МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

Факультет «Агропромышленный»

Кафедра «Техника и технологии пищевых производств»

##### КУРС ЛЕКЦИЙ

По дисциплине

**ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Ростов-на-Дону

2023г.

*Лекция 1*

**ОСНОВЫ ПИТАНИЯ**

**И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ПРОДУКТОВ**

Пища – важнейшая физиологическая потребность человека. Именно пища является источником пластических и энергетических ресурсов для обновления клеток и тканей, образования ферментов, гормонов и других регуляторов обмена веществ. От качества и количества потребляемой пищи зависит здоровье человека.

Структура питания людей в настоящее время весьма разнообразна и среднестатистическая калорийность составляет примерно 3500 ккал в день. Разнообразие в питании зависит от предлагаемого торговлей ассортимента продовольственных товаров.

***Продовольственные товары*** – это товары, произведенные из продовольственного сырья и используемые в пищу в натуральном или переработанном виде. Продовольственные товары подразделяют на три группы:

▪ товары массового потребления – выработанные по традиционным технологиям и предназначенные для питания основных групп населения;

▪ лечебные (диетические) и лечебно-профилактические – произведены для специального питания, они характеризуются измененным химическим составом и физическими свойствами;

▪ продукты детского питания – специально созданные для питания здоровых и больных детей до трехлетнего возраста.

По имеющимся статистическим данным можно сказать, что население нашей страны чрезмерно много потребляют хлеба и картофеля и мало продуктов животного происхождения. Рациональное питание предусматривает увеличение потребления белковых продуктов – мяса, птицы, молока, яиц, рыбы. Например, белки рыбных продуктов содержат все незаменимые аминокислоты в оптимальных соотношениях и хорошо усваиваются организмом человека.

В настоящее время пищевой рацион населения с каждым годом становится все более сбалансированным по питательности. В Российской Федерации создана система контроля над состоянием питания населения при сотрудничестве РАМН (Российской академии медицинских наук), Минздрава, Госкомстата, Министерства сельского хозяйства и ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения).

**Обменные процессы организма.** Важнейшим условием существования живых организмов является постоянный обмен веществ. Распадаясь в организме до простых составляющих, пища служит источником пластических и энергетических ресурсов, которые в процессе *анаболизма (ассимиляции)* расходуются организмом на восстановление и синтез собственных клеточных структур, процессы размножения клеток и различные процессы жизнедеятельности. В живом организме непрерывно идет процесс окислительного разрушения клеток и выведения продуктов распада из организма – *катаболизм (диссимиляция)*. У взрослого человека эти процессы находятся в состоянии динамического равновесия, у молодого, растущего организма процессы ассимиляции преобладают над процессами диссимиляции. Длительное нарушение равновесия между поступлением, синтезом, распадом и выделением веществ из организма приводит к серьезным нарушениям обмена веществ и вызывает ряд заболеваний, таких, как ожирение, атеросклероз и отложение солей. Пищеварение, то есть расщепление сложных органических веществ пищи под действием биологически активных веществ (желудочного сока, сока поджелудочной железы, желчи, желчных кислот) – первый этап обмена веществ. Основными продуктами распада белков в процессе пищеварения являются аминокислоты, продуктами переваривания липидов – глицерин, фосфорная кислота, холин, жирные кислоты, холестерин, жирорастворимые витамины. Углеводы расщепляются в организме главным образом до глюкозы и в таком виде поступают в кровь. Процесс всасывания простых составляющих пищи и поступление их в кровь непосредственно или через лимфу – второй этап обмена веществ.

Третьим этапом обмена веществ является процесс тканевого дыхания или окисление кислородом воздуха углеводов, жиров и белков, входящих в состав собственных клеточных структур. При окислении в организме 1 г углеводов или 1г белков высвобождается 16,72 кДж (4 ккал) энергии, при окислении 1 г жира – 37,62кДж (9 ккал). Часть энергии расходуется организмом на различные жизненно важные функции, другая часть может запасаться им в виде богатых энергией фосфорных соединений – АТФ и расходоваться по мере необходимости. АТФ – аденозинтрифосфат (нуклеотидный кофермент) является наиболее важной формой сохранения химической энергии в клетках организма.

**Основной обмен веществ** связан со всеми жизненными и физиологическими процессами, протекающими в организме человека (функции внутренних органов, слух, зрение и т.д.)

**Дополнительный обмен веществ** вызывается затратами энергии на выполняемую человеком работу. Чем интенсивнее труд, тем выше эти затраты.

В среднем расход энергии на основной обмен составляет 4,18 кДж или 1ккал/ч на 1кг массы тела. Вместе с тем, определяющим фактором при установлении энергозатрат человека является расход энергии, связанный с его мышечной деятельностью. В зависимости от интенсивности труда взрослое население условно делится на 5 групп: 1. Лица занятые умственным трудом. 2. Лица, занятые легким физическим трудом. 3. Работники среднего по тяжести труда. 4. Работники тяжелого физического труда. 5. Лица, занятые особо тяжелым физическим трудом. Внутри каждой из этих групп выделяются и возрастные категории т.к. энергозатраты для них различны. В настоящее время существуют обоснованные нормы сбалансированного питания, в которых предусмотрены оптимальные соотношения по количеству основных компонентов пищи белков, жиров и углеводов (1:1:4).

**Качество пищевых продуктов**

Для оценки качества продукции на различных стадиях ее жизненного цикла используют *прогнозируемые, проектные, производственные и эксплуатационные* показатели качества. По методам определения показатели качества делятся на: *ботанико-физиологические, органолептические, физические, физико-химические, микробиологические и технологические.*

Пищевые продукты делятся на виды и сорта. *Вид продукта* обусловлен его происхождением или получением, а *сорт* – уровнем качества в соответствии с требованиями стандарта. Виды и сорта продуктов составляют их ассортимент. Потребляемые продукты должны иметь пищевую ценность и высокие вкусовые качества.

**Пищевая ценность –** это способность продукта удовлетворять потребность человеческого организма в энергии и необходимых питательных веществах. Потребность человека в энергии различна и зависит от его пола, возраста, характера

выполняемой работы, условий внешней среды и других факторов.

**Качество продукта** – это совокупность его потребительских достоинств при определении способности этого продукта удовлетворять физиологические потребности организма человека. Уровень качества выражается символами: экстра, высший, 1,2,3 сорта.

**Доброкачественными** считаются такие продукты, которые не содержат веществ, вредных для организма человека и посторонних примесей. Вредными являются ядовитые вещества, соли тяжелых металлов, гликозиды, продукты распада органических веществ, токсины.

**Энергетическая ценность –** количество энергии высвобождаемой из продукта в организме человека для обеспечения его физиологических функций, определяется путем умножения содержания в продукте (в %) жиров на 37,7, белков на 16,7, углеводов на 15,7 и последующего суммирования результатов. Результат получаем в джоулях на 100г продукта. Так, например, в зерне пшеницы содержится 16% белка, 3,5% жира и 60% углеводов. Энергетическая ценность составит: (16\*16,7+3,5\*37,7+60\*15,7) = 267+132+942 = 1341 Дж/100г продукта.

**Органолептическая (сенсорная)** ценность продукта характеризуется показателями, определяемыми органами чувств: внешний вид, консистенция, вкус и запах. Сенсорная ценность тесно связана с усвояемостью продукта. При этом наиболее важным показателем является вкус. Высокими вкусовыми достоинствами обладают продукты, универсальные по химическому составу, содержащие ценные пищевые кислоты и ароматические вещества.

**Физиологическая ценность** продуктов определяется наличием в них полезных химических элементов для осуществления процессов основного обмена веществ в организме. Понятие физиологической ценности отражает также влияние потребляемых продуктов на нервную, сердечно-сосудистую и пищеварительную системы организма и на его сопротивляемость инфекционным заболеваниям (иммунитет).

**Биологическая ценность** продукта – это сбалансированное содержание в продукте усвояемых незаменимых аминокислот, витаминов и минеральных элементов. Биологической ценностью определяется показатель качества пищевого белка, отражающий степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма.

**ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ**

**И СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Стандартизация – основа системы государственного управления качеством и является составной частью единой технической политики государства.

***Стандартизация*** – это деятельность по установлению правил и характеристик, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции. Основными результатами деятельности по стандартизации являются повышение степени соответствия продукта его функциональному назначению.

Стандартизация в пищевой промышленности должна решать следующие задачи: максимально удовлетворять запросы и вкусы потребителя, рационально использовать сырье, топливные и энергетические ресурсы, повышать рентабельность производства и обеспечивать безопасность пищевых продуктов.

**Нормативные документы по стандартизации и сертификации**

В процессе стандартизации разрабатываются нормы, требования, правила, характеристики, касающиеся объекта стандартизации, которые оформляются в виде документа.

***Технический регламент*** – это документ, в котором приводятся обязательные правовые нормы исключительно в целях защиты жизни и здоровья граждан, имущества и окружающей среды. В нем отображены обязательные для применения и исполнения требования к процессам производства, а также эксплуатации, хранения, перевозки и реализации продукции. Технический регламент должен содержать полный перечень объектов, на которые распространяются его требования, правила идентификации объекта, а также правила и формы оценки соответствия, требования к терминологии, упаковке и маркировке данного объекта.

***Стандарт***– нормативно технический документ, в котором в целя добровольного и многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления процесса производства, эксплуатации, хранения перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ и услуг. Стандарт должен быть основан на обобщенных результатах научных исследований, технических достижениях и практическом опыте.

Стандартами могут быть материальные предметы, эталоны, образцы, а также нормы, правила и требования к объектам общественного и организационно-методического характера.

Стандарты имеют силу закона для государства, республики, отрасли или предприятия и делятся на 4 категории:

- государственные стандарты (ГОСТы)

- отраслевые стандарты (ОСТы)

- республиканские стандарты (РСТ)

- стандарты предприятий (СТП).

Государственная система стандартизации предусматривает два вида нормативных документов: стандарты и технические условия. Государственные стандарты утверждаются комитетом по стандартам. Важнейшие стандарты (в том числе стандарт на зерно пшеницы) утверждаются Советом министров Российской Федерации.

***Свод правил*** – это документ, который разрабатывается для проектирования, монтажа оборудования и конструкций, технического обслуживания или эксплуатации объектов стандартизации. Технические правила, в отличие от стандартов, носят рекомендательный характер.

***Сертификация*** – форма подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или техническим условиям. Законодательными актами РФ приняты две формы сертификации – обязательная и добровольная. Этими же актами принят и перечень товаров и услуг подлежащих обязательной сертификации. Добровольная сертификация проводится для установления соответствия продукции национальным стандартам и стандартам организаций.

***Сертификат соответствия*** – документ, выданный по правилам проведения обязательной сертификации, подтверждающий соответствие продукции установленным требованиям нормативных документов (техническим регламентам, стандартам).

***Знак соответствия*** – защищенный в установленном порядке знак, выданный органом по сертификации, указывающий на то, что данная продукция соответствует требованиям системы добровольной сертификации.

***Декларация о соответствии*** – документ, в котором производитель удостоверяет, что поставляемая им продукция соответствует требованиям, установленным техническим регламентом.

Качество продукции крайне неоднородно. Поэтому очень важно не только нормирование качества, но и установление для данного вида продукции основной базовой нормы, ориентируясь на которую можно было бы ее сравнивать. В связи с этим у нас в стране разработана и действует ***единая система кондиций*** на сельскохозяйственную продукцию, которая полностью или частично включена в государственные стандарты.

Например, на зерно применяют кондиции: посевные, заготовительные, промышленные и экспортные. Кондиции на посевной материал полностью включены в ГОСТы.

Заготовительные базисные кондиции – это нормы качества здорового зерна. По этим нормам устанавливаются цены на зерно.

Ограничительные кондиции – допустимые пределы понижения качества зерна по сравнению с базисными требованиями.

Промышленные кондиции дают представление о том, какие требования предъявляют к сырью отдельные отрасли промышленности.

Экспортные кондиции учитывают требования к качеству товара сложившемуся на мировом рынке.

Государственный контроль за качеством и рациональным использованием зерна и продуктов его переработки осуществляет Государственная хлебная инспекция при Правительстве Российской Федерации (Росгосхлебинспекция).

Согласно положению №191 от 15.03.2001г. основными задачами хлебной инспекции являются:

- защита прав потребителей на обеспечение зернопродуктами;

- разработка предложений по повышению качества зернопродуктов;

- установление порядка учета зерна и продуктов его переработки;

- сертификация зерна и продуктов его переработки.

Учитывая физиологические нормы потребления, и исходя из численности населения страны, общая потребность в хлебопродуктах (в пересчете на муку) составляет по нормативу 16 миллионов тонн в год.

*Лекция 2*

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

В настоящее время к качеству продовольственных товаров предъявляются ***медикобиологические требования*** - комплекс критериев, определяющих пищевую ценность и безопасность продовольственного сырья и продуктов питания.

Пищевые продукты как растительного, так и животного происхождения состоят из воды и сухих веществ, которые выражают в процентах к общей массе продукта. Если известен процент содержания сухих веществ, то можно легко определить его влажность, например, если в продукте содержится 75% сухих веществ, то его влажность составляет 25%.

Химический состав пищевых продуктов представлен следующей схемой.

**ВОДА** содержится во всех пищевых продуктах независимо от их происхождения. От содержания воды зависит качество и стойкость при хранении продуктов. Вода содержится в пищевых продуктах в свободном и связанном состоянии.

**Свободная влага** – это влага смачивания (находящаяся на поверхности продукта), капиллярная влага (находится в мельчайших отверстиях – капиллярах продукта) и влага клеточного сока. Свободная влага имеет обычные свойства воды, она легко удаляется при высушивании продукта и замерзает при температуре 0°С.

**Связанная влага -** входит в состав кристаллов или поглощена (адсорбирована) набухшими веществами, например, белками, она химически связана с веществами продукта. Химически связанной влаги в продуктах очень мало. Связанная влага имеет особое свойство: она не является растворителем, не усваивается организмом, удаляется только при жарке продукта, замерзает при температуре – 25°С и ниже (при этом разрушается структура вещества, так как, разрываются стенки клеток в результате кристаллизации протоплазмы, в составе которой содержится вода).

В плодах, овощах, корнеплодах и клубнеплодах преобладает свободная вода, а в зерновых влага находится в связанной форме.

От соотношения свободной и связанной влаги в продукте зависит его срок хранения. Так влажность зерновых 14-16% , вся вода находится в связанном состоянии и зерно хорошо сохраняется. При повышенной влажности появляется свободная влага, начинают действовать микроорганизмы, вызывающие порчу продукта. Пищевые продукты, содержащие много свободной влаги (помидоры, молоко, виноград) являются скоропортящимися.

Большой гигроскопичностью (поглощением влаги) обладают продукты низкой влажности и высокой степени измельчения (крахмал, мука, сахар-песок, сухое молоко и т.д.).

Вода также входит в состав всех органов и тканей человека. Так, протоплазма клеток на 80% состоит из воды, головной мозг – на 85%, мышцы – на 76%, даже в костях ее содержится около 20%. Вода – не только важнейшая составная часть человеческого организма, среда, где протекают важнейшие биохимические реакции, но также один из главных конечных продуктов обмена веществ в организме. Вода необходима для всех жизненно важных процессов: пищеварения, всасывания, удаления отходов и кровообращения. Она растворяет вещества и помогает протеканию всех химических реакций в организме, служит смазочным материалом в суставах и местах соприкосновения различных органов; равномерно распределяет теплоту, предохраняя организм от перегревов и охлаждений; участвует в реакциях гидролиза сложных органических веществ.

**МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА** пищевых продуктов состоят из большого количества химических элементов и их солей, они не сгорают и не испаряются, а остаются после сжигания органической части сухого вещества в составе золы. Количество золы в сухом веществе продукта колеблется от 0,03 до 2% и называется ***зольностью*** продукта. Зольность характеризует качество продукта, чем выше зольность, тем ниже сорт.

Минеральные вещества подразделяются на ***макроэлементы*** в состав которых входят: кальций, фосфор, натрий, калий, магний и хлор; ***микроэлементы*** – железо, медь, цинк, кобальт, йод, и фтор; ***ультрамикроэлементы*** – ртуть, золото, уран, радий, свинец, барий и никель.

Перечисленные ультрамикроэлементы являются *радиоактивными изотопами*, которые присутствуют в организме человека. Изотопы участвуют в обмене веществ наряду с нерадиоактивными элементами. Небольшие концентрации изотопов способствуют росту живых организмов, а большие вызывают появление активных радикалов, вследствие чего нарушается жизнедеятельн6ость органов и тканей.

В результате обработки продовольственных товаров радиоактивными изотопами увеличивается срок их хранения.

**ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА** – это различные соединения углерода с водородом, кислородом и азотом. Они подразделяются на безазотистые (углеводы, жиры, витамины и ферменты) и азотосодержащие – белки, нитраты и аминокислоты которые содержат азот.

***Безазотистые органические вещества***

**Углеводы** – это большая группа органических веществ, состоящих из углерода, кислорода и водорода. Наряду с белками и жирами углеводы являются основными энергетическими веществами пищевых продуктов. Углеводы – это легко усвояемые организмом глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, лактоза, крахмал и глюкоген. Потребность человека в углеводах определяется величиной энергетических затрат организма. Углеводы образуются в зеленых растениях в результате процесса фотосинтеза. В зависимости от сложности строения молекул углеводов они делятся на простые и сложные.

***Простые углеводы - моносахариды*** – бесцветные вещества сладкого вкуса, легко растворимы в воде. Широко распространены такие моносахариды как глюкоза (виноградный сахар) и фруктоза (плодовый сахар). Под влиянием различных микроорганизмов глюкоза и фруктоза подвергаются брожению – расщеплению с образованием кислот, спирта и газов. Особое значение в производстве хлеба имеет спиртовое брожение моносахаридов (разрыхлителей теста) и молочное брожение (улучшают вкусовые качества - сдобное тесто).

***Сложные углеводы (полисахариды)*** – высокомолекулярные вещества, нерастворимые в воде, сладким вкусом не обладают. В состав пищевых продуктов растительного происхождения входят такие полисахариды, как крахмал, клетчатка и полуклетчатка (гемицеллюлоза).

*Крахмал* откладывается в зернах и клубнях растений как запасное питательное вещество. В клубнях картофеля его содержится от 15-24%, в зернах злаковых культур 60-70%. В холодной воде кристаллы крахмала нерастворимы, в горячей воде крахмал набухает и образует вязкую массу (клейстер).

*Гликоген (животный крахмал)* накапливается в животных организмах (печень, мышцы), грибах и дрожжах. Гликоген, как и крахмал, служит резервным веществом организма.

*Клетчатка (целлюлоза)* является основным веществом оболочек растительных клеток. Клетчатка не усваивается организмом, является балластным веществом. Однако она необходима, поскольку способствует пищеварению, и усиливает перистальтику кишечника, выводя из организма соли тяжелых металлов, холестерин и другие вредные вещества.

*Инулин* содержится в клубнях земляной груши (топинамбура), при кислотном гидролизе он превращается во фруктозу, предназначенную для людей больных диабетом.

***Дисахариды (пектиновые вещества)*** – это особые высокомолекулярные полисахариды, состоящие из моносахаридов. Дисахариды в растениях находятся в двух формах: протопектин и пектин. Протопектин – плотное нерастворимое в воде вещество, содержится в растительных клетках. Пектин присутствует в клеточном соке, растворим в воде. При созревании плодов протопектин переходит в пектин (плоды становятся мягкими).

*Сахароза* (свекловичный или тростниковый сахар) под действием ферментов и кислот при нагревании происходит гидролиз (инверсия) сахарозы на глюкозу и фруктозу.

*Мальтоза* (солодовый сахар) образуется при гидролизе крахмала, содержится в патоке и проросшем зерне.

*Лактоза* (молочный сахар) основной его источник - коровье молоко. В организме человека расщепляется на глюкозу и галактозу.

*Трегалоза* (грибной сахар) содержится только в грибах и хлебопекарных дрожжах.

**Жиры** в организме человека являются основным энергетическим веществом они, способствуют обмену веществ. При наличии жиров в пище они частично идут на создание жировых запасов организма, которые предохраняют его от переохлаждения и высоких температур внешней среды и являются смазочным материалом кожи. По происхождению жиры делятся на растительные и животные и отличаются друг от друга составом жирных кислот. Усвояемость жиров зависит от температуры плавления.

Жир входит в состав организма в двух формах: в виде запасного и структурного жира. Запасной жир сосредоточен в подкожном слое и в сальниках. Он используется организмом для обновления структурного жира, как источник энергии, служит смазочным материалом кожи делая ее эластичной.

Структурный жир входит в состав протоплазмы клеток и регулирует процессы обмена веществ в клетках. Особую роль в организме человека играют сложные липиды – фосфатиды, стерины и жирорастворимые витамины. Липиды – это смесь органических соединений, близких по физико-химическим свойствам. Они не растворяются в воде и хорошо растворяются в органических растворителях (бензине и бензоле). В отличие от жиров липиды содержат остаток фосфорной кислоты. В комплексе с белками липиды (фосфатиды) входят в состав нервных и мозговых тканей, печени, сердечной мышцы и половых желез.

В состав животных жиров входит *холестерин* (мозг, яичный желток и плазма крови). Холестерин является структурным компонентом клеток, участвует в образовании некоторых гормонов, необходим для синтеза желчных кислот. Холестерин содержится во всех тканях организма. При нарушении холестеринового обмена он откладывается на стенках кровеносных сосудов, в желчных путях, нарушая их функции, способствую развитию атеросклероза и образованию желчных камней.

Попадая в организм, жиры подвергаются гидролитическому расщеплению на глицерин и жирные кислоты. Образовавшийся глицерин хорошо растворяется в воде и быстро всасывается стенками кишечника. Усвоение нерастворимых жирных кислот происходит при участии желчных кислот.

**Витамины и ферменты** являются ценными веществами. Они регулируют рост и развитие организма.

***Витамины*** – это низкомолекулярные органические соединения служат биологическими регуляторами химических реакций обмена веществ. При недостатке витаминов снижается иммунитет - сопротивляемость организма к заболеваниям. Все витамины делятся на две группы: водорастворимые и жирорастворимые. Каждый витамин проходит три этапа обмена: первый – это всасывание витамина в кишечнике, второй – доставка витамина к органам, третий – превращение витамина в свою активную форму.

Водорастворимые витамины – это витамины группы *В, РР (ниацин), С* они играют важную роль в процессах превращения углеводов, участвуют в окислительно-восстановительных процессах, обеспечивают тканевое дыхание и образование гормонов.

