

Лекция 2. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ. ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ (2 часа)

План:

1. Приоритетные направления повышения эффективности производства пищевых продуктов.
2. Механические, гидромеханические, термические, биохимические и химические процессы пищевых производств.
3. Факторы, влияющие на скорость процессов.
4. Типичные аппараты для реализации процессов.

1. Приоритетные направления повышения эффективности производства пищевых продуктов.

За последнее десятилетие в пищевой и перерабатывающей промышленности полностью завершен процесс приватизации, что позволило организациям пищевой и перерабатывающей промышленности адаптироваться к условиям рыночной экономики. Перед пищевой и перерабатывающей промышленностью стоит задача повышения эффективности работы организаций, диверсификации производства и повышения конкурентоспособности вырабатываемой продукции.

За период перехода к рыночной модели экономики в стране сформировался большой круг развивающихся компаний, успешно конкурирующих на внутреннем продовольственном рынке и рынках государств - участников СНГ, а также активно привлекающих капитал для своего развития.

Пищевая и перерабатывающая промышленность сохраняет свое лидирующее положение в структуре промышленного производства России, занимая долю в 11,5 процента, и наравне с металлургическим производством и топливной промышленностью входит в число лидеров по выпуску промышленной продукции. Индекс производства пищевых продуктов в 2000-2007 годах в среднем составлял 106-107 процентов (за 2010 год - 105,4 процента).

Пищевая и перерабатывающая промышленность включает в себя более 30 отраслей, объединяющих 43 тыс. действующих организаций, где занято около 1,3 млн. человек.

В структуре оборота розничной торговли за 2010 год удельный вес продовольственных товаров составил 48,9 процента, или 8 трлн. рублей.

Пищевая и перерабатывающая промышленность остается инвестиционно привлекательной для российского и иностранного бизнеса, это демонстрирует динамика объемов инвестиционных вложений в ее модернизацию, которые за 2005-2010 годы составили 905,7 млрд. рублей.

Несмотря на увеличение объемов производства российских продуктов питания, сохраняется высокая импортная зависимость страны по отдельным видам сельскохозяйственной продукции и продовольствия. В 2010 году на продовольственном рынке страны за счет импорта формировалось 25 процентов ресурсов мяса и мясопродуктов, 24,6 процента рыбы и рыбопродуктов и 19,2 процента молока и молокопродуктов. В стоимостном выражении было ввезено сельскохозяйственной продукции и продовольствия на 36,4 млрд. долларов США.

Остается ниже рекомендуемых медицинских норм потребление населением таких важнейших продуктов, как мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты, овощи, фрукты и ягоды.

Спрос на продукцию отраслей, вырабатывающих социально значимые пищевые продукты (мукомольно-крупяная, хлебопекарная, рыбная, молочная, мясная, сахарная и масложировая отрасли), имеет устойчивый характер. Этот фактор во многом предопределяет развитие сырьевой базы для этих отраслей и приток инвестиций в модернизацию технологической базы организаций пищевой и перерабатывающей промышленности.

Технический и технологический потенциал этих отраслей за время становления рыночной экономики формировался под воздействием различных факторов, связанных с развитием внутренних рынков продукции указанных отраслей, поиском каналов для реализации продукции на внешних рынках, а

также с проведением государственной политики по защите внутреннего продовольственного рынка страны. Совокупность этих факторов создавала благоприятные условия для привлечения инвестиций в развитие технической базы пищевой и перерабатывающей промышленности. С учетом адаптации работы предприятий к условиям рыночной экономики, выстраивания современных форм организации производства и маркетинговой политики масштабы и динамика инвестиций в этих отраслях носили неоднозначный характер.

Проведенный анализ показывает, что в масложировом секторе за небольшой период времени удалось провести масштабное техническое перевооружение организаций на основе инновационных технологий и современного оборудования, диверсифицировать производство и вырабатывать конкурентоспособную продукцию, свидетельством чему является экспорт готовой продукции в страны ближнего и дальнего зарубежья.

Однако темпы обновления основных производственных фондов в других отраслях недостаточны, чтобы в полной мере обеспечивать внутренний рынок отечественной продукцией на основе импортозамещения. Производственные мощности мукомольно-крупяной, хлебопекарной, сахарной, молочной и мясной промышленности в настоящее время в основном морально и физически устарели и используются не полностью, что связано с дефицитом сельскохозяйственного сырья.

Модернизация пищевой и перерабатывающей промышленности за последние годы осуществляется в основном на базе импортируемого технологического оборудования, что создает дополнительные риски по развитию отраслей промышленности.

Увеличение производства продукции животноводства и растениеводства в рамках реализации Государственной программы на 2008-2012 годы выявило наличие диспропорций в объемах производства сырья и имеющихся производственных мощностей по его своевременной переработке. Прежде всего это относится к свеклосахарному подкомплексу, для сбалансированно-

го развития которого необходимы инвестиции в размере более 120 млрд. рублей.

Недостаточное использование рыбоперерабатывающих мощностей в целом по стране на фоне увеличения добычи водных биоресурсов (с 3348,7 тыс. тонн в 2008 году до 4027,9 тыс. тонн в 2010 году) определяется сезонностью добычи водных биоресурсов и неравномерностью обеспечения сырьем рыбоперерабатывающих организаций.

Слабая материально-техническая база многих организаций пищевой и перерабатывающей промышленности и неразвитая инфраструктура хранения, транспортировки и холодильной обработки скоропортящегося сырья и продовольствия не позволяют комплексно перерабатывать исходное сырье и создавать оптимальные условия для хранения, что приводит к дополнительным потерям, снижению безопасности и качества.

Уровень внедрения в производство современных видов упаковки недостаточен для решения вопросов повышения качества и безопасности продукции, оптимизации процесса товародвижения.

Отсутствие достаточных финансовых средств у организаций тормозит внедрение ресурсосберегающих безотходных технологий, диверсификацию производства, возможность решать проблемы, связанные с защитой окружающей среды.

Физический износ и моральное старение основных фондов являются главными причинами недопустимо высокого уровня образования отходов производства, сброса неочищенных производственных стоков в открытые водоемы и выбросов промышленных загрязнений в атмосферу.

Сдерживающим фактором дальнейшего развития промышленности является неразвитая инфраструктура продовольственного рынка, что негативно отражается на формировании справедливых цен на социально важные виды продовольствия и решении вопроса их физической доступности для населения.

