



Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
Кафедра биотехнологии

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к практическим работам  
по дисциплине «Теоретические основы производства и хранения  
продовольственных продуктов»

для студентов специальности 050727  
«Технология продовольственных продуктов»

Павлодар





**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан агротехнологического  
факультета**

\_\_\_\_\_ **Бексеитов Т.К.**  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2009г.

Составитель: к.т.н., доцент Омарова К.М.

Кафедра биотехнологии

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к практическим работам

по дисциплине «Теоретические основы производства и хранения  
продовольственных продуктов»

для студентов специальности 050727  
«Технология продовольственных продуктов»

Рекомендованы на заседании кафедры биотехнологии. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол № \_\_\_.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ж.А. Адамжанова

Одобрена учебно-методическим советом Агротехнологического факультета

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Протокол № \_\_\_.

Председатель УМС \_\_\_\_\_ М.Е. Жагипарова

## **СОДЕРЖАНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ**

4

Практическое занятие № 1. Пищевая ценность белков	5
Практическое занятие № 2. Пищевая ценность липидов	7
Практическое занятие № 3. Превращения основных веществ при производстве мясных продуктов	8
Практическое занятие № 4. Основы производства зерновых продуктов, сахара и крахмала	10
Практическое занятие № 5. Основы производства этилового спирта, пива, вина	15
Практическое занятие № 6. Химизм производства молочных продуктов	19
Практическое занятие № 7. Хранение овощей, фруктов и ягод	22
ЛИТЕРАТУРА	24

## ВВЕДЕНИЕ

«Теоретические основы производства и хранения продовольственных продуктов» является дисциплиной, формирующей профессиональные знания бакалавра технологии продовольственных продуктов.

**Целью изучения дисциплины** является изучение теоретических основ в области технологий производства продовольственных продуктов. Рассмотрение основных питательных веществ продовольственных продуктов и их функций.

**Основными задачами дисциплины являются:**

- изучение технологий производства различных продовольственных продуктов;
- получение знаний о научных основах технологий производства на современном этапе развития;
- изучение химического состава пищевого сырья и продовольственных продуктов;
- изучение режимов технологического процесса пищевого производства;
- овладение навыками работы с технологическими картами и технологическими схемами производства продуктов;
- знание основных требований при организации технологии производства, хранения или переработки продуктов животного и растительного происхождения.

В результате изучения курса студенты должны:

**знать:**

- теоретические основы технологии продовольственных продуктов;
- технологические свойства продуктов растительного и животного происхождения;
- влияние первичной и тепловой обработки на пищевую ценность и качество готовых изделий;
- основы хранения сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;

**уметь:**

- выбирать и использовать режимы технологического процесса, позволяющие в максимальной степени сохранять нативные свойства растительного и животного сырья;

**иметь:**

- представление о перспективных направлениях в области производства продовольственных продуктов;

**быть компетентным:**

- в области создания продовольственных продуктов с учетом региона получения пищевого сырья.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1**

**Тема: Пищевая ценность белков**

**Цель занятия:** изучение биологической ценности белков по аминокислотному составу.

### **Теоретическая часть**

#### **1 Азотное равновесие в растущем и зрелом организме**

Белок - наиболее важный компонент пищи человека. Основные источники пищевого белка: мясо, молоко, рыба, продукты переработки зерна, хлеб, овощи.

Потребность человека в белке зависит от его возраста, пола, характера трудовой деятельности. В организме здорового взрослого человека должен быть баланс между количеством поступающих белков и выделяющимися продуктами распада. Для оценки белкового обмена введено понятие азотного баланса. В зрелом возрасте у здорового человека существует азотное равновесие, т.е. количество азота, полученного с белками пищи, равно количеству выделяемого азота. В молодом растущем организме идет накопление белковой массы, образуется ряд нужных для организма соединений, поэтому азотный баланс будет положительным - количество поступающего азота с пищей превышает количество выводимого из организма. У людей пожилого возраста, а также при некоторых заболеваниях, недостатке в рационе питания белков, незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ наблюдается отрицательный азотный баланс - количество выделенного из организма азота превышает его поступление в организм. Длительный отрицательный азотный баланс ведет к гибели организма. На белковый обмен влияют биологическая ценность и количество поступающего с пищей белка.

#### **2 Биологическая ценность белков**

Биологическая ценность белков определяется сбалансированностью аминокислотного состава и атакуемостью белков ферментами пищеварительного тракта.

