диска) и прямоугольными. Их изготавливают

из латуни и бронзы или нержавеющей стали.

Форма изделий, получаемых прессованием, зависит от конфигурации формирующих отверстий матрицы. Встречаются три вида отверстий: кольцевые с вкладышами для получения макаронной трубки; без вкладышей



для формирования нитеобразных изделий; щелевидные для прессования лапши, фигурных изделий и широких лент теста для последующего формирования из них штампованных изделий.

Формующее отверстие с вкладышем (рис. 48) состоит из канала, просверленного в теле матрицы, и закрепленного с ним вкладыша.

*Рис. 48. Формующее отверстие дисковой матрицы с вкладышем:*

- а – профиль отверстия;*
- б – вкладыш трехпорный;*
- в – отверстие с запрессованным вкладышем в сборе*

Матрица для получения вермишели или лапши состоит из диска, в котором высверливаются углубления, т. е. кессоны (рис. 49).

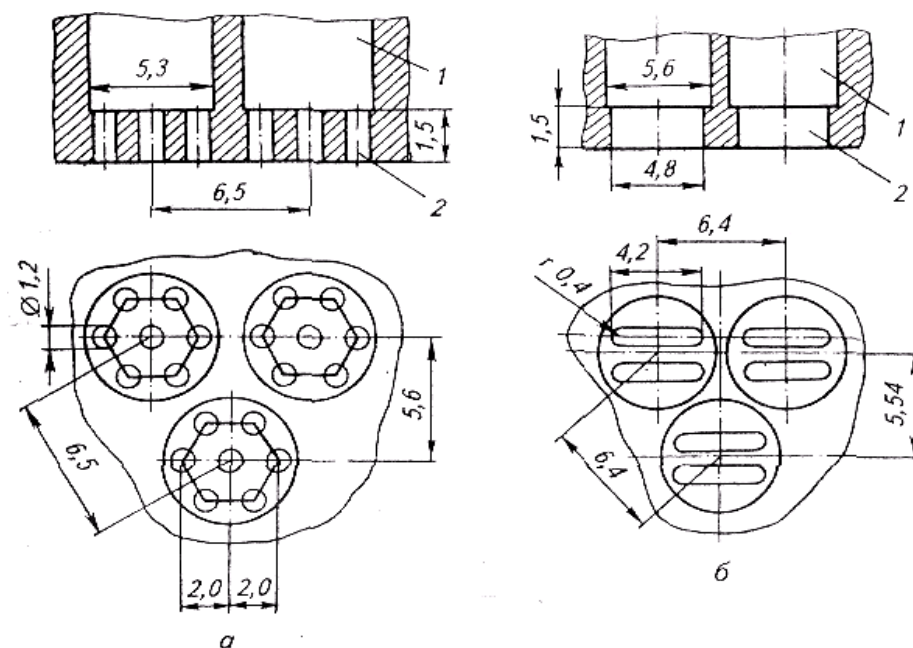


Рис. 49. Профили отверстий в матрице без вкладышей: а – для вермишели; б – для лапши

Во входную камеру тесто входит одним потоком, после чего оно продавливается через формирующую щель высотой 1,5–2 мм.

При использовании металлических матриц поверхность изделий получается более или менее шероховатой, что связано с прилипанием теста к поверхности матрицы. Тесто движется в канале матрицы послойно, причем скорость движения слоев различна. Прилипший элементарный слой теста остается неподвижным, а следующий элементарный слой движется, отрываясь от прилипшего слоя. При этом скорость его движения замедляется, а на поверхности образуются надрывы, заусенцы. С увеличением пластичности теста поверхность становится более гладкой, так как образовавшиеся заусенцы как бы затягиваются. Степень прилипания теста зависит от материала матрицы. Наиболее сильно тесто прилипает к матрицам, изготовленным из нержавеющей стали, меньше – к матрицам из латуни, еще меньше – к матрицам из бронзы. Для снижения степени прилипания теста поверхность формирующей щели матрицы должна быть тщательно отшлифована. В последнее время для получения изделий с гладкой поверхностью используют

матрицы со вставками из пластмасс, в частности из фторопласта, к которому тесто не прилипает. В результате существенно возрастает скорость прессования, а готовые изделия имеют более желтый цвет.

