Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

ФГОУ ВПО

Приморская государственная сельскохозяйственная академия

Институт земледелия и природообустройства

Кафедра технологии производства и переработки

сельскохозяйственной продукции

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Методические указания по изучению дисциплины и вопросы для выполнения контрольной работы для студентов заочного обучения (специальность 110305 - «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»)

Уссурийск 2010

УДК 664 (075.8)

Составитель Моисеенко А.А., доцент кафедры технологии производства и

переработки сельскохозяйственной продукции

Процессы и аппараты пищевых производств: методические указания по изучению дисциплины и вопросы к контрольной работе, для студентов заочного обучения, по специальности 110305 - «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» /ФГОУ ВПО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия». Сост. Моисеенко А.А., Уссурийск.- 2010. 29с.

Рецензент: Обухов В. П., доцент кафедры земледелия и растениеводства,

к. с - х. н.

Печатается по решению методического совета ФГОУ ВПО

«Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

Оглавление

Введение 4

1. Классификация основных процессов 4
2. Основные свойства пищевых продуктов 4
3. Требования, предъявляемые к машинам и аппаратам 5
4. Основы гидравлики 5

4.1 Гидростатика 5

4.2 Гидравлика 6

5. Насосы 6

6. Гидромеханические процессы 6

6.1 Разделение неоднородных систем 6

6.1.1 Классификация неоднородных систем 6

6.1.2 Отстаивание и осаждение 7

6.1.3 Фильтрование 7

6.1.4 Разделение газовых неоднородных систем 8

6.1.5 Псевдоожижение 8

6.1.6 Перемешивание 9

6.1.7 Обратный осмос и ультрафильтрация 10

7. Теплообменные процессы 10

7.1 Общие понятия 10

7.2 Нагревание, испарение, охлаждение и конденсация 12

8. Массообменные процессы 13

9. Биохимические процессы 18

10. Механические процессы 19

10.1 Измельчение твердых материалов 19

10.2 Классификация зернистых материалов 20

10.3 Прессование 22

Вопросы к контрольной работе 23

Номера вопросов к контрольной работе 28

Введение

Основные задачи перерабатывающих отраслей АПК – комплексная глубокая переработка всей сельскохозяйственной продукции, включая продукцию растениеводства, увеличение объемов ее переработки и повышения качества.

Чтобы решать указанные задачи, необходимо использовать современное высокопроизводительное оборудование, в том числе, оснащенное автоматическими системами управления технологическими процессами.

Будущие технологи по переработке сельскохозяйственной продукции должны знать технологические процессы при переработке зерна, овощей, плодов, картофеля и машины, которые применяются при этом.

Основная литература

1. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии/Г.Д. Кавецкий, В.П. Касьяненко. – М.: КолосС, 2008. – 591с.

2. Технология переработки продукции растениеводства/ под ред. Н.М. Личко. – М.: КолосС. – 616с.

3. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. – Агропромиздат, 1991. – 442с.

4. Гальперин Н.В. Процессы и аппараты. – М.: КолосС, 1999.

**1. Классификация основных процессов**

В этом разделе необходимо дать понятие о производственном процессе, технологии, технологическом аппарате, машине. Все процессы пищевой технологии в зависимости от закономерностей их протекания можно свести к пяти основным группам: гидромеханические, теплообменные, массообменные, механические, биохимические. Необходимо дать определения каждому из них.

**2. Основные свойства пищевых продуктов и сырья**

Пищевые продукты представляют собой однородные и неоднородные смеси. К однородным смесям, относятся растворы. Однородные смеси характеризуются концентрацией растворенного вещества.

К неоднородным смесям относятся смеси твердого вещества с жидкостью, смеси нерастворимых одна в другой жидкостей. Для характеристики неоднородных смесей вводят понятие объемной или массовой доли, например твердого вещества в жидкости.

Все свойства веществ пищевых продуктов можно разделить: физические свойства (плотность, удельный вес, вязкость, поверхностное натяжение); теплофизические свойства (удельная теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность). Студенту следует ознакомиться с основными свойствами пищевых продуктов и сырья.

**3. Требования, предъявляемые к машинам и аппаратам**

При оценке конструкции аппарата или машины решающее значение имеет их технико-экономическая характеристика. Оптимальным считается такой аппарат или машина, который обеспечивает конечный результат с наименьшими затратами. Студенту следует ознакомиться с основными требованиями к аппаратам и машинам.

**4. Основы гидравлики**

Гидравлика состоит из двух разделов: гидростатика и гидродинамика. В гидростатике изучают законы равновесия жидкостей и взаимодействие покоящихся жидкостей на погруженные в них тела и поверхности, ограничивающие жидкости, в гидродинамике – законы движения жидкостей и их воздействие на обтекаемые ими тела. Гидродинамические закономерности лежат в основе гидромеханических процессов и определяют эффективность протекания тепломассообменных и биохимических процессов.

**4.1 Гидростатика**

В гидравлике под термином «жидкость» обычно понимают капельную жидкость, а также газы и пары, когда можно пренебречь их сжимаемостью. В процессе изучение вопроса «общие положения» следует ознакомиться с терминами (сжимаемость, температурное расширение, поверхностные и массовые силы), единицами их измерения, приборами для измерения давления, примерами практического использования основного уравнения гидростатики.