Жирорастворимые витамины – это витамины *А (ретинол), D (кальциферол),* *Е (токоферол).* Эти витамины участвуют в процессе роста и формирования тканей, регулируют обмен кальция и фосфора, участвуют в образовании скелета.

***Ферменты*** (энзимы) – это биологические катализаторы белковой природы, обладающие способностью активизировать различные химические реакции, например, расщеплять сахарозу.

***Азотосодержащие органические вещества***

**Белки** являются основной частью органической массы и главным материалом для построения тканей организма. Белки способны поглощать и удерживать большое количество влаги. Биологическая ценность белков определяется аминокислотным составом.

***Аминокислоты*** – это органические кислоты, являющиеся основными структурными компонентами молекул белка и в свободном виде появляются в пищевых продуктах в процессе распада белка.

Известно, что в синтезе белков в живом организме участвует 22 аминокислоты, но 8 из них являются незаменимыми и должны поступать в организм с пищей. К ним относятся: метионин, лизин, триптофан, фенилаланин, лейцин, изолейцин, треонин и валин. К незаменимым аминокислотам причисляют еще гистидин и аргин, которые не синтезируются детским организмом. Каждая из аминокислот выполняет в организме присущую ей роль. Например, лизин обеспечивает процесс роста и способствует синтезу гемоглобина в крови. Аргин регулирует процесс функционирования половых желез. Фенилаланин нормализует функцию щитовидной железы. Метионин обеспечивает и регулирует обмен жиров и фосфатидов в печени. По аминокислотному составу белки пищи можно разделить на три группы. В первую группу входят белки высокой биологической ценности. Они содержат все незаменимые аминокислоты, причем в выгодных для организма пропорциях. Это белки животного происхождения – яйца, молоко, мясо и рыба. Во вторую группу – белки невысокой биологической ценности, которые также содержат все незаменимые аминокислоты, но в пропорциях невыгодных для организма. К ним относятся белки злаковых культур. В третью группу – белки, в которых отсутствует хотя бы одна аминокислота, так называемые неполноценные белки (овощи, фрукты и орехи). Согласно рекомендациям ВОЗ (всемирной организации здравоохранения), следует потреблять 85 – 90 г белка в сутки или не менее 1 г на 1 кг массы тела.

Расщепление белков начинается в желудке. Хлороводородная кислота желудочного сока активизирует пепсиноген, превращая его в пепсин, оказывает денатурирующее действие на белки пищи и вызывает их набухание, облегчая процесс расщепления. Под действием пепсина при рН =2 происходит дезагрегация белков. Дальнейшее расщепление белков происходит в тонком кишечнике. Сок поджелудочной железы, имеющий щелочную реакцию (рН = 8) завершает процесс превращения белков в отдельные аминокислоты, которые всасываются через стенки кишечника в кровь и лимфу.

СУХИЕ

ВЕЩЕСТВА

Однако избыточное потребление белка неблагоприятно отражается на жизнедеятельности организма, затрудняется работа пищеварительного аппарата, деятельность желез внутренней секреции, почек и нервной системы.

*Аммиак* является конечным продуктом распада белков. Поэтому при исследовании свежести мяса или рыбы определяют содержание в них аммиака.

*Лекция № 3*

**ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОХРАНННОСТЬ**

**ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Условия хранения, транспортировки и эксплуатации товаров могут быть различными в зависимости от воздействия **физико-химических, механических и биологических факторов.** Степень отрицательного воздействия указанных факторов на свойства продуктов питания зависит от физической и химической структуры продукта, а также вида и интенсивности воздействия фактора.

**Физико-химические факторы**

Основными физико-химическими факторами, способными повлиять на снижение качества товара, являются *влажность, температура, свет и компоненты* *воздуха* (кислород, сероводород и сернистый газ).

***Влажность*** характеризует содержание влаги в материале. Различают *фактическую, нормальную и нормированную* влажность материала. *Фактическая влажность* показывает содержание влаги в материале в момент испытаний. *Нормальная влажность* – это равновесная влажность материала, которую он приобретает при выдерживании в течении определенного времени в стандартных климатических условиях. *Нормированная (кондиционная) влажность* – это условная влажность, норма которой установлена в нормативно-технической документации на конкретный вид товара. Показатели нормальной и нормированной влажности близки. Влажность продукта зависит от влажности окружающей среды и особенностей физико-химической структуры материала. Наибольшей гигроскопичностью характеризуются целлюлозосодержащие и белковосодержащие продукты. При повышении относительной влажности воздуха гигроскопические материалы поглощают влагу из воздуха, вследствие чего изменяются их свойства и снижается качество:

- изменяется форма изделий, увеличивается их размер и масса;

- активизируются химические процессы;

- ускоряются процессы повреждения товаров микроорганизмами;

- изменяются физические свойства товаров;

- изменяются механические свойства товаров.

При недостаточной относительной влажности воздуха товары теряют влагу, и следствием этого является уменьшение размеров (усушка) товара, также изменяются механические свойства товара, они становятся хрупкими и жесткими. Поэтому при хранении и транспортировке многих продуктов поддерживают нормальную влажность воздуха в пределах 65 – 70%. Для регулирования влажности используют кондиционеры, специальные поглотительные (адсорбирующие) смеси, герметичную упаковку или при необходимости дополнительное увлажнение.

***Температура*** характеризует степень нагретости тела. От нее зависит относительная влажность воздуха, возможность и интенсивность протекания физико-химических и биологических процессов в продуктах под воздействием влаги, света, кислот, щелочей и воздуха. При повышении температуры при нормальной или низкой относительной влажности воздуха снижается качество практически всех товаров. Температура выше 25°С и относительная влажность воздуха более 70% способствуют размножению микроорганизмов различных групп, вызывающих процессы брожения и гниения.

***Свет*** передает товару свою энергию, вызывая световое и светотепловое старение. Интенсивность светового воздействия на товары зависит от энергии световых лучей. В видимой части светового спектра наибольшую энергию несут фиолетовые лучи. В невидимой части спектра наибольшей мощностью обладают ультрафиолетовые лучи. Действие световой энергии проявляется в окислительной деструкции товара. В результате фотодеструкции изменяются потребительские свойства товаров – возрастает водопоглощение за счет кислородосодержащих групп, ухудшаются эстетические свойства. В тоже время свет замедляет микробиологические процессы, препятствует развитию насекомых.

***Состав воздуха*** оказывает существенное влияние на свойства и качество товаров. Чем меньше в воздухе пыли вредных газов, тем лучше условия хранения товаров. Пыль, осаждаясь на увлажненной поверхности продукта, образует кислотные и щелочные реакции, под действием которых изменяются свойства товара. Сернистый газ способствует потемнению пигментных веществ продукта, что снижает его потребительские свойства. Кислород воздуха, являясь активным окислителем, наиболее сильно влияет на свойства продукта.

Под действием кислорода ускоряются химические и микробиологические процессы, приводящие к появлению неприятного запаха и т. д. Продукты для предохранения от воздействий воздуха следует хранить в герметичной упаковке или в хорошо проветриваемом помещении.

**Механические факторы**

В процессе изготовления и транспортировки продукты испытывают разнообразные механические воздействия, вызывающие деформации. Величина механических напряжений – один из наиболее существенных факторов, влияющих на качество товара. Для предохранения товаров от механических воздействий (толчков, ударов, излишнего давления) необходимо соблюдать правила укладки и транспортировки, использовать потребительскую и транспортную тару.

**Биологические факторы**

Биологические повреждения сырья и продуктов приносят огромный экономический ущерб. К биологическим объектам, снижающим качество товара, относят микроорганизмы, грызунов, насекомых и птиц. Наибольший вред приносят микроорганизмы разных групп (бактерии, грибы, водоросли), вызывающие порчу продовольственных товаров. Под влиянием ферментов и других продуктов жизнедеятельности микроорганизмов происходит деструкция структуры товара и ухудшение его эстетических, функциональных, экологических свойств, а также снижение безопасности продукта. Наблюдается изменение первоначального цвета, появление нежелательного гнилостного запаха.

Биоповреждения товара зависит не только от их физической и химической структуры, вида воздействующих микроорганизмов, но и от загрязнения окружающей среды, климатических факторов и микрофлоры.

В качестве защиты от биоповреждений используют такие средства как: нормирование температурно-влажностных режимов, обработку сырья токами высокой частоты или ультрафиолетовым излучением. Также необходима обработка помещений и сырья химическими веществами – дезинфекция. Для уничтожения микроорганизмов в пищевых продуктах применяют методы стерилизации и консервирования.

*Лекция № 4*

**МЕТОДЫ СОХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

***Консервирование*** – это обработка пищевых продуктов для увеличения сроков их ранения. С биологической точки зрения способы консервирования основаны на четырех принципах: *П р и н ц и п б и о з а*  - поддержание жизненных процессов и использование естественного иммунитета живых организмов (предубойное содержание скота, птицы, хранение плодов и овощей).

*П р и н ц и п а н а б и о з а*  - подавление жизнедеятельности микроорганизмов и ферментативных процессов самих продуктов в результате: наркоанабиоза - создания модифицированных и регулируемых газовых сред для хранения свежих плодов и овощей; психороанабиоз – применение пониженных температур (от охлаждения до замораживания); осмоанабиоз - создание в продукте высокого осмотического давления ( консервирование солью или сахаром); ксероанабиоз - удаление из продукта влаги (сушка). *П р и н ц и п ц е н о а н а б и о з а*  - изменение микрофлоры продукта в результате внешних воздействий (созревание, квашение, брожение). *П р и н ц и п а б и о з а*  - прекращение жизнедеятельности микроорганизмов, ферментативных процессов в результате действия высоких температур (термоанабиоз), применение антисептиков и других химических веществ (химабиоз). В зависимости от технологической сущности методы консервирования делятся на физические, физико-химические, химические, биохимические и комбинированные.

**Физические методы**

К физическим методам относятся: 1 – консервирование низкими температурами, 2-консервирование высокими температурами, 3 - консервирование ионизирующими излучениями, 4 - консервирование ультразвуком, 5 – облучение ультрафиолетовыми лучами, 6 – использование обеспложивающих фильтров.

***Консервирование низкими температурами***  заключается в подавлении жизнедеятельности микроорганизмов, снижении активности ферментов, замедлении биохимических процессов вследствие охлаждения или замораживания продукта. **Охлаждение** – это обработка продукта при температуре близкой к криоскопической, т.е. к температуре замерзания клеточной жидкости (свободной влаги), которая обусловлена составом и концентрацией сухих веществ. Продукты имеют разную криоскопическую температуру (°С): мясо – от 0 до 4, рыба – от -1 до 5, молоко от 0 до 8, картофель от 2 до 4, яблоки от 1 до -1.

Охлаждение наилучший способ сохранения пищевой ценности и органолептических свойств товара, но оно не обеспечивает длительного срока хранения. Так охлажденное молоко хранится 36-72 ч, мясо – 15-20 суток, рыба – 2-15 суток, некоторые овощи – 5-12 месяцев. **Замораживание** – это процесс понижения температуры продукта ниже криоскопической на 10 – 30°С, сопровождающийся переходом в лед содержащейся продукте свободной и связной влаги. Микроорганизмы, в зависимости от реакции на отрицательные температуры, делятся на *чувствительные, умерено устойчивые и нечувствительные*. Чувствительные к отрицательным температурам вегетативные клетки плесневых грибов и дрожжей. Умерено устойчивыми к низким температурам микроорганизмами являются грамотрицательные бактерии, принадлежащие роду сальмонеллы. Нечувствительны к замораживанию грамположительные микроорганизмы и споровые формы бактерий. Замораживание осуществляется: в морозильных камерах, в «кипящем» слое холодного воздуха (метод флюидизации), в кипящих хладоносителях жидком азоте или фреоне (сверхбыстрое замораживание).

***Консервирование высокими температурами*** проводят для уничтожения микрофлоры и инактивации ферментов продовольственных товаров. К этим методам относится пастеризация и стерилизация. **Пастеризация** – это метод обработки продуктов, который проводят при температуре ниже 100°С, при этом сохраняются споры микроорганизмов. Различают пастеризацию *короткую* (при 85 – 95°С в течении 1 мин) и *длительную* (при температуре 65 °С в течении 25 – 30 мин). Пастеризацию в основном применяют для обработки продуктов с высокой кислотностью (молоко, соки, пиво). При значении рН ниже 4,2 уменьшается термоустойчивость многих микроорганизмов. **Стерилизация** – это нагревание продовольственных товаров при температуре выше 100 °С. При этом микрофлора полностью уничтожается. Стерилизацию используют при производстве консервов в герметичной металлической или стеклянной таре. Режим стерилизации определяется видом товара, временем и температурой. Стерилизацию обычно проводят при температуре 100 – 120 °С в течении 60 – 120 мин (мясные ), 40 – 120 мин (рыбные), 25 – 60 мин (овощные), 10 – 20 мин (сгущенное молоко) паром, водой, воздухом, паровоздушной смесью. При стерилизации снижается пищевая ценность продукта, его вкусовые свойства в результате гидролиза белков, жиров, углеводов, разрушения витаминов, некоторых аминокислот и пигментов. Перспективными методами стерилизации считаются: метод обработки консервов токами СВЧ при температуре 130°С и метод обработки основанный на взаимодействии электромагнитных полей с высокой частотой колебаний (1мГц и более). Это методы сокращают время термической обработки в 4 – 5 раз по сравнению с автоклавированием. В связи с применением в настоящее время современной упаковки « тетра пак» или « bay in box» широкое распространение получило асептическое консервирование. Классический вариант асептического консервирования состоит из трех этапов: стерилизация продукта при температуре 130 – 150°С с последующим охлаждением; стерилизация тары радиационной обработкой; фасовка стерильного продукта в стерильную тару в асептических условиях.

***Консервирование ионизирующими излучениями*** называют холодной стерилизацией, или пастеризацией, так как стерилизующий эффект достигается без повышения температуры. Для обработки продовольственных товаров используют α- β-излучения, рентгеновское излучение, поток ускоренных электронов. Ионизирующая радиация основана на ионизации микроорганизмов, в результате чего они погибают. К консервированию ионизирующими излучениями относится радиационная стерилизация продуктов длительного хранения. Облучение продуктов проводят в инертных газах, вакууме, с применением антиокислителей, в условиях низких температур. Существенным недостатком ионизирующей обработки продуктов является изменение химического состава и органолептических свойств. Этот метод чаще используется для обработки тары, упаковки и помещений.

***Консервирование ультразвуком*** (более 20 кГц). Ультразвуковые волны обладают большой механической энергией, распространяются в твердых, жидких, газообразных средах, вызывают ряд физических, химических и биологических явлений: инактивацию ферментов, витаминов, токсинов, разрушение одноклеточных и многоклеточных организмов. Поэтому этот метод используют для пастеризации молока, а также в бродильной и безалкогольной промышленности.

***Облучение ультрафиолетовыми лучами*** (УФЛ). Особенно чувствительны к УФЛ патогенные микроорганизмы и гнилостные бактерии. Пигментные бактерии, дрожжи и их споры устойчивы к УФЛ. Гибель микрофлоры обусловлена адсорбцией УФЛ нуклеиновыми кислотами, что вызывает их денатурацию. Применение УФЛ ограничено из-за низкой проникающей способности (0,1мм). Поэтому УФЛ используют для обработки поверхности мясных туш, крупных рыб, колбасных изделий, а также для дезинфекции тары, оборудования, камер холодильников и складских помещений.

***Использование обеспложивающих фильтров***. Сущность этого метода состоит в механическом отделении товара от возбудителей порчи с использованием фильтров с микроскопическими порами, т.е. процесса ультрафильтрации. Этот способ позволяет максимально сохранить пищевую ценность жидких продуктов.

**Физико-химические методы**

К этим методам относится сушка, и консервирование солью и сахаром.

***Сушка*** – это тепло - и массообменный процесс, в результате которого происходит обезвоживание продукта, уменьшается его масса и объем, что способствует длительному хранению, экономии тары, складских помещений и транспортных средств. На предприятиях пищевой промышленности используют различные способы сушки. **Конвективная сушка** – это удаление влаги нагретым до температуры 120 °С воздухом в сушильных установках. Таким методом сушат плоды и овощи. **Распылительная сушка** применяется для обезвоживания жидких продуктов, которые распыляются в сушильной камере, куда подается воздух температурой 140 – 150 °С. Продолжительность сушки - 30 секунд, при этом полностью сохраняются белки и витамины. Этот метод применяют при производстве сухого молока, яичного порошка, фруктовых и овощных сухих концентратов. **Кондуктивная сушка** осуществляется при непосредственном контакте влажного продукта с нагретой поверхностью. Недостатком этого способа является денатурация белков и карамелизация углеводов. **Сублимационная сушка** основана на удалении влаги из замороженных продуктов путем сублимации воды, т.е. непосредственного перехода льда в пар, минуя жидкую фазу, в условиях глубокого вакуума. При сублимационной сушке максимально сохраняются химический состав, пищевая ценность, органолептические свойства продукта, а срок хранения может составлять 3 года. Этот метод часто применяется для сушки продуктов растительного происхождения и реже животного.

**Радиационная сушка** основывается на переносе тепла от источника энергии путем электромагнитных колебаний через среду, прозрачную для теплового излучения. Достоинство радиационной обработки – подавление жизнедеятельности многих видов гнилостных бактерий и насекомых-вредителей при низких дозах облучения. Оптимизация этого метода связана с использованием инфракрасных лучей (ИКЛ).

***Консервирование поваренной солью и сахаром***. Метод основан на увеличении концентрации сухих веществ в продукте при повышении осмотического давления, что ведет к гибели микроорганизмов. Необходимый эффект достигается при концентрации сахара 60 – 65%, а соли 10 – 20%.

**Химические методы**

***Консервирование этиловым спиртом*** используется при производстве плодово-ягодных соков-полуфабрикатов. При концентрации этилового спирта 12 – 16% задерживается развитие, а при 18% подавляется жизнедеятельность микроорганизмов. Спиртовые соки используют при производстве ликероводочных изделий.

***Маринование*** – это повышение кислотности среды при добавлении уксусной кислоты, которая подавляет жизнедеятельность микроорганизмов, в первую очередь гнилостных.

***Консервирование антисептиками*** – химическими веществами, которые губительны для микроорганизмов. Для консервирования плодов, ягод и овощей применяют *сернистую кислоту*, для консервирования рыбы и морепродуктов используют *бензойную кислоту*, для консервирования соков, пюре и продуктов с низким рН показателем применяют *сорбиновую кислоту.*

***Консервирование антибиотиками*** – оказывает бактерицидное действие. Для обработки мяса и рыбы используют *биомицин*, при консервировании грибов используют *нистатин*, при производстве молочных и плодоовощных консервов используют *низин*, задерживающий рост стафилококков, стрептококков и других патогенных микроорганизмов.

***Озонирование*** – это обработка продуктов и помещений озоном, обладающим дезинфицирующим и дезодорирующим действием. В качестве сильного окислителя озон прекращает развитие бактерий, плесеней, их спор как на поверхности продукта, так и в воздухе. Для обработки пищевых продуктов концентрация озона не должна превышать 10 мг/м3. При озонировании помещений и оборудования концентрация озона достигает 40 мг/м3. При продолжительности озонирования в течении 12 часов для пищевых продуктов и в течении 48 часов для помещений и оборудования зараженность снижается на 90%.

**Биохимические методы**

К этим методам относится консервирование продуктов молочной кислотой и этиловым спиртом, которые образуются в результате брожения. ***Брожение*** – это метаболический анаэробный процесс, при котором продукты расщепления служат одновременно и донором и акцептором водорода. Брожение – это жизнь без воздуха. На молочнокислом брожении основано квашение плодов и овощей. Спиртовое брожение используется в производстве вина.

**Комбинированные методы**

К комбинированным методам консервирования относятся копчение и вяление. ***Копчение*** – это способ консервации соленого полуфабриката веществами неполного сгорания древесины, содержащимися в дыме или коптильных препаратах. Консервирующий эффект копченостей обуславливают фенолы и альдегиды. В процессе обработки помимо веществ, придающих эффект копчености, в продукт переходят нежелательные химические вещества, обладающие канцерогенными свойствами – свободный формальдегид, допустимая норма которого составляет 50 мг/кг. Способы копчения подразделяют в зависимости от следующих факторов: - температуры копчения: холодное (не выше 40 °С), полугорячее (50 - 80 °С), горячее (80 – 180 °С); - применение продуктов разложения древесины: дымовое, бездымное (применение коптильной жидкости), смешанное;

- условия осаждения продуктов сгорания на поверхности полуфабрикатов и проникновения их в глубь продукта: естественное (без применения специальных приемов), искусственное (использование токов высокой частоты).

***Вяление***– это метод комбинированного воздействия поваренной солью и подсушиванием продукта. Влажность таких продуктов доводят до 15 – 20%. Они хорошо сохраняются без термической обработки. Вяление проводят естественным способом при температуре 20 – 25 °С в течение 10 – 30 суток на открытом воздухе, а искусственным способом – в установках туннельного типа с заданными параметрами воздуха.

*Лекция № 5*

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Технологии пищевых производств, изучающие способы переработки сырья в продукты питания, базируются на закономерностях фундаментальных наук – физики, химии и биологии. В основе науки о технологических процессах лежат основные законы природы – *закон сохранения массы и закон сохранения энергии*.

Вместе с тем этой науке присущи свои специфические понятия и законы, которым подчиняются технологические процессы. В основе пищевых технологий лежит сложный комплекс физико-химических, биохимических и микробиологических процессов.

***Классификация основных процессов***. Все процессы по движущей силе и типу переноса можно разделить следующим образом.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Тип переноса* | *Движущая сила* | *Процессы* | *Технологические операции* |
| Перенос количества движения | Механическая сила, давление | Механические, гидромеханические | Дробление, резание, сортирование, прессование, отстаивание, фильтрование |
| Перенос теплоты | Разность температур | Тепловые | Нагревание, охлаждение, выпаривание, конденсация |
| Перенос  массы | Разность концентраций | Массообменные | Сушка, экстракция, адсорбция, абсорбция, кристаллизация, растворение, перегонка |

В технологических процессах пищевых производств на каждой стадии превращения сырья в полуфабрикат или конечный продукт имеет место перенос энергии или перенос массы. Закон сохранения массы представлен уравнением *материального баланса*, которое подтверждает, что в процессе производства происходит перенос массы из одних компонентов в другие.

*∑Мвх = ∑Мвых.*

где, *Мвх* – масса водящих компонентов, *Мвых* – масса выходящих компонентов.