*Разделка сырых макаронных изделий* состоит из обдувки, резки и раскладки с целью подготовки полуфабриката к наиболее продолжительной и трудоемкой стадии производства – сушке. От правильности разделки зависит как продолжительность сушки, так и качество готовых изделий.

Сырые изделия обдуваются для быстрой подсушки воздухом, который забирается из помещения цеха. При этом содержание воды в них снижается на 2–3%, в результате уменьшается пластичность полуфабриката, увеличивается его упругость, на поверхности образуется корочка, которая препятствует слипанию и искривлению изделий.

Назначение резки – получить продукт определенной длины. Короткорезанные изделия режут двумя способами. В первом случае нож скользит по поверхности матрицы или режет свисающую прядь на некотором расстоянии от матрицы; во втором случае резка ведется после того, как изделия немного подсохнут.

Сырые изделия подают к сушилкам по наклонным спускам или пневмотранспортом. Использование пневмотранспорта позволяет несколько подсушить продукт, что сокращает длительность сушки.

Для раскладки сырых короткорезанных изделий применяют механические раскладчики (раструсчики), труба или транспортер которых совершает колебательное движение над движущейся лентой сушилки, распределяя на ней продукт равномерным слоем толщиной 2–5 см в зависимости от вида изделий.

Резка и раскладка макарон зависят от способа сушки: кассетного (в кассетах) или подвесного (на бастунах). В первом случае используются кассеты, изготовленные из фанеры, деревянных планок и дюралюминия. Кассета представляет собой ящик, имеющий только две боковые стенки, между которыми укладывают макароны таким образом, чтобы через них вдоль трубок проходил сушильный воздух. Бастун – это полая алюминиевая трубка длиной 2 м с цапфами на концах. С их помощью она опирается на цепи транспортера. На бастун

развешивается макаронная прядь.

При кассетной сушке выпрессованные изделия, достигшие длины 1,5–2 м, механически подхватываются, укладываются на кассеты и режутся раскладочно-резательным механизмом на отрезки длиной 250 мм.

Разделка макарон для подвесной сушки ведется саморазвесом, входящим в автоматизированную линию. Пустые бастуны движутся в горизонтальном направлении с некоторыми перерывами. В момент их остановки ряды формируемых изделий, проходя обдуватель, достигают необходимой длины, опускаясь ниже неподвижного бастуна. При движении вперед бастун оттягивает макаронную прядь – и она огибает его с одной стороны. Затем два пустотелых цилиндра переводят верхнюю половину пряди на другую сторону бастуна. Ножи отрезают прядь макарон – она за счет собственной массы падает и виснет на бастуне. Нижние ножи подравнивают концы изделий. Обрезки падают в шнек, находящийся внизу, измельчаются и далее подаются пневмотранспортером в тестосмеситель на вторичную переработку.

*Сушка макаронных изделий.* Макаaronное тесто является хорошей средой для протекания микробиологических и биохимических процессов. Для их предотвращения тесто высушивают до содержания воды 13,5–14%, чтобы после охлаждения содержание воды в нем не превышало 13%.

Сушка – наиболее длительная стадия технологического процесса производства макаронных изделий. От правильности ее проведения зависят такие показатели качества готового продукта, как прочность, кислотность и стекловидность. Очень интенсивная сушка может привести к растрескиванию изделий, чрезмерно длительная, а также недосушивание – к их закисанию.

Сушку макаронных изделий проводят конвективным способом, который основан на тепло- и влагообмене между высушиваемым материалом и нагретым воздухом. Процесс сушки заключается в подводе воды от внутренних слоев изделий к наружным, превращении воды в пар и удалении пара с поверхности за счет нагретого сушильного воздуха. Количество воды, которое может поглотить 1 кг воздуха до полного его насыщения, называется сушильной способностью



воздуха. Чем выше температура и скорость движения воздуха и чем ниже его относительная влажность, тем выше его сушильная способность и тем быстрее протекает процесс сушки.