**4.2 Гидродинамика**

Движение жидкости по трубопроводам и каналам происходит под действием движущей силы – разности давлений, создаваемой с помощью насосов или компрессоров, либо вследствие разности уровней жидкости либо разности плотностей. При изучении раздела «гидродинамика следует ознакомиться с режимами движения жидкости, законами ламинарного и турбулентного движения, истечения жидкости через отверстия и насадки..

**5. Насосы**

Жидкости в трубопроводах и аппаратах перемещаются под действием разностей давлений, например, в начале и конце трубопровода. Для перемещения жидкости с низшего уровня на высший уровень используются насосы, которые сообщают жидкости потенциальную энергию давления. Насосы – это гидравлическая машина, которая преобразовывает механическую энергию электродвигателя в энергию перемещаемой жидкости. При изучении темы «насосы» следует ознакомиться с классификацией насосов, с их основными параметрами, принципами действия поршневых, центробежных насосов и насосов специального назначения.

**6. Гидромеханические процессы**

К гидромеханическим процессам относятся: осаждение взвешенных в жидкой или газообразной среде частиц под воздействием гравитационной силы (осаждение), центробежной силы (центробежное осаждение) или сил электрического поля; фильтрование жидкостей или газов через пористую перегородку под воздействием разности давлений (фильтрование и центробежное фильтрование); перемешивание в жидкой среде; псевдоожижение и др.

**6.1 Разделение неоднородных систем**

**6.1.1 Классификация неоднородных систем**

Неоднородными, или гетерогенными, называются системы, состоящие как минимум из двух фаз: дисперсной (внутренней), обычно находящейся в тонкораздробленном состоянии, и дисперсионной (внешней), окружающей частицы дисперсной фазы. Неоднородные системы могут быть суспензиями, эмульсиями, пенами, пылями и дымами, туманами. Студенту следует ознакомиться с этими системами и уяснить различие между ними, методами разделения (осаждение, фильтрование и другими) и оборудованием для процессов разделения.

**6.1.2 Отстаивание и осаждение**

*Отстаивание* – частный случай разделения неоднородных жидкостей или газообразных систем путем выделения твердых или жидких частиц под воздействием гравитационной силы. Этот процесс, который применяют для первичного разделения суспензий, эмульсий и пылей, характеризуется низкой скоростью процесса.

Для интенсификации разделения пыли, суспензий и эмульсий процесс осаждения проводят под действием центробежной силы.

Поле центробежных сил создают при помощи двух технических приемов: поток жидкости или газа вращается в неподвижном аппарате; поток поступает во вращающийся аппарат и вращается вместе с ним. В первом случае процесс называется циклонным, а аппарат – циклоном, во втором – отстойным центрифугированием, а аппарат – отстойной центрифугой или сепаратором.

При изучении данного раздела следует ознакомиться с особенностями процессов осаждения и отстаивания, их преимуществами и недостатками, машинами и аппаратами при этом применяемыми.

**6.1.3 Фильтрование**

*Фильтрованием* называется процесс разделения суспензий, пыли, туманов через пористую перегородку, способную пропускать жидкости или газ, но задерживать взвешенные частицы. Фильтрование осуществляется под действием разности давлений на фильтрующей перегородке или в поле центробежных сил.

По целевому назначению процесс фильтрования может быть очистным или продуктивным. При разделении неоднородных систем возникает необходимость выбор конструкции фильтра или фильтрующей центрифуги, фильтровальной перегородки, режима фильтрования. В процессе изучения раздела «фильтрование» следует ознакомиться с видами и способами фильтрования, их достоинствами и недостатками, аппаратами и машинами (фильтрами и центрифугами) применяемыми при различных способах фильтрации.

**6.1.4 Разделение газовых неоднородных систем**

Цель очистки газов от взвешенных твердых или жидких частиц - уменьшение загрязненности атмосферы и улавливание из отходящих газов ценных продуктов.

В промышленных условиях пыль может образоваться в результате проведения технологических процессов (сушка некоторых пищевых продуктов, при транспортировании сыпучих материалов, в результате измельчения твердых тел дроблением, истиранием, размалыванием). Для очистки газовых потоков от взвешенных частиц используют несколько способов: гравитационное осаждение, осаждение под действием инерционных и центробежных сил, фильтрование газового потока через пористую перегородку, мокрую очистку в орошаемых водой скрубберах, осаждение в электрическом поле. Студенту следует ознакомиться со всеми способами очистки газов, их достоинствами и недостатками, аппаратами и машинами, применяемыми при различных способах очистки.

**6.1.5 Псевдоожижение**

*Псевдоожиженным*  называется такое состояние двухфазной системы твердые частицы – газ (жидкость), которое характеризуется перемещением твердых частиц относительно друг друга в результате подвода энергии от какого-либо источника.

Псевдоожиженная система, возникшая под воздействием ожижающего агента, получила название псевдоожиженного, кипящего слоя, так как этому слою присущи многие свойства капельной жидкости.

Псевдоожиженный слой образуется при восходящем движении ожижающего агента через слой зернистого материала со скоростью, позволяющей поддерживать слой материала во взвешенном состоянии.

В псевдоожиженном слое проводят смешивание, транспортирование, классификацию сыпучих материалов, теплообмен, сушку, адсорбцию и др.

Изучая раздел «псевдоожижение», следует ознакомиться с достоинствами и недостатками этого процесса, аппаратами и машинами, применяемыми при этом.