В организме человека белки расщепляются до аминокислот, часть из них (заменяемые) являются строительным материалом для создания новых аминокислот, однако имеется 8 аминокислот (незаменимые, эссенциальные), которые не образуются в организме взрослого человека, они должны поступать с пищей. Снабжение организма человека необходимым количеством аминокислот - основная функция белка в питании. В белке пищи должен быть сбалансирован не только состав незаменимых аминокислот, но и должно быть определенное соотношение незаменимых и заменимых аминокислот, в противном случае часть незаменимых будет расходоваться не по назначению.

Биологическая ценность белка по аминокислотному составу может быть оценена при сравнении его с аминокислотным составом "идеального" белка. Для взрослого человека в качестве "идеального" белка применяют аминокислотную шкалу Комитета ФАО/ВОЗ\* (табл. 1).

\* ФАО - Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН;

ВОЗ - Всемирная организация здравоохранения

Расчет аминокислотного сора для установления биологической ценности проводят следующим образом.

Аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты в идеальном белке принимают за 100 %, а в природном белке определяют процент соответствия:

$$AK = \frac{\text{Содержание аминокислоты (в мг) в 1 г испытуемого белка}}{\text{Сод-е этой же аминок-ты (в мг) в 1 г белка по аминокислотной шкале}} \cdot 100,$$

где АК - аминокислота.

Таблица 1. Аминокислотная шкала для расчета аминокислотного сора

Аминокислота	Предлагаемый уровень, мг на 1 г белка
Изолейцин	40
Лейцин	70
Лизин	55
Метионин+цистеин	35
Фенилаланин+тирози н	60
Треонин	40
Триптофан	10
Валин	50
Итого	360

В результате определяют лимитирующую кислоту в исследуемом белке с наименьшим скором.

Наиболее близки к "незаменимому" белку животные белки. Большинство растительных белков содержат недостаточное количество незаменимых аминокислот (одной или нескольких). Так, например, белки злаковых культур, а следовательно, и полученные из них продукты неполноценны по лизину, метионину, треонину. В белке картофеля, ряда бобовых не хватает метионина и цистеина (60 - 70 % оптимального количества).

В то же время необходимо помнить, что некоторые аминокислоты при тепловой обработке, длительном хранении продуктов могут образовать не усвояемые организмом соединения, т.е. становиться "недоступными". Это снижает ценность белка.

Биологическая ценность белков может быть увеличена добавлением лимитирующей аминокислоты или внесением компонента с ее повышенным содержанием.

### Практическая часть

#### Задание:

Определить три лимитирующие аминокислоты в белке приведенного продукта.

В 1 г исследуемого белка пищевого продукта содержится (в мг): изолейцина - 45, лейцина - 75, лизина - 40, метионина и цистеина - (в сумме) - 25, фенилаланина и тирозина (в сумме) - 70, треонина - 38, триптофана - 11, валина - 50. При сравнении со стандартной шкалой необходимо найти скоры (в %) аминокислот.

#### Контрольные вопросы:

1. Какие особенности азотного баланса у растущего и зрелого организма?



2. Что такое "идеальный" белок?
3. Как определяют аминокислотный "скор"?

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

### Тема: Пищевая ценность липидов

**Цель работы:** изучение пищевой ценности липидов, оптимального соотношения животных и растительных жиров в организме.

**План:**

1. Необходимое содержание жиров для нормальной жизнедеятельности организма.
2. Величина, отражающая деятельность жирных кислот на клеточном уровне.

#### Теоретическая часть

#### 1. Необходимое содержание жиров для нормальной жизнедеятельности организма

Характеристика основных видов липидов свидетельствует, что животные и растительные жиры в равной степени необходимы человеку. Животные жиры - это единственный источник витаминов А и Д, растительные - витамина Е и β-каротина. Ограничение жиров в рационе, как и избыток, отрицательно сказывается на нормальном функционировании метаболических систем организма, приводит к возникновению специфических заболеваний. Считают, что оптимальное соотношение животных и растительных жиров должно составлять 70 % к 30, для жирных кислот: 10 % полиненасыщенных, 30 % ненасыщенных и 60 % мононенасыщенных. Для лиц пожилого возраста и предрасположенных к атеросклерозу соотношение растительных и животных жиров должно быть приблизительно равным.

Общее содержание жиров в рационе рекомендуют на уровне 30-35 % от его калорийности, в весовом соотношении - в среднем 107 г/сут. Это количество может быть несколько увеличено в условиях холодного климата за счет квоты углеводов или, соответственно, снижено в условиях жаркого климата.