Ситуация еще более осложнится при вступлении страны во Всемирную торговую организацию, когда свобода действий в части защиты внутреннего рынка страны и финансовой поддержки производителей будет ограничена правилами этой организации и принятыми Россией обязательствами.

Решение вопросов улучшения демографического состояния страны и здоровья нации требует разработки государственных мер по развитию социального питания, выработки продуктов диетического и лечебно-профилактического назначения для разных возрастных групп населения.

Таким образом, оценивая технико-технологический уровень развития указанных отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности, необходимо отметить наличие ряда ограничений, препятствующих реализации имеющегося у них потенциала.

2. Механические, гидромеханические, термические, биохимические и химические процессы производства продуктов питания.

Технологические процессы обработки пищевых продуктов принято подразделять на следующие группы: механическую, гидромеханическую, термическую, биохимическую и химическую.

К *механической* относят процессы, основу которых составляет механическое воздействие на продукт: сортирование, измельчение, перемешивание, взбивание, прессование, дозирование и формование.

К *гидромеханической* относят процессы, основой которых является гидромеханическое воздействие на обрабатываемый продукт: промывание, замачивание, осаждение, фильтрование.

К *термической* относят процессы, движущей силой которых является разность температур взаимодействующих сред: нагревание, охлаждение (в естественных условиях и с применением искусственного холода), выпаривание, конденсация.

К *биохимической* относят процессы, связанные с гидролизом, окислением, гликолизом и брожением.

К *химической* относят процессы воздействия на продукт химических веществ, вызывающих определенные реакции (разрыхление, сульфитация).

Перечисленные процессы сопровождаются многообразными изменениями физических, химических и органолептических свойств перерабатываемых продуктов.

Физико-механические процессы. Тепловые процессы. Массообменные процессы. Технология пищевых производств, изучающая способы переработки сырья в продукты питания, базируется на закономерностях фундаментальных наук – физики, химии, биологии и др. 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, последовательно превращающие сырье в продукты питания.

В основе пищевых технологий лежит сложный комплекс физико-химических, биохимических и микробиологических процессов, в результате которых и происходит превращение сырья в пищевые продукты.

Физико–механические процессы

В основе этих процессов лежит механическое воздействие на материал; они определяются законами механики твердых тел и гидравлики.

К этим процессам относятся: измельчение; сортирование по размерам и форме; перемешивание; обработка материалов; фильтрация; центрифугирование.

Движущей силой этих процессов является сила механического и гидростатического давления, центробежная сила.

Измельчение. Измельчением принято называть процесс разделения твердых тел на части действием механических сил. Процесс измельчения очень распространен в пищевой промышленности. На многих предприятиях – мукомольных, пивоваренных, крахмало-паточных, спиртовых – дробится зерно; на сахарных, овощеконсервных и овощесушильных, спиртовых и крахмало-паточных заводах измельчению подвергаются картофель и кор-

неплоды; на кондитерских предприятиях - какао-бобы; на кофе-цикорных фабриках – различные продукты; на консервных заводах – мясо, рыба и т. д. Если при измельчении не требуется придавать измельченным частицам определенную форму, процесс называется дроблением. Дробление может производиться путем раздавливания, удара, истирания, раскалывания, разрыва, среза и других действий. Чаще всего применяется комбинированное воздействие, например сдавливание и срез. Выбор способа воздействия определяется механическими свойствами измельчаемых материалов и их размерами. Дробление может быть крупным, средним, мелким и тонким. В пищевой промышленности преобладает мелкое и тонкое дробление.

Сортирование. На предприятиях пищевой промышленности перерабатывается большое количество различных сыпучих материалов. Сыпучим материалом является прежде всего зерно перерабатываемое на мукомольных, крупяных, консервных, спиртовых, пивоваренных заводах, маслозаводах, кофе-цикорных фабриках, заводах пищевых концентратов и ряде других предприятий. На многих предприятиях – хлебопекарных, кондитерских, макаронных и других – используются продукты переработки зерна: мука, крупа, солод, на крахмало-паточных заводах – крахмал; на сахарных заводах – песок и т.д. В процессе, обработки сыпучих материалов значительное место занимает разделение (сортирование, или классификация) их на фракции, различающиеся определенными физическими свойствами – размерами, формой, удельным весом, различными аэродинамическими, электрическими, магнитными и некоторыми другими. Сортирование сыпучих материалов преследует в основном две цели: выделение примесей на основе отличия их физических свойств от свойств материала; получение фракций определенной крупноты. Разделение частиц, отличающихся размерами, может осуществляться с помощью сит, имеющих определенные размеры отверстий. При просеивании на ситах частицы, имеющие размеры меньше отверстий сита, просеиваются (проход), а частицы, имеющие большие размеры, остаются на сите (сход).

Обработка материалов давлением может преследовать различные цели. Отжатие жидкости широко применяется в виноделии, ликерно-водочной и в консервной промышленности для выделения соков из плодов и ягод, в производстве растительных масел, в кондитерской промышленности для частичного выделения масла из какао-бобов и т. д.

Отжатие жидкости из продукта сопровождается разрушением клеточной структуры материала и выделением жидкости из клеток. Прессованию подвергается определенный слой материала; разрушение клеток, выделение жидкости происходит по всей толщине слоя. Прессы для отжатия жидкости по режиму их работы делятся на две группы – периодического и непрерывного действия. В прессах периодического действия прессованию подвергается предварительно приготовленная порция материала.

По принципу создания давления прессы делятся на механические и гидравлические. В пищевой промышленности при помощи формовки пластическим материалам придается необходимая форма. Таким материалом чаще всего является тесто для приготовления хлеба, макаронных изделий, различного печенья и т. д. Тесто является упруго-пластически-вязким материалом. Это значит, что при небольших усилиях и деформациях оно способно восстановить свою первоначальную форму, т.е., ведет себя, как упругое тело. Если же увеличить усилия, то оно уже не восстанавливает свою форму и приобретает свойства жидкости. Поэтому для того, чтобы придать тесту необходимую форму, нужно приложить к нему некоторое усилие для преодоления сопротивления его структуры. Машины, применяемые для формовки теста, весьма разнообразны, как разнообразны цели формовки и свойства формируемых материалов. В макаронной промышленности применяют нагнетающие прессы для формирования макарон, вермишели, лапши и др. Эти прессы состоят из нагнетающего устройства и формирующего – матрицы. В кондитерской промышленности при производстве печенья и карамели изделия выдавливаются из ленты движущегося материала. В штампующих машинах, применяемых для этой цели, прокатанная лента материала движется по кон-

вейеру, где из нее вырубаются штампующим механизмом изделия необходимой формы. Во избежание смятия краев изделий необходимо, чтобы в момент штамповки не было относительного движения продукта и штампа. Поэтому в некоторых конструкциях машин в момент удара штампа конвейер останавливается, а в других – штамп в момент удара движется вместе с конвейером. Применяются также ротационные штампующие машины, в которых на валу имеются формочки с рисунком, а тесто запрессовывается в эти формочки рифленным валком, вращающимся навстречу валу с формочками.