**6.1.6 Перемешивание**

Перемешивание в жидкой среде применяют для получения суспензий и эмульсий. При смешивании пластических и сыпучих материалов ставится задача получения однородной массы основного вещества с различными твердыми, жидкими и пластичными добавками.

При перемешивании интенсифицируются тепловые, диффузионные и биохимические процессы. Для перемешивания используют смесители различных конструкций.

Качество перемешивания характеризуется степенью (равномерностью) смешивания фаз. Равномерность смешивания может изменяться от 0 до 1. при идеальном (полном) смешивании компонентов степень смешивания равна 1.

*Перемешивание жидких сред* осуществляют несколькими способами: пневматическим, циркуляционным, статическим и механическим при помощи мешалок.

*При перемешивании тестообразных масс*, в частности при замесе теста для хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий, творога, фарша и др., происходит смешивание различных компонентов. Одновременно полученная смесь разминается, насыщается воздухом и приобретает определенные свойства.

В пищевой технологии смешивание проводят в аппаратах периодического действия, снабженных специальными смешивающими устройствами – рамными, шнековыми, ленточными и другими мешалками.

*Для перемешивания сыпучих материалов* с целью получения сухих смесей, например сухих соков, молочных смесей и т.п., в пищевых производствах используют смесители, работающие в других отраслях промышленности, или смесители, специально сконструированные для смешивания материалов, различающихся гранулометрическим составом, плотностью, прочностью, физическим состоянием и другими свойствами.

Как правило, смесители классифицируются по принципу действия, скоростным характеристикам и конструктивным признакам.

*Диспергирование* применяют для измельчения жидких, твердых веществ в жидкости или жидких и твердых веществ в газе для получения дисперсных систем. Диспергирование включает эмульгирование, гомогенизацию и распыление жидкостей газообразной среде.

*Пенообразование и взбивание* – диспергирование газов в жидкости, используют при приготовлении коктейлей, молочных кремов, суфле, взбитых сливок, мороженного и т.д.

Изучая раздел «перемешивание», следует ознакомиться со способами перемешивания, аппаратами, применяемыми при разных способах и их принципами работы.

**6.1.7 Обратный осмос и ультрафильтрация**

*Обратный осмос* – способ разделения растворов путем их фильтрования под давлением через полупроницаемые мембраны. Пропускающие растворитель и задерживающие молекулы или ионы растворенных веществ.

*Ультрафильтрация* – процесс разделения, фракционирования и концентрации растворов при помощи полупроницаемых мембран. При этом жидкость непрерывно подается в пространство над мембраной под давлением 0,1...1,0 МПа.

При ультрафильтрации исходный раствор разделяется на два принципиально новых продукта: низкомолекулярный (фильтрат) и высокомолекулярный. Фильтрат проходит через мембрану и удаляется через дренажную систему, а высокомолекулярный продукт концентрируется. Ультрафильтрация позволяет выделять молочные белки из вторичных продуктов молочной промышленности и ценные вещества из других пищевых продуктов, получить дополнительные резервы производства продуктов питания.

Применение мембранных процессов в пищевой промышленности позволяет значительно снизить энергоемкость процессов обезвоживания фруктовых и овощных соков, сиропов, экстрактов по сравнению с процессами выпаривания или вымораживания, улучшить качество и повысить выход получаемых продуктов.

Изучая данный раздел, необходимо ознакомиться с особенностями разделения растворов обратным осмосом и ультрафильтрацией, аппаратами, применяемыми при этих процессах.

**7. Теплообменные процессы**

**7.1 Общие понятия**

*Теплообмен –* самопроизвольный необратимый процесс переноса теплоты от более нагретых тел (или участков тел) к менее нагретым телам.

*Теплота* (количество теплоты) – энергетическая характеристика процесса теплообмена, которая определяется количеством энергии, отдаваемой или получаемой телом в процессе теплообмена.

К *теплообменным процессам,* относятся такие технологические процессы, скорость которых определяется скоростью подвода или отвода теплоты: нагревание, испарение (в том числе выпаривание), охлаждение, конденсация. Аппараты, в которых проводят эти процессы, называют *теплообменными.*

*Теплопередача –* теплообмен между двумя теплоносителями через разде-ляющую их твердую стенку.

*Теплоноситель –* движущаяся среда (газ, пар, жидкость), используемая для переноса теплоты.

В процессах теплопередачи участвуют не мене двух сред (веществ) с различной температурой. Среда с более высокой температурой, отдающая при теплообмене теплоту, называется горячим теплоносителем, среда с более низкой температурой, воспринимающая теплоту, называется холодным теплоносителем или хладагентом.

Теплота может передаваться теплопроводностью, тепловым излучением и конвенцией.

*Теплопроводностью*  называется процесс переноса тепловой энергии от более нагретых участков тела менее нагретым в результате теплового движения и взаимодействия микрочастиц. В результате теплопроводности температура тела выравнивается.

*Тепловое излучение.* Из всей лучистой энергии, которая попадает на поверхность тела, часть ее поглощается телом, часть отражается, а часть проходит через тело. В зависимости от способности тела поглощать или отражать энергию тела могут абсолютно черными (вся лучистая энергия поглощается), абсолютно прозрачные (вся падающая энергия проходить через тело), абсолютно белые (вся падающая энергия отражается телом).

В природе нет абсолютно черных, белых и прозрачных тел. В технике приходится оперировать телами, называемыми серыми.

*Конвективный теплообмен (теплоотдача).* Теплоотдачей называется процесс теплообмена между поверхностью и окружающей средой.