#### 2. Величина, отражающая деятельность жирных кислот на клеточном уровне

Рассматривая вопросы пищевой ценности жиров, следует отметить, что, с одной стороны, жиры являются основным источником жирорастворимых витаминов, а с другой - жирные кислоты обладают способностью наиболее полно обеспечивать синтез структурных компонентов клеточных мембран. Последнее можно охарактеризовать с помощью специального коэффициента, отражающего отношение количества арахидоновой кислоты (как главного представителя полиненасыщенных жирных кислот в мембранных липидах) к сумме всех других полиненасыщенных жирных кислот с 20 и 22 углеродными атомами. Этот коэффициент назван коэффициентом эффективности метаболизации эссенциальных жирных кислот (КЭМ), который рассчитывается по формуле:

$$\text{кЭМ} = \frac{(20:4)}{(20:2)+(20:3)+(20:5)+(22:3)+(22:5)+(22:6)}$$

где двузначная цифра - число углеродных атомов полиненасыщенных жирных кислот, однозначная - число двойных связей. По мнению ученых Института питания РАМН, КЭМ можно использовать для оценки адекватности жирового компонента рациона.

Гигиеническая характеристика жиров и их роль в питании определяют направления производства жироемких продуктов. Несомненное значение в этом плане имеет маргариновая продукция, производство которой дает возможность сочетать необходимые организму вещества липидной природы и витамины в оптимальных соотношениях. С этих позиций маргариновая продукция является наиболее ценной и поэтому широко пропагандируется в питании населения.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Охарактеризуйте потребность организма в липидах.
2. Чем характеризуется пищевая ценность жиров?

### **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3**

#### **Тема: Превращения основных веществ при производстве мясных продуктов**

**Цель занятия:** изучение состава и пищевой ценности мяса, химических процессов, происходящих при термической обработке мясного сырья.

#### **План:**

1. Химические процессы, происходящие при тепловой обработке мясного сырья.
2. Состав и пищевая ценность мяса

#### **Теоретическая часть**

##### **1. Процессы, происходящие при тепловой обработке мясного сырья**

Необходимость тепловой обработки мясных продуктов связана с тем, что при этом происходит размягчение продукта. Соединительные ткани, придающие "жесткость", частично желатинизируются. В результате увеличивается усвояемость продукта.

При тепловой обработке мясных продуктов при 60-70°C начинается денатурация белков. Вначале разрушается третичная структура миофибриллярных и саркоплазменных белков с выделением "свободной" воды. При некоторых условиях эта вода может затем внедриться во вторичную структуру соединительной ткани (коллагена и эластина) с образованием желатиноподобных соединений. Происходит частичный гидролиз мышечных белков с образованием растворимых в воде продуктов, в том числе пептидов и аминокислот. Общее количество этих продуктов может достигать 10 % исходного белка. При варке эти азотистые вещества переходят в бульон, где участвуют в образовании пенки.

При тепловой обработке происходит частичное разрушение белково-липидных комплексов в мышечной ткани и жировых клеток - в жировой. В первую очередь разрушается триглицеридная часть липидного комплекса. Фосфолипиды и другие липоидные соединения, входящие в структуру клетки, разрушаются в меньшей степени.

Образующиеся продукты распада липидного комплекса мясных продуктов выделяются вместе с соком. Эти продукты (в количестве до 25 % от общего количества) при варке переходят в бульон. При дальнейшей варке происходит частичный гидролиз триглицеридов до глицерина и жирных кислот. Жирные кислоты плохо растворимы в воде и вместе с продуктами распада мышечных белков участвуют в образовании "пенки". Поскольку высокомолекулярные жирные кислоты обладают неприятным "салистым" привкусом, "пенку" удаляют.

### Практическая часть

#### 2. Состав и пищевая ценность мяса

**Задание:** исследовать морфологический состав мышечной ткани, классифицировать и охарактеризовать по классам белки мышечной ткани, внести данные в таблицу.

Классы белков мышечной ткани	Представители данного класса	Свойства белков	Функции белков
Белки саркоплазмы	миоген		
	глобулин X		
	миоальбумин		
	миоглобин		
	кальмодулин		
Миофибрилярные белки	миозин		
	актин		
	актомиозин		
	тропомиозин		
	тропонин		
	десмин		
Белки стромы	коллаген		
	эластин		

#### Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте морфологический состав мышечной ткани.
2. Что относится к экстрактивным веществам мышечной ткани?
3. Охарактеризуйте соединительную, жировую и костную ткани мяса.
4. От чего зависит пищевая ценность мяса?