***Классификация процессов разделения неоднородных систем***. Все процессы разделения неоднородных систем по виду движущей силы относятся к механическим и гидромеханическим.

**Осаждение**. Механический способ разделения под действием силы тяжести. Применяется там, где система составлена из компонентов, плотность которых существенно отличается. Этот способ используется для разделения грубых суспензий и некоторых промышленных пылей.

Применение центробежного поля позволяет существенно увеличить движущую силу. Сила тяжести в этом случае заменяется центробежной силой, пропорциональной скорости и радиусу вращения частицы. Способ применяется для разделения тонких суспензий, эмульсий и мути, содержащих мелкие частицы.

Для отделения пыли в газовых системах используют электростатическое поле, где осаждение происходит в результате взаимодействия частиц с ионизированным газом.

**Фильтрование**. Процесс разделения неоднородных систем за счет «просеивания» их через фильтрующую перегородку. Процессы фильтрации используются для разделения жидких и газовых систем. В качестве движущей силы здесь может использоваться сила тяжести. Более эффективно использование разности давления по разные стороны фильтрующей перегородки. Фильтрование можно осуществлять и в центробежном поле.

Эффект разделения систем в различных отраслях называют по-разному. Например, при оценке качества работы циклонов его называют КПД циклона, при очистке сточных вод – эффектом очистки, при сепарировании молока – степенью обезжиривания молока.

***Классификация тепловых процессов***. В ходе превращения сырья в продукты питания существенное место занимает тепловая обработка, в результате которой изменяется пищевая ценность продуктов, улучшаются их вкусовые качества. Иногда нагревания и охлаждения требуют последующие операции. Например, растительное масло подогревают перед фильтрованием для уменьшения его вязкости. В пищевой промышленности наиболее распространены сушка, сорбция и десорбция газов жидкостями (процессы сатурации), растворение твердых веществ и кристаллизация. Также к тепловым процессам относятся процессы фазового превращения – выпаривания и конденсации.

***Классификация массообменных процессов***. Наиболее часто в пищевой промышленности встречаются такие массообменные процессы как, экстрагирование и экстракция, абсорбция и адсорбция, перегонка и ректификация, растворение и кристаллизация а также сушка. Массообменные процессы принято классифицировать по агрегатному состоянию и характеру взаимодействия фаз. В основе принципа массообмена лежит понятие *равновесия фаз*. Это равновесие, например концентрация растворенного вещества в двух взаимодействующих фазах, зависит от температуры и давления. Массоперенос начинается, если концентрация вещества во взаимодействующих фазах отличается от равновесной. Чем больше это различие, тем выше скорость переноса.

**Абсорбция**. Процесс поглощения газов или паров жидкостью называют *абсорбцией*. Для большинства случаев этот процесс обратимый, т.е. в определенных условиях, например при нагревании, можно выделить газ из жидкости. Такой процесс называют *десорбцией*. В пищевых производствах процессы абсорбции занимают значительное место. Например, при производстве спирта из образующегося в результате брожения диоксида углерода абсорбцией улавливают пары спирта, а затем очищенный газ сжижают для использования в других производствах. Процесс насыщения минеральной воды и других напитков диоксидом углерода, в специальной технологии называемый *сатурацией* и *карбонизацией*, в действительности является классическим примером процесса абсорбции.

**Адсорбция**. Процесс поглощения одного или нескольких компонентов из смеси газов, паров или жидких растворов поверхностью твердого вещества – адсорбента называется *адсорбцией*. Процесс адсорбции подобно процессу абсорбции избирателен, т.е. из смеси поглощаются только определенные компоненты. Самыми распространенными адсорбентами являются активированный уголь получаемы сухой перегонкой дерева или из костей животных и других углеродосодержащих материалов, силикагель получаемы из жидкого стекла, цеолит добываемый карьерным способом и ионит – искусственный адсорбент. В пищевой промышленности в качестве естественных адсорбентов используют мелкодисперсные глины: бентонит и каолин.

**Экстракция**. Процесс избирательного извлечения одного или нескольких растворимых компонентов из растворов или твердых тел с помощью жидкого растворителя – экстрагента. Если вещества извлекаются из жидких систем, процесс называется *жидкостной экстракцией*. В пищевых производствах экстрагированию чаще всего подвергают сырье растительного происхождения, например семена масличных культур, сахарную свеклу и фрукты.

Под определение экстракции попадают и процессы растворения с той лишь разницей, что при растворении твердое вещество может перейти в раствор полностью, а при экстракции всегда остается существенная часть твердого тела, нерастворимая в экстрагенте. При экстракции извлекаемое вещество диффундирует через клеточные мембраны в экстрагент. Для увеличения скорости диффузии экстрагируемый материал подвергают измельчению и тепловой обработке. Диффузия – это самопроизвольное выравнивание концентраций двух систем.

**Сушка**. Удаление влаги из материалов или продуктов для увеличения сроков их ранения называется *сушкой*. Сушка также может быть включена в технологический процесс для придания продуктам определенного качества, например зефир, пастила. Различают сушку *конвективную* (в потоке нагретого газа), *контактную* (при соприкосновении с нагретой поверхностью), *сублимационную* (в вакууме), *высокочастотную* (диэлектрическим нагревом) и *радиационную* (ИК – излучением). Наименее энергоемким является механический способ удаления влаги: прессование или отжим в центрифугах, но он позволяет удалить лишь несвязанную влагу. Для полного удаления влаги используют тепловые способы сушки. Физико-химические способы сушки основанные на применении водопоглощающих средств не получили широкого применения в пищевых процессах.

***Классификация химических процессов***. В основе ряда пищевых технологий лежат химические превращения. К ним относятся: получение патоки, кристаллической глюкозы путем кислотного гидролиза крахмала, различных жиров способом гидрогенизации и переэтерификации, инвертного сахара путем кислотного гидролиза сахарозы. Одни процессы с реакциями гидролиза, другие – с окислительно-восстановительными реакциями: меланоидинообразованием, дегидратацией, сульфитацией и окислением.

**Гидролиз**. Реакция разложения сложных веществ (белков, жиров, углеводов) до более простых под действием кислот и щелочей с присоединением молекулы воды называется *гидролизом*. Важная роль в пищевых производствах принадлежит гидролизу крахмала. При кипячении с кислотами крахмал превращается в глюкозу. В качестве промежуточных продуктов образуются полисахариды разной молекулярной массы – *декстрины*. По мере снижения молекулярной массы декстринов снижается их удельное вращение и уменьшается растворимость в спиртовых растворах. Продукт неполного гидролиза крахмала разбавленными кислотами (соляная) или ферментами называется *патокой*. Гидролиз крахмала – процесс каталитический. В качестве катализатора применяют минеральные кислоты, обычно хлороводородную кислоту. Декстрины, обладая высокой вязкостью, придают патоке свойства антикристаллизатора.

**Меланоидинообразование**. Это сложный окислительно-восстановительный процесс, включающий в себя ряд реакций, которые протекают последовательно и параллельно. Суть этого процесса заключается в том, что при распаде белков образующиеся аминокислоты вступают в реакцию с восстанавливающимися сахарами (фруктозой, глюкозой, мальтозой), в результате чего происходит разложение, как аминокислот, так и реагирующего с ней сахара. При этом образуются *альдегиды*: из аминокислот – аммиак и диоксид углерода, из сахаров – фурфурол и оксиметилфурфурол. Фурфурол и оксиметилфурфурол, вступая в реакцию с аминокислотами, образуют темноокрашенные продукты – *меланоидины*. Образование меланоидинов – основная причина потемнения пищевых продуктов в процессе их изготовления, сушки и хранения. Особенно интенсивно эта реакция протекает при повышенных температурах во время выпечки хлебобулочных изделий. В некоторых производственных операциях реакция меланоидинообразования называется процессом *денатурации* белков. Например, образование корочки при выпечке пшеничного хлеба или при сушке пивоваренного солода для придания ему аромата и цвета.

**Дегидратация**. Одна из реакций, протекающая в процессе меланоидинообразования, связана с дегидратацией и разложением сахаров при нагревании. Моносахариды, в частности глюкоза, при нагревании в кислой или нейтральной среде дегидратируют – разлагаются с выделением одной или двух молекул воды и образованием ангидридов глюкозы. При длительном нагревании отщепляется третья молекула воды и образуется оксиметилфурфурол, который при дальнейшем нагревании может распадаться, образуя муравьиную и левулиновую кислоту. Поэтому в сахарном и крахмалопаточном производствах уваривание сиропа осуществляется в вакуум-аппаратах, что позволяет снизить температуру со 120°С до 70 - 80°С.

**Сульфитация**. При производстве ряда пищевых продуктов реакция меланоидинообразования нежелательна, например, при получении сахара-песка. Для предотвращения потемнения пищевых продуктов их *сульфитируют*, т.е. обрабатывают диоксидом серы. Диоксид серы как химический агент вызывает обесцвечивание растительных пигментов. Диоксид серы получают путем сжигания серы в специальной печи, пропуская через нее воздух.

**Окисление**. Этот процесс играет большую роль при хранении жиров, масел и жиросодержащих продуктов. Жиры при длительном хранении приобретают неприятный вкус и запах – прогоркают, что связано с химическими реакциями, происходящими под действием света и кислорода. Наиболее простой случай прогоркания коровьего масла и маргарина, заключается в омылении жира и появлении в свободном виде масляной кислоты. Самым распространенным антиокислителем является токоферол (витамин Е). Антиокислители, используемые в жироперерабатывающей отрасли, называются *антиоксидантами*. Также к антиоксидантам относятся вещества, не являющиеся антиокислителями: лимонная, аскорбиновая, виннокаменная кислоты и фосфатиды.

***Классификация биохимических процессов***. Большое практическое значение в пищевой промышленности имеют биохимические процессы, которые протекают при участии ферментов. *Ферменты* *(энзимы)* – органические катализаторы белковой природы, обладающие специфичность к субстрату. Они обеспечивают последовательность и взаимосвязанность многих сложных биохимических превращений в клетках растений, животных и микроорганизмов. Ферменты обладают характерными особенностями:

- высокой каталитической активностью, превосходящей активность химических катализаторов в 1011 раз;

- избирательность их действия, например фермент *инвертаза* разлагает сахарозу, но не действует на другие дисахариды или пепсин гидролизует только пептидные связи белка;

- большая лабильность, т.е. чувствительность к внешним воздействиям среды (они действуют при нормальном давлении и температуре от 20 до 70 °С).

Большую роль во взаимодействии растительного сырья с окружающей средой играет дыхание, под которым понимают окислительно-восстановительные процессы, регулируемые ферментами. Различают *аэробное дыхание*, происходящее в присутствии кислорода воздуха, и *анаэробное*, не требующее кислорода. Реакция анаэробного дыхания аналогична реакции брожения.

**Роль оксидоредуктаз**. Из этого класса ферментов большое практическое значение имеет *полифенолоксидаза*, которая действует в присутствии кислорода воздуха на монофенолы, полифенолы и дубильные вещества с образованием темноокрашенных соединений – *меланинов*. Полифенолоксидаза играет важную роль в производстве чая. При переработке зеленые листья подсушиваются и скручиваются, в результате чего происходит механическое разрушение значительной части клеток, что обеспечивает хороший контакт дубильных веществ чайного листа (субстрата) с ферментом. Затем скрученный лист выдерживают некоторое время при соответствующей температуре и высокой влажности воздуха, т.е. создают условия для ферментации, при которой происходит окисление дубильных веществ полифенолоксидазой и образование темноокрашенных соединений, придающих цвет чаю.

**Роль гидролаз**. Этот класс представлен такими ферментами как: липаза, амилазы, гемицеллюлаза. *Липаза* гидролизует распад жира с образованием глицерина и свободных жирных кислот. Действие липазы имеет большое значение при хранении муки и крупы, особенно содержащей большое количество жира, например овсяной. Наибольшее значение из *амилаз* имеют такие ферменты как α-амилаза, β-амилаза и глюкоамилаза. Под действием α-амилазы крахмал расщепляется с образованием низкомолекулярных декстринов и незначительного количества мальтозы. Действуя на крахмал, β-амилаза образует в основном мальтозу и небольшое количество высокомолекулярных декстринов. Полное расщепление крахмала до мальтозы возможно при одновременном действии α- и β-амилаз. Глюкоамилаза гидролизует крахмал с образованием преимущественно глюкозы и небольшого количества декстринов. Эти ферменты существенно отличаются по своему отношению к рН среде, α-амилаза более чувствительна к подкислению, чем β-амилаза. Реакция гидролиза крахмала ферментами является основной в хлебопекарной, спиртовой и пивоваренной отраслях. Наиболее перспективным для гидролиза целлюлозы и гемицеллюлозы является такой фермент как *гемицеллюлаза*. Гемицеллюлаза гидролизует некрахмалистые полисахариды (клетчатку, гемицеллюлозу), увеличивая выход готовой продукции.

***Классификация микробиологических процессов***. В пищевой промышленности микроорганизмы используются при получении ряда продуктов. Среди многообразия вызываемых микроорганизмами процессов одним из существенных является *брожение*. Брожение – это превращение углеводов и других органических соединений под воздействием ферментов, продуцируемых микроорганизмами, в новые вещества. Обычно брожение классифицируют по конечным продуктам, образующимся в процессе, например спиртовое, молочнокислое, уксуснокислое. Для брожения в производстве этанола, хлеба, пива, вина применяют дрожжи; в производстве лимонной кислоты – плесневые грибы; в производстве уксусной и молочной кислот, ацетона – бактерии. Основная цель указанных производств – превращение субстрата (питательной среды) под действием ферментов микроорганизмов в необходимые продукты.

**Бактерии**. Используют в качестве возбудителей молочнокислого, уксуснокислого, маслянокислого, ацетонобутилового брожения. Молочнокислые бактерии превращают сахар в молочную кислоту.

**Дрожжи**. Для пищевых производств имеют значение совершенные дрожжи – сахаромицеты, которые образуют споры, и несовершенные дрожжи – несахаромицеты (дрожжеподобные грибы), не образующие спор. Несахаромицеты используют в качестве ценного корма для животных. Различают дрожжи верхового и низового брожения. В каждой из этих групп имеется несколько отдельных рас. В хлебопекарных дрожжах ценят быстро размножающиеся расы, обладающие хорошей подъемной силой. Дрожжи верхового брожения выделяются на поверхности сбраживаемой среды в виде пены. Под влиянием низкой температуры на сбраживаемую среду получаются дрожжи низового брожения.

**Плесневые грибы**. Плесневые грибы – *зигомицеты* используются в качестве продуцентов ферментов. Грибы продуцируют амилолитические ферменты, которые используют в спиртовой промышленности вместо солода для осахаривания крахмала. Однако в ряде случаев зигомицеты вызывают порчу пищевых продуктов, поэтому они не нашли широкого применения.

*Лекция № 6*

***ЗЕРНОМУЧНЫЕ ТОВАРЫ***

**КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

Зерно является стратегическим сырьем для мукомольной и крупяной промышленности. Различают зерно для продовольственных и для фуражных целей. Продовольственное зерно по назначению принято делить на мукомольное, крупяное, техническое (пивоваренное, крахмалопаточное, масложировое и спиртовое). Зерно одной и той же культуры может использоваться в разных целях. Например, кукуруза – это сырье для производства муки, крупы, крахмала, консервов, растительного масла и как кормовая культура.

Использование зерновых культур зависит от их химического состава. По *химическому составу* зерновые культуры принято делить на три группы:

● богатые крахмалом – хлебные злаки. Содержание крахмала 70 – 80%, белков – 10 – 15%. К ним относится пшеница, рожь, ячмень, овес, рис, просо, кукуруза и семейство гречишных;

● богатые белком – бобовые. Содержание углеводов 50 – 55%, белков – 25 – 40%, а у сои – до 50%;

● богатые жирами – масличные. Содержание жиров 25 – 35%, белков – 20 – 40%. К высокомасличным культурам относится подсолнечник (свыше 35%).

Возделываемые зерновые культуры по *ботаническим признакам* (плод, соцветие, стебель, корень) относят к трем семействам: злаковые, гречишные, бобовые.

**Семейство злаковых**

Семейство злаковых состоит из двух групп хлебных злаков:

● настоящие хлеба – пшеница, рожь, ячмень, овес;

● просовидные хлеба – кукуруза, рис, просо сорго.

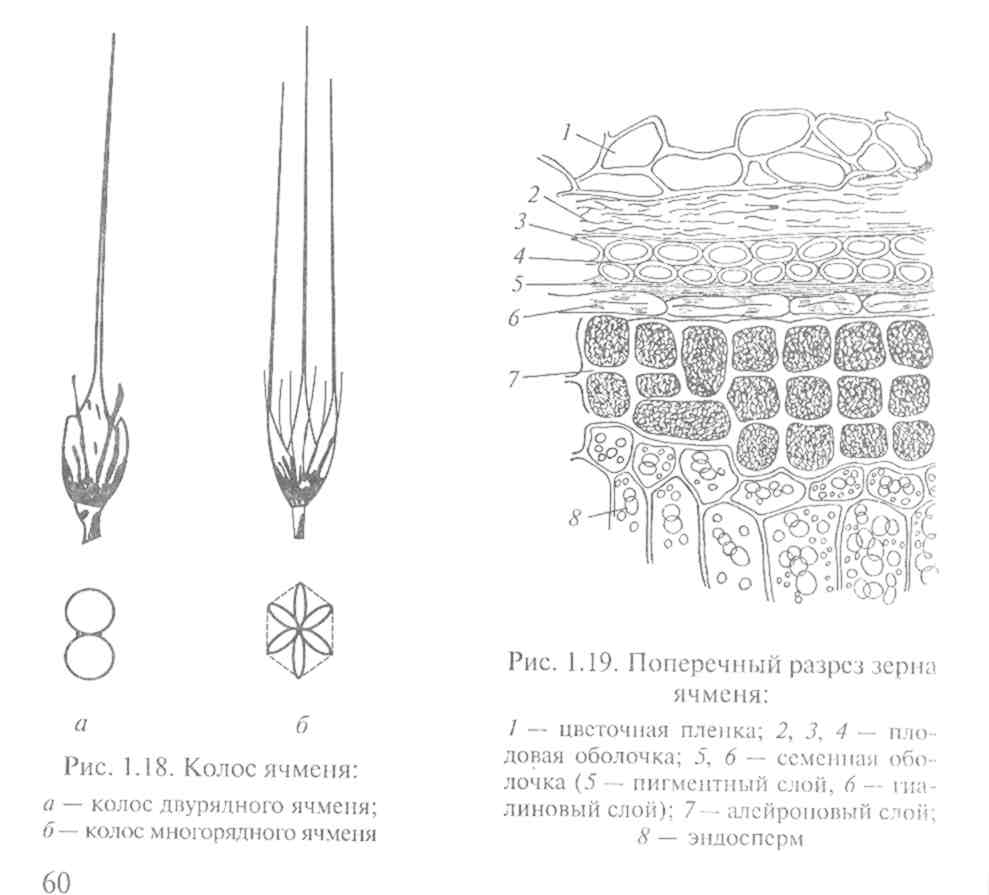
Различаются эти группы в первую очередь строением плода, который называется *зерновкой*. У настоящих злаков зерновка продолговатой или овальной формы, со стороны спинки четко различим зародыш в виде вмятинки. На противоположном зародышу конце – бородка, образованная выростами клеток оболочек. Со стороны брюшка вдоль всей зерновки проходит бороздка.

У просовидных злаков зерновка различной формы, например, у риса – продолговатая (разной конфигурации – длинозерная, среднезерная и короткозерная), у проса – округлая. Бороздка и бородка отсутствуют.

|  |  |
| --- | --- |
| Просо | Зерновка семейства злаковых покрыта цветковой пленкой (за исключением кукурузы, которую называют ложным злаком). Если цветковая пленка легко отделяется, то злаки называют голозерными (пшеница, рожь), если трудноотделима – пленчатыми (ячмень, овес, рис, просо). |

Различают две формы злаковых озимые и яровые. Настоящие злаки бывают как озимыми, так и яровыми, а просовидные только яровыми.

**Строение зерна злаковых**. Зерновка любого злака состоит из трех основных частей – зародыша, эндосперма и оболочек.



После цветковой пленки расположена плодовая оболочка состоящая из трех слоев, затем идет семенная оболочка с ее пигментным и гиалиновым слоем.

Внутренняя часть зерна – эндосперм – подразделяется на наружный слой (алейроновый) и собственно эндосперм – мучнистое ядро.

***Алейроновый слой*** по химическому составу и строению клеток отличается от оболочек и эндосперма, но при переработке зерна отделяется вместе с оболочками в виде отрубей. Клетки алейронового слоя заполнены белковыми тельцами с вкраплениями жира. Алейроновый слой богат водорастворимыми витаминами В1, В2 и РР. Он составляет в среднем 7% от массы зерна.

***Эндосперм***, или мучнистое ядро, занимает всю внутреннюю часть зерна. Он состоит из крупных клеток, заполненных крахмалом и белком. В зависимости от степени заполнения клеток эндосперм может быть *стекловидным* или *мучнистым*.

В том случае, когда все клетки эндосперма плотно, без воздушных прослоек, заполнены белком и крахмалом, они слабо преломляют лучи света и зерна становятся полупрозрачными – стекловидными.

Зерна, имеющие рыхлые клетки эндосперма, содержащие поры и прослойки воздуха, многократно преломляют лучи света, они непрозрачны – мучнистые.

Эндосперм содержит весь крахмал зерна, количество которого составляет до 82% массы всего эндосперма, белков образующих клейковину – 13 -15%.

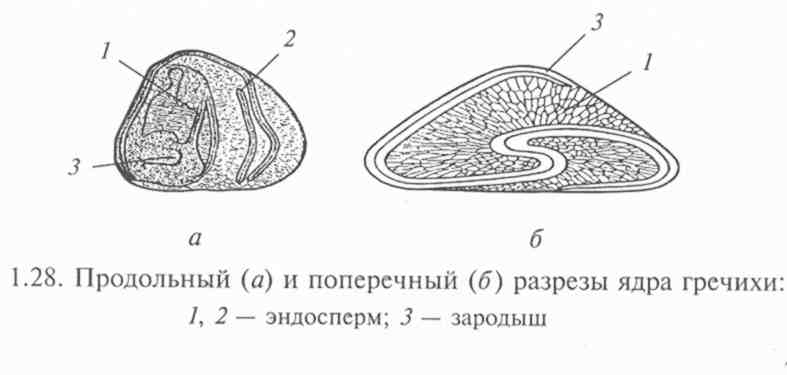
Благодаря химическому составу эндосперма, продукты, полученные из него отличаются высокой пищевой ценностью и усвояемостью. Масса эндосперма составляет до 85% массы зерна.