Прессование зернистых материалов в брикеты (брикетирование) применяется при производстве рафинада, различных концентратов, а также в ряде других отраслей пищевой промышленности. Для того чтобы полученные брикеты были прочными и не рассыпались, необходимо добавлять связующую жидкость или прессовать влажные материалы. Прессование происходит в специальных формах – матрицах – при помощи штанг – пуансонов. В процессе прессования поступающий в матрицу материал сдавливается пуансоном, образуя брикеты. При этом увеличивается плотность материала; его прочность объясняется взаимным сцеплением отдельных частиц, а также действием капиллярных сил, возникающих вследствие уплотнения частиц в брикеты.

Перемешивание. Перемешивание материалов применяется в пищевой промышленности для различных целей: для равномерного распределения продуктов, составляющих смесь. Этот процесс применяется в хлебопекарном, кондитерском, макаронном производствах для смешивания различных партий муки, перемешивания муки с водой и другими материалами для получения теста, перемешивания фарша в консервном и колбасном производствах; для интенсификации массо- и теплообмена. Этот процесс применяется для лучшего массообмена, т.е. переноса вещества из одной фазы в другую, например, при растворении соли, сахара и т.д.

Перемешивание в жидкой среде может быть осуществлено различными способами: поточным; механическим; пневматическим.

Поточным методом обычно перемешивают две или более жидкости. Этот метод заключается в соприкосновении потоков смешиваемых жидкостей в специальных смесителях.

Механическое перемешивание жидкостей или жидкостей и твердых тел производится с помощью мешалок. Наиболее распространены мешалки трех типов: лопастные, пропеллерные и турбинные.

Пневматическое перемешивание жидкостей или сыпучих материалов, погруженных в жидкость, достигается путем пропускания воздуха или пара через жидкость. Выходя через мелкие отверстия в трубах, уложенных на дне сосуда, газ или пар разбивается на мелкие пузырьки, которые поднимаясь кверху, увлекают за собой часть жидкости. Таким образом, возникают потоки жидкости, перемешивающие ее. Перемешивание жидкости таким способом применяется, например, в растительных чанах в дрожжевом производстве.

Пневматическое перемешивание замоченного в воде зерна осуществляется при производстве солода. Перемешивание пластических материалов широко распространено в разных отраслях пищевой промышленности.

В хлебопекарной, кондитерской и макаронной промышленности перемешиванию подвергаются различные виды теста, в мясной промышленности – мясной фарш, в консервной – овощные и мясные фарши, в молочной – творог и сырковые массы и т.д. Пластичные материалы имеют высокую вязкость, поэтому для их перемешивания требуются значительные усилия.

Машины для перемешивания пластических материалов делятся на две группы: периодического и непрерывного действия. В машинах периодического действия перемешиваются определенные количества различных компонентов до получения однородной массы, после чего ее выгружают, а аппарат заполняют новыми порциями материала машины непрерывного действия характеризуются тем, что компоненты, подлежащие смешиванию, поступают в них непрерывно и непрерывно получается однородная смесь. Перемешивание сыпучих материалов применяется в хлебопекарной промышленности – смешивание отдельных партий муки, перемешивание прорастающего зерна с

целью его аэрации при производстве солода, перемешивание увлажненного зерна в мукомольном производстве и т. д.

Разделение неоднородных систем. Неоднородными называют системы, образованные двумя или большим числом фаз, которые взаимно нерастворимы друг в друге. Неоднородные системы обладают различной степенью устойчивости и могут быть, как правило, разделены под действием механических сил.

В пищевых производствах многие технологические процессы сопровождаются образованием неоднородных смесей, которые в дальнейшем необходимо разделять. Следует очищать воздух от пыли, образующейся при измельчении твердых материалов, а также моечные растворы, содержащие твердые частицы, отделять кристаллы от маточного раствора и т.п. Все процессы разделения неоднородных систем по виду движущейся силы относятся к механическим и гидромеханическим. Многообразие самих систем и способов разделения привело к созданию многочисленных аппаратов, в которых осуществляются непохожие друг на друга процессы.

Процессы осаждения под действием силы тяжести. Применяются там, где система составлена из компонентов, плотность которых существенно различна. Эти способы используются 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 применяют для разделения тонких суспензий и мутей, содержащих мелкие частицы, а также эмульсий.

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

Процесс разделения неоднородных систем за счет "просеивания" их через фильтрующую перегородку носит название фильтрация. Эти процессы используются для разделения жидких и газовых систем.

При фильтровании сквозь пористую перегородку проходит жидкая или газообразная фаза — фильтрат. Если твердые частицы задерживаются внутри пористой перегородки, то имеет место фильтрование с закупоркой пор. Если размер частиц больше размера пор, частицы накапливаются на поверхности фильтрующей перегородки, образуя слой. На практике среди частиц твердой фазы, содержащихся в суспензии, всегда найдутся такие, размер которых позволяет им проникнуть в любые поры фильтрующей перегородки. Поэтому тип процесса фильтрования определяется, прежде всего, количеством твердой фазы, содержащейся в исходной смеси. Если концентрация твердой фазы ничтожна, как, например, в производстве вин, пива и других напитков, слой осадка практически не образуется, частицы задерживаются в толщине фильтровального картона. Для организации процесса фильтрования через слой, концентрация суспензии должна быть достаточной для образования слоя. Поэтому производственной технологией предусматривается введение в раствор значительного количества мелкодисперсной твердой фазы, с тем чтобы образовать слой из этих частиц на фильтрующей перегородке. В дальнейшем фильтрование идет через этот слой, частицы задерживаются внутри него или на его поверхности. Толщина такого слоя будет увеличиваться, и его сопротивление будет также возрастать. Это приведет к необходимости удаления или уменьшения толщины слоя для поддержания приемлемой скорости фильтрования.