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

**Тема: Основы производства зерновых продуктов, сахара и крахмала**

**Цель занятия:** изучение химических процессов, происходящих при получении пшеничного хлеба, сахара и крахмала, глюкозы и глюкозо-фруктозных сиропов, маргарина и маргариновой продукции

**План:**

1. Получение пшеничного хлеба
2. Получение сахара и крахмала
  - 2.1. Получение сахара
  - 2.2. Получение крахмала из картофеля
  - 2.3. Получение крахмала из кукурузы
  - 2.4. Получение глюкозы и глюкозо-фруктозных сиропов
3. Рафинация масел

**Теоретическая часть**

**1. Получение пшеничного хлеба**

Приготовление хлеба начинается с замеса для получения однородного по всей массе теста. Его продолжительность 7-9 мин для пшеничного хлеба и 5-7 мин для ржаного хлеба. В это время происходят сложные, в первую очередь, коллоидные процессы: набухание муки, слипание ее частичек и образование массы теста. В них участвуют все основные компоненты теста: белки, углеводы, липиды, однако, ведущая роль принадлежит белкам. Белки, связывая воду, набухают, отдельные белковые макромолекулы связываются между собой за счет разных по энергии связей и взаимодействий и под влиянием механических воздействий образуют в тесте трехмерную сетчатую структуру, получившую название клейковинной. Это растяжимый, эластичный "скелет" или "каркас" теста, во многом определяющий его физические свойства, в первую очередь упругость и растяжимость. В этот белковый каркас включаются крахмальные зерна, продукты деструкции крахмала, растворимые компоненты муки и остатки оболочек зерна. На него оказывают воздействие углекислота и поваренная соль, кислород воздуха, ферменты. В дальнейшем, в ходе брожения теста клейковинный каркас постепенно растягивается. Основная часть теста представлена крахмалом, часть зерен которого повреждена при помоле. Крахмал также связывает некоторое количество воды, но объем его при этом увеличивается незначительно. Кроме твердой (эластичной) в тесте присутствует и жидкая фаза, содержащая водорастворимые (минеральные и органические) вещества, часть ее связывается нерастворимыми белками при их набухании. При замесе тесто захватывает и удерживает пузырьки воздуха. Следовательно, после замеса тесто представляет собой систему, состоящую из твердой (эластичной), жидкой и газообразной фаз.

С момента замеса начинается и брожение теста, которое, по существу продолжается до его выпечки, хотя обычно под брожением понимают более короткий период от замеса до разделки теста. Совокупность процессов, протекающих в тесте за это время, объединяют общим понятием "созревание теста". В созревающем тесте идет процесс спиртового и молочнокислого брожения.

Образовавшийся при спиртовом брожении диоксид углерода разрыхляет тесто, а этиловый спирт участвует в образовании аромата хлеба. Интенсивность брожения зависит от активности дрожжей, их качества, от количества сахара, находящегося в муке и тесте, температуры, кислотности среды.

Молочнокислородное брожение вызывают молочнокислые бактерии, попадающие в тесто из воздуха с мукой. Их делят на две группы. Первая - гомоферментативные (типичные, истинные) бактерии сбраживают гексозу с образованием главным образом молочной кислоты, вторая - гетероферментативные (нетипичные, неистинные), они наряду с молочной кислотой вырабатывают уксусную кислоту, этиловый спирт, диацетил, диоксид углерода и другие соединения. В пшеничном тесте преобладает спиртовое, в ржаном - молочнокислородное брожение.

Одновременно идут и другие биохимические процессы. Вместе с гидролизом крахмала, мальтозы и сахарозы частичному гидролизу подвергаются и пентозаны. Наряду с набуханием белков они подвергаются частичному протеолизу. Частичный протеолиз в тесте из сильной муки желателен. Он приводит к улучшению физических свойств теста, а в результате взаимодействия восстанавливающих сахаров с продуктами деполимеризации белков (меланоидинообразование) улучшаются его вкус и аромат, окраска корки хлеба. В тесте из слабой муки интенсивный протеолиз нежелателен, он приводит к увеличению неограниченного набухания белков, ухудшает физические свойства теста. Хлеб получается расплывшийся, недостаточного объема.

На эти процессы значительное влияние оказывает температура. Оптимальная температура брожения 26 - 32°C. Для интенсификации процессов, идущих при созревании теста, и улучшения качества хлеба применяют механические (повторный замес или обминку теста, интенсивный замес), теплофизические (повышение температуры опары и теста), химические и биохимические способы, в том числе использование пищевых добавок.