***Зародыш*** представляет собой часть зерна, из которой развивается новое растение. Клетки зародыша живые, способные к размножению, содержат протоплазму и ядро, имеют мягкую консистенцию.

Зародыш содержит до 40% белка, свыше 25% - сахара, 12 – 15% - жира, около 3% - клетчатки и до 5% - минеральных веществ. Он богат витаминами В1, В2, В6, Е, РР. Масса зародыша составляет 2 – 3% массы зерна.

**Семейство гречишных**

К этому семейству относится гречиха обыкновенная и татарская гречишка - сорное растение. Зерновка гречихи имеет трехгранную форму. Плодовые оболочки не срастаются с зерном, что позволяет их легко удалять. Собственно семя состоит из тонкой семенной оболочки, эндосперма и зародыша. Большая часть зародыша, имеющая S-образную форму, расположена в середине эндосперма.



По химическому составу плоды гречихи относятся к группе зерновых культур, богатых крахмалом – 50 – 70%. Содержание в гречихе белка составляет – 12 – 15%, клетчатки – до 15%, жира – до 3%.

Эндосперм гречихи приобретает стекловидную консистенцию, если ее подвергнуть сильному пропариванию и последующей сушке.

**Семейство бобовых**

К семенам бобовых культур относятся горох, фасоль, бобы, чечевица, соя, чина, нут. Они имеют общее строение. Плод – боб (стручок), состоит из двух створок - мощно развитых плодовых оболочек, между которыми находятся семена. У семян бобовых нет эндосперма, они представляют собой зародыш, состоящий из двух семядолей, покрытых семенной оболочкой.

Окраска семядолей является видовым и сортовым признаком и может быть желтой и зеленой - у гороха и белой, коричневой, пестрой – у фасоли.

Семена бобовых превосходят злаки по содержанию белка, количество которого доходит до 35%, а у сои – до 50%. Но белки бобовых в чистом виде плохо усваиваются, поэтому требуется специальная обработка – **денатурация белка**. Это процесс свертывания и выпадения в осадок белка под влиянием температуры или воздействия органических растворителей и кислот. Самыми распространенными бобовыми культурами являются горох, фасоль и соя.

**Горох**. Плод гороха – стручок (боб) – содержит до восьми семян. Все сорта гороха делят на две группы: лущильные и сахарные. У лущильных сортов под кожурой имеется прочный пергаментный слой, поэтому в целом виде он для пищевых целей не предназначен. Используется для производства крупы гороховой – горох целый и колотый шлифованный.

Сахарные сорта гороха не имеют пергаментного слоя и используются для консервирования.

**Фасоль**. По пищевой ценности и потребительским свойствам фасоль превосходит горох. Она крупнее, содержит много белка и хорошо разваривается. По стандарту различают фасоль белую – тип I и цветную – типы II (однотонная коричневая) и III (пестрая).

**Соя**. Это бобовая культура с высоким содержанием азотистых веществ и жира. В отличие от других бобовых, зерно сои используют только после промышленной переработки – в виде дезодорированной муки, концентрата и масла. Из сои делают молоко, творог, мясо (соевый белок), блинную муку и т. д. Соевая мука используется как источник белка в хлебопечении, макаронном, кондитерском производстве для повышения питательности и биологической ценности продукта. Семена сои могут быть светлоокрашенные (желтые, зеленые) и темноокрашенные (бардовые, коричневые). Пищевыми являются светлоокрашенные сорта.

В сое содержится до 50% белка и в среднем 20% жира. Характерно, что в составе сои почти полностью отсутствует крахмал. Соя содержит значительное количество минеральных веществ и витаминов. Все изложенное показывает, что соя – один из самых ценных видов сырья для производства продуктов питания.

*Лекция № 7*

**МЕТОДЫ ЭКСПЕРТИЗЫ КАЧЕСТВА ЗЕРНА**

Качество зерна и продуктов его переработки нормируется стандартами. В ГОСТах на зерно, заготовляемое для всех культур, установлена классификация – деление на типы, подтипы по различным признакам: окраске, размерам, форме, а также базисные (расчетные) и ограничительные нормы.

Для характеристики качества зерна применяют показатели, определяемые органолептическим методом (общие показатели) и аналитическим методом (специальные показатели и показатели безопасности).

***Базисные нормы качества*** – это те нормы, которым должно соответствовать зерно для получения за него полной закупочной цены. К этим нормам относят влажность (14 – 15%), зерновую и сорную примеси (1 – 3%), натуру – в зависимости от культуры и района выращивания. Если зерно по влажности и засоренности лучше базисных норм, то поставщику начисляются денежные надбавки на цену зерна, а если эти показатели хуже базисных норм, то делаются скидки с цены и массы зерна.

***Ограничительные нормы качества*** – это предельно допустимые пониженные по сравнению с базисными требования к зерну, при соответствии которым оно может быть принято с определенной корректировкой цены.

В зависимости от качества зерно любой культуры делят на классы. В основу деления положены типовой состав, органолептические показатели, содержание примесей и специальные показатели качества. Отдельные требования, более строгие, устанавливаются на зерно, предназначенное для производства продуктов детского питания.

***Общие показатели качества*** – это обязательные, определяемые в любой партии зерна всех культур, признаки. К этим признакам относятся органолептические показатели свежести зерна (внешний вид, цвет, запах, вкус), зараженность вредителями, влажность и засоренность.

***Специальные показатели качества*** – это целевые показатели, характеризующие потребительские свойства крупность, выравненность и плотность зерна. К этим показателям также относятся: стекловидность (пшеница, рис), натура (пшеница, рожь, ячмень, овес), число падения (пшеница, рожь), количество и качество сырой клейковины (пшеница), пленчатость и выход чистого ядра (крупяные культуры), жизнеспособность (ячмень пивоваренный). У пшеницы определяют также содержание мелких зерен и зерен поврежденных клопом-черепашкой.

*Крупность* определяется линейными размерами - длиной, шириной, толщиной. Крупное зерно дает больший выход продуктов, так как содержит больше эндосперма и меньше оболочек.

*Выравненность* определяют просеиванием на ситах и выражают в процентах по наибольшему остатку на двух смежных ситах.

*Плотность* зерна и его частей зависит от химического состава. У зрелого зерна плотность более высокая, чем у недозревшего, так как наибольшую плотность имеют крахмал и минеральные вещества.

*Стекловидность* характеризует структуру зерна, взаиморасположение тканей, в частности крахмальных гранул и белковых веществ, и прочность связи между ними. Этот показатель определяют просвечиванием на диафаноскопе.

*Натура* – масса установленного объема зерна. Она зависит от формы, крупности и плотности зерна, состояния его поверхности, степени налива, массовой доли влаги и количества примесей. Натуру определяют с помощью пурки с падающим грузом.

*Число падения* характеризует состояние углеводно-амилазного комплекса, позволяет судить о степени пророслости зерна. При прорастании зерна часть крахмала переходит в сахар, при этом усиливается амилолитическая активность зерна и резко ухудшаются хлебопекарные свойства. Скорость падения (сек) шток-мешалки через водно-мучную смесь определяет число падения.

*Клейковина* – это комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу. Муку с высоким содержанием клейковины можно использовать как самостоятельно, так и в качестве улучшителя слабых пшениц.

*Пленчатость* - содержание цветковых пленок у пленчатых злаков и плодовых оболочек у гречихи, выраженное в процентах к массе зерна.

***Показатели безопасности*** - это содержание токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов, вредных примесей и радионуклидов, которое не должно превышать допустимых норм согласно «Санитарным Правилам и Нормам».

Приведенные показатели и методы экспертизы качества зерна предусмотрены действующими стандартами, которыми руководствуются при заготовках и поставках зерна. Кроме того, качество зерен, образующих партию, характеризуют физические и химические показатели: абсолютную массу (массу 1000 зерен), зольность, содержание клетчатки и белка и другие показатели не предусмотренные стандартами.

Общие показатели качества зерна не учтенные в стандарте, но обязательно определяемые при приемке зерна и определении его качества:

- определение зараженности и поврежденности вредителями в явной форме;

- определение зараженности зерна вредителями в скрытой форме;

- определение количества и качества сырой клейковины;

- определение количества сухой клейковины;

- определение содержания зерновой, сорной, вредной примеси и мелких зерен.

К сорной примеси относятся всевозможные примеси, не представляющие ценности в партии зерна данной культуры ( земля, песок, камешки, части стебля, колоса, пленки).

Вредные примеси обладают вредными, ядовитыми свойствами. К ним относятся такие грибы как спорынья и головня, семена дикорастущих растений – горчак, вязель, куколь, опьяняющий плевел и другие содержащие ядовитые вещества.

К зерновым относят примеси, представляющие известную ценность, но по качеству уступающие основному зерну. Обычно к зерновой примеси относят битые, проросшие, щуплые зерна основной культуры.

Экспертиза качества зерна имеет исключительно важное значение для обеспечения выработки продуктов (муки и крупы) в наибольшем количестве и высокого качества, так как выход и качество муки и крупы неразрывно связаны со свойствами исходного сырья – зерна.

*Лекция № 8*

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МУКИ**

Мукомольная промышленность – крупнейшая отрасль пищевой промышленности, которая вырабатывает муку для розничной торговли, а также для хлебопекарной и кондитерской отраслей.

***Мука*** – это основной продукт, получаемый в результате измельчения зерна в порошок с отделением или без отделения отрубей. Муку подразделяют на виды, типы и товарные сорта. ***Вид муки*** определяется культурой, из которой она выработана. *Основные виды* – пшеничная и ржаная мука. *Второстепенные виды* – ячменная, кукурузная, и соевая. *Муку специального назначения* – овсяную, рисовую, гречневую и гороховую – используют в пищевой и комбикормовой промышленности. ***Тип муки*** зависит от ее целевого назначения. Так, пшеничную муку вырабатывают трех типов: хлебопекарную, макаронную и кондитерскую. Соевую муку делят на типы в зависимости от содержания жира: необезжиренная дезодорированная, полуобезжиренная, обезжиренная. ***Товарный сорт муки*** зависит от того, какая часть зерновки попадает в муку, т.е. от технологии переработки зерна. В основе деления на сорта лежит количественное соотношение эндосперма и оболочек. Так, например, мука высших сортов состоит только из частиц эндосперма. Сорта отличаются химическим составом, цветом, технологическими достоинствами, калорийностью, усвояемостью и биологической ценностью.

***Отруби*** – это побочный продукт измельчения зерна, получаемый после извлечения эндосперма и представляет собой сростки частиц эндосперма и семенных оболочек. Отруби имеют неправильную пластинчатую форму.

**Ассортимент муки**

**Пшеничная хлебопекарная мука**. Вырабатывается пяти сортов: мука-крупчатка, мука высшего сорта, мука 1-го сорта, мука 2-го сорта и обойная мука.

*Мука – крупчатка* вырабатывается из стекловидной мягкой пшеницы с добавлением твердой. Представляет собой крупные частицы, состоящие из чистого эндосперма центральных частей зерновки. Клейковина хорошего качества, содержание ее не менее 30%, зольность – не более 0,6%. *Мука высшего сорта* состоит из тонкоизмельченных частиц центральной части эндосперма, практически не содержит отрубей, имеет белый цвет. Зольность – не более 0,55%, количество сырой клейковины – 28%. *Мука 1-го сорта* – это тонкоизмельченные частицы всех слоев эндосперма, содержит 3 – 4% отрубей, цвет – белый с желтоватым оттенком. Зольность – не более 0,75%, количество клейковины – 30%. *Мука 2-го сорта* состоит из неоднородных частиц измельченного эндосперма, количество отрубей – 10%. Из-за присутствия в муке частиц оболочек она приобретает сероватый оттенок. Зольность повышается до 1,5%, а содержание клейковины снижается до 25%.

*Обойная мука* вырабатывается при измельчении всех частей зерна. Она содержит до 16% отрубей. Мука неоднородна по размеру частиц. Цвет – белый с желтоватым или сероватый. Содержание сырой клейковины – 20%, зольность не превышает 2%.

**Ржаная мука**. Используется в хлебопекарной и кондитерской отраслях пищевой промышленности. Вырабатывается трех сортов: сеяная, обдирная и обойная. *Сеяная мука* – это тонкоизмельченные частицы эндосперма зерна, количество оболочек 1 – 3%. Цвет белый с кремовым или сероватым оттенком. Зольность не более 0,75%, число падения – 160 сек. *Обдирная мука* неоднородна по размеру, содержит до 15% оболочек, которые видны невооруженным глазом при оценке цвета муки. Зольность - 1,45%, число падения – 150 сек. *Обойная мука* – это неоднородные по размеру частицы, полученные при размоле всех частей зерна. Цвет – серый с частицами оболочек. Зольность – 2%, число падения – 105 сек. Ржаная мука не образует клейковину, но содержит больше, чем пшеничная водо- и солерастворимых белков, полноценных по аминокислотному составу.

**Ячменная мука**. Вырабатывается по схеме переработки ржи трех сортов (сеянная, обдирная, обойная). Ее используют в основном для производства национальных видов хлебобулочных изделий в Якутии и Бурятии.

**Соевая мука**. Вырабатывается трех сортов - необезжиренная дезодорированная с содержанием жира 17 – 20%, полуобезжиренная вырабатывается из соевого жмыха (5 – 8% жира), обезжиренная вырабатывается из шрота (1 – 2 % жира). Используется как улучшитель для пшеничной и ржаной муки.

**Кукурузная мука**. Вырабатывается трех видов: тонкого помола, крупного помола и обойная. Также как и соевая является улучшителем. Нормирует содержание золы и жира. Перспективным является производство смешанной муки, обогащенной пищевыми волокнами (пшеничными, гороховыми отрубями и пивной дробиной).

**Формирование качества муки в процессе производства**

Качество муки зависит от качества перерабатываемого зерна и технологии производства. Технологические операции определяющие качество муки – это смешивание зерна или составление помольных партий, подготовка зерна к помолу, непосредственно размол, просеивание, сортировка и обогащение крупок и формирование товарных сортов муки.

**Составление помольных партий (смешивание)**

Смешивание имеет большое значение для получения качественной муки. Рецептуру смешивания устанавливают исходя из требований, предъявляемых к данному типу и сорту муки. Так, для муки хлебопекарной высших сортов за основу берется мягкая полустекловидная или стекловидная пшеница, к которой добавляют до 20% твердой пшеницы. При выработки муки средних сортов за основу берут полустекловидную пшеницу с добавкой к ней некоторого количества сильной и слабой пшеницы. Для макаронной муки используют твердую пшеницу, добавляя к ней 20 – 30% мягкой.

Для получения муки со строго определенными качественными показателями, достижения стабильной работы мукомольного завода, улучшения качества муки и рационального использования зерна формируют помольную партию зерна.

Помольную партию составляют из разного числа компонентов. Чаще всего встречаются смеси из двух компонентов, реже из трех и четырех. Количество каждого компонента находят расчетным путем по методу определения средневзвешенной величины.

Исходными данными для расчета двух компонентов смеси являются следующие показатели: - масса итоговой помольной партии;

- средневзвешенное значение качества, по которому производят смешивание;

 - массы компонентов смеси;  - показатели качества компонента.

Составляем уравнение: , ;

Отсюда получим массу исходных компонентов:

; 

Например, требуется составить помольную партию 800т зерна со средневзвешенным значением стекловидности 50% из двух исходных партий со стекловидностью 77% и 41%.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Показатели* | *Компоненты смеси* | | *Смесь* |
| Стекловидность, % | 77 | 41 | 50 |
| Отклонение стекловидности компонента от среднего значения | 77 – 50 = 27 | 50 – 41 = 9 |  |
| Расчетное соотношение компонентов партии | 9 | 27 | 9 + 27 = 36 |
| Сумма частей помольной смеси | 9 + 27 = 36 | | |

Для определения массы каждой составной части смеси, массу помольной партии зерна умножаем на показатель соотношения ее частей в помольной партии и делим на сумму частей смеси  ; или  = 800 – 200 = 600т. Для проверки правильности расчета определяем средневзвешенное значение стекловидности в заданной массе помольной партии:



Стекловидность партии соответствует заданной - расчет произведен правильно.

**Подготовка зерна к помолу.** Подготовка заключается в очистке зерна от примесей, находящихся в зерновой массе, частичном шелушении оболочек зерна и в ГТО зерна (при сортовых помолах). На первом этапе очистки зерно поступает в зерноочистительный сепаратор, где на наклонных ситах выделяются крупные (солома, колоски, камни) и мелкие (песок, земля, сорняки) примеси, а струей воздуха выделяются легкие примеси. Затем зерно моют в моечных машинах и частично шелушат. На обоечных машинах очищают покров зерна (удаляется бородка, часть плодовых оболочек и зародыш). При сортовых помолах зерно увлажняют до 15 – 16% с последующей выдержкой зерна в течении 6 – 8 ч в закромах (отволаживание). Это делают для придания зерну большей пластичности. Иногда увлажнение сопровождается подогревом – горячее кондиционирование.

**Помол зерна.** Для измельчения зерна применяют вальцевые станки, рабочими органами которых являются чугунные валы (вальцы). Обычно вальцы расположены по диагонали и вращаются во встречном направлении с различной окружной скоростью. Чаще используются рифленые вальцы, одна сторона рифли образует тупой угол, а противоположенная – острый. В зависимости от взаиморасположения рифлей («спинка по спинке» или «острие по острию») зерно между вальцами либо режется либо раскалывается.

**Просеивание.** После прохода зерна через вальцы получают смесь различных по величине и составу частиц – крупных, средних, мелких. Поэтому до направления на последующую обработку эти частицы подвергают просеиванию – сортировке по размеру на ситах, собранных в рассевы. Вальцовый станок вместе с рассевом называется системой, которая в зависимости от назначения может быть драной, размольной, сходовой, шлифовочной или вымольной. Например, технологическая схема сортового помола последовательно включает в себя - 6 драных систем, 2 шлифовочные, 10 размольных и 2 вымольные системы.

**Сортировка и обогащение крупок.** Этот процесс осуществляют на крупосортировках, где крупка, поступающая с драных систем сортируется не только по размеру, но и по массе восходящими потоками воздуха. Благодаря этому проходом сит выделяется чистая, богатая эндоспермом, тяжелая крупка; сходами выделяется крупка, содержащая большое количество оболочек (отрубей), а легкие частицы отделяются в виде так называемых относов. Крупку шлифуют путем обработки ее на вальцах при высоком режиме вращения, в целях отделения остатка оболочек (отрубей) от эндосперма. Очищенная или шлифованная крупка затем поступает на размольные вальцевые системы. Сортируют и шлифуют (обогащают) крупки только при сортовом помоле.

**Формирование товарных сортов муки.** При высоком сортовом помоле этот процесс особенно важен для получения качественной муки. Потоки муки получаются с каждой системы в различном количестве и отличаются разным строением частиц. Для получения муки определенных товарных сортов промежуточные потоки объединяют в три, два или один товарный сорт. В связи с тем, что по системе формирования сортов и по количеству муки каждого сорта одноименные помолы могут быть неодинаковыми, их наименование обычно дополняют указанием процентного выхода каждого сорта, например, трехсортные 15+30+33 или 10+35+33, двухсортные 45+33 или 40+38, односортные 72 или 85. Количественные соотношения муки разных сортов неодинаковы, они зависят от различных режимов помола и от системы формирования товарных сортов муки.

*Лекция № 9*

**КЛАССИФИКАЦИЯ ПОМОЛОВ**

Для получения муки установленного ассортимента и качества используют разные типы помолов: *разовые* и *повторительные*, причем повторительные помолы бывают *простые* и *сложные*.

При ***разовом*** помоле муку получают за один проход через размалывающую систему. Качество муки при таком помоле низкое – обойная пшеничная или ржаная с выходом 95 – 96,5%.

При ***повторительном*** помоле для получения муки зерно неоднократно пропускают через драные и размольные системы.

***Простые*** помолы состоят из одного технологического этапа связанного с простым измельчением и просеиванием продуктов помола. К простым помолам относятся все помолы пшеницы и ржи в обойную муку. Простым повторительным помолом вырабатывают муку только одного сорта. Измельчение ведут на 3 – 4 системах. Эти помолы могут быть без отбора отрубей – обойный с выходом 95 – 96% пшеничной или ржаной муки, с отбором отрубей – обдирной с выходом ржаной муки 87% и сеянный – 63%.

***Сложные*** помолы имеют развитую технологическую схему с использованием метода избирательного измельчения для выделения эндосперма в чистом виде и последующего его измельчения в муку. Сложный повторительный помол состоит в пропускании зерна через драную систему, сортировку продуктов размола и их обогащения, а затем размола крупок на размольных системах.

К сложным относятся все сортовые помолы:

1. *Сложные повторительные помолы без обогащения крупок* предназначены для получения ржаной сортовой, обдирной и сеяной муки.
2. *Сложные повторительные помолы с сокращенным процессом обогащения крупок* предназначены для получения муки 2-го сорта с выходом 85% при односортном помоле или при двухсортном помоле с общим выходом муки 75%, получая 55% муки 1-го сорта и 20% муки 2-го сорта.
3. *Сложные повторительные помолы с развитым процессом обогащения крупок* являются основными, они позволяют получить 72% муки 1-го сорта при односортном помоле, а также осуществлять двух- и трехсортные помолы с общим выходом от 75 до 78% и помолы в макаронную муку с общим выходом 72-78%. Этот класс помолов применяется при односортных помолах, позволяющих получить 75% муки высшего сорта.

Правила организации и ведения технологического процесса на мельницах классифицируют помолы по назначению основной продукции (хлебопекарные и макаронные), по виду сырья (ржаные и пшеничные). Существует 12 видов помола мягкой пшеницы в хлебопекарную муку, 3 вида помола твердой пшеницы в макаронную муку, 1 вид помола в хлебопекарную муку с отбором макаронной крупки и 6 видов помола ржи в хлебопекарную муку. Все виды помолов имеют различную формулу, т.е. отличаются выходом и качеством муки, а также определенным соотношением побочных продуктов и отходов с учетом усушки. Это соотношение записывается в виде материального баланса:

С*м* + С*отр* + С*муч* + С*кзп* + С*отх* + У = 100

Где С*м -* суммарный выход муки или крупы %, С*отр -* выход отрубей,

С*муч*   *-* выход мучки,  С*кзп* - выход кормовых зернопродуктов,

С*отх*  - выход отходов,  У - усушка.