Макаронное тесто при сушке проявляет некоторые особенности, обусловленные характером поглощения воды тестом при его замесе. Поскольку тесто готовят с низким содержанием воды, то свободной воды в нем нет. Вода полностью связана белками и крахмалом, причем белки удерживают ее прочнее, чем крахмал. Поэтому процесс сушки протекает в два этапа. На первом этапе при постоянной скорости сушки происходит более быстрое удаление воды, связанной крахмалом, на втором при убывающей скорости сушки – медленное обезвоживание белков.

Вода внутри макаронного теста перемещается от более нагретых наружных слоев к менее нагретым внутренним (явление термовлагопроводности). За счет различного содержания воды этих слоев, возникающего в результате испарения воды с поверхности материала и быстрого осушивания, происходит перераспределение воды от более влажных внутренних слоев к наружным (явление влагопроводности). Основное движение воды внутри полуфабриката происходит за счет влагопроводности. Таким образом, вода внутри теста перемещается в противоположных направлениях, что замедляет процесс сушки.

По мере испарения воды в изделиях происходит их усадка на 6–8%. Наружные слои высыхают быстрее и стремятся уменьшить размеры, а внутренние, в которых содержание воды какое-то время выше, стремятся сохранить их. В изделиях возникают внутренние напряжения сдвига. В начальный период сушки, пока содержание воды в продукте выше 20%, тесто обладает пластичными свойствами, ослабляющими внутренние напряжения сдвига. В результате изделия уменьшаются в размерах, не разрушаясь. Затем, по мере снижения содержания воды с 20 до 16%, изделия постепенно утрачивают свойства пластичного материала и приобретают упругие свойства, т. е. становятся упругопластичным материалом. При этом если внутренние напряжения сдвига превысят предельно допустимые значения, то появятся микротрещины, способные привести к лому изделий. На конечном этапе

сушки, при снижении содержания воды с 16 до 13,5%, изделия ведут себя как упругохрупкие тела, и усадка ведет к их растрескиванию.

Идеальным режимом сушки является такой, при котором внутренний массоперенос воды не отстает от влагоотдачи поверхности изделий. Осуществить такой режим сложно, так как процесс сушки чрезмерно замедляется, что может вызвать закисание продукта. Для ускорения процесса сушки и получения изделий хорошего качества в начальный период (при содержании воды в тесте до 20%) их сушат при жестких режимах, т. е. при интенсивной обдувке воздухом с высокой сушильной способностью. Затем во избежание растрескивания высушивание ведут при мягких режимах, когда вода медленно удаляется воздухом с низкой сушильной способностью. Особенно осторожно надо вести этот процесс на последних этапах сушки, когда содержание воды изделий ниже 16%. Практически эти условия можно выполнить при сушке изделий в сушилках поточных линий, где процесс разделен на два этапа – предварительную и окончательную сушку.

В зависимости от сушильной способности воздуха применяют следующие режимы сушки макарон: трехстадийный (пульсирующий), сушку воздухом с постоянной сушильной способностью, сушку воздухом с изменяющейся сушильной способностью, сушку с предварительной термообработкой сырых изделий.

*Трехстадийный режим сушки* состоит из предварительной сушки, отволаживания и окончательной сушки. Предварительная сушка длится от 30 мин до 2 ч, и в течение этого времени испаряется от 1/3 до 1/2 воды, которую необходимо удалить из изделий. Процесс ведут при жестких режимах, так как тесто пластично и нет опасности растрескивания. Цель этой стадии – ускорить сушку, стабилизировать форму сырых изделий, предотвратить их вытягивание, плесневение и закисание. Содержание воды в тесте, выходящем из камеры предварительной сушки, должно быть не ниже 20%. Образовавшаяся на поверхности корочка может вызвать растрескивание продукта при дальнейшей сушке. Для размягчения корочки изделия направляются на отволаживание – обдувку горячим воздухом с относительной влажностью 90–100%. При этом испарения воды с

поверхности практически не происходит, а подведенная теплота расходуется на прогрев изделий, выравнивание влажности во внутренних и наружных слоях макаронной трубки.