В ходе выпечки, по мере превращения теста в хлеб, в нем протекает комплекс сложных процессов. В начале выпечки брожение ускоряется, наиболее интенсивно оно идет при температуре 35°C, образуется этиловый спирт, диоксид углерода, молочная и уксусная кислоты; по мере роста температуры брожение затухает, а затем прекращается (50 - 60°C). Интенсивность образования диоксида углерода, тепловое расширение газов в тесте приводят к увеличению его объема. При повышении температуры белки теряют часть присоединенной ранее воды, происходит неполный их протеолиз, а при температуре 70°C и выше они частично денатурируют, теряют эластичность, уплотняются. Крахмал при выпечке частично поглощает выделенную белками влагу, клейстеризуется и частично гидролизуется с образованием декстринов и некоторого количества сахаров. Особенно энергично гидролиз крахмала идет при выпечке ржаного хлеба.

В ходе выпечки интенсивно протекают процессы формирования вкуса и запаха хлеба. Большая роль в этом принадлежит альдегидам, например изовалериановому, имеющему запах ржаной корки, а также фурфуролу и оксиметилфурфуролу. Последние образуются во время выпечки из моноз.

Решающая роль в образовании аромата и вкуса хлеба, румяной, поджаристой, хрустящей, приятно пахнущей корки хлеба играет реакция меланоидинообразования.

Выпеченный хлеб при хранении теряет часть влаги (2 - 4%) постепенно, в результате старения клейстеризованного крахмала он черствеет, при этом происходит уплотнение структуры крахмала и потеря им части влаги.

## **2. Получения сахара и крахмала**

### **1.1. Получение сахара**

В нашей стране сырьем для производства сахара (сахарозы) служат сахарная свекла (*Beta vulgaris*). Среднее содержание сахарозы в корнеплоде сахарной свеклы 17,5%. В состав нерастворимых органических веществ (5%) входят гемицеллюлозы 1,3 %, пектиновые вещества 2,4 %; в состав азотистых органических веществ (1,2 %) - белок 0,7 %, бектин 0,2 %, аминокислоты 0,2 %; безазотистые органические вещества включают инвертный сахар 0,12 %, органические кислоты 0,5 %. Минеральный состав, пересчитанный на оксиды:  $K_2O$  - 0,2;  $CaO$  - 0,07;  $Na_2O$  - 0,04;  $P_2O_5$  - 0,07 % и др.

Свекла после мойки и удаления примесей измельчается в тонкую стружку определенных размеров и поступает на экстрагирование (диффузию) для извлечения сахарозы (обессахаривание). Скорость экстракции и глубина извлечения резко возрастают при повышении температуры (до 70°C) в результате денатурации белков протоплазмы и мембран. При температуре экстракции более 70 - 75°C происходит набухание пектиновых веществ, снижается упругость стружки, при температуре же ниже 70°C интенсивно развиваются микроорганизмы, что приводит к её порче.

Диффузионный сок с содержанием сухих веществ 16-17 %, в т.ч. 14-15 % сахарозы, перед выпариванием подвергают длительной и сложной очистке для удаления хлопьев скоагулированного белка, обрывков клеток, растворенных в нем органических и неорганических примесей (растворимые белки, пектиновые вещества и другие продукты их распада, редуцирующие сахара, аминокислоты, азотистые основания, соли органических и неорганических кислот и другие соединения), которые затрудняют кристаллизацию и снижают выход сахарозы.

В основе современных методов очистки диффузионного сока лежит обработка его гидроксидом кальция (дефекация), а затем удаление его избытка углекислым газом (сатурация).

Сатурационный сок поступает для дальнейшей очистки на сульфитацию (обработка диоксидом серы). Здесь происходит обесцвечивание красящих веществ за счет восстановления и перехода их в лейкосоединения, блокирования альдегидо- и кетогруппы в сахарах и продуктах их распада и предотвращения образования красящих веществ с их участием, снижение щелочности сока и сиропа. Снижается вязкость раствора.

Далее диффузионный сок направляется на выпаривание, центрифугирование и сушку.

## **2.2. Получение крахмала из картофеля**

Крахмал, сахаристые продукты на его основе (патока, декстрины, кристаллическая глюкоза), модифицированные крахмалы широко применяют в пищевой промышленности. Основное сырье для их получения - картофель и кукуруза.

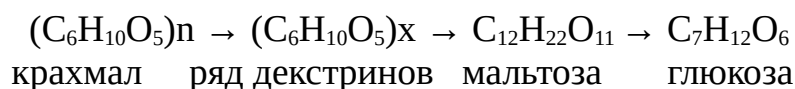
Картофель измельчается. При этом происходит разрушение клеток клубней картофеля и высвобождение крахмальных зерен. Освобожденный из клеток крахмал называется "свободным". "Картофельная кашка" состоит из "свободного" крахмала, разрушенных клеточных стенок (мезги), крахмала, оставшегося в неразрушенных клетках ("связанный" крахмал), и клеточного сока. Операцию отделения клеточного сока необходимо производить максимально быстро, так как содержащаяся в клеточном соке аминокислота тирозин под влиянием фермента полифенолоксидазы окисляется с образованием окрашенных соединений, которые

снижают качество готового крахмала. Из оставшейся после отделения клеточного сока кашки вымывают свободный крахмал. Образующуюся свободную суспензию (крахмальное молоко) отделяют от мезги. Суспензию крахмала очищают (рафинируют), удаляя оставшиеся в ней примеси, многократно промывают водой, отделяя крахмальные зерна. Влажность сырого крахмала составляет 40-52 %, затем его подвергают дальнейшей переработке для получения сухого крахмала.