Интенсивность теплоотдачи характеризуется коэффициентом теплоотдачи, равным отношению плотности теплового потока на поверхности раздела температурного напора между поверхностью теплообмена и средой (теплоносителем).

Различают теплоотдачу при свободной и вынужденной конвенции.

*Движущая сила теплообменных процессов* - разность температур теплоносителей. Под воздействием этой разности теплота передается от горячего теплоносителя холодному.

Процессы теплообмена в аппаратах непрерывного действия могут осуществляться в прямотоке, перекрестном и смешанном потоках.

В процессе изучения раздела «теплообменные процессы», следует ознакомиться с основными терминами и законами теплообменных процессов, требованиями к теплоносителям и хладагентам.

**7.2 Нагревание, испарение, охлаждение и конденсация**

*Нагреванием* называется процесс повышение температуры материалов путем подвода к ним теплоты. В пищевой технологии широко распространены методы нагревания горячей водой или другими жидкими теплоносителями, насыщенным паром, топочными газами и электротоком.

*Испарение –* процесс превращения жидкости в пар путем подвода к ней теплоты. Наиболее эффективно испаряется жидкость при кипении. Испарение в пищевой технологии используют для охлаждения и опреснения воды, концентрирования растворов. Испарение происходит в испарителях.

Аппараты, применяемые для опреснения воды, называют опреснителями, для повышения растворов – выпарными аппаратами.

*Конденсация –* переход вещества из паро- или газообразного состояния в жидкое, путем отвода из него теплоты. Процесс осуществляется в специальных аппаратах, называемых конденсаторами.

Процессы конденсации широко используются в пищевой технологии. Конденсацию можно проводить при отводе теплоты от конденсируемых веществ с помощью охлаждающего теплоносителя, отделенного стенкой, либо при непосредственном смешивании конденсируемых паров с охлаждающим теплоносителем – водой. В первом случае происходит поверхностная конденсация, во втором – конденсация смешиванием.

*Охлаждение –* процесс понижения температуры материалов путем отвода от них теплоты. Для охлаждения газов, паров, жидкостей до 15...200С в пищевой технологии используют воду и воздух. Для охлаждения продуктов до низких температур используют низкотемпературные хладагенты – холодильные растворы, хладоны (фреоны) аммиак, диоксид углерода и другие.

Теплоиспользующие аппараты, применяемые в пищевых производствах для проведения теплообменных процессов, называются теплообменниками. Конструкции теплообменников весьма разнообразны, что объясняется разным назначением аппаратов и неодинаковыми условиями проведения процессов. Студенту следует ознакомиться с принципами работы различных видов теплообменников, их классификацией, достоинствами и недостатками их конструкций.

*Выпаривание –* процесс концентрирования растворов твердых нелетучих или мало летучих веществ путем испарения летучего растворителя и отвода образовавшихся паров. В промышленности выпаривание обычно проводят при кипячении.

При выпаривании растворов твердых веществ в некоторых пищевых производствах достигают насыщения раствора; при дальнейшем удалении растворителя из такого раствора происходит кристаллизация, в результате которой выделяется растворенное вещество.

Выпаривание применяют для повышения концентрации разбавленных растворов или выделения из них растворенного вещества путем кристаллизации.

Процесс выпаривания широко используется в сахарном и консервном производстве при концентрировании сахарных и томатных соков, молока и др. В пищевой технологии выпаривают, как правило, водные растворы.

Выпаривание проводят в выпарных аппаратах непрерывного и периодического действия. Аппараты периодического действия используют в основном в малотоннажных производствах.

Выпаривание осуществляется как под вакуумом, так и при атмосферном и избыточном давлении.

При изучении раздела «выпаривание», следует ознакомиться с физико-химическими основами выпаривания, способами выпаривания и аппаратами при этом применяемыми.

**8. Массообменные процессы**

*Массообменными* называют такие технологические процессы, скорость протекания которых определяется скоростью переноса вещества (массы) из одной фазы в другую конвективной молекулярной диффузией. К ним относятся абсорбция, перегонка и ректификация, экстракция, сушка, адсорбция, кристаллизация и др. Аппараты, в которых протекают эти процессы, называются массообменными.

При *абсорбции* наблюдается селективное поглощение газов или паров жидкости поглотителями – абсорбентами, т.е. вещество переходит из газовой или паровой фазы в жидкую фазу.

Процессы абсорбции в технике применяются для разделения углеродистых газов и получения соляной и сернистых кислот, аммиачной воды, очистки отходящих газов с целью улавливания ценных продуктов или обезвреживания газовых выбросов. Аппараты для проведения процессов абсорбции называются *абсорберами.*

В технике используют следующие принципиальные схемы абсорбционных процессов: прямоточные, противоточные, одноступенчатые с рециркуляцией и многоступенчатые с рециркуляцией.

При *перегонке и ректификации* жидкая смесь разделяется на составляющие компоненты. Вещество переходит из жидкой фазы в паровую фазу и из паровой в жидкую фазу.

Перегонка и ректификация – наиболее распространенные методы разделения жидких однородных смесей, состоящих из двух или нескольких летучих компонентов.

Процессы перегонки и ректификации широко применяют в пищевой промышленности: получение технического и пищевого этилового спирта; производство ароматических веществ и др. Перегонку используют для грубого разделения смесей, а для более полного разделения смесей, применяют ректификацию.

*Перегонка* представляет собой процесс однократного испарения жидкой смеси и конденсации образовавшихся паров.