**Простые обойные помолы**

При дранных помолах базисный выход пшеничной муки составляет 96%, отрубей 1%, а ржаной 95%, отрубей 2%. Простой помол предусматривает четыре системы измельчения на вальцевых станках и четыре системы просеивания в рассевах. В рассевах получают сходовый и проходовый продукт. Сходовый продукт направляют на дальнейшее измельчение с предыдущей системы на последующую. Проходовый продукт представляет собой муку обойную. Сход с последней системы направляют в бичевую машину для вымола оболочек. Обойную муку контролируют по крупности в рассеве. Сходы контрольного рассева возвращают на 3-ю размольную систему для окончательной доработки.

**Сложные сортовые помолы**

Нормы выхода продукции и виды сложных хлебопекарных помолов пшеницы с развитым процессом обогащения приведены в таблице

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ПРОДУКТЫ ПОМОЛА* | П О М О Л Ы | | | | | | | |
| трехсортные | | | двухсортные | | | односортные | |
| Мука всего (%) | 73 | 75 | 78 | 73 | 75 | 78 | 72 | 75 |
| Высшего сорта | 30-55 | 25-50 | 15-40 | 35-45 | 30-40 | 55-65 | 72 | 75 |
| Первого сорта | 15-40 | 20-45 | 20-50 | 28-38 | 35-45 | - | - | - |
| Второго сорта | 5 | 5-10 | 13-18 | - | - | 13-23 |  |  |
| Побочные продукты |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Мучка кормовая | 5 | 3 | - | 5 | 3 | - | 6 | 3 |
| Отруби | 19,1 | 19,1 | 19,1 | 19,1 | 19,1 | 19,1 | 19,1 | 19,1 |
| Отходы 1-2 категории | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 |
| Отходы 3 категории | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| И т о г о | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Технологический процесс размола зерна в сортовую муку отличается сложным многоэтапным построением. В размольном отделении мукомольного завода сортового помола пшеницы последовательно осуществляются следующие операции: 1. дранной процесс - грубое дробление зерна и отбор эндосперма в виде крупок и дунстов; 2. сортировочный процесс – сортирование продуктов дранного процесса по крупности; 3. вымол оболочек зерна на конечных системах дранного процесса; 4. процесс обогащения крупок – сортирование крупок по крупности и качеству в ситовеечных машинах; 5. размольный процесс – размол обогащенных крупок и дунстов с целью получения муки; 6. контроль муки – контрольное просеивание муки в рассевах; 7. витаминизация – добавление в муку синтетических витаминов.

Измельчение зерна в муку осуществляется на размольных системах которые состоят из измельчающего и просеивающего устройств. Весь процесс измельчения зерна и классификация продуктов измельчения последовательно осуществляются на 5 – 6 драных системах и 10 - 12 размольных системах. В задачу драных систем входит отделение покровных оболочек зерна, включая алейроновый слой и зародыш. Каждая из драных систем состоит из вальцового станка с рифленой поверхностью вальцов, вращающихся навстречу друг другу с разными окружными скоростями, и рассева с необходимым набором сит. На рассевах драных систем проходом отсеивается 15 – 20% муки, а сходовые продукты направляются на основные размольные системы.

**Драной процесс** - главный этап помола, на котором необходимо провести избирательное измельчение зерна. В сортовых помолах этот процесс крупообразующий, т.е. предназначенный для получения крупок и дунстов.

**Сортировочный процесс** – предназначен для дополнительного фракционирования продуктов измельчения прошедших сортирование в рассевах драных систем. Схемы рассевов драных систем не позволяют четко разделить продукты сортирования на такие фракции как: крупки и дунсты. Для этого проводится операция сортирования продуктов дранного процесса.

**Ситовеечный процесс** – в зависимости от типа помола может быть сокращенным, развитым и наиболее развитым. Например, развитый процесс используют при трехсортных хлебопекарных помолах пшеницы, а наиболее развитый используется при получении макаронной муки. В ситовеечном процессе получают такие продукты как крупки (крупные, средние и мелкие), дунсты (жесткий и мягкий), муку и муку крупчатку. В ситовеечном процессе получают ***манную крупу*** путем двукратного последовательного сортирования наиболее низкозольной крупной крупки, полученной со второй драной системы.

**Шлифовочный процесс** - это процесс измельчения крупок на вальцевых станках с целью отделения эндосперма от оболочек и зародыша. Применяется как правило, при сортовых помолах зерна с использованием от 1-й до 6-ти шлифовочных систем. Рациональная организация и правильное ведение процесса шлифования позволяют упростить схему ситовеечного процесса.

**Размольный процесс** – это заключительный этап в измельчении промежуточных продуктов. Задача его состоит в получении возможно большего количества муки лучшего качества. Этот процесс состоит из 10 – 12 размольных систем. Проходом сит рассевов каждой системы получают муку, направляемую на контроль, а сходом дунст, который идет на следующую размольную систему. При размольном процессе получают 60% муки, после драного и шлифовочного процесса получают 15% муки.

**Контроль муки и формирование сортов**. Мука, полученная с разных систем, отличается по качеству. В ней колеблется содержание белка, клейковины, крахмала она отличается зольностью и цветом. Поэтому формирование потоков осуществляется следующим образом: муку высшего сорта отбирают с 1,2 и 3-й размольных систем, муку 1-го сорта с 4,5 и 6-й размольных систем, муку 2-го сорта со всех остальных систем. Контроль муки осуществляется на рассевах для каждого сорта отдельно.

**Витаминизация муки**. При производстве сортовой муки максимально отделяются оболочки и зародыш, в которых содержатся такие важные вещества, как соли кальция, лизин и витамин РР. Поэтому витаминизация муки высоких сортов является целесообразной, и осуществляется путем ввода синтетических витаминов согласно инструкции Минздрава.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ**

Для характеристики продуктов на первом этапе измельчения используют два показателя – крупность и качество.

Крупность – это показатель геометрических размеров продуктов измельчения.

Качество – это содержание в продуктах измельчения высокозольных оболочек. Продукты измельчения делятся на два класса качества: 1-й класс качества – это низкозольные продукты; 2-й класс качества – высокозольные продукты с большим содержанием оболочек.

На промежуточных и конечных системах измельчения продукты измельчения классифицируют по соотношению оболочек и эндосперма. При этом выделяют три группы продуктов: *а)* частицы крахмалистого эндосперма, *б)* сростки эндосперма и оболочек, *в)* частицы оболочек с незначительным содержанием эндосперма.

Соотношение частиц с различным содержанием эндосперма отличается в зависимости от этапа технологии. Частицы эндосперма обладают наивысшими потенциальными возможностями для получения низкозольной муки, а частицы оболочек пригодны для получения отрубей – побочного продукта технологии. При совместном их измельчении получаем низкокачественную высокозольную муку. Поэтому продукты измельчения требуют тщательной сортировки. Еще один аргумент в пользу необходимости сортирования продуктов измельчения – это наличие в составе измельченной смеси конечных продуктов – муки, манной крупы, отрубей. Эти продукты должны быть выделены из процесса и направлены на контрольные операции. Таким образом, продукты измельчения на различных этапах технологии слишком разнокачественные и должны быть рассортированы на однородные фракции как по крупности, так и по качеству.

Полученные фракции направляют на соответствующие системы тех. процесса:

1. частицы, размером с зерно, требуют повторного измельчения.
2. частицы чистого эндосперма (крупки) могут быть или конечным продуктом (макаронной мукой или манной крупой) или могут быть направлены на дальнейшее измельчение в тонкодисперсную муку.
3. «сростки» - частицы, требующие измельчения с целью разделения высокозольных оболочек и низкозольного эндосперма.
4. оболочки с незначительным содержанием эндосперма должны быть направлены на выбой в бичевые машины.

**Промежуточные по крупности продукты измельчения (полупродукты)**

Полупродукты принято разделять на классы по крупности и качеству. В технологии муки крупность продуктов выражают дробью, в числителе номер сита проходом которого получен продукт, а в знаменателе номер сита сходом которого получен продукт.

Классификация продуктов измельчения (полупродуктов)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Продукт | С И Т А | | | | | Размер частиц,  мм | |
| Метало  тканые | шелковые | | | Капро-  новые |
| крупочное | мучное | |
| Сходовые  продукты | 1 |  |  | | 7 | > 1,15 | |
| Крупка  крупная |  |  | |  |  | | 0,56-1,15 |
| Крупка  средняя |  |  | |  |  | | 0,40-0,63 |
| Крупка  мелкая |  |  | |  |  | | 0,32-0,45 |
| Жесткий  дунст |  |  | |  |  | | 0,25-0,32 |
| Мягкий  дунст |  |  | |  |  | | 0,16-0,25 |
| Мука  крупчатка |  |  | |  |  | | 0,20-0,25 |
| Мука  в/сорт |  |  | |  |  | | 0,14-0,16 |
| Мука  1-й сорт |  |  | |  |  | | 0,14-0,18 |
| Мука  2-й сорт |  |  | |  |  | | 0,16-0,20 |

*Лекция № 10*

**ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА МУКИ**

Оценка качества муки проводится по органолептическим (цвет, запах, вкус), физико-химическим показателям (влажность, клейковина) и показателям безопасности. Общие показатели качества характеризуют свежесть и доброкачественность муки.

***Цвет*** муки обусловлен ее видом и сортом. Цвет муки определяется визуально в сухой или мокрой пробе или аналитически с помощью специального прибора – фотоанализатора. Мука каждого вида и сорта имеет свой цвет: крупчатка – кремовый, пшеничная мука высшего сорта – белый, первого – белый с желтоватым оттенком, второго – белый с явным коричневым оттенком, обойная – с более темным коричневым оттенком, ржаная сеянная – белый с сероватым оттенком, ржаная обдирная и обойная – белый с явно выраженным серым или коричневым оттенком.

***Запах*** муки – важнейший показатель ее свежести и доброкачественности. Его определяют в небольшом количестве слегка подогретой дыханием муки. Свежая мука обладает специфическим слабо выраженным приятным запахом. Доброкачественной муке несвойственны затхлость, запах плесени и любой посторонний запах. Возникновение запаха, несвойственного нормальной муке, может быть вызвано разными причинами: прогорканием жира, развитием грибов и плесени при неправильном влажностном режиме хранения и отсутствия возможности проветривания хранилища. Посторонние запахи могут быть вызваны попаданием в муку пахучих веществ при хранении, транспортировке и упаковке.

***Вкус*** доброкачественной муки должен быть приятный, чуть сладковатый, без хруста при разжевывании. В муке не допускается кислый, горький или явно сладкий вкус, а также наличие посторонних привкусов. Изменение вкуса муки может быть вызвано порчей муки (прокисание или прогоркание), выработкой муки из неполноценного зерна. Проросшее зерно придает муке сладкий вкус.

***Влажность*** – это количество свободной и связной влаги, выраженное в процентах к массе продукта, является одним из наиболее важных показателей качества муки. Оптимальной для муки является влажность 13 – 15%. При повышении влажности муки активизируется деятельность ферментов, способствующих быстрому развитию микрофлоры, снижается способность муки к набуханию и ухудшаются хлебопекарные свойства.

***Зольность*** в пересчете на сухое вещество служит косвенным показателем сортовой принадлежности муки всех видов. Истинным показателем сорта муки является количественное соотношение содержащихся в ней частиц эндосперма и отрубей. Поэтому мука высших сортов имеет зольность 0,4 – 0,6%, а по мере снижения сорта и увеличения количества отрубей зольность повышается, достигая в обойной муке зольности, близкой к зольности целого зерна ( 1,9 – 2%).

***Крупность помола*** характеризует степень измельчения зерна и влияет на технологические свойства муки. Чрезмерно крупная мука обладает пониженной водопоглотительной способностью. Процесс образования теста замедлен, оно становится более связным и плотным, и хлеб получается некачественный. Крупная мука обладает более низкой сахарообразующей способностью. Сильно измельченная (пыльная и перетертая) мука имеет также нежелательные свойства: хлеб из такой муки получается небольшого объема, расплывчатый и быстро черствеет. Оптимальная крупность муки связана с качеством клейковины и размерами крахмальных зерен. Мука с сильной клейковиной должна быть мельче, чем со слабой. С точки зрения хлебопекарных свойств желательно, чтобы мука имела однородные по размеру частицы.

***Количество и качество сырой клейковины*** определяют для характеристики хлебопекарных или макаронных свойств пшеничной муки. Определяют количество клейковины следующим образом: замешивают 25г муки в крутое тесто, затем из теста под струей воды отмывают крахмал и отруби. После отмывки остается упругая связная масса – сырая клейковина, которую взвешивают. Для пшеничной муки разных типов и сортов установлены предельные нормы выхода сырой клейковины: крупчатка – 30%, высший сорт – 28%, первый сорт – 30%, второй – 25%, обойная мука – 20%, мука макаронная – 32%.

При оценке качества клейковины определяют ее удельную растяжимость (см/мин) и вязкость. По действующему стандарту клейковину делят на три группы: хорошая (эластичная, нормально растяжимая), удовлетворительная (менее эластичная) и неудовлетворительная (малоэластичная, сильно тянущаяся).

***Содержание металломагнитной примеси*** в муке ограничивается специальными нормами. Металлические частицы попадают в муку в виде крупинок шлака, руды, ржавчины в случае плохой очистки зерна или антисанитарного состояния мельницы. Частицы чугуна и стали попадают в продукт в результате износа вальцов, стальных сит и других металлических рабочих органов.

Количество магнитных примесей определяют путем извлечения (с помощью магнитов) металла из образца муки массой 1кг. Допускается не более 3 мг металлической примеси.

***Зараженность муки вредителями*** – жуками и их личинками, бабочками и их гусеницами, а также клещами по действующим нормам и правилам – не допускается. Для установления зараженности 1 кг сортовой муки ее просеивают через сито № 056. Проход этого сита используют для обнаружения клещей, а остаток на сите – для обнаружения других вредителей, рассыпая муку тонким слоем на анализной доске и тщательно ее рассматривая.

Также при оценке качества пшеничной муки и ее хлебопекарных достоинств определяют ***газообразующую*** и ***газоудерживающую*** способности теста. Газообразующая способность муки зависит от ее сахарообразующей способности, а газоудерживающая способность – от количества и качества сырой клейковины. Однако, результаты этого определения зависят от многих факторов – дрожжей, температурного режима, времени и условий проведения испытаний.

При оценке качества ржаной муки пользуются определением автолитической активности ржаной муки или числом падений.

***Автолитическая активность*** определяется по количеству веществ, переходящих в раствор при нагревании муки с водой. Мука хорошего качества имеет показатели автолитической активности 38 – 40% на сухое вещество муки.

***Число падения*** нормируется стандартом для ржаной муки. Этот показатель характеризует состояние углеводно-амилазного комплекса ржаной муки. Чем выше автолитическая активность, тем меньше величина числа падения: для муки с пониженной активностью – более 300 с, с повышенной – менее 150 с. В зависимости от сорта ржаной муки и от того, сколько периферийных частей зерна попало в муку, значения числа падения колеблются: для сортовой муки – не менее 150 – 160 с, а для обойной – не менее 105 с.

***Показатели безопасности*** муки характеризуют содержание в ней токсичных элементов (свинец, мышьяк, ртуть микотоксин), пестицидов и радионуклидов. Допустимые уровни содержания показателей безопасности для муки регламентированы Санитарными Правилами и Нормами – СанПиН 2.3.2.1078 – 01.

**Требования предъявляемые к хранению муки**

Хранение муки делят на два этапа. На первом этапе происходит улучшение хлебопекарных достоинств муки. Второй этап характеризуется ухудшением качества муки. Первый этап хранения муки принято называть ***созреванием***. Свежесмолотую муку в хлебопечении не используют, так как из нее получается хлеб малого объема и выхода.

Созревание муки связано с окислительными и гидролитическими процессами в липидах и снижением активности ферментов до определенного уровня. В результате ферментативного окисления повышается усвояемость минеральных веществ. Но самое главное в созревании муки – укрепление клейковины. В результате взаимодействия белков с продуктами гидролиза и окисления жира получаются липопротеины, уменьшающие растяжимость клейковины. Таким образом, если мука после помола имела слабую клейковину, то после созревания слабая клейковина приобретает свойства средней, а средняя – сильной, сильная – очень сильной.

Пшеничная сортовая мука созревает при комнатной температуре 1,5 – 2 месяца, а обойная – 3 – 4 недели. Муку, предназначенную для длительного хранения, необходимо сразу охладить до 0°С, тогда созревание будет продолжаться 10 – 12 месяцев. Если же муку со слабой клейковиной необходимо сразу использовать, то процесс созревания можно ускорить до 6 часов за счет ее аэрации теплым воздухом.

Хранят муку в сухих, хорошо проветриваемых, не зараженных вредителями помещениях с соблюдением санитарных норм при температуре не выше 20 °С и относительной влажности воздуха 60%: сортовую пшеничную муку – 6 – 8 мес., ржаную сортовую муку – 4 – 6 мес., кукурузную и соевую недезодорированную – 3 – 6 мес., соевую дезодорированную – 12 мес. При низких температурах (около 0 °С) срок хранения муки продлевается до двух и более лет.

*Лекция № 10*

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

**ХЛЕБА И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Производство хлебобулочных и макаронных изделий является одной из наиболее развитых отраслей отечественной пищевой промышленности.

**Классификация и ассортимент хлеба и хлебобулочных изделий**

Хлебобулочные изделия в зависимости от вида используемой муки могут быть ржаные, пшеничные и пшенично-ржаные.

***По рецептуре*** изделия бывают простые, улучшенные и сдобные. В рецептуру простых изделий входят мука, вода, дрожжи и соль. В рецептуру улучшенных изделий вводят дополнительное сырье – молоко, сахар, патоку и солод. В рецептуре сдобных изделий содержится много сахара и жира, кроме того, могут быть добавлены орехи, изюм, цукаты, яйца.

***По способу выпечки***  различают изделия подовые и формовые. Подовые изделия выпекают на листах или на поду пекарной камеры и люлек. Допускается выпечка подовых изделий на сковородах с высотой бортика до 20мм.

Формовые изделия дображивают и выпекаются в специальных прямоугольных или круглых формах, которые устанавливаются на люльки-подики. Формы могут устанавливаться и тупиковые печи непосредственно на разогретый под.

**Ассортимент**. Хлебопекарная промышленность вырабатывает различные виды хлебобулочных изделий, включающие более 1000 наименований.

***Хлеб*** – изделие из всех сортов пшеничной и ржаной муки массой более 500 г. Ассортимент выпекаемого в России хлеба насчитывает более 50 наименований.

***Булочные изделия*** выпекают из пшеничной муки массой менее 500 г. К ним относятся батоны, плетеные изделия, булки, сайки, сдобные булочные изделия.

***Сдобные хлебобулочные изделия*** – изделия с содержанием сахара и жиров в сумме 14% и более. Сдобные изделия вырабатывают в основном массой от 50 – 500 г, некоторые (например, «Пасха») могут быть массой до 2 кг.

***Хлебобулочные изделия пониженной влажности*** – это изделия с влажностью менее 19%. К ним относятся сухари, гренки, хрустящие хлебцы, соломка, хлебные палочки.

***Диетические хлебобулочные изделия*** – предназначены для профилактического и лечебного питания. В эту группу входят семь наименований изделий: бессолевые, с пониженной кислотностью, с пониженным содержанием белка, с повышенным содержанием пищевых волокон, с добавлением овсяной муки или лецитина и с повышенным содержанием йода.

***Национальные виды хлебобулочных изделий*** – изделия, отличающиеся использованием в рецептуре местных видов сырья, характерной формы и нетрадиционным способом выпечки.

**Формирование качества хлеба в процессе производства**

Качество хлеба зависит от используемого сырья и процесса приготовления теста.

**Сырье**. Для производства хлеба используют основное и дополнительное сырье. Основное сырье – мука, вода, дрожжи и соль. Дополнительное сырье – жир, сахар, патока, молоко, солод, яйца, отруби, целые зерна, орехи, изюм и пряности.

***Муку*** для производства хлеба используют пшеничную и ржаную различных сортов. Для обеспечения стабильного качества хлеба возможно смешивание различных партий муки разного качества.

На подготовительном этапе муку обязательно просеивают для отделения примесей и насыщения кислородом. Затем ее пропускают через магнитные сепараторы для удаления металлических примесей.

***Вода*** должна соответствовать требованиям стандарта к питьевой воде. Жесткость воды обусловлена содержанием солей кальция и магния, которые не ухудшают качество хлеба, а улучшают – укрепляя слабую клейковину. При замесе теста используют подогретую до 30 °С воду.

***Дрожжи*** – одноклеточные микроорганизмы, применяемые для разрыхления пшеничного теста и обеспечения необходимой пористости изделия. Применяют дрожжи прессованные, сухие или жидкие. Производят дрожжи путем размножения чистых культур дрожжей-сахаромицетов на растворах патоки или на мучной заварке, предварительно заквашенной молочнокислыми бактериями.

Для производства ржаного хлеба используют закваски – это биологический разрыхлитель, получаемый путем сбраживания питательной смеси молочнокислыми бактериями.

***Соль*** должна соответствовать ГОСТу на пищевую поваренную соль. Ее употребляют в виде растворов определенной концентрации. Соль, оказывает негативное влияние на процессы брожения, она уменьшает скорость брожения, снижает бродильную активность и замедляет деятельность ферментов. Поэтому соль вводят в тесто, а не в опару.

**Приготовление теста**. Суть этого процесса заключается в его ***замесе*** – смешивании основного и дополнительного сырья, предусмотренного рецептурой, с целью получения однородной массы теста, а также созревании теста.

Замес теста является короткой, но весьма важной технологической операцией. Длительность замеса для пшеничного теста – 7 – 8 мин., ржаного – 5 – 7 мин. При замесе одновременно протекают физико-механические и коллоидные процессы. В результате взаимодействия воды с мукой белки набухают, склеиваются и образуют клейковину, внутри которой находятся крахмальные зерна, получается тесто. Пшеничная и ржаная мука существенно различаются биохимическими и технологическими свойствами, что сказывается уже при замесе.

***Особенности приготовления пшеничного теста.*** Существуют два традиционных способа приготовления пшеничного теста – безопарный (однофазный) и опарный (двухфазный).

*Безопарный способ* – это однократный замес всего сырья по рецептуре. Продолжительность его 4,5 – 5 часов. Способ простой, для приготовления хлеба требуется меньше времени, но при этом больше расход дрожжей и изделия уступают по качеству изделиям опарного способа.

