

**Министерство сельского хозяйства Российской  
Федерации**


**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования «Дагестанский  
государственный аграрный  
университет имени М.М. Джамбулатова»**

**Аграрно-экономический техникум**



Утверждаю:

Первый проректор

 М.Д. Мукайлов

26. 12. 2024г.

**Методические рекомендации**

**ОПЦ.07 Физико-химические основы и общие  
принципы переработки растительного сырья**

**19.02.11 Технология продуктов питания из  
растительного сырья**

**Махачкала 2024г.**

Методические указания к практическим занятиям для студентов специальности СПО 19.02.11 Технология продуктов питания из растительного сырья.

Организация-разработчик: ФГБОУ ВО  
«Дагестанский государственный аграрный университет  
имени М.М. Джембулатова»  
Аграрно-экономический техникум.

**СОГЛАСОВАНО:**



Директор АЭТ  
Магомедов Д.А.

подпись

Одобрено на заседании ПЦК общепрофессиональных и  
специальных

дисциплин №9 от 20.12.2024г.



Председатель ПЦК  
Ашурбекова Ф.А.

<b>1 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....</b>	<b>4</b>
1.1 Дисперсные системы .....	4
Вопросы и задания для закрепления материала.....	14
1.2 Факторы, влияющие на скорость химических реакций.....	15
Вопросы для закрепления материала .....	19
1.3 Ферменты.....	20
Вопросы для закрепления материала .....	22
1.4 Инвертный сахар .....	23
Вопросы для закрепления материала .....	24
1.5 Органолептическая оценка качества пива .....	24
Вопросы для закрепления материала .....	26
<b>2 ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....</b>	<b>27</b>
2.1. Методика написания реферата.....	27
2.2 Примерные темы рефератов .....	28
2.3 Вопросы для самоподготовки к (зачёту) экзамену .....	29
<b>3 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ .....</b>	<b>32</b>
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>36</b>

# 1 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

## 1.1 Дисперсные системы

Характерными признаками дисперсных систем являются *гетерогенность* (от греч. heterogenes – разнородный) и *дисперсность* (от лат. dispersus – рассеянный, рассыпанный).

Любая дисперсная система состоит как минимум из двух фаз, одна из которых является раздробленной (рис. 1).

Раздробленную (прерывную) часть дисперсной системы называют *дисперсной фазой 1*, а нераздробленную – *дисперсионной (сплошной) средой 2*. Например, дисперсной фазой молока являются жировые шарики, дисперсионной средой – вода с растворенными в ней минеральными солями и белками. Чем более раздробленной является дисперсная фаза, тем выше ее дисперсность.

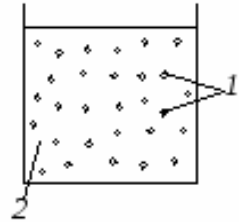


Рис. 1.  
Дисперсная система

Количественно дисперсность  $D$  характеризуют величиной, обратной определяющему (характерному) размеру частиц  $a$ :

$$D = 1/a. \quad (1)$$

Дисперсные системы с частицами одинакового размера называют *монодисперсными*, различного – *полидисперсными*. Реальные системы, как правило, полидисперсны.

Дисперсные системы, в которых частицы дисперсной фазы имеют размер  $10^{-9}$ - $10^{-7}$  м (1-100 нм), называют *коллоидными системами*, или *золями*.

Важной характеристикой дисперсных систем является *удельная поверхность*  $S_{уд}$  – площадь раздела фаз  $S$ , отнесенная к единице массы  $m$  ( $\text{м}^2/\text{кг}$ ) или объема  $V$  ( $\text{м}^3$ ) дисперсной фазы:

$$S_{уд} = \frac{S}{m} \quad \text{или} \quad S_{уд} = \frac{S}{V} \quad (2)$$

В монодисперсных системах удельная поверхность зависит от характерного размера частицы  $a$ :

$$S_{уд} = \frac{k}{a} = kD, \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент, зависящий от геометрической формы частиц. Так, для частиц кубической формы с ребром  $a$  она равна

$$S_{уд} = \frac{S_{куб}}{V_{куб}} = \frac{6a^2}{a^3} = \frac{6}{a}, \quad (4)$$

сферической формы с радиусом  $r$  –

$$S_{уд} = \frac{4\pi r^2}{4/3\pi r^3} = \frac{3}{r} = \frac{6}{d}, \quad (5)$$

где  $d$  – диаметр частицы.

Особый случай представляют связнодисперсные системы, удельная поверхность которых определяется площадью каналов пористого тела, заполненных дисперсионной средой.

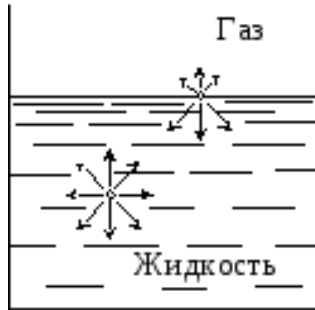
Из приведенных соотношений следует, что, удельная поверхность и дисперсность возрастают при уменьшении размера частиц дисперсной фазы. Так, для частиц кубической формы уменьшение ребра от 1 м до  $10^{-9}$  м<sup>1</sup> вызывает увеличение удельной поверхности с 6 до  $6^9$  м<sup>1</sup>. Максимальную удельную поверхность (порядка  $10^7$ – $10^9$  м<sup>1</sup>) имеют частицы дисперсной фазы в коллоидных растворах. Поэтому на поведение дисперсных систем преобладающее влияние оказывают процессы, протекающие на поверхности, а не внутри фазы.

Различие состава соприкасающихся фаз и характера межмолекулярных взаимодействий обуславливает возникновение нескомпенсированной поверхностной энергии, значение которой прямо пропорционально удельной поверхности.

Механизм возникновения поверхностной энергии рассмотрим на примере системы жидкость – газ (рис. 2). Для молекул, находящихся в объеме жидкой фазы, силы межмолекулярного взаимодействия симметричны, равнодействующая их равна 0.

Для молекул, расположенных на межфазной поверхности, симметрия сил нарушается: притяжение со стороны молекул газа слабее притяжения со стороны молекул жидкости. В результате асимметричности силового поля возникает результирующая сила, направленная внутрь более плотной (жидкой) фазы. Эту силу часто

называют внутренним давлением. Чем сильнее различаются межмолекулярные взаимодействия в граничащих фазах, тем больше внутреннее давление. Для жидкостей на границе с воздухом внутреннее давление велико. Так, для воды оно составляет  $1,5 \cdot 10^9$  Па (14 800 атм.). Поэтому плотность капельных жидкостей практически не изменяется при увеличении внешнего давления. Такие жидкости называют несжимаемыми.



**Рис. 2. Межмолекулярные взаимодействия фазы на поверхности раздела фаз**

Нереализованная способность к взаимодействию со стороны одной из фаз (в данном случае газовой) характеризует свободную поверхностную энергию  $G_{\text{пов}}$ , которая и обуславливает протекание различных поверхностных процессов.

Общая поверхностная энергия системы определяется площадью поверхности  $S$  и удельной поверхностной энергией  $\sigma$ , называемой поверхностным натяжением:

$$G_{\text{пов}} = \sigma S, \quad (6)$$

*Поверхностное натяжение* — это работа термодинамически обратимого процесса образования единицы площади новой поверхности при постоянных температуре  $T$ , давлении  $p$  и составе жидкости.