*Ректификация* представляет собой разделение смеси на составляющие ее компоненты путем многократного частичного испарения жидкости и конденсации паров.

*Экстракцией* в системе «жидкость – жидкость» называется процесс извлечения растворенного вещества или веществ из жидкости при помощи специальной другой жидкости, не растворяющейся или почти не растворяющейся в первой, но растворяющей экстрагируемые компоненты.

При этом в системе жидкость – жидкость вещество переходит из одной жидкой фазы в другую жидкую фазу.

Во многих случаях экстракцию применяют в сочетании с ректификацией. Расход теплоты на ректификацию уменьшается, с увеличением концентрации исходного раствора. Предварительное концентрирование раствора экстракцией позволяет сократить расход теплоты на разделение исходной смеси.

Процесс извлечения из твердого тела с помощью растворителя называется  *выщелачиванием.* При этом вещество переходит из твердой фазы в жидкую фазу.

В пищевой промышленности выщелачиванием обрабатывают капиллярно-пористые тела растительного или животного происхождения.

Выщелачивание – основной процесс свеклосахарного производства. Для выщелачивания может использоваться вода, водно-спиртовой раствор. С помощью бензина извлекают растительное масло из подсолнечника и сои.

За выщелачиванием в технологической схеме часто следуют процессы фильтрования, выпаривания и кристаллизации.

При *адсорбции* происходит избирательное поглощение газов, паров или растворенных в жидкостях веществ, твердым поглотителем – адсорбентом, способным поглощать один или несколько компонентов из их смеси. Процесс используется во многих производствах, где из смеси газов, паров или растворенных веществ необходимо извлечь тот или иной компонент. Вещества переходят из газовой или жидкой фазы в твердую фазу.

В пищевой технологии адсорбцию используют для очистки диффузионного сока и сахарных сиропов в сахарном производстве, осветлении пива и фруктовых соков, очистки от органических и других соединений спирта, сиропов в крахмалопаточном производстве и др.

*Сушка –* это удаление влаги из твердых или жидких влажных материалов путем ее испарения. В этом процессе имеет место переход влаги из твердого влажного материала в паровую или газообразную фазу. Это сложный теплообменный процесс. Скорость его определяется скоростью внутридиффузионного переноса влаги в твердом теле.

В производстве многих пищевых продуктов сушка, как правило, является обязательной операцией и представляет собой достаточно энергоемкую технологическую стадию процесса. От аппаратно-технологического оформления и режима сушки зависит в большой степени качество продукта.

Сушке может предшествовать удаление влаги из материалов другими методами, например отжимом на прессах, центрифугированием. Однако механическим способом может быть удалена только часть свободной воды.

Метод и тип сушилки выбирают на основе комплексного анализа свойств пищевых материалов как объектов сушки.

Требования, предъявляемые к выбору рационального метода сушки и типа сушилки, заключается в достижении самых высоких технико-экономических показателей работы сушилки при получении продукта с заданными свойствами, обеспечении надежности работы, снижении или исключении газовых выбросов в атмосферу.

При *кристаллизации* из жидкой фазывыделяется вещество в виде кристаллов. При этом происходит переход вещества из жидкой фазы в твердую фазу в результате возникновения и роста кристаллов в растворе.

В пищевой технологии выделение твердой фазы из растворов или расплавов в виде кристаллического продукта является завершающей стадией технологического процесса получения сахарозы, глюкозы, соли и других кристаллических продуктов.

Производственный технологический процесс кристаллизации состоит из нескольких стадий: кристаллизация, отделение кристаллов от маточных растворов, перекристаллизация (если требуется), промывка и сушка кристаллов.

Массопередача - процесс перехода вещества (или нескольких веществ) из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия.

В массообмене участвуют как минимум три вещества: распределяющее вещество (или вещества), составляющее первую фазу; распределяющее вещество (или вещества), составляющее вторую фазу; распределяемое вещество (или вещества), которое переходит из одной фазы в другую.

В процессах массопередачи следует различать несколько случаев массообмена: между потоком газа или пара и потоком жидкости; между потоками жидкости; между потоками жидкости твердой фазой; между потоками газа или пара и твердой фазой.

Изучая раздел «массообменные процессы», следует ознакомиться: с основными терминами и законами массопередачи; движущими силами массообменных процессов; с принципиальными схемами абсорбции и конструкцией абсорберов; с видами перегонки и аппаратами, применяемыми при перегонке; с видами ректификации и схемами ректификационных установок; видами и схемами экстракции, конструкцией экстракторов; видами адсорбентов и схемами адсорбционных установок; с видами сушки и аппаратами, применяемыми при сушке; методами кристаллизации и типами кристаллизаторов.

**9. Биохимические процессы**

*Биохимическими процессами* называются процессы направленной деятельности микроорганизмов, скорость которых определяется приростом биомассы либо продуктов их метаболизма. Биохимические процессы занимают значительное место в пищевой технологии.

Биохимические процессы осуществляются с помощью живых микроорганизмов, которые потребляют из окружающей среды (субстрата) питательные вещества: сахарозу, глюкозу и другие углеводороды. Микроорганизмы дышат, растут, размножаются, выделяют газообразные и жидкие продукты метаболизма, в результате чего и происходит накопление биомассы или продуктов метаболизма, ради чего и производится процесс ферментации. При производстве дрожжей, белково-витаминных концентратов целевым продуктом является биомасса, а при производстве антибиотиков, ферментов и др.- продукты метаболизма, синтезируемые клетками микроорганизмов.