*Опарный способ* состоит из двух этапов: приготовление опары и теста. Для приготовления опары берут 1/2  полагающейся по рецептуре муки, 2/3 общего количества воды температурой 27 – 29 °С и все количество дрожжей (примерно 0,5% к массе муки).Продолжительность брожения опары 3 – 4 часа. На готовой опаре замешивают тесто, добавляя оставшуюся часть муки, воды и остальное сырье по рецепту. Тесто бродит дополнительно 1 – 1,5 часа. В процессе брожения тесто подвергают одной – двум обминкам (кратковременный повторный промесс) для равномерного распределения пузырьков воздуха. Хлеб, приготовленный опарным способом, более высокого качества. Он обладает лучшим ароматом, большей полнотой вкуса и объема. Пористость мякиша более развитая и равномерная.

***Особенности приготовления ржаного теста.*** Ржаная мука отличается от пшеничной тем, что белки ржи не образуют клейковинного каркаса, так как набухают неограниченно и в результате переходят в коллоидное состояние. Этому способствуют высокомолекулярные углеводные соединения – слизи. В активном состоянии находится α – амилаза. Чтобы предотвратить ее активность, необходимо быстрое нарастание кислотности, иначе образуются декстрины, и хлеб получается с липким мякишем. Поэтому ржаное тесто готовят на заквасках, имеющих высокую кислотность. Закваска – это порция спелого теста, содержащая молочнокислые бактерии и дрожжи.

Во время созревания ржаного теста преобладает молочнокислое брожение. От соотношения молочной и уксусной кислот, образовавшихся в результате брожения, зависят вкусовые достоинства хлеба.

**Процесс брожения теста.**  Цель брожения (созревания) теста – разрыхление, придание тесту определенных физических свойств, накопление веществ, обуславливающих вкус, аромат и цвет готового продукта. Созревание включает микробиологические, коллоидные, физические и биохимические процессы.

Добавленные в тесто дрожжи вызывают спиртовое брожение. При воздействии ферментов, выделяемых дрожжами, из сахаров образуется спирт и диоксид углерода. Этот процесс идет с выделением теплоты. Образующийся диоксид углерода частично уходит из теста, но в большей части задерживается клейковиной муки. Вследствие этого тесто увеличивается в объеме.

Молочнокислое брожение вызывается молочными бактериями; в результате образуются кислоты, влияющие на вкус и аромат хлеба. Молочная кислота препятствует развитию в тесте посторонних микроорганизмов, в частности гнилостных маслянокислых бактерий.

Биохимические процессы, протекающие под действием ферментов, вызывают расщепление белков до аминокислот, крахмала до сахаров. Продукты расщепления белков на стадии выпечки хлеба участвуют в образовании цвета, вкуса и аромата. При расщеплении крахмала ферментами образуется мальтоза, которая расходуется на брожение теста и участвует в образовании вкуса и цвета корки.

**Технологические операции при производстве хлеба**

Качество хлеба зависит от используемого сырья и технологического процесса приготовления теста.

***Тесто*** – это полидисперсная система, состоящая из твердой, жидкой и газообразной фаз. Твердую фазу составляют белки клейковины, крахмал и частицы оболочек зерна. Жидкую фазу образуют растворенные в воде белки, сахара и соли. Газообразная фаза образуется за счет попавшего при замесе воздуха.

Пшеничное тесто – эластичное, ржаное - пластичное.

Последовательность технологических операций хлебопекарного производства на примере схемы приготовления пшеничного хлеба следующая:

ПОДГОТОВКА СЫРЬЯ

ЗАМЕС ТЕСТА

(5 – 8 мин.)

БРОЖЕНИЕ ТЕСТА

(t = 27 – 30 °С)

ОБМИНКА ТЕСТА

(1 – 3 мин.)

ПЕРВАЯ РАССТОЙКА

(предварительная)

ОКРУГЛЕНИЕ КУСКОВ ТЕСТА

ДЕЛЕНИЕ ТЕСТА НА КУСКИ

БРОЖЕНИЕ ТЕСТА

(t =34–40 °С, 2-3 ч)

ФОРМОВАНИЕ ХЛЕБА

ВТОРАЯ РАССТОЙКА

(окончательная)

ВЫПЕЧКА ХЛЕБА

(t =180–200 °С, 1 ч)

ОХЛАЖДЕНИЕ ХЛЕБА

(1,5 – 2 ч)

Схема процесса производства формового хлеба

***Подготовка сырья*.** Для каждого сорта хлеба существуют унифицированные рецептуры, в которых указывают сорт муки и расход каждого вида сырья (в кг на 100 кг муки). На их основании лаборатория хлебозавода составляет производственные рецептуры, в которых указывает дозировку муки, дополнительного сырья, растворов, полуфабрикатов на замес одной порции опары или закваски и теста в зависимости от мощности завода, его оборудования.

***Замес теста*** – это короткая, но весьма важная технологическая операция. Длительность замеса для пшеничного теста составляет 7 – 8 минут, для ржаного – 5 – 7 минут. Цель замеса - получить однородную массу теста с определенными структурно-механическими свойствами. При замесе одновременно протекают физико-механические и коллоидные процессы, взаимно влияющие друг на друга. Коллоидный процесс (процесс набухания) обусловлен тем, что белки пшеничной муки, поглощая воду, резко увеличиваются в объеме и образуют клейковинный каркас, внутри которого находятся набухшие зерна крахмала и частицы оболочек. Слипание частиц в сплошную массу, происходящее в результате механического перемешивания, приводит к образованию теста. Пшеничное тесто эластичное, упругое, а ржаное – вязкое, пластичное.

***Брожение теста*** охватывает период времени с момента его замеса до деления на куски. Цель брожения – разрыхление теста, придание ему определенных структурно-механических свойств, необходимых для дальнейших операций, а также накопление веществ, обуславливающих цвет, вкус и аромат хлеба.

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

Спиртовое брожение вызывается дрожжами, в результате чего сахара превращаются в спирт и углекислый газ. Молочнокислое брожение вызывается молочнокислыми бактериями, в результате чего образуются кислоты, влияющие на вкус и аромат хлеба.

Коллоидные процессы (набухание белков) начинаются при замесе теста и продолжаются при брожении. У муки с сильной клейковиной до конца брожения происходит ограничение набухания, при этом свойства теста улучшаются. У муки со слабой клейковиной наблюдается неограниченное набухание, и тесто разжижается, поэтому продолжительность брожения теста из такой муки должна быть сокращена.

В результате физических процессов, происходящих во время замеса и брожения, повышается температура теста на 1 – 2 °С и происходит увеличение его объема за счет насыщения теста диоксидом углерода (СО2).

Биохимические процессы протекают под действием ферментов, находящихся в муке, ферментов дрожжей и других микроорганизмов. При этом происходит расщепление белков до аминокислот, крахмала – до сахаров. Продукты расщепления белков на стадии выпечки участвуют в образовании цвета, вкуса и аромата хлеба. При расщеплении крахмала образуется мальтоза, которая расходуется на брожение теста и участвует в образовании вкуса и цвета корки.

***Обминка теста***. В процессе брожения тесто, которое готовится порционно, подвергается обминке, т.е. кратковременному промессу в течении 2 – 3 минут. При этом происходит равномерное распределение пузырьков диоксида углерода СО2 в массе теста, улучшается его качество, мякиш хлеба приобретает мелкую, тонкостенную и равномерную пористость.

***Деление теста на куски***. Эта операция должна обеспечить получение заданной массы хлеба. Допустимое отклонение массы отдельных кусков не должно превышать ±1,5%. Деление осуществляется в тестоделительных машинах по объемному принципу. Процесс деления осуществляется отсечением кусков от жгута или штампованием кусков мерными карманами.

***Округление кусков теста***. Этот процесс необходим для придания кускам теста шарообразной формы. Округление необходимо для сглаживания неровностей на поверхности кусков и создания пленки, которая препятствует выходу газа СО2 из теста в процессе предварительной расстойки.

***Предварительная расстойка***. Это кратковременный процесс отлежки кусков теста в течение 5 – 8 мин в определенных условиях, в результате которого ослабляются возникшие в тесте при делении и округлении внутренние напряжения и восстанавливаются частично разрушенные звенья клейковинного каркаса. В процессе предварительной расстойки брожение не играет практической роли, поэтому здесь не создаются особые температурные условия.

***Окончательное формирование кусков***. Это процесс придания кускам теста формы, соответствующей данному сорту изделия.

***Окончательная расстойка***. Цель этого процесса – брожение теста, которое необходимо для восполнения диоксида углерода, удаленного в процессе деления, округления и формования. Если выпекать хлеб без окончательной расстойки, то он получается низкого объема, с плотным, плохо разрыхленным мякишем, с разрывами и трещинами на корке. В процессе окончательной расстойки формируется структура пористости будущего изделия. Поверхность заготовок становится гладкой, эластичной и газонепроницаемой. Для ускорения брожения и предотвращения заветривания наружных слоев теста, окончательная расстойка проводиться в определенных условиях: температура – 35 – 40 °С, относительная влажность – 75 – 85%. В зависимости от массы кусков длительность расстойки 25 – 120 минут.

***Выпечка хлеба***. Перед посадкой в печь на поверхности заготовок делают надрезы или надколы для удаления паров воды и газа. Это предотвращает образование трещин на поверхности хлеба.

В основе процесса выпечки лежат физические явления – прогревание теста и вызываемый им внешний влагообмен между тестом и паровоздушной средой пекарной камеры, а также внутренний тепломассообмен в тесте-хлебе.

Для большинства изделий режим выпечки включает три периода. Первый период протекает при высокой относительной влажности (до 80%) и сравнительно низкой температуре паровоздушной среды пекарной камеры (110 – 120 °С) длится 2 – 3 минуты. За это время заготовка увеличивается в объеме, а пар, конденсируясь, улучшает состояние ее поверхности. Второй период идет при высокой температуре (240 – 280 °С) и пониженной относительной влажности в пекарной камере. При этом образуется корка (происходит процесс карамелизации), закрепляются объем и форма изделий. Влага, выделяемая белками внутри тестовой заготовки, поглощается крахмалом, который при этом клейстеризуется, образуя сухой мякиш. Длительность второго периода от 5 до 60 минут. Третий период – это завершающий этап выпечки, характеризуется менее интенсивным подводом тепла (180 °С), что приводит к снижению упека – потери массы теста в % при выпечке. Продолжительность этого периода от 3 до 15 минут.

***Охлаждение хлеба***. После выпечки хлеб подается ленточным транспортером на циркуляционный стол, где осуществляется контроль изделий. После этого хлеб укладывают в деревянные решетчатые лотки, на которых он охлаждается, и храниться не более 2-х часов до отправления в торговую сеть. Охлаждение хлеба осуществляется естественным путем при нормальных температурно-влажностных режимах хлебохранилища (температура – 23 °С, влажность – 75%).

**Требования к условиям хранения хлеба**

Хлеб является продуктом кратковременного хранения. Срок реализации хлеба из ржаной муки – 36 часов, из пшеничной – 24 часа, мелкоштучных изделий массой менее 200 г – 16 часов. Срок хранения исчисляется с момента выхода из печи.

Помещения для хранения хлеба должны быть сухими, чистыми, вентилируемыми, с температурой воздуха 20 – 25 °С, и относительной влажностью воздуха 75%.

При хранении в хлебе протекают процессы, влияющие на его массу и качество. При этом параллельно и независимо друг от друга идут два процесса: усыхание (потеря влаги) и черствение.

***Усыхание*** – уменьшение массы хлеба в результате испарения. Пока хлеб остывает до комнатной температуры, процессы усыхания идут наиболее интенсивно, масса изделия уменьшается на 2 – 4% по сравнению с горячим хлебом. Активное вентилирование помещения в этот период уменьшает потерю массы. После остывания хлеба усыхание протекает с постоянной скоростью, но вентилирование помещения в этот период увеличивает потери.

***Черствение*** – сложный физико-коллоидный процесс, связанный со старением крахмала. Первые признаки черствения появляются через 10 – 12 часов после выпечки. Основные процессы черствения происходят в мякише. В свежем хлебе набухшие крахмальные зерна находятся в аморфном состоянии. При длительном хранении происходит ретроградация крахмала, т.е. частичный обратный переход крахмала из аморфного состояния в кристаллическое.

Добавки, улучшающие свойства мякиша, способствуют более длительному сохранению свежести хлеба. Например, введение в рецептуру хлеба животных и растительных белков, жиров, эмульгаторов, соевой и ржаной муки. Интенсивный замес теста замедляет процесс черствения.

Наиболее интенсивно черствение протекает при температуре от – 2 до 20 °С. При температуре от 60 до 90 °С черствение протекает очень медленно, а при температуре 190 °С и при температуре замораживания ниже – 10 °С черствение полностью прекращается.

Хлеб – скоропортящийся продукт, служит хорошей средой для развития микрофлоры, которая вызывает его болезни.

***Плесневение*** вызывают многие виды плесневых грибов ( зеленая, голубая и белая плесени). Наблюдается при хранении хлеба в сырых, плохо вентилируемых помещениях. Плесневые грибы попадают из окружающей среды в мякиш хлеба и разлагают питательные вещества с образованием токсичных веществ.

***Картофельная болезнь*** хлеба вызывается картофельной и сенной палочкой. Споры этих бактерий могут попасть в хлеб вместе с мукой. Они не разрушаются при выпечке. Этой болезни подвержен только пшеничный хлеб летом, когда температура воздуха достигает 30 °С и выше. На хлебе появляются «сырые» пятна, мякиш становится тягучим и липким. Хлеб, зараженный картофельной болезнью, в пищу непригоден.

***Меловая болезнь***. Эту болезнь вызывают дрожжевые грибы. На мякише хлеба появляются пятна или налет белого цвета. Заболевший хлеб приобретает специфический вкус и запах, однако токсичных веществ в нем нет.

**Экспертизу качества хлеба** проводят по органолептическим и физико-химическим показателям: внешний вид, состояние мякиша, вкус и запах, влажность (в зависимости от вида и сорта изделий от 34 до 54%), кислотность, пористость (от 44 до 68%), дефекты хлеба (неправильная форма, подгоревшая корка, непромес).

Показатели безопасности хлебобулочных изделий включают нормы содержания токсичных элементов, пестицидов, радионуклидов, которые не должны превышать допустимые уровни, установленные СанПиН. В перечень специфических показателей для хлебобулочных изделий включены: посторонние примеси, признаки болезней и плесневения, содержание металломагнитной примеси, зараженность вредителями.

*Лекция № 11*

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БАРАНОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

К бараночным изделиям относятся различные виды баранок, сушек и бубликов, которые имеют форму кольца или овала, образованного жгутом круглого сечения, а также соломка и хлебные палочки, выпекаемые из прямых жгутов из улучшенного или сдобного теста.

***Сушки*** – кольца диаметром 4 – 6 см, толщина жгута 1 – 1,7 см, масса одного кольца 6,5 – 12 г. Вырабатываются из муки высшего и 1-го сортов, причем из муки высшего сорта производят простые, лимонные и сушки с маком, а из муки 1-го сорта – соленые. Сдобные сушки выпекают из муки высшего сорта и их ассортимент включает в себя: сушки ванильные, с корицей, молочные, минские, детские и чайные. ***Баранки*** – кольца диаметром 7 – 9 см, толщина жгута 2 см, масса одного изделия 25 – 40 г. Вырабатываются из муки высшего и 1-го сорта. Из муки высшего сорта выпускают баранки простые и сдобные лимонные, ванильные, черкизовские и яичные. Из муки 1-го сорта выпускают простые и сдобные баранки ( горчичные, детские, молочные и сахарные). ***Бублики*** - кольца диаметром 7 – 10 см, толщина жгута до 3,5 см, масса одного изделия 50 – 100 г. Выпекают штучно из муки только 1-го сорта. Ассортимент простых бубликов – с маком, с тмином и с кунжутом. Ассортимент сдобных бубликов – ванильные, горчичные, лимонные и украинские. В рецептуру сдобных бубликов входит 7 – 12% сахара и 2 – 7% жира.

**Особенности производства бараночных изделий**

Технологический процесс производства бараночных изделий включает приготовление теста, натирку, расстойку, ошпарку или обварку тестовых колец, выпечку, расфасовку и упаковку.

Тесто для бараночных изделий готовят крутое, на опаре или специальной закваске – притворе (для бубликов – только на опаре). Для придания тесту однородной консистенции проводят натирку – это усиленная механическая обработка теста, которая осуществляется путем многократного пропуска теста через вальцы. После натирки тесто сворачивают в рулон и оставляют в покое на час для брожения. Созревшее тесто формуют в специальных делительно-закаточных машинах и направляют на расстойку. Для закрепления формы и получения изделий с гладкой блестящей поверхностью производят обварку или ошпарку тестовых заготовок в кипящей воде или в специальных камерах при давлении пара 0,5 МПа в течение 3-х минут. Эта операция также позволяет закрепить форму изделия благодаря денатурации белков и клейстеризации крахмала. Выпекают изделия при температуре от 165 до 290 °С в зависимости от типа печей. Продолжительность выпечки: сушек – 12 – 18 мин, баранок – 11 – 17 мин, бубликов – 9 – 18 мин. Заключительными операциями производства бараночных изделий являются охлаждение и упаковка.

**Особенности производства соломки и хлебных палочек**

***Соломка*** представляет собой прямые палочки диаметром 8 мм и длиной от 10 до 28 мм. производится из муки высшего или 1-го сорта с высоким содержанием клейковины, безопарным способом с усиленной механической обработкой. После короткого брожения тесто продавливают через матрицу формующей машины, откуда оно выходит в виде жгутов. Для получения золотистого оттенка поверхности соломки жгуты пропускают через ванну с 1%-м раствором двууглекислого натрия. Одновременно происходит обварка тестовых заготовок, так как температура раствора достигает 70 – 90 °С. При изготовлении соленой соломки заготовку перед выпечкой посыпают солью, а при изготовлении киевской соломки – маком. Выпекают соломку при температуре 180 – 230 °С в течении 9 – 15 минут. Готовую соломку режут на палочки определенной длины.

Соломка представлена следующим ассортиментом: сладкая, соленая, киевская и ванильная. Новый вид соломки – «салет» вырабатывается из муки высшего сорта, белого солода, крахмала, жира и посыпаны солью, предназначен к пиву.

***Хлебные палочки*** – сухие изделия в виде палочек, приготовлены из дрожжевого теста с добавлением сахара, маргарина и растительного масла. Тесто раскатывают в тонкую ленту, разрезают ее полоски определенной длины и ширины, укладывают на листы и выпекают. Длина палочек 5 – 8 см, ширина 2 – 3 см, толщина 0,8 – 1,6 см. Хлебные палочки выпускаются с тмином, сдобные, ароматные, простые и соленые.

**Технология производства сухарей**

К сухарным изделиям относятся сухари простые и сдобные, а также хрустящие хлебцы. Эти изделия имеют длительный срок хранения.

***Сухари простые*** – вырабатывают из пшеничной и ржаной муки 1-го и 2-го сорта. Тесто для сухарного хлеба готовят обычным способом, но с пониженной на 3% влажностью. Хлеб выпекают в формах массой до 2-х кг. Остывший хлеб нарезают ломтиками или кубиками укладывают в специальные кассеты и сушат до влажности 10% при температуре 130 °С от 4 до 12 минут, в зависимости от вида сухарей и типа сушильных камер.

***Сухари сдобные*** – вырабатывают из пшеничной муки высшего, 1-го и 2-го сортов с добавлением сахара и жира. Их получают путем сушки ломтей сдобного хлеба, выпеченного в виде плит разных размеров и форм.

Технологический процесс состоит из ряда последовательных операций: приготовление теста, разделки и формование теста в сухарные плиты, расстойка, выдержка сухарных плит, резка их на ломти, сушка и охлаждение сухарей.

Тесто для сухарных плит готовят на густой или жидкой опаре, жир и сахар вносят при последней обминке теста. При формовке вначале делают тестовые заготовки, которые близки по форме и массе сухарям, и укладывают на листы плотно друг к другу так, чтобы получилась сухарная плита. После расстойки поверхность плиты смазывают яичной болтушкой и выпекают при температуре 200 – 230 °С в течение 15 – 20 минут. После остывания сухарные плиты пригодны для резки на ломти. Резку производят по местам слипов, укладывают плашмя на листы и сушат при температуре 115 °С до 10 – 12 % влажности.

Из муки высшего сорта готовят сухари ванильные, сливочные, лимонные, ореховые, киевские и горчичные. В рецептуру этих сухарей входят 14 – 21% сахара, 3- 10% жира, 4% яиц, а также добавки и ароматизаторы согласно рецепту.

Из муки 1-го сорта вырабатывают сухари пионерские, кофейные, московские, туристические и рязанские. В их рецептуру входит до 12% сахара, до 11% жира и до 2% яиц. Из муки 2-го сорта готовят сухари городские с содержанием сахара 12% и жира 4%.

***Хрустящие хлебцы*** – это пористые прямоугольные пластины толщиной примерно 6 – 7 мм. Тесто для них готовят безопарным способом с добавлением большого количества дрожжей. По окончании процесса брожения тесто раскатывают в тонкую ленту, поверхность которой накалывают. Эту ленту режут на пластины и направляют на расстойку, выпечку и сушку. После охлаждения пластины режут на плитки и упаковывают.

Для производства хрустящих хлебцев используют ржаную обойную муку (хлебцы простые), обдирную (хлебцы обдирные и обдирные с солью), ржаную сеяную и пшеничную 1-го сорта с добавлением сахара и жира (хлебцы десертные, с корицей, к чаю, домашние, московские). Выпускаются хлебцы без использования дрожжей из пшеничной муки 2-го сорта и ржаной обойной (хлебцы к завтраку, соленые, с луком), хлебцы витаминизированные диетические с добавлением пшеничных отрубей, витаминов С, Е, каротина и соли с пониженным содержанием натрия. Хлебцы Андреевские вырабатывают из взорванных зерен пшеницы, риса или гречихи, спрессованных в пластины круглой формы.

**Экспертиза качества бараночных и сухарных изделий**

***Органолептические показатели.*** Бараночные изделия контролируются по форме кольца, состоянию поверхности, вкусу, цвету, запаху и хрупкости, а сухарные изделия, кроме вышеперечисленного, еще и по размеру изделий.