Для образования новой межфазной поверхности необходимо перевести часть молекул из объема жидкости в поверхностный слой, затратив при этом работу против внутреннего давления, стремящегося втянуть молекулы поверхностного слоя внутрь фазы, т. е.

$$\sigma = -\frac{\delta A_{\text{обр}}}{dS}, \quad (7)$$

где  $\delta A_{\text{обр}}$  – термодинамически обратимая работа; она отрицательна, так как совершается над системой.

При  $p, T = \text{const}$   $\delta A_{\text{обр}} = dG$ ,

где  $G$  – свободная энергия Гиббса,

$$\sigma = \frac{dG}{dS}; \quad dG = \sigma dS.$$

Новая поверхность образуется тем легче, чем меньше поверхностное натяжение. Например, образование пены, сопровождающееся ростом межфазной поверхности, протекает значительно легче в растворах моющих средств, чем в чистой воде, имеющей большое поверхностное натяжение. Согласно принципу минимума свободной энергии, любая фаза стремится уменьшить свою поверхностную энергию. Поэтому текучие системы принимают форму с минимальной поверхностью фазы при заданном объеме – форму сферы.

Вследствие раздробленности и большой удельной поверхности раздела фаз дисперсные системы характеризуются значительным избытком поверхностной энергии.

Частицы дисперсной фазы имеют выраженную кривизну поверхности, которая возрастает с уменьшением размера частиц. Искривление поверхности раздела фаз вносит существенные изменения в термодинамические свойства системы и обуславливает некоторые важные эффекты, относящиеся к числу капиллярных явлений. Так, давление насыщенного пара над вогнутой поверхностью меньше, чем над плоской, т. е. над вогнутой поверхностью пар конденсируется при более низком давлении. В полидисперсных системах газ – жидкость (туман) с течением времени исчезают мелкие капли и увеличивается концентрация крупных в результате изотермической перегонки.

Известны два способа получения дисперсных систем. В одном из них тонко измельчают (диспергируют) твердые и жидкие вещества в соответствующей дисперсионной среде, в другом вызывают образование частиц дисперсной фазы из отдельных молекул или ионов.

Методы получения дисперсных систем измельчением более крупных частиц называют *диспергационными*. Методы, основанные

на образовании частиц в результате кристаллизации или конденсации, называют *конденсационными*.

#### *Диспергационный метод*

Этот метод объединяет, прежде всего, механические способы, в которых преодоление межмолекулярных сил и накопление свободной поверхностной энергии в процессе диспергирования происходит за счет внешней механической работы над системой. В результате твердые тела раздавливаются, истираются, дробятся или расщепляются.

В лабораторных и промышленных условиях рассматриваемые процессы проводят в дробилках, жерновах и мельницах различной конструкции. Наиболее распространены шаровые мельницы. Это полые вращающиеся цилиндры, в которые загружают измельчаемый материал и стальные или керамические шары. При вращении цилиндра шары перекатываются, истирая измельчаемый материал. Измельчение может происходить и в результате ударов шаров. В шаровых мельницах получают системы, размеры частиц которых находятся в довольно широких пределах: от 2-3 до 50-70 мкм. Полный цилиндр с шарами можно приводить в круговое колебательное движение, что способствует интенсивному дроблению загруженного материала под действием сложного движения измельчаемых тел. Такое устройство называется вибрационной мельницей.

Более тонкого диспергирования добиваются в коллоидных мельницах различных конструкций, принцип действия которых основан на развитии разрывающих усилий в суспензии или эмульсии под действием центробежной силы в узком зазоре между вращающимся с большой скоростью ротором и неподвижной частью устройства – статором. Взвешенные крупные частицы испытывают при этом значительное разрывающее усилие и таким образом диспергируются.

Высокой дисперсности можно достичь ультразвуковым диспергированием. Диспергирующее действие ультразвука связано с кавитацией – образованием и захлопыванием полости в жидкости. Захлопывание полостей сопровождается появлением кавитационных ударных волн, которые и разрушают материал. Экспериментально установлено, что дисперсность находится в прямой зависимости от частоты ультразвуковых колебаний. Особенно эффективно ультразвуковое диспергирование, если материал предварительно подвергнут тонкому измельчению. Эмульсии, полученные ультра-



звуковым методом, отличаются однородным размером частиц дисперсной фазы.

При дроблении и измельчении материалы разрушаются, в первую очередь, в местах прочностных дефектов (макро- и микротрещин). Поэтому по мере измельчения прочность частиц возрастает, что обычно используют для создания более прочных материалов. В то же время увеличение прочности материалов по мере их измельчения ведет к большому расходу энергии на дальнейшее диспергирование. Разрушение материалов может быть облегчено при использовании эффекта Ребиндера – адсорбционного понижения прочности твердых тел. Этот эффект заключается в уменьшении поверхностной энергии с помощью поверхностно-активных веществ (ПАВ), в результате чего облегчается деформирование и разрушение твердого тела. Для понизителей твердости характерны малые количества, вызывающие эффект Ребиндера и специфичность действия. Добавки, смачивающие материал, помогают проникнуть среде в места дефектов и с помощью капиллярных сил также облегчают разрушение твердого тела. ПАВ не только способствуют разрушению материала, но и стабилизируют дисперсное состояние, так как, покрывая поверхность частиц, они тем самым препятствуют обратному их слипанию. Это также способствует достижению высокодисперсного состояния.

Диспергационным методом достичь высокой дисперсности обычно не удастся. Дисперсными системами, получаемыми методами диспергирования, являются мука, отруби, тесто, сахарная пудра, какао (крупка, порошок), шоколадные, пралиновые, марципановые массы, фруктово-ягодные пюре, суспензии, эмульсии, пенообразные массы.

#### *Конденсационный метод*

В основе конденсационного метода лежат процессы возникновения гетерогенной фазы из гомогенной системы путем соединения молекул, ионов или атомов. Различают химическую и физическую конденсацию.

Химическая конденсация основана на выделении в результате химической реакции малорастворимого вещества. Для получения новой фазы коллоидной степени дисперсности необходим избыток одного из реагентов, использование разбавленных растворов, наличие стабилизатора в системе.

При физической конденсации новая фаза образуется в газовой или жидкой среде в условиях пересыщенного состояния вещества.

Конденсация предполагает образование новой фазы на уже имеющих поверхностях (стенках сосуда, частицах посторонних веществ – ядрах конденсации) или на поверхности зародышей, возникающих самопроизвольно в результате флуктуаций плотности и концентраций вещества в системе. В первом случае конденсация называется гетерогенной, во втором – гомогенной. Как правило, конденсация происходит на поверхности ядер конденсации или зародышей очень малых размеров, поэтому реакционная способность сконденсированного вещества больше, чем макрофазы в соответствии с уравнением капиллярной конденсации Кельвина. Поэтому, чтобы сконденсированное вещество не возвращалось в первоначальную фазу и конденсация продолжалась, необходимо наличие пересыщения в системе.

### ***Классификация дисперсных систем***

Дисперсные системы классифицируют по следующим признакам:

1. Степень дисперсности;
2. Агрегатное состояние дисперсной фазы и дисперсионной среды;
3. Структурно-механические свойства;
4. Характер взаимодействия дисперсной фазы и дисперсионной среды.