Микробиологический синтез используется для получения многих ценных продуктов, производство которых методами химической технологии невозможно или экономически нецелесообразно (ферментов, бактериальных препаратов, белка, антибиотиков, некоторых витаминов).

В пищевой промышленности микроорганизмы используют в хлебопекарном производстве при брожении теста, в бродильном производстве (виноделие, пивоварение, производство пищевого спирта, лимонной, молочной и уксусной кислот, дрожжей), в консервировании, а также при переработке сельскохозяйственного сырья.

Изучая раздел «биохимические процессы», следует ознакомиться с основным условиями, при которых возможны эти процессы, общей технологией биохимических процессов, кинетикой биохимических процессов, массообменом в процессах ферментации, аппаратурой для проведения процессов ферментации.

**10. Механические процессы**

**10.1 Измельчение твердых материалов**

Измельчение, классификация и прессование материалов относятся к механическим процессам, в результате которых только форма материала, а не его физико-механические характеристики.

*Измельчение –* процесс деления материалов на части путем их раздавливания, раскалывания, истирания, удара, резания и распиливания. Для измельчения сырья, полуфабрикатов и готовой продукции используют дробилки, терки, мясорубки, ножи, фрезы, пилы и протирочные машины.

Процесс проводят, начиная с измельчения глыб и кончая коллоидным измельчением. Крупное и среднее измельчение проводят сухим способом, мелкое и тонкое – мокрым способом, обычно в воде. При мокром измельчении частицы продукта получаются более равномерными по величине. При этом уменьшается образование пыли и упрощается выгрузка готового продукта.

*Резанию* подвергают овощи, фрукты, конфетную и тестообразную массу, мясные, кисломолочные, рыбные и другие продукты.

На практике применяют следующие основные способы резания: пуансоном, резцом, ножом и фрезой. Наиболее распространенный способ – резание ножом и фрезой.

Применяют ножи разнообразной формы: серповидные в куттерах, дисковые для резки хлеба и овощей, а также при порционировании продуктов, ленточные, крестовидные в измельчительных машинах и др. Ножи могут совершать возвратно-поступательное, вращательное и колебательное движение. В некоторых резательных машинах ножи остаются неподвижными, а изрезываемый материал движется определенным образом относительно ножей. Ножом режут в основном мягкие продукты.

Изучая раздел «измельчение», следует ознакомиться с основными способами измельчения, их сутью, конструкцией основных типов измельчающих машин и принципами их работы.

**10.2 Классификация зернистых материалов**

*Классификация –* процесс разделения однородного материала по величине, форме и качеству. По технологическим требованиям часто требуется использовать классификацию при переработке материалов, размеры, форма и качество которых должны находиться в строго определенных пределах. Например, при инспекции и консервировании фруктов и овощей их классифицируют по перечисленным признакам.

Для разделения смеси зернистых материалов на фракции применяют три вида классификаций:

Механическая классификация, которая заключается в рассеве сыпучих материалов на ситах, решетах и других устройствах. При механической классификации через отверстия просевающего устройства проходят частицы материала (проход), размеры которых меньше размеров отверстий, не прошедшие через сита частицы (сход) ссыпаются с решет;

гидравлическая классификация – разделение смеси твердых частиц на фракции в зависимости от скорости оседания частиц в жидкости;

воздушная сепарация – разделение смеси твердых частиц на фракции в зависимости от скорости отстаивания частиц в воздухе.

Воздушная сепарация осуществляется в восходящем потоке в циклонных аппаратах.

Механическую классификацию проводят на рассеивающих устройствах, называемых грохотами или сепараторами. Для рассеивания материалов используют металлические или другие решета, решета из металлических листов со штампованными отверстиями, решетки из параллельных стержней – колосников. Классификация материалов происходит при движении их относительно перфорированной поверхности. При этом поверхность может быть неподвижной, установленной под углом к горизонту большим, чем угол трения материала, либо движущейся.

Классификация может быть однократной или многократной. При однократной классификации, материал просевают через одно сито, а при многократной классификации - через несколько сит.

Гидравлическая классификация осуществляется в горизонтальном или восходящем потоке. Скорость потоков выбирают такой, чтобы из классификатора выносились частицы, размер которых меньше определенной величины, - верхний продукт, а в классификаторе осаждались более крупные частицы, обладающие большей скоростью осаждения, - нижний продукт. Для классификации под воздействием центробежной силы используют гидроциклоны.

Классификацию используют как вспомогательную операцию для удаления примеси перед измельчением материала, а также при возврате крупных частиц материала на повторное измельчение и в качестве самостоятельной операции – для выделения готового продукта заданного фракционного состава.

Изучая раздел «классификация зернистых материалов», следует ознакомиться с видами классификации, их особенностями, аппаратами, применяемыми при классификации.

**10.3 Прессование**

Для обезвоживания, брикетирования твердых материалов, гранулирования и формирования пластичных материалов в пищевой промышленности применяют прессование, которое заключается в том, что обрабатываемый материал подвергается внешнему давлению в специальных прессах.

Под избыточным давлением проводят обезвоживание, брикетирование, формирование и штампование различных пищевых материалов.

*Обезвоживание под давлением* применяют в сахарном производстве для отжима воды из свекловичного жома, сока из сахарного тростника, в масложировом производстве для выделения из семян подсолнечника растительного масла, в производстве соков для выделения сока из ягод и плодов и в других производствах.