Окончательную сушку ведут при мягких режимах, так как изделия приобретают упругие свойства и скорость испарения воды с их поверхности должна быть соизмерима со скоростью ее подвода из внутренних слоев к наружным. На этом этапе последовательно чередуют сушку и отволаживание, причем отношение продолжительности сушки к продолжительности отволаживания составляет примерно 1 : 2,5.

Подобный способ применяется для сушки длинных изделий в подвешенном состоянии на автоматизированных линиях. Развешанные на бастуны изделия перемещаются в тоннельных сушилках и обдуваются воздухом. Параметры сушильного воздуха в предварительной сушилке зависят от вида изделий (температура 35–45°C, относительная влажность 65–75%). Окончательная сушилка представляет собой тоннель, разделенный по длине на зоны сушки и зоны отволаживания. В зонах сушки установлены калориферы для подогрева воздуха и вентиляторы. Температура воздуха в зонах окончательной сушилки – 35–45°C, относительная влажность – 70–85%. По высоте тоннель окончательной сушилки разделен на ярусы, по которым последовательно проходят бастуны с изделиями, пересекая поочередно зоны сушки и отволаживания.

*Способ сушки воздухом с постоянной сушильной способностью* предусматривает примерное постоянство параметров воздуха от начала до конца сушки. Недостатком этого способа является необходимость вести сушку при высокой сушильной способности, что может привести к растрескиванию изделий. Однако этот способ широко применяется на фабриках для сушки макарон в кассетах в бескалориферных сушилках. Сушка ведется путем продувки через макаронные трубки воздуха, забираемого из помещения цеха. Параметры воздуха поддерживаются на постоянном уровне при помощи приточно-вытяжной вентиляции. Продолжительность сушки составляет 20–24 ч. Для равномерного высушивания направление воздуха через каждый час меняют на

противоположное.

*Сушка с изменяющейся сушильной способностью воздуха* применяется в современных ленточных конвейерных паровых сушилках непрерывного действия, используемых для сушки коротких изделий. Сушилки представляют собой тоннель, внутри которого один над другим располагаются четыре или пять транспортеров с находящимися на них изделиями. Транспортеры движутся в противоположных направлениях. При этом продукт последовательно пересыпается с верхних лент на нижние и обдувается воздухом, нагретым в калориферах. Калориферы располагаются между верхней и нижней лентами каждого транспортера. Продолжительность сушки составляет 30–90 мин в зависимости от размера изделий. Свежий воздух подогревается нижним калорифером до 50–60°C и имеет относительную влажность 15–20%. Проходя через слой изделий на нижней ленте, воздух отдает часть теплоты и увлажняется. Поднимаясь вверх, он подогревается вторым калорифером до той же температуры, проходит через слой изделий на следующей ленте и т. д. В результате на выходе из сушилки его температура достигает 40–50°C, а относительная влажность – 50–60%, т. е. сушка ведется воздухом с меняющейся сушильной способностью. Для смягчения режима сушки и повышения качества изделий устанавливают последовательно две сушилки. Первая выполняет функции предварительной сушилки, вторая – окончательной. Общая продолжительность сушки составляет 1–3 ч, в том числе в предварительной камере – 0,5 ч. Аналогичный режим используется в автоматизированных линиях для сушки коротких изделий. В этих линиях предусмотрена, кроме предварительной и окончательной сушилок, установка для первичной подсушки изделий (трабатто, или виброподсушиватель). Эта установка представляет собой ряд сетчатых рамок, совершающих возвратно-поступательные движения, что обеспечивает последовательное перемещение сырых изделий с верхних рамок на нижние. При этом они обдуваются горячим воздухом и за 2–3 мин теряют 1,5–2,5% воды. На поверхности сырых изделий образуется корочка, предотвращающая их слипание во время последующего высушивания в слое на лентах сушилки. В этом случае сушку ведут при мягком режиме, что улучшает