### ***Классификация по степени дисперсности***

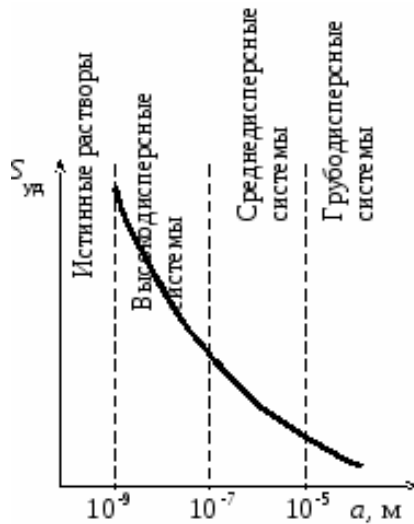
В зависимости от размеров частиц различают высокодисперсные, среднедисперсные и грубодисперсные системы (табл. 1).

Таблица 1

Класс	Размер частиц, м	Дисперсность	Примеры
Высокодисперсные (коллоидные системы)	$10^{-9}$ - $10^{-7}$	$10^9$ - $10^7$	Гидрозоли, аэрозоли
Среднедисперсные	$10^{-7}$ - $10^{-5}$	$10^7$ - $10^5$	Растворимый кофе, сахарная пудра
Грубодисперсные	Более $10^{-5}$	Менее $10^5$	Крупы
Истинные растворы	Менее $10^{-9}$		

Удельная поверхность частиц дисперсной фазы максимальна в высокодисперсных системах, при переходе к средне- и грубодисперсным системам удельная поверхность уменьшается (рис. 3). При размере частиц менее  $10^{-9}$  м поверхность раздела между частицей и средой исчезает, образуются молекулярные или ионные растворы (истинные растворы).

По размерам частиц дисперсной фазы один и тот же продукт может относиться к различным дисперсным системам. Например, частицы пшеничной муки высшего сорта имеют размер  $(1-30)10^{-6}$  м, т. е. мука этого сорта одновременно принадлежит к среднедисперсной и грубодисперсной системам.



**Рис. 3. Зависимость удельной поверхности от размеров частиц**

#### *Классификация по агрегатному состоянию*

Дисперсная фаза и дисперсионная среда могут находиться в любом из трех агрегатных состояний: твердом (Т), жидком (Ж) и газообразном (Г).

Каждая дисперсная система имеет свое обозначение и название: в числителе указывается агрегатное состояние дисперсной фазы, в знаменателе — дисперсионной среды. Возможно восемь вариантов дисперсных систем (табл. 2), поскольку система Г/Г не может быть гетерогенной.

В общем случае все высокодисперсные коллоидные системы называют *золями*. К слову золь добавляют приставку, характеризующую дисперсионную среду. Если дисперсионная среда твердая – *ксерозоли*, жидкая – *лиозоли* (гидрозоли), газ – *аэрозоли*.

Помимо простых дисперсных систем существуют и сложные дисперсные системы, которые состоят из трех и более фаз.

Таблица 2

Дисперсионная среда	Дисперсная фаза	Дисперсная система	Название системы, примеры
Г	Г	Г/Г	Коллоидное состояние невозможно
Г	Ж	Ж/Г	Жидкие аэрозоли: туман, дезодорант
Г	Т	Т/Г	Твердые аэрозоли, порошки: пыль, дым, сахарная пудра, какао порошок, сухое молоко
Ж	Г	Г/Ж	Пены, газовые эмульсии: газированная вода, пиво, пена (пивная, мыльная)
Ж	Ж	Ж/Ж	Эмульсии: молоко, майонез
Ж	Т	Т/Ж	Золи, суспензии: золи металлов, естественные водоемы, какао тертое, горчица
Т	Г	Г/Т	Твердые пены: пемза, пенопласты, сыр, хлеб, пористый шоколад, зефир
Т	Ж	Ж/Т	Капиллярные системы: масло, фруктовые начинки
Т	Т	Т/Т	Сплавы металлов, драгоценные камни

Например, тесто после замеса представляет собой сложную дисперсную систему, состоящую из твердой, жидкой и газообразной фаз. Ее можно представить как систему типа Т, Г, Ж/Т. Зерна крахмала, частички оболочек зерна и набухшие нерастворимые белки составляют твердую фазу. В несвязанной воде растворены минеральные и органические вещества (водорастворимые белки, декстрины, сахара, соли и др.). Часть неограниченно набухающих белков образует коллоидные растворы. Присутствующий в тесте жир находится в виде капель. Газообразная среда образуется за счет захвата пузырьков воздуха при замесе и в процессе брожения.

Дисперсионной средой шоколадной массы является какао-масло, а дисперсная фаза состоит из частиц сахарной пудры и какао тертого, то есть шоколадная масса без наполнителя представляет собой сложную дисперсную систему Т, Т/Ж.

К сложным дисперсным системам относятся промышленные аэрозоли (смог), состоящие из твердой и жидкой фаз, распределенных в газообразной среде.

#### *Классификация по структурно-механическим свойствам*

Различают *свободнодисперсные* и *связнодисперсные* системы.

В свободнодисперсных системах частицы дисперсной фазы не связаны друг с другом и свободно перемещаются по всему объему системы (лиозоли, разбавленные суспензии и эмульсии, аэрозоли, практически все сыпучие порошки и др.).

В связнодисперсных системах частицы дисперсной фазы контактируют друг с другом, образуя каркас, сообщающий этим системам структурно-механические свойства – прочность, упругость, пластичность (гели, студни, твердые пены, концентрированные эмульсии и др.). Связнодисперсные пищевые массы могут быть в виде полупродуктов (тесто, мясной фарш) или готовых продуктов питания (творог, сливочное масло, халва, мармелад, плавленый сыр и т. д.).

#### *Классификация по характеру взаимодействия дисперсной фазы и дисперсионной среды*

Все дисперсные системы образуют две большие группы – *лиофильные* и *лиофобные*:

*Лиофильные (гидрофильные)* дисперсные системы характеризуются существенным преобладанием сил поверхностного взаимодействия дисперсной и дисперсионной фаз над когезионными силами. Иными словами, этим системам свойственно высокое сродство дисперсной фазы и дисперсионной среды и, следовательно, низкие значения поверхностной энергии  $G_{\text{пов}}$ . Они образуются са-

мопроизвольно и термодинамически устойчивы. Свойства лиофильных дисперсных систем могут проявлять растворы коллоидных ПАВ (мыла), растворы высокомолекулярных соединений (белков, полисахаридов), критические эмульсии, микроэмульсии, некоторые золи.

*Леофобные (гидрофобные)* – системы, в которых межмолекулярное взаимодействие частица – среда невелико. Такие системы считают термодинамически неустойчивыми. Для их образования необходимы определенные условия и воздействие извне. Для увеличения устойчивости в них вводят стабилизаторы. Большинство пищевых дисперсных систем относятся к леофобным.

### Вопросы и задания для закрепления материала

1. Назовите характерные признаки дисперсных систем. Что является дисперсной фазой и дисперсионной средой в следующих системах: молоко, хлеб, майонез, сливочное масло, тесто?