Тепловые процессы. На пути превращения сырья в продукты питания существенное место занимает тепловая обработка, в результате которой изменяется пищевая ценность продуктов, улучшаются их вкусовые качества. Иногда нагревания и осаждения требуют последующие операции, например, растительное масло подогревают перед фильтрованием для уменьшения вязкости. Целый ряд массообменных, химических и биохимических процессов для обеспечения их скорости протекания требуют поддержания определенной температуры, т.е. сопровождаются подогревом или охлаждением.

В пищевой промышленности наиболее распространены сушка, сорбция и десорбция газов жидкостями (процессы сатурации), растворение твердых веществ и кристаллизация. Наконец, к тепловым процессам относятся процессы фазового превращения — выпаривание и конденсация, также широко применяемые в пищевых производствах. Перенос теплоты осуществляется тремя способами: теплопроводностью, конвекцией, радиацией.

Теплопроводность. Перенос теплоты внутри твердого тела, неподвижной жидкости или газа называется теплопроводностью.

Конвекция. В неподвижной жидкости или газе теплота переносится за счет теплопроводности, в движущейся жидкости появляется еще один механизм переноса теплоты за счет перемешивания. Нагретые частицы жидкости, попадая в окружение холодных частиц, отдают им свою теплоту.

Радиация. Перенос теплоты излучением (радиацией) имеет место в хлебопекарных радиационных печах и радиационных сушилках, применение которых ограничено из-за довольно высокой энергоемкости. Самый распространенный промышленный теплоноситель – насыщенный водяной пар, обладающий рядом замечательных свойств. Прежде всего, это высокая аккумулирующая способность теплоты и высокие коэффициенты теплоотдачи. Скрытая теплота конденсации насыщенного пара при атмосферном давлении 2260 кДж/кг. Это позволяет при небольшом расходе пара и небольших поверхностях нагрева передавать большое количество теплоты. Так как при неизменном давлении температура конденсации постоянна, легко поддерживать постоянство температуры теплоносителя аппарате. Главным недостатком водяного пара является значительное возрастание давления при увеличении температуры. Практически насыщенный водяной пар применяют при температуре до 180...190 °С и давлении до $12 \cdot 10^5$ Па. Перегретый пар редко используют в качестве теплоносителя из-за низких значений коэффициентов теплоотдачи. Чистая вода широко используется в качестве теплоносителя. К достоинствам воды как теплоносителя следует отнести доступность и дешевизну, сравнительно высокие, но значительно

меньшие, чем у конденсирующего пара, значения коэффициентов теплоотдачи. К недостаткам этого теплоносителя относятся сравнительно небольшая удельная теплоемкость и связанная с этим аккумулирующая способность теплоты. Повышение температуры воды выше 100 °С связано с резким увеличением давления, поэтому перегретая вода за редким исключением в качестве теплоносителя не используется.

Топочные газы широко используются в схемах утилизации теплоты на предприятиях, имеющих собственные котельные. Температура топочных газов достигает 1000...1800 °С при атмосферном давлении, что позволяет использовать промежуточный теплоноситель для обогрева в теплообменных аппаратах. В качестве промежуточного теплоносителя можно использовать воздух или минеральное масло. К недостаткам топочных газов как теплоносителей относят наличие в них включений, вызывающих загрязнение поверхности теплообмена и низкий коэффициент теплоотдачи.

Минеральное масло (цилиндровое, компрессорное) — один из распространенных промежуточных теплоносителей для проведения тепловой обработки пищевых продуктов при высокой (до 800 °С) температуре, например обжаривания кофе и какао-бобов. Масло можно нагревать до более высоких температур, как отмечалось выше; в топках печей или с помощью электрических нагревателей. Масла сравнительно дешевые теплоносители, но обладают относительно низкими значениями коэффициентов теплоотдачи, частично разлагаются в процессе эксплуатации, образуя на нагреваемой поверхности слой кокса, ухудшающий теплообмен. При кипении растворов концентрация растворенных веществ увеличивается за счет превращения в пар части растворителя.

Процесс концентрирования растворов называется выпариванием. Превращение жидкости с ее свободной поверхности в пар называется испарением. В пищевой промышленности обычно выпаривают водные растворы: свекловичный сок, барду, молоко и т.п. Поэтому образующийся при выпаривании пар, называемый вторичным паром, является насыщенным водяным

паром, который может быть использован как горячий теплоноситель в других аппаратах. На выпаривание растворов расходуется огромное количество теплоты, поэтому от рациональной организации процессов выпаривания в значительной степени зависит рентабельность производства.

Химические процессы.

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. Важная роль отводится этим процессам на отдельных стадиях производства хлеба, мучных кондитерских изделий, сахара, шоколада, растительных масел, прессованных дрожжей, а также при хранении продуктов. В зависимости от агрегатного состояния взаимодействующих веществ химические реакции могут быть гомогенными и гетерогенными. В гомогенных системах реагирующие вещества находятся в одной какой-либо фазе: газовой (Г), жидкой (Ж) или твердой (Т); в гетерогенных — в разных фазах. На практике наиболее часто встречаются следующие гетерогенные системы: Г—Ж, Г—Т, Ж—Т. В некоторых случаях такие системы могут быть трехфазными, например Г-Ж—Т. Г—Т—Т. Реакции в гомогенных системах протекают обычно быстрее, чем в гетерогенных; механизм технологического процесса проще и управлять им легче, поэтому на производстве, если это возможно., стремятся перевести твердые вещества в жидкое состояние, например, путем растворения. Основные факторы, влияющие на скорость всех реакций, — это концентрация реагирующих веществ, температура, наличие катализатора.

Гидролиз. Это реакция разложения сложных веществ (белков, жиров, углеводов) до более простых под действием кислот и щелочей с присоединением молекул воды. Сахароза при нагревании с кислотами гидролизуется, образуя инвертный сахар (смесь равных количеств глюкозы и фруктозы) $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$ Характерная особенность сахарозы — исключительная легкость ее гидролиза: скорость процесса при-

мерно в тысячу раз больше, чем скорость гидролиза, при этих же условиях таких дисахаридов как мальтоза или лактоза.

Гидролиз крахмала — процесс каталитический. В качестве катализатора при гидролизе крахмала применяют минеральные кислоты, обычно хлороводородную кислоту. На скорость реакции оказывают влияние примеси, содержащиеся в крахмале. Реагируя с кислотой, они понижают ее концентрацию в растворе, в результате чего скорость реакции уменьшается. Наиболее сильно связывают кислоту фосфаты и аминокислоты.