Обезвоживание продуктов применяют для выделения жидкости, когда она является ценным продуктом или когда с обезвоживанием ценность продукта повышается. Обезвоживание проводят под избыточным давлением, которое прикладывают к материалу двумя способами: давлением поршня в прессах или действием центробежной силы в центрифугах.

*Брикетирование* применяют для получения брикетов, т.е. брусков прямоугольной или цилиндрической формы спрессованного материала. Брикетирование применяется в производстве пищевых концентратов и лекарственных препаратов, кондитерском и комбикормовом производствах, в процессах утилизации отходов производства и др.

Брикетирование, таблетирование и гранулирование применяют для повышения качества и продолжительности использования продукта, уменьшения потерь, улучшения условий транспортировки и т. д.

*Формование*  пластичных материалов используется в хлебопекарном, кондитерском и макаронном производствах для придания изделию из теста заданной формы.

Гранулирование и формование проводят в экструдерах для получения полуфабрикатов или готовых изделий в результате комплексного воздействия давления, температуры, влажности и напряжения сдвига.

Изучая раздел «прессование», следует ознакомиться с видами и способами прессования, оборудованием для обработки продуктов прессованием.

**Вопросы к контрольной работе**

1. Классификация основных процессов пищевой промышленности

2. Основные свойства пищевых продуктов и сырья

3. Кинематические закономерности основных процессов пищевой технологии

4. Общие принципы расчета машин и аппаратов пищевых производств

5. Требования, предъявляемые к машинам и аппаратам и оценка их технико-экономической эффективности

6. Основные конструкционные материалы и их выбор

7. Определение основных размеров аппаратов

8. Гидростатика, основные положения

9. Приборы для измерения давления

10. Примеры практического применения основного уравнения гидростатики

11. Гидродинамика, общие положения

12. Режимы движения жидкости

13. Насосы (общие сведения, классификация насосов)

14. Основные параметры насосов

15. Схема насосной установки

16. Поршневые насосы

17. Центробежные насосы

18. Насосы специального назначения

19. Классификация неоднородных систем

20. Методы разделения неоднородных систем

21. Отстаивание под действием гравитационного поля

22. Осаждение под действием центробежной силы

23. Оборудование для отстаивания и осаждения

24. Отстойники (конструкции и принцип работы)

25. Центрифуги (конструкция и принцип работы)

26. Сепараторы (конструкция и принцип работы)

27. Гидроциклоны (конструкция и принцип работы)

28. Фильтрование (общие сведения)

29. Виды фильтрования

30. Оборудование для фильтрования

31. Фильтры (конструкция и принцип работы)

32. Фильтрующие центрифуги (конструкция и принцип работы)

33. Разделение газовых неоднородных систем (общие сведения)

34. Гравитационная очистка газов

35. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил

36. Фильтрование газов через пористые перегородки

37. Мокрая очистка газов

38. Осаждение под действием электрического поля

39. Псевдоожижение (общие сведения)

40 Физические основы псевдоожижения

41. Аппараты с псевдоожиженным слоем

42. Перемешивание (общие сведения)

43. Перемешивание жидких сред (виды перемешивания)

44. Перемешивание пластичных масс

45. Перемешивание сыпучих материалов

46. Диспергирование

47. Пенообразование и взбивание

48. Обратный осмос и ультрафильтрация (общие сведения)

49. Теоретические основы разделения обратным осмосом и ультрафильтрацией

50. Устройство мембранных аппаратов

51. Теплопередача (общие сведения)

52. Теплопроводность (основной закон теплопроводности)

53. Тепловое излучение

54. Конвективный теплообмен (теплоотдача)

55. Теплообмен при изменении агрегатного состояния теплоносителей

56. Движущая сила теплообменных процессов

57. Нагревание (методы нагревания)

58. Нагревание водой

59. Нагревание водяным насыщенным паром

60. Нагревание электрическим током

61. Нагревание токами высокой частоты

62. Терморадиационный нагрев

63. Испарение

64. Конденсация (виды конденсации)

65. Поверхностная конденсация

66. Охлаждение до обыкновенных температур

67. Процессы в холодильных машинах

68. Устройство теплообменной аппаратуры

69. Рекуперативные теплообменники

70. Регенеративные теплообменники

71. Подбор теплообменников (требования к теплообменникам)

72. Выпаривание (общие сведения)

73. Физико-химические основы выпаривания

74. Способы выпаривания

75. Однократное выпаривание

76. Многократное выпаривание

77. Выпаривание с использованием теплового насоса

78. Выпарные аппараты с естественной циркуляцией

79. Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией раствора

80. Пленочные выпарные аппараты

81. Роторно-пленочные выпарные аппараты

82. Основы массопередачи (общие сведения)

83. Кинетика массопередачи

84. Основной закон массопередачи

85. Массопередача с твердой фазой

86. Абсорбция (общие сведения)

87. Физические основы абсорбции

88. Принципиальные схемы абсорбции

89. Конструкции абсорберов

90. Перегонка и ректификация (общие сведения)

91. Теоретические основы процессов перегонки и ректификации

92. Простая перегонка

93. Молекулярная перегонка

94. Ректификация

95. Схемы ректификационных установок

96. Ректификационная установка непрерывного действия

97. Ректификационная установка периодического действия

98. Экстракция в системе «жидкость – жидкость» (общие сведения)