***Физико-химические показатели***. Бараночные изделия контролируют по влажности: сушки – 7-12%, баранки – 9-18%, бублики – 23-25%; кислотность (град.): сушек – 2,5-3, баранок - 3, бубликов – 3,5. Коэффициент набухаемости сушек и баранок должен быть не менее 3. Влажность соломки и хлебных палочек не более 10%, кислотность - не более 2,5 град. Влажность сдобных сухарных изделий от 8 – 12%, кислотность – 3,5 – 4 град., простых пшеничных - 9,5 град., ржаных – 20 град. Намокаемость сухарей в воде температурой 60 °С должна быть полной в течение 1 минуты.

***Показатели безопасности***. Контроль осуществляют на наличие токсичных элементов (цинк, свинец, мышьяк, ртуть и медь). Контроль на наличие микотоксинов и пестицидов проводится по сырью - (муке). Готовые изделия контролируются на наличие радионуклидов (цезий - 137, стронций – 90). Содержание в готовых изделиях вредных примесей (спорынья, вязель, головня), а также зараженность вредителями хлебных злаков – не допускается. Проводится экспертиза ***дефектов*** бараночных и сухарных изделий (неравномерная пористость изделий, вздутия на поверхности или пятна вызванные неправильным брожением).

Экспертиза качества хрустящих хлебцев проводится по органолептическим показателям и хрупкости. Из физико-химических показателей нормируется влажность – 6 – 9%, содержание жира 5 – 8%, и содержание сахара – 7 – 9%.

При оценке качества бараночных и сухарных изделий контролируется содержание лома и крошки.

*Лекция № 12*

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Макаронные изделия представляют собой сухие изделия из теста различной формы. Для них характерны быстрота и простота приготовления – время варки до 20 минут, высокая пищевая ценность (белков – 13%, углеводов – 79%, жиров – 1%, минеральных элементов – 0,9%, клетчатки – 0,6%), возможность длительного хранения.

При производстве макаронных изделий последовательно выполняются следующие операции: подготовка сырья, приготовление теста, формование, разделка, сушка, охлаждение и упаковка.

***Сырьем*** для макаронного производства служит пшеничная мука высшего или 1-го сорта, полученная макаронным помолом из твердой пшеницы (дурум) или из мягкой высокостекловидной пшеницы. Макаронная мука должна содержать не менее 30% клейковины.

В мировой практике макаронную муку подразделяют на два вида: *семолина* - это средние фракции помола твердых сортов пшеницы дурум, *фарина* – это средние фракции помола мягкой высокостекловидной пшеницы.

Макаронная мука существенно отличается от хлебопекарной – она имеет крупитчатую структуру, высокое содержание клейковины хорошей упругости, не липкой, не короткорвущейся, что влияет на упругопластичные и прочностные свойства теста.

Дополнительным сырьем для макаронного теста являются различные добавки, обогащающие изделия ( витамины, яичный или молочный порошок) или влияющие на свойства и цвет изделия (овощные и фруктовые добавки).

***Приготовление макаронного теста***. Эта самое простое тесто, которое готовится из муки и воды, не подвергается брожению или искусственному разрыхлению. Во время замеса теста происходит постепенное набухание крахмальных зерен и белков муки, а также равномерное распределение влаги по всей массе теста. После замеса тесто подвергают интенсивной механической обработке в шнековой камере пресса, где оно превращается в беспористую, упругопластичную массу.

При производстве длинных изделий для придания им большей пластичности используют мягкий (32 – 34% влаги) или средний (29 – 31% влаги) замес. А при производстве коротких изделий – средний или твердый (27 – 28% влаги) замес, чтобы предотвратить слипание изделий во время сушки.

***Формование*** изделий осуществляют двумя способами: прессованием или штампованием. Эта операция обуславливает внешний вид продукта, его плотность и варочные свойства.

Прессование осуществляют в шнековых прессах, заканчивающихся матрицей, от конфигурации поперечного сечения формующих отверстий которой зависит форма изделий. Отверстия матрицы могут быть с вкладышами – получаются трубчатые изделия, сплошными круглыми – нитеобразные, сплошными щелевидными – лентообразные и фигурные.

Путем штампования из тонкого сформированного в виде ленты теста получают разнообразные фигурные изделия или лапшу.

***Разделка*** сырых изделий включает обдувку их воздухом для подсушки, резку по заданной длине и раскладку на устройства для сушки. Короткорезанные изделия – вермишель, лапшу, рожки, фигурные изделия и суповые засыпки – режут специальными механизмами с одним или несколькими ножами, срезающими изделия непосредственно у отверстия матрицы или на весу. Скорость движения, число ножей и способ резки зависит от вида изделий.

***Сушка*** – самый ответственный этап производства макаронных изделий. Продолжительность этой операции зависит от вида изделия, типа сушилок и применяемого режима сушки: 30 мин – для лапши и вермишели при температуре 50 – 70 °С; 16 – 40 часов – для длинных трубчатых изделий при температуре 30 – 50 °С. Сушку ведут до влажности готовых изделий 12 – 13%. По мере обезвоживание тесто утрачивает свои первоначальные свойства, переходя из пластичного состояния через зону упругоэластичных свойств к хрупкому состоянию. При сушке происходит усадка изделия, т.е. уменьшается его размер. Для равномерной усадки и уменьшения растрескивания и искривления изделия сушку проводят постепенно, чередуя ее с отволаживанием. Чрезмерно продолжительная сушка может привести к потемнению изделия, а интенсивная сушка приводит к образованию трещин.

Длинные изделия сушат в подвесном состоянии на бастунах, а короткие на кассетной сушке.

После сушки готовую продукцию охлаждают, контролируют и направляют на упаковку.

***Новые технологии производства макаронных изделий***. В связи с недостаточным количеством высококачественного сырья (макаронной муки из твердой пшеницы) разрабатывают новые технологии, позволяющие производить из средне- и низкокачественного сырья изделия высокого качества. Это, например, использование высоких и сверхвысоких температурных режимов сушки (СВТ). Сушка производится в два этапа: предварительная – до влажности 20% при температуре 60 °С (предел полной пастеризации макаронных изделий); окончательная – до конечной влажности продукта при температуре 90 °С. Изделия получаются хорошего качества и сохраняют форму изделия после варки. СВТ – режимы позволяют получить сильно развитую коагулированную решетку, в которой заключены не успевшие набухнуть зерна крахмала. В условиях дефицита влаги изделия приобретают вторичную структуру в результате так называемой модификации крахмала (частичной клейстеризации), позволяющей изменить физические свойства теста и качество конечного продукта.

Производство макаронных изделий быстрого приготовления также можно отнести к новым технологиям. Существует несколько вариантов их производства: традиционное прессование с последующим пропариванием и сушкой, холодное прессование со стадией варки и термическое формование (кратковременная высокотемпературная экструзия). Макаронные изделия быстрого приготовления также производятся из экструдированной муки или муки обработанной ИК-излучением.

***Классификация макаронных изделий***. В зависимости от качества и сорта муки макаронные изделия подразделяют на группы – А, Б, В и классы 1-й и 2-й. Изделия группы А – из муки твердой пшеницы, Б – из муки мягкой высокостекловидной пшеницы, В – из хлебопекарной пшеничной муки. Изделия 1-го класса – из муки высшего сорта, 2-го класса – из муки 1-го сорта.

При внесении вкусовых добавок или обогатителей группу и класс дополняют названием добавки или обогатителя, например, группа А 1-й класс яичные или группа А 2-й класс томатные.

Макаронные изделия всех групп и классов подразделяют на четыре типа: трубчатые изделия – в виде трубок различной длины и диаметра (макароны, рожки, перья), нитеобразные – в виде нитей различной длины и сечения (вермишель, спагетти), лентообразные – в виде лент различной длины и ширины (лапша, бантики), фигурные – прессованные и штампованные разнообразной формы и рисунка (ракушки, спирали, косички и т.д.).

**Экспертиза качества макаронных изделий**

Определение качества макаронных изделий проводится по органолептическим и физико-химическим показателям согласно требованиям стандарта.

Органолептическими показателями являются цвет, вкус, запах, форма, состояние поверхности и состояние изделия после варки.

***Цвет*** макаронных изделий зависит от вида используемой муки. Изделия группы А должны иметь однотонный, с кремоватым или желтоватым оттенком цвет, без следов непромеса. Изделия группы Б и В имеют однотонный, соответствующий сорту муки цвет. Цвет изделий с добавками должен соответствовать вносимой добавке.

***Вкус и запах*** – свойственные макаронным изделиям, без привкуса горечи, затхлости и других посторонних вкусов и запахов.

***Форма*** должна соответствовать наименованию изделия. Допускаются небольшие изгибы и искривления, не ухудшающие товарный вид макарон. Поверхность всех изделий должна быть гладкая, допускается незначительная шероховатость. Изделия после варки не должны терять форму, склеиваться, образовывать комья.

Физико-химическими методами устанавливают влажность, кислотность, прочность, содержание лома, крошки, деформированных изделий, содержание металломагнитной примеси, наличие вредителей хлебных запасов.

***Влажность*** макаронных изделий должна находиться в переделах от 11 до 13%. На изделия детского питания установлена влажность 12%.

***Кислотность*** должна быть не более 4 град., изделий с томатопродуктами до 10 град. Повышенная кислотность может быть следствием использования несвежей муки.

***Прочность*** определяется на изделия диаметр поперечного сечения, которых более 3 мм. Прочность имеет большое значение при транспортировке и хранении изделий.

Лом, крошка и деформированные изделия ухудшают внешний вид и снижают качество макаронных изделий. Эти показатели должны находиться в пределах: крошка – от 2 до 15%, лом – от 4 до 17%, деформированные изделия – от 1,5 до 15%.

Содержание металломагнитной примеси допускается не более 3 мг на 1кг продукта при размере частиц металла не более 0,3 мм.

Зараженность амбарными вредителями не допускается. По показателям безопасности определяется сырье, входящее в рецептуру.

**Хранение макаронных изделий**

Складские помещения для хранения макаронных изделий должны быть сухими, чистыми, проветриваемыми, не зараженными вредителями хлебных запасов, защищенными от воздействия атмосферных осадков, с относительной влажностью воздуха не более 70% и температурой не более 30 °С. Не допускается хранение макаронных изделий вместе с товарами, имеющими специфический запах.

Срок хранения макаронных изделий без добавок – 1 год, молочных, творожных, яичных – 5 месяцев, томатных – 3 месяца.

*Лекция № 13*

**ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР**

По содержанию масла семена можно разделить на три группы:

- высокомасличные, содержащие свыше 30% масла (арахис, подсолнечник);

- среднемасличные, содержащие от 20 до 30% масла (хлопчатник, лен);

- низкомасличные, содержащие до 20% масла (соя).

В зависимости от масличности семян масло может извлекаться в один, два и более приемов. Бобы сои содержат от 8 до 20% масла, их перерабатывают методом чистой экстракции без форпрессования (однократный съем масла). Семена хлопчатника содержат 33 – 37% масла, его извлекают в два приема – форпрессованием и экстракцией. Для извлечения масла из семян подсолнечника рекомендуется три приема - два этапа форпрессования и экстракция.

**Подсолнечное масло**

В России подсолнечное масло стоит особняком - именно его считают классическим растительным маслом. Хотя, конечно, все относительно. В Италии такой "классикой" считают оливковое, в Китае — соевое. Но в нашей стране любое не подсолнечное масло считается необычным, экзотическим. О нем и разговор особый. Подсолнечное масло широко используется в качестве основного сырья при производстве маргарина и майонеза, а также при изготовлении овощных и рыбных консервов. В продажу подсолнечное масло поступает рафинированным и нерафинированным; рафинированное масло бывает еще и дезодорированным, то есть лишенным запаха. Рафинированное подсолнечное масло - прозрачное, золотистого или светло-желтого цвета, при хранении не выделяет осадка, имеет слабый запах семечек. Нерафинированное масло бывает более темного цвета и имеет сильный специфический запах, при хранении образует осадок.

**Кукурузное масло**

Кукурузное масло годится в пищу только рафинированное дезодорированное - у нерафинированного масла из кукурузы не слишком приятный запах и вкус. А рафинированное — совсем без запаха. Зато витаминов в нем больше, чем в подсолнечном. Кукурузное масло - светло-желтого цвета, прозрачное, без запаха. В продажу оно поступает только в рафинированном виде. Особых преимуществ перед подсолнечным или соевым не имеет, однако в этом масле содержится большое количество полезных сопутствующих веществ, благодаря чему оно и пользуется большой популярностью.

**Соевое масло**

Соевое масло очень популярно в Европе, Америке и, разумеется, в Китае. В Китае - в силу традиций. Соевое масло любят за характерный запах и вкус. Его добывают из бобов сои, которые, кроме значительного количества масла - 15-20%, содержат полноценные белки. Масло из сои рафинируют, но не дезодорируют. Сырое (неочищенное) масло имеет коричневый с зеленоватым оттенком цвет, рафинированное - светло-желтый. Соевое масло лучше других подходит для детского питания, так как содержит вещества, необходимые для формирования центральной нервной системы и зрительного аппарата. Оно сходно по составу с рыбьими жирами: в них содержатся одни и те же полиненасыщенные кислоты.

**Хлопковое масло**

Хлопковое масло - золотисто-желтого цвета, имеет слабые вкус и запах. В продажу поступает рафинированным. Оно состоит из смеси жидких (70-75%) и твердых (25-30%) жиров. При хранении последние образуют обильный хлопьевидный осадок. При охлаждении до 0°С хлопковое масло полностью застывает, а при последующем нагревании плавится и становится прозрачным. Хлопковое масло используется, в основном, при горячей обработке различных продуктов. Для заправки салатов производится специальное салатное масло: из хлопкового масла вымораживанием удаляют твердые ингредиенты.

**Оливковое масло**

Оливковое масло получают из мякоти и косточек плодов оливкового дерева. В мякоти содержится до 55% масла. Высококачественное оливковое масло называется прованским. Масло лучших сортов - светло- или золотисто-желтого цвета. Масло низших сортов имеет зеленоватый оттенок. Оливковое масло занимает особое место среди других. Оно наиболее ценно и питательно. Процент содержания жирных и полиненасыщенных кислот в нем не так высок, зато оно усваивается лучше остальных. В нашей стране его не производят, и стоит оно значительно дороже любого другого. Дороговизна продукта обусловлена еще и особыми его свойствами, благодаря которым оливковое масло часто вводят в лекарства и косметику: лосьоны, кремы и т.п.

По степени очистки масло может быть:

**нерафинированным** - удалены только механические примеси;

**гидратированным** - проведена фильтрация и гидратация (обработка водой с целью удаления фосфорсодержащих веществ);

**рафинированным недезодорированным** - проведены фильтрация, гидратация, нейтрализация (щелочная рафинация), отбеливание (обесцвечивание)

**рафинированным дезодорированным** - масло прошло все предыдущие операции рафинации и дезодорацию. Нерафинированные масла делят на сорта, рафинированные - нет. Существует несколько ступеней рафинации.

*Первая ступень* - избавление от механических примесей. Пройдя эту процедуру, масло поступает в продажу как товарное нерафинированное.

*Вторая ступень* — удаление фосфатидов (гидратация). Такая обработка делает масло прозрачным, после чего оно называется товарным гидратированным.

*Третья ступень* — выведение свободных жирных кислот. При избыточном содержании таких кислот у масла появляется неприятный вкус. Прошедшее эти три этапа масло называется уже рафинированным недезодорированным.

*Четвертая ступень* – отбеливание. После отбеливания в масле не остается пигментов, в том числе каротиноидов, и оно становится светло-соломенным.

*Пятая ступень* - дезодорация удаляет летучие соединения, лишает масло запаха и превращает его в рафинированное дезодорированное.

И, наконец, *шестая ступень* очистки, в процессе которой получается бесцветная, вязкая жидкость - вымораживание, с его помощью удаляют воски.

Пройдя все этапы, масло и становится обезличенным. Из такого продукта изготавливают маргарин, майонез, кулинарные жиры, применяют при консервировании. Поэтому оно не должно иметь специфического вкуса или запаха, чтобы не нарушать общий вкус продукта.

На прилавки подсолнечное масло чаще всего попадает или рафинированным недезодорированным — внешне прозрачное, но с характерным для него запахом и цветом. Или рафинированным дезодорированным — очень прозрачное, светло-желтое, без запаха и вкуса семечек. Или нерафинированным — оно темнее, чем отбеленное, может быть с осадком или взвесью, но, тем не менее, оно прошло фильтрацию и, конечно, сохранило запах, который мы все знаем с детства.

**Технология подготовки семян подсолнечника к извлечению масла**

На первом этапе подготовки семян к переработке организуется отбор проб для лабораторного анализа в целях определения влажности и засоренности семян. Поступившие на склад семена загружаются в бункер, обеспечивающий непрерывную подачу семян в производство в течение рабочего дня. Из бункера семена поступают на автоматические порционные весы, и после взвешивания подаются на предварительную очистку в сепаратор – камнеотделитель, где происходит их очистка от крупных примесей. Затем семена поступают на сушку, где с помощью поточных газов из семян удаляется избыточная влага. ГОСТом приняты следующие нормы влажности: - для семян подсолнечника – 6 -7,5%, для семян сои – 5,8 – 6,5%, для семян хлопчатника – 10 – 12%. После сушки семена сначала проходят через электромагнитные сепараторы, а затем через комплексную очистку на воздушно-ситовых сепараторах. Очищенные семена поступают в центробежные или бичевые рушки, в которых происходит отделение лузги от ядра. Продукт, выходящий из бичевых рушек, называется ***рушанка*** ипредставляет собой смесь целой и дробленой лузги, целого и разбитого ядра и некоторого количества необрушенных семян (***недоруш***). Рушанка направляется в аспирационную вейку, которая предназначена для отделения лузги от ядра. Аспирационная вейка состоит из рассева и аспирационного корпуса. Рассев предназначен для сортирования рушанки на семь фракций, которые подвергаются воздействию воздушного потока. Самая тяжелая фракция - недоруш возвращается в бичевую рушку. Легкая фракция лузги поступает в аспирационную колонку. Пять фракций ядра направляются для измельчения на вальцовый станок. В результате измельчения разрушаются маслосодержащие клетки ядра. Измельченное ядро, получаемое после вальцовых станков, называется ***мяткой***, она направляется в цех форпрессования для извлечения масла.

Современные маслодобывающие предприятия используют два способа извлечения масла – механический и экстракционный.

**Механический способ** заключается в том, что съем масла из мятки происходит вследствие воздействия на нее высоких давлений в процессе прессования. **Экстракционный способ** основан на свойстве некоторых жидкостей (растворителей) растворять масло и образовывать раствор, который называется ***мисцелла***. В отличие от механического экстракционный способ обеспечивает полное извлечение масла.

*Лекция № 14*

**ТЕХНОЛОГИИ ЖИРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

На предприятиях жироперерабатывающей промышленности имеются такие виды производств, как пищевые и непищевые. Пищевые – производство маргарина, кулинарных жиров, майонеза, гидрогенизированных пищевых жиров и рафинированного масла. Непищевые – производство хозяйственного и туалетного мыла, синтетических моющих средств СМС, глицерина, индивидуальных жирных кислот и технических гидрогенизированных жиров.

**Технология гидрогенизации и переэтерификации жиров.**

Для получения твердых жиров и жирных кислот с достаточно высокой температурой плавления используют процессы гидрогенизации или переэтерификации жидких жиров. Суть процессов заключается в изменении физических свойств жидких жиров.

***Процесс гидрогенизации*** – может происходить только в присутствии катализаторов – специальных веществ, которые ускоряют химические реакции, а сами не вступают в реакции и не входят в состав получаемого продукта.

В процессе гидрогенизации получают ***саломас*** – гидрогенизированный твердый жир, являющийся сырьем для производства маргарина и кулинарных жиров (пищевой саломас), а также мыла, стеарина и смазок (технический саломас).

В качестве катализаторов используют порошковые медноникелевые или чисто никелевые вещества, приготовленные из формиатной соли.

В зависимости от физико-химических показателей саломас пищевой подразделяют на различные марки.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Марка* | *Применение* | *Ингридиенты* |
| 1, 2 | Для маргаринов и кулинарных жиров | Различные растительные масла в смеси с животными жирами высшего и 1-го сортов |
| 3-1, 3-2 | Для кондитерских изделий | Хлопковое или арахисовое масло |
| 4 | Для хлебопечения и кулинарных жиров | Хлопковое, подсолнечное, кукурузное и прочие масла |
| 5 | Для наливных маргаринов | Пальмовое масло |
| 6 | Для жидких маргаринов | Прочие масла |

Технический саломас различных марок получают гидратированием растительных масел, технических животных жиров, дистиллированных жирных кислот и соапстоков.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Марка* | *Применение* | *Ингридиенты* |
| 1 | Для туалетного мыла | Растительные масла, животные жиры, дистиллированные жирные кислоты и соапстоки |
| 2 | Для хозяйственного мыла | Растительные масла и технические животные жиры |
| 3 | Для косметического стеарина | Растительные масла, технические животные жиры, пищевой свиной и говяжий жиры |
| 4, 5 | Для стеарина | Растительные масла и технические животные жиры |

Процесс гидрогенизации включает следующие основные технологические операции:

- предварительный нагрев жиров до температуры процесса;

- получение и ввод водорода;

- приготовление масляной суспензии катализатора;

- непрерывное или периодическое гидрирование;

- охлаждение и отделение катализатора и полученного саломаса.

В качестве оборудования для гидрогенизации используют реакторы автоклавного или колонного типа. Автоклав используют при периодическом режиме, а колонный аппарат при непрерывном получении саломаса.

Аппарат заполняют жиром, туда же вводят суспензию масла и катализатора. Далее за счет пара, подаваемого в змеевики для нагрева, происходит предварительный нагрев до температуры реакции 180 - 220°С. Затем проводят реакцию гидрогенизации, при этом в автоклав подают водород и проводят охлаждение реакционной массы до 100°С за счет прокачивания через охлаждающие змеевики масла, идущего на гидрогенизацию.

***Процессу переэтерификации*** подвергаются смеси высокоплавких жиров (животные жиры, пальмовое масло, пальмовый стеарин, гидрированные жиры) с жидкими растительными жирами. Свойства переэтерифицированных жиров зависят от количественного соотношения жира различных насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Следовательно, переэтерифицированный жир с одними и теми же заданными свойствами может быть получен из различных исходных жировых смесей, если только их жиро-кислотный состав будет одинаковым.

В качестве катализатора в процессе переэтерификации в основном применяют метилат натрия CH3ONa, этилат натрия C2H5ONa и гидроксид натрия NaOH в смеси с глицерином.