Меланоидинообразование. Это сложный окислительно-восстановительный процесс, включающий в себя ряд реакций, которые протекают последовательно и параллельно. В упрощенном виде сущность этого процесса можно свести к следующему. Низкомолекулярные продукты распада белков (пептиды, аминокислоты), содержащие свободную аминную группу ($-NH_2$), могут вступать в реакцию с соединениями, в состав которых входит карбонильная группа $=C=O$, например, с различными альдегидами и восстанавливающими сахарами (фруктозой, глюкозой, мальтозой), в результате чего происходит разложение как аминокислоты, так и реагирующего с ней восстанавливающего сахара. При этом из аминокислоты образуются соответствующий альдегид, аммиак и диоксид углерода, а из сахара — фурфурол и оксиметилфурфурол. Альдегиды обладают определенным запахом, от которого зависит в значительной степени аромат многих пищевых продуктов. Фурфурол и оксиметилфурфурол легко вступают в соединение с аминокислотами, образуя темноокрашенные продукты, называемые меланоидинами. Белки тоже могут вступать во взаимодействие с сахарами, но менее активно, чем аминокислоты, так как содержат меньше свободных аминных групп.

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 и мучных кондитерских изделий; в процессе уваривания

сахарных растворов при производстве сахарного песка; при сушке солода; при самосогревании зерна; в процессе тепловой обработки вин; при приготовлении ирисных и помадных масс типа крем-брюле.

Реакция меланоидинообразования сопровождается потемнением получаемых продуктов (фруктово-ягодного пюре, соков, повидла, хлеба), которое наблюдается при длительном нагревании этих продуктов при высокой температуре, а также при их фасовании в горячем виде и хранении при повышенной температуре. При производстве ряда пищевых продуктов создают специальные условия для реакции меланоидинообразования. В хлебопечении, например, для получения пшеничного хлеба приятного вкуса, аромата, с румяной корочкой технологический процесс необходимо вести таким образом, чтобы к моменту выпечки в тесте содержалось определенное количество сахара (около 2...3 % к массе сухих веществ муки) и необходимое количество аминокислот, которые могут вступать в химическое взаимодействие.

Дегидратация. Одна из реакций, протекающая в процессе меланоидинообразования, связана с дегидратацией и разложением сахаров при нагревании. В то же время эта реакция может протекать самостоятельно под воздействием высоких температур на сахара (сахарозу, глюкозу, фруктозу), вызывая ряд их превращений. Характер этих превращений различен и зависит от условий нагревания (степени и продолжительности теплового воздействия), реакции среды и концентрации сахара. Моносахариды, в частности глюкоза, при нагревании в кислой или нейтральной среде дегидратируют, т. е. разлагаются с выделением одной или двух молекул воды и образованием ангидридов глюкозы. Эти соединения являются реакционноспособными и могут соединяться друг с другом или с неизменной молекулой глюкозы и образовывать так называемые продукты конденсации (реверсии). При длительном тепловом воздействии отщепляется третья молекула воды и образуется оксиметилфурфурол, который при дальнейшем нагревании может распадаться с разрушением углеводного скелета и образованием муравьиной, леволиновой кислот и окрашенных соединений.

При производстве ряда пищевых продуктов реакция меланоидинообразования нежелательна, например при получении сахара-песка. Существуют и другие причины, например, при переработке овощей и плодов потемнение происходит за счет протекания биохимических процессов и образования меланинов. С образованием меланинов связано потемнение очищенных и нарезанных яблок, картофеля при непродолжительном хранении на воздухе. Для предотвращения потемнения пищевых продуктов их сульфитируют, т.е. обрабатывают диоксидом серы или его производными, чаще всего H_2SO_3 . Диоксид серы как химический агент вызывает обесцвечивание многих растительных красящих пигментов и может быть использован для улучшения внешнего вида готового продукта. Диоксид серы получают путем сжигания серы в специальных печах, пропуская через них воздух. При сульфитации продукта идет образование сернистой кислоты, которая является сильным восстановителем $\text{S}_0_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$.

Частично сернистая кислота переходит в серную: $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}$.

Выделяющийся при этом водород оказывает обесцвечивающее действие. Органические красящие вещества всегда содержат непредельные хромофорные группы ($-\text{C}=\text{C}-$), при восстановлении их сернистой кислотой по месту разрыва двойных связей присоединяется водород, в результате окрашенные вещества превращаются в бесцветные лейкосоединения. Эффект обесцвечивания может достигать 30 %. Сульфитации подвергают диффузионный сок при его очистке в сахарном производстве, овощи и плоды при их переработке. Кратковременная, в течение нескольких минут, обработка картофеля, абрикосов, яблок перед сушкой позволяет улучшить внешний вид готового продукта, предотвратить его потемнение. Диоксид серы, сернистая кислота и ее соли так же выполняют и роль антисептика, вызывая глубокие изменения в клетках микроорганизмов, особенно молочнокислых и уксуснокислых бактерий. Действие ее на микроорганизмы связано с восстанавливающими свойствами: являясь акцептором кислорода, сернистая кислота за-

держивает дыхание микроорганизмов, а реагируя с промежуточными продуктами жизнедеятельности микроорганизмов, а также с ферментами, нарушает обмен веществ. Все это ведет к гибели микрофлоры. Сернистая кислота оказывает влияние на растительную ткань сульфитированных продуктов. Под ее влиянием происходит коагуляция протоплазмы клеток нарушается тугор и сок частично выходит в межклеточное пространство, в результате чего ткань плода размягчается. Являясь сильным восстановителем, сернистая кислота препятствует окислению химических веществ плодов. Блокируя ферменты, катализирующие необратимое окисление витамина С, сернистая кислота способствует его сохранению. Вступая в соединение с красящими веществами плодов, сернистая кислота вызывает сильное обесцвечивание продукта. Все плоды и ягоды, имеющие красную, синюю и другую окраску (вишня, слива, малина, черная смородина и т. п.), после сульфитации теряют свой первоначальный цвет.