2. Какими параметрами характеризуют степень раздробленности дисперсных систем? Как изменяется удельная поверхность при дроблении дисперсной фазы?

3. Рассчитайте удельную поверхность (в  $\text{м}^2/\text{м}^3$ ) кристаллов сахара кубической формы с длиной ребра  $2^{-3}$  м.

4. Диаметр капель масла в соусах зависит от способа их приготовления. При ручном взбалтывании он составляет  $2^{-5}$  10-м, а при машинном перемешивании –  $4^{-6}$  м. Определите дисперсность и удельную поверхность ( $\text{м}^2/\text{м}^3$ ) капель масла для каждого случая. Сделайте вывод о влиянии размера частиц на удельную поверхность.

5. Определите удельную поверхность жировых шариков и их количество в 1 кг молока жирностью 3,2 %. Диаметр жировых шариков равен  $8,5 \cdot 10^{-7}$  м, плотность молочного жира  $900 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

6. Какова причина возникновения избыточной поверхностной энергии?

7. Что такое поверхностное натяжение? В каких единицах оно измеряется? Назовите факторы, влияющие на поверхностное натяжение.

8. Приведите известные способы получения дисперсных систем?

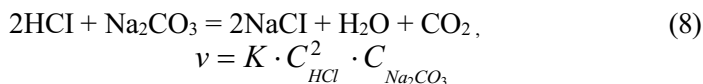
9. По каким признакам классифицируются дисперсные системы? Приведите классификацию дисперсных систем по степени дисперсности и агрегатному состоянию фаз.

10. По какому признаку дисперсные системы делят на лиофобные и лиофильные? Какими свойствами обладают эти системы? Приведите примеры.

## 1.2 Факторы, влияющие на скорость химических реакций

Основные факторы, влияющие на скорость химических реакций, - это концентрация реагирующих веществ, температура, наличие катализатора.

**Концентрация.** 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. Например, в производстве патоки для реакции нейтрализации хлороводородной кислоты карбонатом натрия скорость может быть вычислена по уравнению:



Закон действия масс в общем виде:

$$v = K \cdot C_a^n \cdot C_b^m, \quad (9)$$

где  $K$  – коэффициент пропорциональности, который иначе называется константой скорости реакции;

$C_a$  и  $C_b$  – концентрация вещества  $a$  и  $b$ , участвующих в химической реакции;  $n$  и  $m$  – стехиометрические коэффициенты

Если принять, что  $C_a$  и  $C_b = 1$ , то  $v = K$ , т.е. константа скорости реакции численно равна скорости реакции при концентрации реагирующих веществ, равной единице. Константа скорости зависит от природы реагирующих веществ, температуры, наличия катализатора и не зависит от концентрации веществ, участвующих в химической реакции. Константа скорости реакции при данной скорости и температуре постоянна.

Для определения констант скорости реакции в зависимости от молекулярности и порядка реакции выведены соответствующие формулы.

Молекулярность реакции определяется числом молекул, участвующих в элементарном акте химического взаимодействия. Если для этого требуется одна молекула, то реакции называются мономолекулярными. Примером такой реакции может служить реакция разложения  $\text{CaCO}_3$  под действием высокой температуры при обжиге известняка в печах на свеклосахарных заводах:



Реакции при участии двух молекул называются бимолекулярными, трех - тримолекулярными. Это могут быть молекулы одного или разных веществ. Реакция взаимодействия хлороводородной кислоты с карбонатом натрия, приведенная выше, является тримолекулярной.

Порядок реакции - это сумма показателей степеней при концентрациях веществ в уравнении закона действия масс. Скорость реакции первого порядка пропорциональна концентрации в первой степени, скорости реакций второго и третьего порядков пропорциональны соответственно концентрациям во второй и третьей степени. Однако порядок реакции может быть ниже ее молекулярности, если какое-либо вещество находится в избытке и поэтому его концентрацию можно практически считать неизменной.

**Температура** - важный фактор, определяющий скорость реакции. С повышением температуры скорость реакции возрастает, что связано с увеличением константы скорости реакции. Согласно правилу Вант-Гоффа, повышение температуры на  $10^\circ\text{C}$  увеличивает скорость реакции в 2-4 раза (в среднем в 3 раза). Это правило приближенно и применимо к реакциям, протекающим в области температур от 0 до  $300^\circ\text{C}$  и в небольшом температурном интервале.

Характер влияния температуры и концентрации реагирующих веществ на скорость химических реакций можно объяснить теорией активных столкновений. Согласно этой теории химическое взаимодействие между молекулами возможно только при их столкновении, однако к химическим реакциям приводят эффективные столкновения, т.е. в реакцию вступают не все сталкивающиеся молекулы, а только те молекулы, которые обладают определенной энергией, избыточной по сравнению со средней. Молекулы, обладающие такой энергией, называются активными. Избыточная энергия моле-



кул называется энергией активации и зависит от природы вступающих в реакцию веществ.

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.

**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.

Существуют каталитические реакции, в которых катализатором является один из промежуточных или конечных продуктов реакции. Эти реакции идут с малой скоростью в начальный период и с возрастающей - в последующий.

Катализаторами служат преимущественно металлы в чистом виде (никель, кобальт, железо, платина) и в виде оксидов или солей (соединения железа, магния, кальция, меди и т.п.). Неорганические катализаторы термостабильны и реакции с ними протекают при сравнительно высоких температурах.

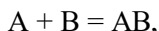
Наличие посторонних веществ в среде, где протекает реакция, влияет на катализатор по-разному: одни нейтральны, другие усиливают действие катализатора, третьи его ослабляют или подавляют. Вещества, отравляющие катализатор, называются каталитическими ядами.

В зависимости от того, находится 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.

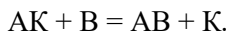
При гетерогенном катализе большое значение имеют способ получения катализатора, условия проведения процесса, состав примесей и т.д. Катализаторы должны обладать значительной селективностью, активностью и сохранять эти свойства длительное время.

Для того, чтобы объяснить механизм гомогенного катализа, пользуются теорией промежуточных соединений. При внесении катализатора реакция проходит через несколько промежуточных стадий, требующих меньшей энергии активации, чем прямая реакция без катализатора, что приводит к колоссальному возрастанию скорости реакции.

Медленный процесс, например, реакция



в присутствии катализатора К протекает в две стадии:



Каждая из этих стадий идет с малой энергией активации и, следовательно, с большой скоростью. Катализатор образует промежуточное соединение, которое при взаимодействии с другим веществом регенерирует катализатор.

Многие гомогенные реакции катализируются действием ионов  $H^+$  и  $OH^-$ . К таким реакциям относятся инверсия сахарозы, гидролиз сложных эфиров, в том числе жиров. Ионы металлов катализируют реакции окисления, гидролиза. Например, медь катализирует окисление аскорбиновой кислоты, поэтому оборудование для перера-

ботки плодов и овощей нельзя изготавливать из меди и ее сплавов. Окисление пищевых жиров ускоряется под действием ионов меди, железа, марганца, поэтому жиры нельзя хранить в металлической таре.