качество продукта. Сушка с предварительной термообработкой сырых изделий заключается в обдувке трубчатых изделий паровоздушной смесью с температурой 95–98°C и относительной влажностью 95% в течение 2 мин и коротких изделий сухим паром с температурой 120–180°C в течение 30 с и последующей сушке при постоянной сушильной способности воздуха. Такая тепловая обработка ведет к денатурации белков и клейстеризации крахмала, что ускоряет процесс удаления воды, сокращает время сушки и дает возможность на последующих этапах применять жесткие режимы обезвоживания без опасения появления трещин.

*Охлаждение, упаковывание и хранение макаронных изделий.* Макароны на выходе из сушилки имеют температуру, близкую к температуре сушильного воздуха. Перед упаковыванием изделия необходимо медленно охладить до температуры упаковочного отделения в течение не менее 4 ч за счет обдувки воздухом с относительной влажностью 60–65% и температурой 25–30°C. При этом происходит стабилизация изделий: окончательно выравнивается влажность по всей толщине продукта, рассасываются внутренние напряжения сдвига, которые могли остаться после интенсивной сушки изделий, и происходит некоторое снижение массы за счет испарения 0,5–1% воды. В поточных линиях стабилизацию и охлаждение изделий проводят в стабилизаторах-накопителях, где одновременно создается запас двенадцатичасовой выработки высушенных изделий. В остальных случаях используются виброохлаждители.

Процесс упаковывания включает подачу изделий на упаковочные столы или в бункера, сортировку, магнитную сепарацию, укладку в тару, включая уплотнение на вибраторе, взвешивание, забивание крышки и маркировку.

Макаронные изделия выпускают в упакованном и фасованном виде. Фасование, т. е. упаковывание в потребительскую (мелкую) тару, проводят на автоматах или вручную. К потребительской таре относятся коробочки из картона или плотной бумаги, пакеты из полиэтиленовой пленки или из термосклеивающегося целлофана, а к наружной – коробка из гофрированного или литого картона, ящики фанерные и дощатые, четырехслойные бумажные крафт-пакеты.

Макаронные изделия должны храниться в складских помещениях на стеллажах или поддонах при температуре 16–18°C и относительной влажности воздуха не более 70%. Помещения должны быть чистыми, сухими, защищенными от воздействия атмосферных осадков, не зараженными амбарными вредителями. Изделия нельзя хранить с товарами, имеющими специфический запах, так как они могут впитывать этот запах.

Качество макаронных изделий должно удовлетворять следующим требованиям: они должны иметь правильную форму, гладкую поверхность, быть стекловидными в изломе, однотонными по цвету, с кремовым или желтоватым оттенком. Содержание воды в них должно быть не более 13%, кислотность должна составлять не более 3°, а для изделий с добавками томатопродуктов – не более 10°. Кроме того, для характеристики качества макаронных изделий необходимо определять следующие показатели: прочность, содержание лома, крошки и деформированных изделий, наличие металлопримесей и мучных вредителей, состояние изделий после варки.

### *Контрольные вопросы*

1. В чем состоят отличия макаронной муки от хлебопекарной?
2. Какие существуют типы замеса макаронного теста (по температуре и влажности) и когда применяется тот или иной тип замеса?
3. Какие изменения происходят в макаронном тесте при его прессовании через матрицу?
4. Что представляют собой матрицы с вкладышем и где они применяются?
5. В чем состоит разделка макаронного теста и как она осуществляется при производстве длинных и короткорезанных макаронных изделий?
6. В чем заключаются особенности высушивания макаронного теста?
7. Что такое трехстадийный режим высушивания?
8. В чем состоит сущность отволаживания изделий?
9. Для чего устанавливают стабилизаторы и какие процессы в них

протекают?

Мунир Мазгутович Гафин

**ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА:**

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.- 62 с.