Окисление. Этот процесс играет большую роль при хранении жиров, масел и жиросодержащих продуктов. Жиры при длительном хранении приобретают неприятные вкус и запах прогоркают, что связано как с химическими превращениями под действием света и кислорода воздуха, так и с действием некоторых ферментов. Наиболее простой случай прогоркания, часто наблюдаемый при хранении коровьего масла и маргарина, заключается в омылении жира и появлении в свободном виде масляной кислоты, которая придает продукту неприятный запах, свойственный этой кислоте. При отсутствии кислорода воздуха процесс не идет, таким образом, при хранении жира в вакууме он не прогоркает. Присутствие в жирах солей металлов, особенно меди, которые являются катализаторами, увеличивается скорость окисления. На интенсивность реакции окисления жиров влияет степень ненасыщенности жирных кислот, чем ненасыщенность выше, тем быстрее жир окисляется. Наличие в жире белковых и слизистых веществ также ускоряет порчу жира, поэтому при получении жиров стремятся в максимальной степени из-

бавиться от этих примесей. В то же время присутствие в жирах и жиросо-
держащих продуктах антиоксидантов снижает скорость их окисления.
Наиболее активными естественными антиокислителями являются токоферо-
лы (витамин Е). Медленное окисление какао-масла, кунжутного масла и дли-
тельное хранение халвы, особенно тахинной, приготовленной на основе кун-
жута и продуктов его переработки, объясняется наличием в этих маслах при-
родных антиокислителей. При производстве и очистке жиров антиокислите-
ли частично удаляют, что резко снижает стойкость жиров при хранении.
Аналогичные процессы протекают при тепловой обработке пищевых концентратов,
в результате которой жиры легко прогорают. Добавление к ним анти-
окислителей позволяет значительно увеличить сроки хранения. Использо-
вание смесей антиокислителей даст больший эффект, чем применение отдель-
ного антиоксиданта. Суммарное действие смеси веществ, превышающее дей-
ствие каждого компонента в отдельности, называется синергизмом. Подоб-
ным действием обладают также вещества, не являющиеся антиокислителями.
К таким веществам относятся лимонная, аскорбиновая, виннокаменная кис-
лоты, фосфатиды, сульфгидрильные соединения и др.

Массообменные процессы В пищевой промышленности широко при-
меняются процессы массообмена. Наиболее часто встречаются экстрагиро-
вание и экстракция, абсорбция и адсорбция, перегонка и ректификация, рас-
творение и кристаллизация и, наконец, сушка. Различные вещества могут
находиться в неодинаковых фазовых состояниях. Например, вода может
представлять собой твердую фазу — лед. При обычном давлении и темпера-
туре выше 0 °С вода находится в виде жидкости. При более высокой темпе-
ратуре вода превращается в пар, переходит в паровую фазу. Газы — сильно
перегретые пары соответствующих веществ. Различные фазы могут вступать
во взаимодействие друг с другом. При этом взаимодействии происходит об-
мен веществами, растворенными в фазах. Когда мелко изрезанную сахарную
свеклу (стружку) промывают, сахар, содержащийся в клеточной жидкости,
переходит в воду. Этот переход обусловлен разностью концентрации саха-

ра в клеточной жидкости и воде. Скорость перехода сахара из стружки в воду будет уменьшаться по мере увеличения концентрации сахара в воде и снижения его концентрации в стружке. Наконец эти концентрации станут равными и процесс прекратится. Движущей силой массообменных процессов является разность концентраций. При растворении сахара в воде вещество (сахар) переходит из твердой фазы в жидкую. При очистке жидкостей или газов с помощью активированного угля вещество переходит из жидкой или газовой фазы в твердую. При разбавлении растворов происходит переход вещества из одной жидкой фазы в другую.

Массообменные процессы принято классифицировать по агрегатному состоянию и характеру взаимодействия фаз. В основе представлений о массопередаче 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. Зная концентрацию компонента в фазах и условия равновесия, можно определить направление процесса.

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. Как и при абсорбции, поглощенное вещество может быть выделено из адсорбента, например, при нагревании. Этот процесс регенерации — обновления адсорбента называется десорбцией. Процессы абсорбции и адсорбции внешне похожи. Разница между ними заключается в том, что в одном случае вещество поглощается всем объемом жидкости, а в другом — только поверхностью твердого поглотителя — адсорбента.

В пищевой промышленности адсорбция применяется при очистке водно-спиртовых смесей в ликероводочном производстве, при очистке и стаби-

лизации вин, соков и других напитков. В свеклосахарном производстве адсорбцией обеспечивается основная очистка диффузионного сока в процессе его сатурации, а также обесцвечивания сахарных сиропов перед кристаллизацией. Количество поглощаемого вещества зависит от площади поверхности поглотителя. Поэтому адсорбенты обладают чрезвычайно развитой поверхностью, что достигается за счет образования большого количества пор в твердом теле.

Активированный уголь является самым распространенным адсорбентом. Его получают сухой перегонкой дерева с последующей активацией — прокаливанием при температуре около 900 °С. Активированный уголь получают также из костей животных и других углеродсодержащих материалов. Размеры кусков активированного угля в зависимости от марки лежат в пределах от 1 до 5 мм. Активированный уголь лучше поглощает пары органических веществ, чем пары воды. Недостатками активированных углей являются их небольшая механическая прочность и горючесть.

Силикагели. Этот адсорбент получают обезвоживанием геля кремниевой кислоты, обрабатывая силикат натрия (жидкое стекло) минеральными кислотами или кислыми растворами их солей. Размер гранул силикагеля лежит в пределах от 0,2 до 7 мм. Суммарная поверхность 1г силикагеля 400...770 м². Силикагели эффективно поглощают пары органических веществ, а также влагу из воздуха и газов. Поэтому гранулы силикагеля иногда используют при упаковке на хранение приборов и материалов, боящихся влаги. В отличие от активированного угля силикагель негорюч и обладает большой механической прочностью.

Цеолиты. Это пористые водные алюмосиликаты катионов элементов первой и второй групп периодической системы Д. И. Менделеева. Встречаются в природе и добываются карьерным способом. В промышленности чаще применяют синтетические цеолиты, обладающие весьма однородной структурой, с размерами пор, которые можно сравнить с размерами крупных молекул. Поэтому цеолиты обладают свойствами микрофильтрационных

мембран. Цеолиты отличаются высокой поглотительной способностью по отношению к воде и поэтому используются для глубокой осушки газов и воздуха с незначительным содержанием влаги. Гранулы промышленных цеолитов обычно имеют размеры от 2 до 5 мм.

Иониты. Это природные и искусственные адсорбенты, действие которых основано на химическом взаимодействии с очищаемыми растворами. Процессы с применением ионитов следует отнести к хемосорбции — адсорбции, сопровождаемой химическими реакциями. Иониты, содержащие кислые активные группы и обменивающиеся с раствором электролита подвижными анионами, называются анионитами. Иониты, содержащие основные активные группы и обменивающиеся подвижными катионами, называются катионитами. Существует группа аморфных ионитов, способных к анионному и катионному обмену одновременно. Наибольшее распространение в промышленности получили ионообменные смолы. Так, в сахарорафинадном производстве с помощью ионообменных смол осуществляют обесцвечивание сиропов. Смолы применяют также в некоторых случаях при обработке воды. В качестве естественных адсорбентов в пищевой промышленности, например для осветления вин, используют мелкодисперсные глины: бентонит, диатомит, каолин. С этой же целью применяют рыбий клей (желатин) и другие вещества.