Основным недостатком гомогенного катализа является трудность выделения катализатора из конечной смеси (жидкости или газа), в результате чего часть его безвозвратно теряется, а продукт загрязняется им. Гетерогенный катализ не страдает этим недостатком, что служит одной из важнейших причин его большого распространения в промышленности. Этот вид катализа сопровождается образованием промежуточных соединений. Они формируются на отдельных участках поверхности катализатора в так называемых активных центрах, занимающих небольшую часть его поверхности. Если активные центры блокировать, например, каталитическими ядами, то катализатор теряет свою активность. Для увеличения поверхности и, следовательно, количества активных центров катализатора его измельчают. Чтобы катализатор не уносился током газа, его наносят на инертный носитель с развитой поверхностью (силикагель, асбест, пемзу и т.п.).

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.

### **Вопросы для закрепления материала**

1. Как влияет повышение температуры на скорость химической реакции?
2. Каким законом определяется зависимость скорости химических реакций от концентрации?
3. Объяснить теорию активных столкновений.
4. Влияние катализаторов на скорость химических реакций.
5. Недостатки гомогенного катализа.
6. Как влияют посторонние вещества в среде на протекание реакции?
7. Что такое гомогенный и гетерогенный катализ?
8. Чем определяется молекулярность реакции?
9. Что такое отрицательный катализ?
10. Как определить константу скорости химических реакций?

### 1.3 Ферменты

Ферменты – это белковые молекулы, синтезируемые живыми клетками.

В каждой клетке имеются сотни различных ферментов. С их помощью осуществляются многочисленные химические реакции, которые могут с большой скоростью идти при температурах, подходящих для данного организма, то есть в пределах от 5 °С до 40 °С. Чтобы эти реакции протекали вне организма с той же скоростью потребовались бы высокие температуры и резкие изменения условий. Для клетки это означало бы гибель, так как вся работа клетки строится таким образом, чтобы избежать любых сколько-нибудь заметных изменений в нормальных условиях ее существования.

Таким образом, можно сказать, что ферменты – это биологические катализаторы, то есть вещества, которые ускоряют биохимические реакции. Они абсолютно необходимы, потому что без них реакции в клетке протекали бы слишком медленно.

Термин “фермент” (от лат. fermentum – закваска) был предложен в начале XVII века голландским ученым Ван Гельмондом.

Биологические катализаторы (т.е. ферменты) характеризуются следующими основными свойствами:

1. Влияние на скорость химической реакции: ферменты увеличивают скорость химической реакции, но сами при этом не расходуются.

2. Специфичность действия ферментов. В клетках организма протекает 2-3 тыс. реакций, каждая из которых катализируется определенным ферментом. Специфичность действия фермента – это способность ускорять протекание одной определенной реакции, не влияя на скорость остальных, даже очень похожих.

3. Активность ферментов – способность в разной степени ускорять скорость реакции.

Несмотря на большое количество и разнообразие ферментов всех их по особенностям строения молекул можно разделить на 2 группы: простые белки и сложные белки.

У сложных ферментов помимо белковой части имеется добавочная группа небелковой природы – кофактор, например, многие витамины. В молекуле однокомпонентного белка выделяют особую часть, представляющую собой уникальное сочетание нескольких аминокислотных остатков, располагающихся в определенной части

белковой молекулы. Ее называют активным центром фермента, который взаимодействует с молекулой субстрата с образованием фермент-субстратного комплекса. Затем фермент-субстратный комплекс распадается на фермент и продукт (продукты) реакции.

Поскольку все ферменты являются белками, их активность наиболее велика при физиологически нормальных условиях:

1. Большинство ферментов наиболее активно работает только при определенной температуре. При повышении температуры до некоторого значения (в среднем до 50° С) каталитическая активность растет (на каждые 10° С скорость реакции повышается примерно в 2 раза). При  $t$  выше 50° С белок подвергается денатурации и активность фермента падает.

2. Кроме того, для каждого фермента существует оптимальное значение pH, при котором он проявляет максимальную активность.

3. На скорость реакции влияет также концентрация субстрата и концентрация фермента.

4. Все ферменты высокоспецифичны к своему субстрату и как правило, катализируют только одну вполне определенную реакцию.

#### Классификация ферментов

Специфичность ферментов определяет их классификацию, в основе ее лежит тип катализируемых реакций.

В 1961 году специальной комиссией международного биохимического союза была предложена систематическая номенклатура ферментов. Ферменты были подразделены на 6 групп в соответствии с общим типом реакции, которую они катализируют. Каждый фермент получил систематическое наименование, точно описывающее катализируемую им реакцию. Однако, поскольку многие из этих систематических названий оказались очень длинными и сложными, каждому ферменту было присвоено рабочее название для повседневного употребления.

Рабочее название складывалось из названия субстрата, типа катализируемой реакции и окончания – аза.

Например: Лактат + дегидрогенизация + аза = лактатдегидрогеназа

Названия ферментов представлены в таблице 3

Таблица 3

Группа	Катализируемая реакция
Оксидоредуктазы. 480 ферментов, большая роль в энергетических процессах	Катализирует реакции окисления – восстановления, перенос атомов Н и О или электронов от одного к другому.
Трансферазы	Перенос определенных группы атомов от одного вещества к другому
Гидролазы. 460 ферментов, к ним относятся пищеварительные ферменты, входящие в состав лизосом и других органоидов, где они способствуют распаду более крупных биомолекул на простые	Реакции гидролиза, при которых из субстрата образуются два продукта.
Лиазы. 230 ферментов, участвующих в регуляциях синтеза и распада промежуточных продуктов обмена	Ферменты, катализируемые реакции разрыва связей, в субстрате без присоединения воды или окисления.
Изомеразы. 80 ферментов	Ферменты, катализирующие превращения в пределах одной молекулы, они вызывают внутримолекулярные перестройки.
Лигазы (синтетазы) (около 80 ферментов)	Катализируемое соединение 2-х молекул с использованием энергии фосфатной связи, сопряжено с распадом АТФ.

### Вопросы для закрепления материала

1. На сколько групп разделены ферменты?
2. Какую функцию выполняют ферменты из группы оксидоредуктаз?
3. При каких условиях велика активность ферментов?
4. Какой фермент катализирует реакции разрыва связей, в субстрате без присоединения воды или окисления?
5. Классификация ферментов
6. Что такое кофактор?
7. Свойства ферментов?
8. Как складывается название фермента?

## 1.4 Инвертный сахар

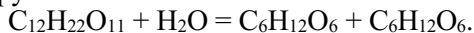
Сахароза и продукты её гидролиза относятся к оптически активным веществам, что обусловлено наличием в их молекулах асимметричных атомов углерода. Растворы таких соединений способны поворачивать плоскость поляризованного света. Растворы сахарозы поворачивают плоскость поляризованного света вправо, а продукты полного гидролиза сахарозы – влево. Таким образом, правовращающий раствор сахарозы после гидролиза превращается в левовращающий. Так как левое вращение фруктозы сильнее правого вращения глюкозы, а при распаде сахарозы образуются эквимолекулярные вещества обоих моносахаридов, то получающаяся смесь их, так называемый инвертный сахар, обладает левым вращением, т. е. обратным по сравнению с исходным вращением сахарозы. Отсюда и происходит термин инверсия, указывающий на обращение оптической деятельности.

Изменение направления угла поворота плоскости поляризации называется инверсией. Поэтому гидролиз сахарозы называют инверсией, смесь эквимолекулярных количеств глюкозы и фруктозы – инвертным сахаром, а водный раствор инвертного сахара называют инвертным сиропом.