### 2.3. Получение крахмала из кукурузы

Для получения крахмала зерно кукурузы замачивается в течение 48-50 ч в 0,2 %-ном растворе сернистой кислоты при 48-50°C. Зерно набухает, размягчается, при этом ослабевают связи между его составными частями, белком и крахмалом. Оболочки становятся проницаемыми, влажность зерна возрастает до 40-45 % и в "замочную" воду переходит  $\frac{2}{3}$  растворимых веществ зерна. Происходит инактивация ферментов. Замоченное зерно вместе с крахмальным молоком поступает на дробление, для разделения зерна на части, высвобождения зародыша и выделения максимального количества крахмала. В результате дробления удается выделить до 90-97 % зародыша, из которого получают кукурузное масло. Из оставшейся кукурузной кашки отделяют остатки клетчатки, выделяют свободный крахмал и глютен. Чистый кукурузный крахмал обезвоживается до содержания влаги 13 %.

Гидролизаты крахмала - продукты частичного гидролиза крахмала разбавленными кислотами, ферментами или и теми, и другими. Схема гидролиза имеет следующий вид:



При гидролизе (осахаривании) происходит декструкция крахмала и образование продуктов с различной молекулярной массой (декстрины, мальтозы, глюкозы).

Глубину гидролиза оценивают по содержанию редуцирующих веществ и условно выражают в глюкозных единицах (процентное содержание D-глюкозы в массе сухого вещества продукта). Промышленные продукты неполного гидролиза крахмала - патоки. Их применяют в качестве антикристаллизатора при производстве карамели, повидла, в хлебопечении, в консервном производстве, производстве безалкогольных напитков, мороженого. Карамельная патока содержит 38-44 % редуцирующих веществ к массе сухого вещества, низкоосахаренная - 30-34 %, глюкозная - 44-60 %.

### 2.4. Получение глюкозы и глюкозо-фруктозных сиропов

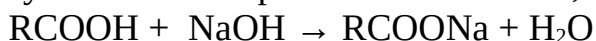
Глюкоза является конечным продуктом гидролиза крахмала. При получении глюкозы проводят более глубокий гидролиз суспензии крахмала, получая гидролизаты с высоким содержанием глюкозы. Осахаренный сироп упаривают и направляют на кристаллизацию. Продукт, полученный в результате затвердевания очищенных и уваренных гидролизатов, называют крахмальным сахаром, а выделенные кристаллы глюкозы - кристаллической глюкозой. Последняя должна содержать не менее 99,5 % редуцирующих веществ (в пересчете на сухое вещество).

Для получения глюкозо-фруктозных сиропов крахмальное молоко гидролизуют при участии соляной кислоты или фермента амилазы, как при получении гидролизатов крахмала. Затем, продолжая гидролиз, с помощью глюкоамилазы (рН 4-5,6, температура 55-60°С), получают D-глюкозу, которую изомеризуют с помощью фермента глюкоизомеразы (рН 6-6,2, температура 60-70°С) во фруктозу. Получают глюкозо-фруктозные сиропы с содержанием 45-50 % фруктозы и 55-60 % глюкозы.

### 3. Рафинация масел

"Сырые" масла кроме запасных липидов (ацилглицеридов) содержат и другие группы липидов (фосфолипиды, воски), а также продукты гидролиза и окисления липидов и вещества, определяющие цвет, запах и вкус масел. Из масличного сырья при извлечении жира в него могут переходить ядохимикаты (пестициды и гербициды и т.д.), полициклические ароматические углеводороды. Цель рафинации - получение масел и жиров, состоящих главным образом из ацилглицеридов (глицеридов). Рафинация масла начинается с гидратации, т.е. извлечения гидрофильных соединений, в первую очередь фосфолипидов). Их содержание в масле невелико (1-2 %), однако, обладая эмульгирующими свойствами, фосфолипиды повышают устойчивость образующихся на последующих этапах рафинации эмульсий, затрудняя отделение ненужных компонентов, осложняя его переработку, выпадают в осадок и легко разлагаются при хранении масла. При гидратации (взаимодействие с водой) молекулы фосфолипидов набухают и коагулируют. Далее фосфатидную эмульсию удаляют.