99. Равновесие в системе «жидкость – жидкость»

100. Массопередача при экстракции

101. Схемы процессов экстракции

102. Конструкции экстракторов

103. Ступенчатые экстракторы (конструкция и принцип работы)

104. Дифференциально-контактные экстракторы (конструкция и принцип

работы)

105 Смесительно-отстойные экстракторы (конструкция и принцип работы)

106. Тарельчатые экстракторы (конструкция и принцип работы)

107. Роторно-дисковые экстракторы (конструкция и принцип работы)

108. Вибрационные и пульсационные экстракторы

109. Центробежные экстракторы

110. Экстракционная установка непрерывного действия

111. Экстракция в системе «твердое тело – жидкость» (общие сведения)

112. Статика и кинетика выщелачивания

113. Устройство экстракционных аппаратов для выщелачивания

114. Диффузионные аппараты непрерывного действия (экстракторы)

115. Ленточные экстракторы

116. Адсорбция (общие сведения)

117. Характеристика и области применения адсорбентов

118. Адсорберы и схемы адсорбционных установок

119. Адсорберы периодического действия

120. Адсорберы непрерывного действия

121. Ионообменные процессы и аппараты

122. Сушка (общие сведения)

123. Статика сушки

124. Кинетика сушки

125. Сушка с многократным промежуточным подогревом воздуха

126. Сушка с частичной циркуляцией отработанного воздуха и промежуточным нагревом в калориферах

127. Конвективные сушилки

128. Туннельные сушилки

129. Ленточные многоярусные конвейерные сушилки

130. Шахтные сушилки с движущимся слоем

131. Сушилки с псевдоожиженным слоем

132. Вибросушилки (конструкция, принцип работы)

133. Барабанные сушилки

134. Вальцовые и распылительные сушилки

135. Сублимационные сушилки

136. Терморадиационные сушилки

137. Высокочастотные сушилки

138. Кристаллизация (общие сведения)

139. Статика кристаллизации

140. Кинетика и условия кристаллизации

141. Методы кристаллизации

142. Устройство кристаллизаторов

143. Биохимические процессы (общие сведения)

144. Общая технология биохимических процессов

145. Массообмен в процессах ферментации

146. Аппаратура для проведения процессов ферментации

147. Измельчение и классификация твердых материалов

148 . Конструкция и работа основных типов измельчающих машин

149. Классификация зернистых материалов

150. Прессование (общие сведения)

151. Обезвоживание и брикетирование

152. Гранулирование и формование

153. Оборудование для обработки продуктов прессованием

154. Резание (способы и оборудование)

Номера вопросов для контрольной работы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Последняя  цифра шрифта | Предпоследняя цифра шрифта | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| 1 или 3 | 1, 8, 50, 100, 150, | 2, 9, 51, 101, 151, | 3, 10, 52, 102, 152, | 4, 11, 53, 103, 153, | 5, 12, 54, 104, 154, | 6, 13, 55, 105, 1, | 7, 14, 56, 106, 2, | 8, 15, 57, 107, 3, | 9, 16, 58, 108, 4 | 10, 17, 59, 109, 5, |
| 2 или 4 | 11, 18, 60, 110, 6, | 12, 19, 61, 111, 7 | 13, 20, 62, 112, 8, | 14, 21, 63, 113, 9, | 15, 22, 64, 114, 10, | 16, 23, 65, 115, 11, | 17, 24, 66, 116, 12, | 18, 25, 67, 117, 13, | 19, 26, 68, 118, 14, | 20, 27, 69, 119, 15, |
| 5 или 7 | 21, 28, 70, 120, 16, | 22, 29, 71, 121, 17, | 23, 30, 72, 122, 18 | 24, 31, 73, 123, 19, | 25, 32, 74, 124, 20, | 26, 33, 75, 125, 21, | 27, 34, 76, 126, 22, | 28, 35, 77, 127, 23, | 29, 36, 78, 128, 24, | 30, 37, 79, 129, 25, |
| 6 или 8 | 31, 38, 80, 130, 26, | 32, 39, 81, 131, 27 | 33, 40, 82, 132, 28, | 34, 41, 83, 133, 29 | 35, 42, 84, 134, 30, | 35, 43, 85, 135, 31, | 36, 44, 86, 136, 32 | 37, 45, 87, 137, 33, | 38, 46, 88, 138, 34, | 39, 47, 89, 139, 35, |
| 9 или 0 | 40, 48, 90, 140, 36, | 41, 49, 91, 141, 37, | 42, 50, 92, 142, 38, | 43, 51, 93, 143, 39, | 44, 52, 94, 144, 40, | 45, 53, 95, 145, 41, | 46, 54, 96, 146, 42, | 47, 55, 97, 147, 43, | 48, 56, 98, 148, 44, | 49, 57, 99, 149, 45, |

МОИСЕЕНКО Александр Алексеевич

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ:

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины и вопросы к контрольной работе

(специальность 110305 – Технология производства и переработки

сельскохозяйственной продукции)

Подписано в печать\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Формат 60 х 90 1/16. бумага типографская. Печать офсетная

Уч.-изд.л. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Тираж 50 экз. Заказ \_\_\_\_\_\_

ФГОУ ВПО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

692510. Уссурийск, пр. Блюхера, 44.

Участок оперативной полиграфии ФГОУ ВПО «ПГСХА»

692500. Уссурийск, ул. Раздольная, 8.