Инверсия тростникового сахара может быть вызвана кислотами или ферментом сахаразой. Кислотная инверсия протекает по типу мономолекулярных реакций, и изучение ее послужило в свое время исходной точкой для развития кинетики химической реакций. Так как скорость кислотной инверсии находится в прямой зависимости от концентрации  $H^+$ -ионов, то определение скорости инверсии может служить одним из методов определения активной реакции. Инвертный сахар находит применение в качестве суррогата меда (искусственный мед) и в кондитерской промышленности.

Инвертный сироп обладает антикристаллизационными и влаговсвязывающими свойствами, что увеличивает срок хранения изделий без потери качества. Кремы, сахарная помадка и др. изделия, изготовленные с использованием инвертного сиропа, не засахариваются в процессе хранения. Инвертный сироп можно использовать вместо: кукурузного сиропа, кондитерской глюкозы, кленового сиропа, патоки.

При гидролизе сахарозы под действием кислот или фермента  $\beta$ -фруктофуранозидазы образуется смесь равных количеств D-глюкозы и D-фруктозы:



Инвертный сироп получают, подвергая кислотному гидролизу 80 % раствор сахара в течение 20...30 мин при температуре 90 °С с последующим охлаждением раствора до 65 °С и нейтрализацией кислоты раствором соды. Инвертный сироп должен иметь слабокислую реакцию.

### **Вопросы для закрепления материала**

1. Что входит в состав инвертного сиропа?
2. Что такое инверсия?
3. Какие свойства приобретает продукт после проведения инверсии?
4. Для каких целей применяют инвертный сироп?
5. Как получают инвертный сироп?
6. От каких факторов зависит скорость кислотной инверсии?

### **1.5 Органолептическая оценка качества пива**

Пиво является слабоалкогольным пенистым напитком. Главнейшими показателями качества пива как напитка являются прозрачность, цвет, вкус, аромат, хмелевая горечь, пенообразование. Все эти свойства пива определяют в процессе дегустации.

Дегустация (от лат. *degusto* – пробую на вкус) – оценка пива при помощи органов чувств (зрения, обоняния и вкуса), т.е. органолептическим путем.

Дегустацию проводят в хорошо проветриваемом помещении с температурой 18...25 °С, воздух которого должен быть чист и свободен от посторонних запахов. Температура пива должна быть равна 12±2 °С. В первую очередь пробуют светлое пиво по возрастающей концентрации начального сусла, а затем в том же порядке темное пиво.

На дегустации пиво оценивается по 25-балльной системе по следующим органолептическим показателям: прозрачность – 3 балла; цвет – 3; вкус – 5; хмелевая горечь – 5; аромат – 4; пенообразование – 5 баллов.

Безупречные аромат и вкус, соответствующие данному типу пива оцениваются 22...25 баллами; пиво хорошего качества оценивается 19...21 баллами; пиво удовлетворительного качества имеет оценку 13...18 баллов; неудовлетворительного качества имеет общий балл 12 и менее.



*Цветность пива определяют в лаборатории перед дегустацией*

*Прозрачность* - это свойство жидких продуктов, определяемое степенью пропускания света через слой жидкости определенной толщины и зависящее от количества и цвета механических взвешенных веществ (мути). Напиток наливают в бокал на 1/3 объема. Поднимают за ножку и рассматривают пиво в проходящем свете, поставив стакан между глазом и источником света. Одновременно обращают внимание на выделение пузырьков диоксида углерода и различают обильное или медленное выделение пузырьков.

*Вкус и аромат.* Каждый сорт пива имеет свои вкусовые особенности. В светлых сортах пива преобладает тонкая хмелевая горечь, которая сочетается с едва уловимым вкусом солода. Такое пиво вызывает приятное ощущение хмелевой горечи. Темное пиво характеризуется ярко выраженным солодовым вкусом и ароматом, оно может быть сладковатым.

Для определения аромата изделие в бокале слегка перемешивают вращательным движением, обхватив ладонью нижнюю часть бокала, как бы подогревая изделие теплом ладони. Слегка приоткрыв рот, несколько раз втягивают носом воздух и выдыхают его. Вкус определяют, пробуя пиво небольшими глотками. В первую очередь устанавливают, характерен ли вкус и аромат для данного типа пива, а затем – имеется ли в исследуемом пиве посторонний привкус. Следует отличать неприятную резкую горечь от свойственной пиву нормальной хмелевой горечи. Нормальный вкус пива характеризуется тем, что ни один из компонентов не выделяется резко среди остальных.

*Пенообразование.* Пенообразование оценивают по пеностойкости. Под пеностойкостью (устойчивостью) понимают время (сек или мин), прошедшее с момента возникновения пены до её полного разрушения. Хорошая пеностойкость проявляется при достаточном насыщении пива диоксидом углерода и наличии поверхностно-активных веществ, понижающих поверхностное натяжение между пузырьками газа и жидкостью. Вещества, повышающие вязкость пива (высокомолекулярные белки, хмелевые вещества), легко образуют оболочку вокруг поднимающихся пузырьков газа и способствуют созданию стойкой пены. Густая и стойкая пена является признаком хорошего качества пива.

Пенообразование определяют в отдельной пробе в цилиндрическом стакане высотой 105...110 мм с внутренним диамет-

ром 70...75 мм. Стакан устанавливают на площадку лабораторного штатива, а над стаканом закрепляют кольцо на стойке штатива так, чтобы верхний край его находился на расстоянии 25 мм от верхнего края стакана. При наливке пива в стакан горлышко бутылки должно опираться на кольцо штатива так, чтобы пиво наполняло стакан спокойно и лилось в центр. Налив прекращают, когда верхняя поверхность пены сравняется с краем стакана. Линейкой определяют расстояние от резкой линии раздела «пена-пиво» до верхнего края стакана, устанавливая высоту пены в миллиметрах. В момент окончания налива включают секундомер. Спадание пены и образование на поверхности тонкой пленки считают концом опыта. Этот момент отмечают по секундомеру, стойкость пены выражается в минутах, округляя полученный результат до первого знака после запятой.

Полученные наблюдения записывают в протокол дегустации и оценивают определенным числом баллов, которые потом суммируют по всем показателям. Каждый образец пива оценивается по среднеарифметическому числу баллов.

Если при оценке образца пива хотя бы один из показателей вкуса (полнота вкуса и хмелевая горечь) оценен дегустатором как удовлетворительно, то даже при прочих отличных и хороших оценках общий балл по данному образцу выше удовлетворительно (18 баллов) дегустатором не ставится.

При оценке «неудовлетворительно» хотя бы по одному из показателей вкуса дегустатор ставит за данный образец пива общую оценку «неудовлетворительно» (12 баллов).

### **Вопросы для закрепления материала**

1. Каковы условия и порядок проведения дегустации пива?
2. Какой органолептический показатель качества пива является преобладающим?
3. Назовите балловую оценку качества пива.
4. Какой показатель оценивают по пеностойкости, что понимают под пеностойкостью?
5. Сколькими баллами оценивается безупречный аромат и вкус пива?
6. Как проявляется хорошая пеностойкость пива?