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 называют жидкостной экстракцией. В микробиологических производствах с помощью экстрагента извлекают молочную кислоту и антибиотики из ферментативных растворов. При этом экстрагент и жидкость, содержащая извлекаемые компоненты, должны обладать различной плотностью и не должны растворяться. Благодаря этим свойствам образованная неоднородная система легко разделяется. В пищевых производствах экстрагированию чаще подвергают сырье растительного происхождения,

например семена масличных культур, сахарную свеклу, фрукты и т.п. По физическим свойствам это сырье относится к твердым телам. Растительное сырье перед экстрагированием дробят или нарезают на мелкие кусочки или стружку. При этом часть клеток на вновь образованной поверхности повреждается, и внутриклеточное вещество сразу переходит в экстрагент. Подавляющая часть клеток в куске остается целой, а извлекаемое вещество диффундирует через клеточные мембраны в экстрагент. Пренебрегая количеством вещества, перешедшего из разрушенных клеток, можно считать, что вещество из растительного сырья в экстрагент переносится за счет диффузии. Простейший процесс экстрагирования можно осуществить, заполнив аппарат подготовленным сырьем и жидким экстрагентом. В этом процессе концентрация вещества и в сырье непрерывно уменьшается, а в экстрагенте увеличивается. Процесс нестационарен и закончится, когда концентрации сравняются. Скорость процесса значительно возрастает при перемешивании. Другой тип процесса реализуется при фильтровании экстрагента через неподвижный слой сырья. Процесс этот также неустановившийся и при определенной продолжительности может закончиться практически полным извлечением веществ из сырья. В процессах третьего типа сырье и экстрагент непрерывно перемещаются в противотоке. При этом в каждом сечении аппарата устанавливается постоянная разность концентрации, что соответствует стационарному режиму. Таким образом, в аппаратах непрерывного действия осуществляются процессы третьего типа. В общем виде процесс экстрагирования растительного сырья можно разбить на четыре стадии: проникновение экстрагента в поры растительного сырья; растворение извлекаемого вещества экстрагентом; диффузионный перенос извлекаемого вещества к поверхности куска или частицы сырья; перенос извлекаемого вещества с поверхности сырья в жидкую фазу - экстрагент. В зависимости от вида перерабатываемого сырья отдельные стадии процесса могут отсутствовать вовсе, но чаще от скорости переноса на одной из стадий зависит скорость процесса в целом.

Сушка. Удаление влаги из материалов (продуктов, изделий) при их подготовке к переработке, использованию или хранению называют сушкой. Этот процесс чрезвычайно широко распространен в пищевой промышленности и других отраслях народного хозяйства. Сушка обеспечивает сохранность зерна в сельском хозяйстве, увеличивает сроки хранения изделий (сахар, сахар). Сушка также может быть включена в технологический процесс для придания перерабатываемым полуфабрикатам и изделиям (пастиле, зефиру) определенного качества.

Различают сушку конвективную (в потоке нагретого газа), контактную (при соприкосновении с нагретой поверхностью), сублимационную (в вакууме), высокочастотную (диэлектрическим нагревом), радиационную (ИК - излучением). Удаление влаги из материала может быть осуществлено различными способами. Наименее энергоемким способом является механический: прессование или отжим в центрифугах. Этот способ позволяет удалить лишь ту часть влаги в материале, которая заполняет поры и капилляры тела, так называемую несвязанную влагу. Для полного удаления влаги применяют тепловые способы сушки, основанные на превращении влаги, содержащейся в материале, в пар с последующим удалением этого пара.

Физико-химические способы сушки основаны на применении водопоглощающих средств (силикагель, концентрированная серная кислота, хлорид кальция). Эти способы промышленного распространения не получили и используются в лабораторной практике.

3. Факторы, влияющие на скорость процессов.

Для интенсивности теплообмена в различных тепловых аппаратах применяют перемешивающие устройства. Например, в выпарных аппаратах по мере уваривания продуктов вследствие повышения вязкости снижается теплообмен путем естественной конвекции, поэтому приходится прибегать к искусственной конвекции перемешиванием; для интенсификация биохимических, химических и других процессов.

Например, для интенсификации биохимических процессов при проращивании зерна в производстве солода применяется его перемешивание; для получения суспензий, эмульсий и т.п.. Перемешивание проводится либо в специальных аппаратах, которые называются обычно смесителями, либо непосредственно в аппаратах, где проводятся процессы массо- или теплообмена, биохимические, химические и др. Такие аппараты имеют приспособления для перемешивания, называемые мешалками или ворошителями. Перемешиванию подвергаются различные материалы – жидкие, газообразные, твердые (сыпучие), причем могут перемешиваться как продукты, находящиеся в одинаковом агрегатном состоянии, например две или более жидкости, так и в разном – жидкости и твердые тела и т.д.

Движущей силой процесса фильтрования является разность давлений по одну и другую сторону фильтрующей перегородки. Эта разность может быть получена за счет силы тяжести — силы гидростатического давления, что с успехом используется в лаборатории для фильтрования в простой воронке. В промышленных аппаратах сила тяжести существенного влияния на результат процесса не оказывает, и поэтому учитываться не будет. Разности давлений можно добиться за счет создания избыточного давления на стороне неоднородной смеси или за счет создания вакуума со стороны, где собирается газ или жидкость — фильтрат.

Затраты теплоты на выпаривание зависят от давления и температуры, при которых осуществляется процесс. При этом скрытая теплота парообразования тем выше, чем ниже давление. Расход энергии на выпаривание под вакуумом выше, чем при выпаривании при атмосферном или избыточном давлении. Однако термолабильность растворов в пищевой промышленности ограничивает допустимую температуру кипения. Так, например, растворы красящих веществ, содержащиеся в экстрактах, полученных из растительного сырья, разлагаются при нагревании до 50...60 °С. Аскорбиновая кислота и другие витамины и биологически активные вещества, содержащиеся в рас-

творях, при нагревании также разлагаются. Вот почему в пищевой промышленности широко используется выпаривание под вакуумом.