Растительные масла содержат свободные жирные кислоты, перешедшие в масло из семян и образовавшиеся при его гидролизе, они ухудшают его пищевое достоинство. Основным способом снижения содержания жирных кислот в масле - щелочная нейтрализация водными растворами щелочей, при которой образуются соли жирных кислот - мыла, выпадающие в осадок:



Образовавшиеся при нейтрализации мыльные растворы получили название соапстоков.

Далее для удаления жирорастворимых пигментов проводят адсорбционную рафинацию или отбеливание, используя бентонитовые глины, содержащие алюмосиликаты или активированные угли.

Завершающая стадия рафинации - дезодорация - удаление одорирующих веществ (низкомолекулярные кислоты, альдегиды и кетоны, эфирные масла). Также удаляют полициклические углеводороды, ядохимикаты и др.

#### Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику химического состава зерна.
2. Какие химические процессы происходят при переработке зерна в муку?
3. Какие химические процессы происходят при производстве макаронных изделий?
4. Напишите реакции, происходящие при гидрогенизации жиров.



## Тема: Основы производства этилового спирта, пива, вина

**Цель работы:** изучение химических процессов, происходящих при производстве этилового спирта, пива и вина.

### План:

1. Производство этилового спирта
  - 1.1. Процесс производства этилового спирта из крахмалсодержащего сырья
  - 1.2. Процесс производства спирта из свекловичной мелассы (патоки)
2. Производство пива
3. Производство вина
  - 3.1. Первичное виноделие
  - 3.2. Вторичное виноделие

### Теоретическая часть

Производство этилового спирта биохимическим путём базируется на том, что некоторые виды дрожжей способны разлагать сахара, находящиеся в растворе, с образованием спирта. В большинстве отраслей пищевой промышленности используют истинные дрожжи семейства *Sacharomycetaceae* (*Sach.cerevisiae*, *vini*, *carlsbergensis*). По типу дыхания эти дрожжи являются факультативными анаэробами. Когда доступ кислорода к дрожжевым клеткам затруднён, усиливается анаэробное дыхание (спиртовое брожение), которое ослабляется и угнетается, как только становится возможным использование поступающего кислорода.

#### 1. Производство этилового спирта

Активность дрожжей зависит от ряда факторов, главными из которых является полноценность питательной среды и её концентрация.

Процесс производства спирта состоит из нескольких этапов, и в соответствии с этими стадиями, на каждом спиртовом заводе имеются соответствующие отделения или цехи:

- 1 стадия – Подготовка сырья для сбраживания;
- 2 стадия – Подготовка засевных дрожжей;
- 3 стадия – Брожение;
- 4 стадия – Отгонка спирта из бражки;
- 5 стадия – Ректификация спирта.

Сырьём для производства этилового спирта могут быть разнообразные материалы, содержащие в достаточном количестве сбраживаемые сахара или другие углеводы, которые можно превратить в сбраживаемые сахара (картофель и отходы крахмалопаточных заводов, различные зерновые культуры, в том числе дефектное зерновое сырьё, свекловичная или тростниковая меласса и сахарная свекла).

##### 1.1. Процесс производства спирта из крахмалсодержащего сырья

*Подготовка сырья.* Крахмал – сложный полисахарид, дрожжи его не сбраживают вследствие отсутствия у них ферментов, гидролизующих крахмал. Поэтому крахмалсодержащее сырьё необходимо предварительно подвергнуть воздействию осаживающих ферментов. Чтобы крахмал стал доступным для этих ферментов, его подвергают действию высокой температуры и давления – развариванию, клейстеризации и разжижению крахмала. Процесс

осуществляется в специальных аппаратах – разварниках периодического или непрерывного действия.

Следующим этапом производства является осахаривание – превращение оклейстеризованного крахмального сырья под влиянием гидролитических ферментов в сахара, легко сбраживаемые дрожжами. Источниками осахаривающих ферментов являются солод и препараты плесневых грибов.

Солод – зерно, пророщенное в соответствующих условиях. В нём имеется комплекс ферментов:  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаза и декстриназа, под действием которых растворённый крахмал превращается в сбраживаемый дрожжами сахар – мальтозу.

В последнее время солод всё больше вытесняется ферментными препаратами главным образом грибного происхождения. Для получения ферментных препаратов используются различные виды двух родов грибов – *Mucor* и *Aspergillus*. В этих препаратах содержатся ферменты амилаза, декстриназа и мальтаза.