## 2 ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 2.1. Методика написания реферата

Реферат - самостоятельная научно–исследовательская работа, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

#### **Несколько НЕ:**

- реферат НЕ копирует дословно книги и статьи и НЕ является конспектом;
- реферат НЕ пишется по одному источнику и НЕ является докладом;
- реферат НЕ может быть обзором литературы, т.е. не рассказывает о книгах.

В реферате собранный по теме материал систематизируется и обобщается. Реферат состоит из нескольких частей:

- титульный лист (оформляется по требованиям учебного заведения);
- оглавление (содержание) требует наличия номеров страниц на каждый раздел реферата;
- введение;
- основная часть, состоящая из глав;
- заключение;
- список использованной литературы.

Во введении объясняется:

- почему выбрана такая тема, чем она важна (личное отношение к теме проблеме), чем она актуальна (отношение современного общества к этой теме (проблеме), какую культурную или научную ценность представляет (с точки зрения исследователей, ученых);
- какая литература использована: исследования, научно популярная литература, учебная, кто автор;
- из чего состоит реферат (введение, кол-во глав, заключение, приложения. Клише: «Во введении показана идея (цель) реферата. Глава 1 посвящена.., во 2 главе ... В заключении сформулированы основные выводы...»).

Основная часть реферата состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Каждый из разделов рассматрива-

ет какую–либо из сторон основной темы. Утверждения позиций подкрепляются доказательствами, взятыми из литературы (цитирование, указание цифр, фактов, определения). Если доказательства заимствованы у автора используемой литературы – это оформляется как ссылка на источник и имеет порядковый номер.

Ссылки оформляются в квадратных скобках номером литературного источника в списке литературы. В конце каждого раздела основной части обязательно формулируется вывод. (Клише: «Таким образом,.. Можно сделать заключение, что... В итоге можно прийти к выводу»)

В заключении (очень кратко) формулируются общие выводы по основной теме, перспективы развития исследования, собственный взгляд на решение проблемы и на позиции авторов используемой литературы, о своем согласии или несогласии с ними.

Список литературы составляется в порядке цитирования в конце реферата по определенным правилам (смотри предыдущую главу).

### **Этапы (план) работы над рефератом**

1. Определить, какая именно задача, проблема существует по этой теме и пути её решения. Для этого нужно название темы превратить в вопрос.
2. Найти книги и статьи по выбранной теме (не менее 10). Сделать список используемой литературы.
3. Сделать выписки из книг и статей. (Обратить внимание на непонятные слова и выражения, уточнить их значение в справочной литературе).
4. Составить план основной части реферата.
5. Написать черновой вариант каждой главы.
6. Написать реферат.
7. Составить презентацию(5-7 слайдов) и доклад на 5–7 минут, не более.

## **2.2 Примерные темы рефератов**

1. Растительное сырье, используемое в пищевой промышленности.

2. Хранение и подготовка муки и дополнительного сырья к производству. Технология хлеба и хлебобулочных изделий.

3. Зерновое сырье, используемое в пищевой промышленности.
4. Новые технологии, применяемые при производстве переработанных плодов и овощей.
5. Новые технологии производства соков.
6. Анализ технических регламентов на отдельные виды переработки плодов и овощей.
7. Получение и применение модифицированных крахмалов.
8. Технологическая схема получения крахмальной патоки.
9. Основы переработки зерна в муку, крупу и зернопродукты.
10. Физико-химические процессы, протекающие при выпечке хлеба.
11. Методы и принципы консервирования.
12. Отличительная особенность производства желе, повидла, джем, конфитюр, варенье.
13. Классификация кондитерской промышленности. Основные виды сырья и полуфабрикатов кондитерского производства.
14. Физико-химические процессы, протекающие при производстве карамели.
15. Физико-химические процессы, протекающие при производстве светлого солода.
16. Способы затирания пивного сусла. Их отличительная особенность.
17. Красители для производства безалкогольных напитков.

## **2.3 Вопросы для самоподготовки к (зачёту) экзамену**

1. Классификация пищевых производств.
2. Принципы организации технологических процессов.
3. Типы технологических процессов пищевых производств.
4. Различные схемы производства сырья.
5. Классификация сырья.
6. Оценка качества сырья.
7. Требования, предъявляемые к сырью.
8. Консистенция и структура пищевых продуктов.
9. Свойства зерновой массы.
10. Приём, хранение и отпуск сырья в производство.

11. Процессы, протекающие при хранении сырья.
12. Изменение химического состава растительного сырья при хранении.
13. Подготовка сырья к переработке.
14. Дробление(помол).
15. Очистка сырья – отстаивание.
16. Очистка сырья – фильтрация.
17. Очистка сырья – сепарация.
18. Реологические характеристики. Понятие о неоднородных системах.
19. Дисперсные коллоидные системы.
20. Структурообразование в дисперсных системах.
21. Тиксотропия в дисперсных системах.
22. Массообменные процессы при производстве полуфабрикатов.
23. Теплофизические процессы при производстве полуфабрикатов.
24. Абсорбция. Сущность и роль в технологии продуктов питания.
25. Адсорбция: Сущность и роль в технологии продуктов питания.
26. Экстракция, кристаллизация в пищевой промышленности.
27. Принципы и методы консервирования (анабиоз, ценобиоз, абиоз).
28. Спиртовое брожение.
29. Молочнокислое брожение.
30. Основные операции при мариновании, солении огурцов и томатов, выработке томатного сока.
31. Основные группы микроорганизмов, используемых в пищевой промышленности (бактерии, дрожжи, плесневые грибы). Микроорганизмы – вредители пищевых производств.
32. Микробиологические процессы, происходящие при приготовлении теста, при сбраживании суслу.
33. Особенности биохимических реакций (на примере ферментативного гидролиза крахмала, гидролиза пектина).
34. Роль ферментов в производстве и при хранении пищевых продуктов.
35. Основы технологии патоки.

36. Основы получения жиров химическим способом.
37. Переэтерификация.
38. Процессы, протекающие при выпечке (меланоидинообразование).
39. Карамелизация сахаров.
40. Дегидратация.
41. Сульфитация.
42. Окисление.
43. Виды сушки. Инфракрасная сушка.
44. Микроволновая сушка.
45. Конвективная сушка.
46. Сублимационная сушка.
47. Пастеризация.
48. Товарное оформление изделий. Виды упаковок.
49. Оценка качества готовой продукции.
50. Контроль и оценка качества продукции.
51. Принципы СМК.
52. Международный стандарт ISO 22000.
53. Складирование. Укладка товаров на хранение.
54. Сроки хранения товаров.
55. Режим хранения товаров.
56. Требования к хранению отдельных видов товаров.
57. Товарные потери, происходящие при хранении.
58. Отпуск продукции.
59. Дефекты и пороки консервированной продукции(томатный сок, маринованные овощи). Методы их устранения.
60. Дефекты и пороки хлебопекарной продукции. Методы их устранения.
61. Дефекты и пороки плодово-ягодной продукции (варенье, джемы, конфитюры). Методы их устранения.
62. Дефекты и пороки муки, крахмала, сахара и сыпучих продуктов. Методы их устранения.
63. Дефекты и пороки вин. Методы их устранения.
64. Дефекты и пороки пива. Методы их устранения.

### 3 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Варианты контрольной работы составлены с учётом специфики изучаемой дисциплины.