При использовании переэтерифицированных жиров в маргариновой продукции значительно повышается ее качество и пищевая ценность, снижается содержание в ней насыщенных кислот. Такие пластичные жиры необходимы для производства мягких и брусковых бутербродных маргаринов повышенной биологической ценности, диетических маргаринов и продукции детского питания.

Основным оборудованием в данной технологии является струйный реактор-переэтерификатор или переэтерификатор-экспозитор. Суть работы реактора заключается в интенсивном перемешивании жировой смеси и масляной суспензии катализатора в результате, которого получается реакционная масса. Экспозитор предназначен для выдержки реакционной массы в течение 1 ч при температуре 80 – 90 °С для завершения реакции.

**Технология производства маргарина и майонеза**

Увеличение объема выпуска маргариновой продукции и майонеза объясняется тем, что они вырабатываются на основе растительных жиров, которые по своим физиологическим свойствам являются наиболее ценными пищевыми продуктами.

При производстве маргарина и майонеза среди других компонентов используются эмульгаторы. *Эмульгаторы* добавляются в пищевые продукты для создания и стабилизации эмульсий и других пищевых дисперсных систем. Действие эмульгаторов многостороннее. Они отвечают за взаимное распределение двух несмешиваемых компонентов, например, жира и воды, за консистенцию пищевого продукта, его пластические свойства и вязкость.

В качестве пищевых эмульгаторов используются натуральные компоненты, такие как, яичные белки, природный лецитин, отвар мыльного корня и синтетические – диглицериды жирных кислот, эфиры глицерина, лецитины, фосфатиды, аммонийные соли.

***Маргарин*** – представляет собой высококонцентрированную водно-жировую эмульсию обратного типа, в состав которой входят кроме твердых и жидких жиров также молоко, сахар, соль, эмульгаторы, витамины и пищевые добавки.

Маргариновую продукцию подразделяют на маргарины и жиры – кондитерские, хлебопекарные и кулинарные.

Маргарины классифицируют по консистенции на брусковые (твердые) и мягкие (наливные). Кроме того, по массовой доле жира маргарины могут быть: высокожирные (82%), пониженной жирности (70%) и низкожирные (40 – 60%).

Технология производства маргарина заключается в смешивании предварительно подготовленных водно-молочной и жировой эмульсий. Водно-молочная эмульсия состоит из солевого раствора, молока, воды, ароматизаторов и витаминов. Жировая эмульсия – это смесь дезодорированного масла, саломаса, эмульгатора и красителя. После смешивания этих компонентов формируется маргариновая эмульсия, которая, поступая в охладитель, переходит из жидкого состояния в вязкопластичное, а затем в кристаллизатор, где происходит окончательная кристаллизация эмульсии.

***Майонез*** – представляет собой питательный высокодисперсный пищевой продукт, в состав которого входят растительное масло, молоко, яичный порошок, соль, сахар и другие добавки.

По своему структурному состоянию майонез относится к жиро-водным эмульсиям прямого типа, поэтому представляет интерес с физиологической точки зрения в связи с хорошей усвояемостью организмом растительного жира в эмульгированном виде.

Майонез в зависимости от энергетической ценности классифицируют на высокожирный с массовой долей жира более 55%, среднежирный 40 – 50% и низкожирный менее 40% жира.

*Лекция № 15*

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КРАХМАЛА**

**Крахмал** – углевод сложного состава из группы полисахаридов, представляет собой хрустящий между пальцами сыпучий порошок белого или слегка желтоватого цвета, безвкусный (не обладает сладким вкусом), гигроскопичный, хорошо усваивается организмом.

Основные виды крахмала: ***картофельный*** – получают из клубней картофеля, образует вязкий прозрачный клейстер; ***кукурузный*** – вырабатывается из семян кукурузы, образует молочно-белый непрозрачный клейстер; ***пшеничный*** – клейстер пшеничного крахмала белый прозрачный, обладает невысокой вязкостью.

В клетках растений крахмал находится в виде плотных образований, получивших название *крахмальных зерен*. По внешнему виду крахмальных зерен можно определить происхождение крахмала. Зерна картофельного крахмала имеют овальную форму размером от 15 до 100 мкм. Зерна кукурузного крахмала размером от 5 до 25 мкм и имеют круглую или многогранную форму в зависимости от того, из какой части эндосперма они выделены. Зерна пшеничного крахмала имеют плоскую эллиптическую форму размером от 2 до 35 мкм.

В зависимости от строения и степени полимеризации макромолекул, прочности связей между ними, структуры и величины зерен крахмалы разного происхождения различаются свойствами. Микропористое строение крахмальных зерен обуславливает их высокую сорбционную способность.

Крахмал в зависимости от органолептических и физико-химических показателей подразделяют на сорта: картофельный – экстра, высший, 1-й и 2-й сорт (для технических целей); кукурузный – высший, 1-й, амилопектиновый; пшеничный – экстра, высший, 1-й.

Хранят крахмал при относительной влажности воздуха не более 75%. Гарантийный срок хранения кукурузного и картофельного крахмала – 2 года, пшеничного – год. Помещение для хранения крахмала не должно содержать посторонних запахов.

**Основы производства картофельного крахмала**. Производство картофельного крахмала можно условно разделить на четыре стадии. Первая стадия – подготовка сырья к переработке: мойка, отделение посторонних примесей. На второй стадии производства картофель измельчают методом истирания или тонкого дробления, чтобы вскрыть клетки тканей клубня и высвободить крахмальные зерна. Третья стадия – измельченную массу направляют на центрифуги для отделения сока, способствующего потемнению крахмала, снижению вязкости клейстера, развитию микробиологических процессов. От мезги крахмал отмывают водой на ситовых аппаратах в несколько стадий. При этом через сита проходит крахмальное молочко. Выделение крахмала из молочка основано на относительно высоком удельном весе крахмала, вследствие чего он легко осаждается при отстаивании в емкостях или в медленно текущем потоке на желобах или отделяется на центрифугах. Четвертая стадия включает операцию окончательной промывки крахмала чистой водой. Затем крахмальный осадок высушивают до 20%, измельчают и просеивают для разделения на сорта.

**Основы производства кукурузного крахмала**. Начальная стадия производства кукурузного крахмала заключается в замачивании очищенного от примесей зерна в растворе сернистой кислоты при температуре 50°С для размягчения и извлечения из него экстрактивных веществ. Затем замоченное зерно дробят на крупные части. Следующий этап производства кукурузного крахмала заключается в вымывании свободного крахмала водой и отделении зародыша. Путем тонкого измельчения оставшихся частей зерна освобождают связанные крахмальные зерна. Полученную кашку промывают водой, отделяя мезгу на ситах. Содержащийся в крахмальной суспензии глютен (нерастворимый белок – клейковина, более легкая фракция, чем крахмал) отделяют, применяя центробежные сепараторы.

Сырой крахмал высушивают подогретым воздухом в вакуум-сушильных аппаратах до влажности 13%, затем просеивают.

**Производство крахмалопродуктов**. Распространяется употребление в пищу различных крахмалопродуктов, таких как: готовые пудинги, крахмальное саго, столовые сиропы.

Техническое применение крахмалопродуктов разнообразно – это текстильная промышленность, а так же бумажная, лакокрасочная, кожевенная и полиграфическая отрасли.

Основные производные крахмала – патоку, модифицированные крахмалы и кристаллическую глюкозу – получают путем химического и ферментативного воздействия на молекулы крахмала.

***Карамельная патока*** – продукт неполного гидролиза крахмала, предотвращает кристаллизацию сахарозы. Патока представляет собой сладкую, очень густую и вязкую жидкость с желтоватым оттенком.

Вырабатывают патоку кислотного гидролиза (гидролиз крахмала под действием соляной кислоты при избыточном давлении и температуре 140°С) и патоку ферментативного гидролиза (гидролиз под действием ферментов проросших зерен злаковых культур, плесневых грибов и бактерий при температуре 60°С). Используют патоку в основном в кондитерском, а также в алкогольном и безалкогольном производстве. Патокой с высоким содержанием редуцирующих веществ заменяют сахар для улучшения качества изделий в хлебопекарном и консервном производствах.

***Модифицированный крахмал*** представляет собой крахмал, свойства которого изменены в результате физического, химического или биологического воздействия. Модифицированный крахмал бывает следующих разновидностей: набухающий, окисленный и желирующий. Используется в качестве стабилизаторов структур, студнеобразователей и загустителей.

***Глюкоза*** – продукт полного гидролиза крахмала. Вырабатывают глюкозу кристаллическую, медицинскую, пищевую и техническую. Кристаллическая глюкоза – ценный диетический продукт, легко усваивается организмом и оказывает благотворное влияние. Глюкозу широко применяют в медицине и в пищевом производстве.

*Лекция № 16*

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СОЛОДА**

***Солод*** – это семена злаков, проросшие в искусственно созданных условиях при определенной температуре и влажности и подвергнутые специальной обработке. Процесс искусственного проращивания зерна называется *солодоращением*. В процессе солодоращения в зерне активизируются и накапливаются различные ферменты. Процесс накопления максимального количества активных ферментов – основная цель процесса солодоращения. Для приготовления солода используют различные зерновые культуры: ячмень, рожь, пшеницу, овес и просо.

Солод применяют в различных производствах: спиртовом, пивоваренном, хлебопекарном и при производстве кваса. Так, в спиртовом производстве используют солод, получаемый из различных зерновых культур. Такой солод, является источником амилолитических ферментов и служит средством для осахаривания крахмала того сырья, из которого получают спирт. В пивоваренном производстве используют солод, получаемый из ячменя. Такой солод является и осахаривающим средством, и основным сырьем для получения пива. В хлебопекарной промышленности для различных целей используют разные виды солода: ржаной сухой ферментированный солод, ржаной сухой неферментированный солод, сухой пивоваренный ячменный солод. Сухой ржаной ферментированный солод используют как добавку, улучшающую цвет мякиша ржаного хлеба, его вкус и аромат.

Свежепророщенный солод используют для производства спирта, а из сухого очищенного от ростков и измельченного солода готовят пивное и квасное сусло.

**Процесс солодоращения**. Солод вырабатывается с условием строгого выполнения технологической инструкции, соответствующей требованиям действующего стандарта. Инструкцией предусмотрено выполнение следующих технологических операций:

1. Очистка зерна ячменя осуществляется в два приема. На первом этапе ячмень очищают от неполноценных зерен основной культуры, легких органических и минеральных примесей. Перед сортированием зерно подвергают вторичной очистке от зерновых и минеральных отходов и металлопримеси. Для очистки зерна применяют веялки, воздушно-ситовые сепараторы, триеры и магнитные колонки.
2. Сортирование зерна на фракции по крупности обеспечивает равномерное увлажнение при замачивании и одинаковое прорастание.
3. Замачивание зерна до влажности 40-45%, которая является оптимальной для прорастания. Замачивание сопровождается обдувкой зерна сжатым воздухом, активизирующим процесс прорастания. Оптимальная температура воды и зерна при замачивании – 10 – 12°С. Процесс замачивания начинается при мойке и дезинфекции зерна. Продолжительность замачивания в зависимости от вида ячменя длится от 2 до 2,5 суток. В процессе замачивания зерно через каждые 2 – 3 часа доувлажняется, продувается кондиционированным воздухом с температурой 12 - 15°С и ворошится.
4. Проращивание зерна является основной операцией солодоращения. Это очень сложный биохимический процесс, в результате которого при активизации прорастания зерна в нем происходит накопление гидролитических ферментов и глубокий распад белковых веществ, крахмала, полисахаридов и липидов. При этом происходит образование простых низкомолекулярных веществ, которые расходуются на рост зародыша и дыхание зерна. Оптимальная температура проращивания – 12 – 16 °С , а продолжительность проращивания: для получения светлого ячменного солода – 7 – 8 суток, для получения темного ячменного солода – 9 суток, светлого ржаного – 6 суток, красного ржаного – 4 – 5 суток. При этом влажность зерна должна быть в пределах 45 – 48%. Процесс проращивания завершается полным растворением эндосперма зерна, наличием ростков и корешков, разрастание которых сопровождается специфическим запахом. В процессе солодоращения накапливается в активной форме комплекс циталитических ферментов.

Под действием этих ферментов стенки клеток алейронового слоя и эндосперма разращиваются, активность ферментов возрастает в десятки раз, они расщепляют белковые вещества и крахмал, превращая их в сахар. Содержание сахара в солоде в 5 раз выше, чем в исходном зерне.

1. Ферментация солода – специальная обработка свежепроросшего солода, применяемая при получении ржаного красного солода с целью максимального накопления в нем низкомолекулярных продуктов ферментативного гидролиза белков и углеводов. Эта операция выполняется в процессе сушки солода с применением повышенных температур. В результате ферментации солод обретает активность, коричнево-красную окраску и специфический аромат ржаного хлеба. Процесс ферментации протекает в течение 4 – 5 суток при постепенном повышении температуры от 40 до 65°С.
2. Сушка солода представляет собой сложный физический и биологический процесс, в результате которого происходит не только снижение влажности солода с 45 до 4%, но и окончательно формируется его ферментативная активность, стабилизируется химический состав, цвет, аромат и вкус сухого солода. Для сушки солода применяют различные конструкции сушилок постоянного и периодического действия. Варьируя температуру и продолжительность сушки, получают различный по цвету и аромату солод. Так, максимальная температура для светлого солода не должна превышать 85°С, темного - 105°С, карамельного - 140°С.
3. Обработка высушенного солода и его хранение заключается в отделении ростков, корешков, полировке зерна, очищении от примесей и отлежки в течение 4 – 5 недель. Солод может храниться в виде зерен и в виде порошка (дробленный). Упакованный в мешки солод хранится при температуре от 10 до 30°С и относительной влажности воздуха 70 – 80%. При соблюдении указанных условий солод сохраняет свои свойства в течение двух лет.

**Технология производства пива**. Пиво – слабоалкогольный ячменно-солодовый напиток со специфической горечью, ароматом хмеля и способностью вспениваться.

Пиво содержит до 90% воды, от 2 до 9% этилового спирта, до 0,4% углекислого газа, а также экстрактивные вещества, в состав которых входят азотосодержащие вещества, углеводы, органические кислоты, зольные вещества, смолы, горькие хмелевые кислоты, дубильные и ароматобразующие вещества.

Сырьем для получения пива служат ячмень в виде солода, несоложеные материалы, хмель, пивные дрожжи, вода и другие вещества.

Дробленый солод и дробленые несоложеные материалы смешивают с горячей водой (52°С) для растворения экстрактивных веществ. В результате этого получается смесь, которая называется *затор*.

*Несоложеное сырье* – это крахмалосодержащие или сахаросодержащие материалы, которые практически не имеют ферментативной активности. К этому виду сырья относятся зерновые культуры (ячмень, рис, кукуруза, пшеница, рожь, просо) и незерновые материалы твердой природы (сахар-песок, крахмал).

Затор помещают в заторные чаны, где под действием ферментов солода происходит осахаривание крахмала до мальтозы при повышении температуры до 75°С. Одновременно происходит гидролиз белков. Осахаренный затор фильтруют и получают сусло.

При кипячении сусла с хмелем в сусловарочных котлах получают охмеленное сусло. Сбраживается сусло в закрытых или открытых емкостях пивными дрожжами при температуре 5 - 10°С в течение 7 – 9 суток. При брожении сахаров в сусле накапливается этиловый спирт.

Выдержка (дображивание) молодого незрелого пива осуществляется в герметично закрытых емкостях при температуре 3°С в течение от 10 до 100 суток. В результате выдержки пиво осветляется, увеличивается содержание спирта, насыщается углекислотой, появляется вкус и аромат зрелого пива.

Для придания прозрачности пиво фильтруют, а для придания стойкости пиво пастеризуют при 70°С в течение 20 – 30 минут.

*Лекция № 17*

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА**

Сахарное производство – крупнейшая отрасль пищевой промышленности, объединяющая сахаропесочное и сахарорафинадное производство. ***Сахар*** – пищевой продукт, состоящий из сахарозы высокой степени чистоты. Сахароза имеет приятный сладкий вкус. В водных растворах сладость сахарозы ощущается при концентрации 0,4%. Сахароза быстро и легко усваивается. В организме под действием ферментов она расщепляется на глюкозу и фруктозу. Сахароза используется организмом человека как источник энергии и как материал для образования гликогена (животного крахмала), жира и белковых соединений.

**Технологическая схема получения сахара-песка**

На всех сахарных заводах России принята единая типовая технологическая схема получения сахара-песка, которая включает следующие этапы производства: обессахаривание свекловичной стружки, прессование жома, возврат жомопрессованной воды в диффузионную установку, известково-углекислотная очистка диффузионного сока и кристаллизация. Это основные этапы производства, которые включают в себя операции, состоящие из нескольких ступеней.

***Получение свекловичной стружки***. Сырьем для получения сахара в России является белая веретенообразная сахарная свекла. Для полного и быстрого извлечения сахара свеклу нарезают с помощью свеклорезок в свекловичную стружку – тонкие полоски толщиной от 0,5 до 1,5 мм и шириной 3 – 5 мм.

***Получение диффузионного сока***. Свекловичная стружка направляется в диффузионный аппарат для извлечения из нее сахара экстрагентом – горячей водой. Принцип действия диффузионного аппарата – противоточный, т. е. свекловичная стружка и экстрагент перемещаются навстречу друг другу.

Продуктами диффузионного процесса являются диффузионный сок и жом. Диффузионный сок содержит в среднем 15% сахара по отношению к массе свеклы, а также растворимые пектиновые вещества и другие несахара. После диффузионной установки полученный сок направляется на очистку. Жом, содержащий клетчатку, гемицеллюлозу и белок, представляет собой хороший корм для скота. Его высушивают и прессуют в брикеты. ***Очистка диффузионного сока***. Этот этап технологического процесса включает в себя несколько операций и ступеней очистки сока. В первую очередь сок очищают от мезги, т. е. мелких кусочков свекловичной стружки, с помощью мезголовушек и от механических примесей путем фильтрации. Дальнейшая очистка диффузионного сока включает следующие операции: дефекацию, состоящую из преддефекации и основной дефекации, первую сатурацию, фильтрацию, вторую сатурацию и сульфитацию. Диффузионный сок представляет собой смесь целого ряда веществ с разнообразными свойствами, поэтому для удаления этих веществ используют обработку сока известковым молоком – ***дефекацию***. Дефекация позволяет нейтрализовать кислоты, осадить соли алюминия, магния, железа и коагулировать белки и красящие вещества. Эти процессы осуществляются на 1-ой ступени дефекации – преддефекации, суть которой заключается в том, что в диффузионный сок добавляют известь в количестве 0,2% к массе свеклы. На 2-ой ступени дефекации (основная дефекация) происходит полное осветление диффузионного сока за счет введения в него извести в количестве 3% к массе свеклы. Сок, прошедший процесс дефекации называется *дефекованным соком*. Дальнейшее удаление извести из дефекованного сока называется ***сатурацией***. Сатурация проводится также в две ступени. На 1-ой ступени дефекованный сок обрабатывается сатурационным газом, содержащим 28 – 32% углекислого газа СО2, в результате чего происходит постепенная нейтрализация извести, содержащейся в соке, углекислотой с образованием выпадающего в осадок мелкокристаллического углекислого кальция, на поверхности частиц которого адсорбируются несахара. После фильтрации сок направляют на 2-ю ступень сатурации. Вторую сатурацию проводят до содержания углекислого кальция (СаО) 0,02% к массе свеклы. Затем, после фильтрации, сок нагревают до температуры 95°С и направляют на третью ступень очистки – ***сульфитацию*.** Это обработка сока сернистым газом для полного удаления кальциевых солей. Следующий этап производства сахара включает в себя операции сгущения сока, которые состоят из двух ступеней – выпаривание сока и уваривание сиропа. ***Выпаривание сока*** – удаление воды из сока производится в два приема: на выпарных аппаратах и в вакуум-аппаратах. На выпарной установке сок концентрируется и превращается в сироп. Затем из сиропа в вакуум-аппаратах выпаривается еще 15 – 20% воды и образуется межкристаллическая жидкость, которая называется *патока*.

***Уваривание сиропа*** (патоки) осуществляется до содержания 93% сухих веществ. Вязкая смесь кристаллов сахара и межкристаллического раствора с содержанием 65% сухих веществ называется *утфель*. Уваривание утфеля ведется в вакуум-аппаратах при давлении 16 кПа во избежание засахаривания труб. Количество кристаллов в утфеле определяет степень кристаллизации. Утфель Ι кристаллизации содержит 55% кристаллов, утфель ΙΙ кристаллизации – 45%, утфель ΙΙΙ кристаллизации 40%.

***Кристаллизация сахара*** осуществляется в варочно-кристаллизационном отделении на трехпродуктовой технологической схеме. После уваривания утфеля его направляют на центрифуги, где происходит разделение его на оттек и сахар. Затем сахар промывают водой и направляют на виброконвейер для сушки. Оттек утфеля Ι кристаллизации направляют на уваривание утфеля ΙΙ кристаллизации, а оттек утфеля ΙΙ кристаллизации на уваривание утфеля ΙΙΙ кристаллизации. Таким образом, осуществляется максимальное извлечение сахара.

**Технологическая схема получения сахара-рафинада**

Исходным сырьем для производства сахара-рафинада является сахар-песок, который растворяют в воде. Полученный сироп очищают, применяя адсорбенты (активированные угли) и иониты, поглощающие из сиропа красящие вещества.

Технологическая схема производства прессованного сахара-рафинада включает следующие стадии: просеивание сахара-песка, приготовление рафинадного сиропа, удаление из сиропа примесей, сгущение сиропа до образования кристаллов, получение рафинадной кашки, прессование рафинадной кашки, сушка и охлаждение брикетов. В рафинадном производстве проводят несколько циклов кристаллизации. Сахар-рафинад получают на первых двух или трех циклах, на последующих трех-четырех циклах получают желтый сахар, которых возвращают на переработку. Из последнего цикла выводят рафинированную патоку как отход производства. Для маскировки желтого оттенка рафинада применяют краситель синего цвета – ультрамарин. Его добавляют в виде суспензии в рафинированный утфель или при промывке кристаллов сахара в центрифугах.

***Основные показатели качества сахара***. Товарный сахар должен полностью состоять из сахарозы. Содержание углеводов (моно- и дисахаридов) в сахаре-песке 99,8%, в сахаре-рафинаде – 99,9%. Массовая доля влаги составляет 0,14% в сахаре-песке и 0,1% в сахаре-рафинаде.