Влияние концентрации. Увеличение концентрации взаимодействующих веществ — один из самых распространенных приемов интенсификации процессов. Зависимость скорости химических реакций от концентрации определяется законом действия масс. Согласно этому закону скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степени, равной стехиометрическому коэффициенту, стоящему перед формулой вещества в уравнении реакции.

Влияние температуры. Температура — важный фактор, определяющий скорость реакции. С повышением температуры скорость реакции возрастет, что связано с увеличением константы скорости реакции. Согласно правилу Вант-Гоффа повышение температуры на 10 °С увеличивает скорость реакции в 2...4 раза (в среднем в 3 раза). Это правило приближенное и применимо к реакциям, протекающим в области температур от 0 до 300 °С и в небольшом температурном интервале. Для протекания химических реакций необходимо разорвать внутримолекулярные связи в молекулах реагирующих веществ. Если сталкивающиеся молекулы обладают большой энергией и ее достаточно для разрыва связей, то реакция пойдет; если энергия молекул меньше необходимой, то столкновение будет неэффективным и реакция не пойдет. При повышении температуры количество активных молекул увеличивается, число столкновений между ними возрастает, в результате чего растет скорость реакции. С увеличением концентрации реагирующих веществ общее число столкновений, в том числе эффективных, также возрастает, в результате увеличивается скорость реакции.

Влияние катализатора. Катализатор—это вещество, которое резко изменяет скорость реакции. В присутствии катализаторов реакции ускоряются в тысячи раз, могут протекать при более низких температурах, что экономически выгодно. Велико значение катализаторов в органическом синтезе—в процессах окисления, гидрирования, дегидрирования, гидратации и др. Чем

активнее катализатор, тем быстрее идут каталитические реакции. Катализаторы могут ускорять одну реакцию, группу реакций или реакции разных типов, т.е. они обладают индивидуальной или групповой специфичностью, а некоторые из них пригодны для многих реакций. Например, ионы водорода ускоряют реакции гидролиза белков, крахмала и других соединений, реакции гидратации и т. д. Существуют каталитические реакции, в которых катализатор является одним из промежуточных или конечных продуктов реакции. Эти реакции идут с малой скоростью в начальный период и с возрастающей — в последующий. Катализаторами преимущественно служат металлы в чистом виде (никель, кобальт, железо, платина) и в виде оксидов или солей (окись ванадия, окись алюминия), соединения железа, магния, кальция, меди и т.п. Неорганические катализаторы термостабильны, и реакции с ними протекают при сравнительно высоких температурах. Присутствие в среде, где протекает реакция, посторонних веществ оказывает на катализатор различное влияние, одни нейтральны, другие усиливают действие катализатора, третьи его ослабляют или подавляют. Вещества, отравляющие катализатор, называются каталитическими ядами. В зависимости от того, находится ли катализатор в той же фазе что и реагирующие вещества, будучи равномерно распределенным, в реакционной среде, или образует самостоятельную фазу, говорят о гомогенном или гетерогенном катализе. В гетерогенном катализе реагирующие вещества, как правило, находятся в жидком или газообразном состоянии, а катализатор — в твердом, при этом реакция протекает на границе двух фаз, т. е. на поверхности твердого катализатора. Например, каталитическая реакция гидрирования жиров — трехфазная: катализатор — металлический никель — образует твердую фазу, водород — газообразную, а жир — жидкую. Поэтому в данном случае речь идет о гетерогенном катализе. При гетерогенном катализе большое значение имеют способ получения катализатора, условия проведения процесса, состав примесей и т.д. Катализаторы должны обладать значительной селективностью, активностью и сохранять эти свойства длительное время. Большинство каталитических реакций

положительно, т. е. в присутствии катализатора их скорость возрастает. Однако встречается отрицательный катализ, когда катализатор замедляет скорость реакции. В данном случае катализатор называют ингибитором, Если ингибитор тормозит процесс окисления, его называют антиокислителем или антиоксидантом. Получение и хранение самых разнообразных пищевых продуктов сопровождаются протеканием химических процессов. Одни из них связаны с реакциями гидролиза, другие – с окислительно-восстановительными реакциями (меланоидинообразованием, сульфитацией, окислением и др.).

4. Типичные аппараты для реализации процессов.

В пищевой промышленности применяют самые разнообразные дробилки для измельчения пищевого сырья и вспомогательных материалов, но наиболее употребительными являются: валковые (вальцовые) ки; молотковые дробилки; дисковые дробилки; жерновые постава; Резательные машины, или резки, применяются в тех случаях, когда частицам измельчаемого материала необходимо придать определенную форму и размеры. Резание применяется широко в овощеконсервном производстве для резки моркови, капусты и других овощей, а так же в сахарной промышленности для резки свеклы. Существуют разные конструкции машин для резки, Наибольшее распространение получили дисковые и центробежные резки, применяемые в сахарном и овощеконсервном производствах.

Сита являются рабочим органом просеивающих машин. На пищевых предприятиях применяется несколько типов сит. Штампованные, или пробивные, сита изготавливаются обычно из стального листа, в котором в определенном порядке пробиваются отверстия необходимых размеров и формы. Отверстия имеют чаще всего круглую или продолговатую форму. В числе примесей, засоряющих зерно и другие сыпучие продукты, встречаются металлические примеси — от мельчайших пылинок и до кусков, превышающих размеры продукта. Эти примеси – чаще всего сталь и чугун – попадают в

продукт в результате износа и поломок рабочих органов машин для транспортирования и обработки продукта. Металлические примеси, попадая в машины (главным образом измельчающие) вместе с продуктом, могут вызвать крупную аварию, а попадая в готовую продукцию, представлять опасность для здоровья человека. Для выделения таких примесей применяют магнитные сепараторы. Продукт пропускается в непосредственной близости от системы магнитов, которые притягивают эти примеси. Магнитные сепараторы делятся на две группы: сепараторы со статическими магнитами и электромагнитные сепараторы.

Обработка различных материалов давлением производится в механических устройствах – прессах, штампах и формующих машинах.

Наиболее распространенными смесителями являются смесители шнекового типа. На хлебозаводах применяют шнековые дозировщики-смесители, в которых продукты смешиваются в нужной пропорции. Для перемешивания зерна при производстве солода применяются шнековые ворошители, которые могут перемещаться по рельсам вдоль ящика с солодом. При этом вертикальные шнеки вращаются и перемешивают продукт. Для перемешивания сыпучих материалов применяют так называемые барабанные емкости. Например, в пневматических барабанных солодовнях производится перемешивание зерна.