Здесь представлены 20 вариантов контрольных работ. Номер варианта контрольного задания равен двум последним цифрам шифра зачётной книжки студента, если они не превышают 20. Если превышают, то номер варианта определяется вычитанием из двух последних цифр шифра числа, кратного 20. Например, шифру 4515 соответствует вариант 15, шифру 4528-вариант 8 ( $28-20=8$ ), шифру 4579-вариант 19 ( $79-20-20-20=19$ ), а шифру 05100( $100-20-20-20=20$ ) вариант 20.

Работа, выполненная не по своему варианту, не засчитывается.

При оформлении контрольной работы в тетради следует оставлять поля для замечаний рецензента. Запрещается писать на каждой строчке тетради в клетку. Вначале пишется номер варианта, затем содержание вопроса и с красной строки - ответ. Ответы на вопросы должны быть чёткими и исчерпывающими.

В конце работы ставится подпись, приводится список использованных источников.

#### Вариант № 1

1. Что изучает дисциплина «Физико-химические основы и общие принципы переработки растительного сырья».
2. Факторы, влияющие на скорость химических реакций (влияние концентрации).
3. Классификация неоднородных систем.

#### Вариант № 2

1. Процессы разделения неоднородных систем при переработке растительного сырья.
2. Факторы, влияющие на скорость химических реакций (влияние температуры).
3. Способы переноса тепла и теплоносители

#### Вариант № 3

1. Тепловые процессы при переработке растительного сырья.
2. Факторы, влияющие на скорость химических реакций (влияние катализатора).
3. Общие положения о массообменных процессах.



**Вариант № 4**

1. Микробиологические процессы при переработке растительного сырья.
2. Роль гидролиза в пищевой промышленности.
3. Общие положения о массообменных процессах (Абсорбция)

**Вариант № 5**

1. Дисперсные системы и структурообразование при переработке растительного сырья.
2. Роль меланоидинообразования в пищевой промышленности.
3. Общие положения о массообменных процессах (Адсорбция)

**Вариант № 6**

1. Классификация дисперсных систем.
2. Роль дегидратации в пищевой промышленности.
3. Общие положения о массообменных процессах (Экстракция)

**Вариант № 7**

1. Основные группы микроорганизмов, используемых в пищевой промышленности.
2. Роль сульфитации в пищевой промышленности.
3. Общие положения о массообменных процессах (Сушка).

**Вариант № 8**

1. Тепловые процессы при переработке растительного сырья.
2. Роль окисления в пищевой промышленности.
3. Классификация неоднородных систем.

**Вариант № 9**

1. Процессы разделения неоднородных систем при переработке растительного сырья.
2. Классификация дисперсных систем.
3. Роль биохимических процессов в переработке растительного сырья.

**Вариант № 10**

1. Массообменные процессы при переработке растительного сырья.
2. Коллоидные системы.
3. Тепловые процессы при переработке растительного сырья.

**Вариант № 11**

- 1.Классификация неоднородных систем.
- 2.Микрогетерогенные системы.
3. Микробиологические процессы при переработке растительного сырья.

**Вариант № 12**

- 1.Процессы разделения неоднородных систем при переработке растительного сырья.
- 2.Молекулярные коллоиды.
- 3.Ферментные препараты.

**Вариант № 13**

1. Тепловые процессы при переработке растительного сырья.
2. Основные группы микроорганизмов, используемых в пищевой промышленности.
- 3.Массообменные процессы при переработке растительного сырья.

**Вариант № 14**

1. Факторы, влияющие на скорость биохимических процессов.
2. Типы энергетического обмена у микроорганизмов.
3. Тепловые процессы при переработке растительного сырья.

**Вариант № 15**

1. Строение, свойства ферментов и их классификация.
2. Факторы, регулирующие обмен веществ микроорганизмов.
- 3.Факторы, влияющие на скорость химических реакций.

**Вариант № 16**

1. Источники ферментов и понятие о ферментных препаратах.
2. Производственная инфекция и дезинфекция.
- 3.Общие положения о массообменных процессах.

**Вариант № 17**

1. Классификация неоднородных систем.
2. Роль ферментов в дыхании растительного сырья.
3. Массообменные процессы при переработке растительного сырья.

**Вариант № 18**

1. Тепловые процессы при переработке растительного сырья.
2. Роль оксидоредуктаз при производстве и хранении пищевых продуктов.
3. Общие положения о массообменных процессах.

**Вариант № 19**

1. Основные группы микроорганизмов, используемых в пищевой промышленности.
2. Роль гидролиза при производстве и хранении пищевых продуктов.
3. Массообменные процессы при переработке растительного сырья.

**Вариант № 20**

1. Способы переноса тепла и теплоносители.
2. Классификация неоднородных систем.
3. Микробиологические процессы при переработке растительного сырья.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум; рек. Сиб. рег. УМЦ высш. проф. образ. для межвузовского использования / В.П. Гуськова, Л.С. Синова, Н.В. Юнникова [и др.]; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2007. – 96 с. / [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
2. Гореликова, Г.А. Биологическая безопасность продуктов питания [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Гореликова; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2011. – 126 с. / [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)
3. Никитина, Е.В. Микробиология [Электронный ресурс]: Учебник; рек. УМО по образ. в обл. технологии продуктов питания и пищевой инженерии / Е.В. Никитина, С.Н. Киямова, О.А. Решетник. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 368 с. / [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
4. Основные принципы переработки сырья растительного, животного, микробиологического происхождения и рыбы [Электронный ресурс]: учеб. пособие. В 2 ч. Ч.2: Основы переработки сырья растительного происхождения / С.Б. Васильева, Н.И. Давыденко, О.В. Жукова [и др.]; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2009. – 161 с. / [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
5. Просеков, А.Ю. Современные методы исследования сырья и биотехнологической продукции [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А.Ю. Просеков, О.О. Бабич, С.А. Сухих; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2012. – 115 с. / [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
6. Пашук, З.Н. Технология производства хлебобулочных изделий [Электронный ресурс]: справочник / З.Н. Пашук, Т.К. Апет, И.И. Апет. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 400 с. / [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
7. Пищевая химия [Электронный ресурс]: учебник; рек. УМО по образ. в обл. технологии продуктов питания и пищевой инженерии / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова [и др.]; под ред. А.П. Нечаева. – 5-е изд., испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 672 с. / [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)

8. Романов, А.С. Дефекты хлебобулочных изделий [Электронный ресурс]: метод. указания для студ., обуч. по напр. подготовки 260100 «Продукты питания из растительного сырья» / А.С. Романов, Т.Г. Кичаева, А.С. Марков; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2012 / [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).

9. Холодильная технология пищевых продуктов [Электронный ресурс]: учеб. для вузов: в 3 частях. Ч.3.; рек. УМО по образ. в обл. технологии продуктов питания и пищевой инженерии / В.Е. Куцакова [и др.]. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 272 с. / [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).

Учебное издание

*Ермолаева Анна Владимировна,  
Гасанов Алмаз Алясаоглы*

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ  
ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

*Учебно-методическое пособие*

*В редакции составителей*

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.

Подписано к печати 05.10.2015 г. Формат 60×90/16.

Уч.-изд.л. – 1,8. Усл.-п.л. – 2,5.

Тираж 100 экз. Заказ 126.

---

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства Дальневосточного ГАУ  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86