В спец. устройстве - дрожжанке накапливаются дрожжи для бродильного отделения завода. В 1 мл среды в дрожжанке должно содержаться не менее 150-200 млн. клеток дрожжей чистой культуре, так как в этих условиях дрожжи устойчивы к заражению их посторонними микроорганизмами.

Сбраживание осахарённой массы дрожжами производят в бродильном отделении. Применяется несколько методов сбраживания крахмалсодержащего сырья: периодическое, полунепрерывное и непрерывное.

*Периодические методы* отличаются тем, что процесс брожения происходит в одном сосуде. Осахарённую массу смешивают со зрелыми дрожжами из дрожжанки, после чего начинается спиртовое брожение, которое через определённый промежуток времени (*взбраживание* – накопление значительного количества дрожжевой массы) достигает наибольшей интенсивности (*главное брожение*). Размножение клеток замедляется, а брожение становится наиболее интенсивным. Затем процесс брожения начинает затухать (*дображивание*) и прекращается, когда сбраживаемые сахара полностью сбраживаются. Чан, в котором происходил процесс, опорожняют и готовят для нового процесса.

*Полунепрерывные технологические схемы брожения* отличаются тем, что одна из стадий (*взбраживание*) проводится непрерывным методом, а остальные – периодическим.

*Непрерывный метод брожения* осуществляется в батарее, состоящей из нескольких бродильных чанов. Отдельные этапы брожения как бы расчленены и в каждом чане батареи осуществляется свой этап. В головной чане батареи поступают дрожжи и непрерывным потоком подаётся сырьё, содержащее сахар. Таким образом, через батарею идёт непрерывный поток бродящей среды. Из последнего чана выходит сбраженная бражка, которая после отделения дрожжей или сразу же поступает в брагоперегонное отделение.

### **1.2. Процесс производства спирта из свекловичной мелассы (патоки)**

Процесс производства спирта из свекловичной мелассы (патоки) – отходов сахарного производства – несколько отличается от производства спирта на крахмалсодержащем сырье, в частности, в процессах подготовки сырья и его сбраживания.

Мелассу в специальных аппаратах – рассиропниках разбавляют водой до заданного содержания сухих веществ, подкисляют серной кислотой и добавляют питательные соли. Разбавление обычно проводят в 2 этапа до конечной концентрации сухих веществ 22-35%. Так получается дрожжевое сусло. Процесс брожения в основном происходит непрерывным методом.

Сбраженная питательная среда (бражка) в конце процесса брожения содержит этиловый спирт в концентрации примерно 13-15 об/%.

*Перегонка и ректификация.* Отбродившая зрелая бражка, полученная при сбраживании как крахмального, так и мелассного сырья, подаётся на брагоперегонные аппараты. В этих аппаратах из бражки выделяется этиловый спирт и все летучие примеси. Полученный продукт называется *спирт – сырец*, а остаток – *бардой*. Спирт-сырец используют для технических целей или подвергают очистке от примесей – ректификации. В результате получают спирт-ректификат, содержащий 95,6 об/% (по массе) алкоголя.

## 2. Производство пива

Пиво является слабоалкогольным напитком, приготовляемым из зернового сырья, хмеля и воды путём сбраживания сусла специальными пивными дрожжами.

Производство пива – сложный и длительный биохимический процесс, который состоит из следующих стадий:

- 1) Изготовление солода из ячменя;
- 2) Получение пивного сусла из солода, несоложёных материалов и хмеля;
- 3) Сбраживание пивного сусла;
- 4) Выдержка (созревание) пива;
- 5) Фильтрация и розлив пива.

Солод готовят, как и для спиртового производства, из ячменя, но можно в солод добавлять и пшеницу, рис, а также сахар.

Сухой ячменный солод, а иногда и добавленные к нему несоложёные материалы дробят, смешивают с тёплой водой и осахаривают амило- и протеолитическими ферментами. Под действием последних в раствор переходит примерно 75% сухих веществ солода. По окончании осахаривания в питательную среду вводят хмель и всю массу кипятят. В это время белки коагулируют, ферменты инактивируются, а хмелевые вещества растворяются и придают суслу характерную хмелевую горечь и аромат.

Прокипяченную смесь фильтруют, получают сусло, которое после охлаждения поступает в бродильное отделение на брожение. Сбраженное сусло – так называемое *незрелое (зелёное) пиво* передаётся на дображивание (созревание) в закрытые аппараты – танки, а затем готовое пиво фильтруется и поступает на розлив.

В пивоварении главная роль принадлежит дрожжам. Они должны обладать следующими свойствами: быстро и полностью сбраживать сусло, при низкой температуре давать высокую полноту осветления (быстро оседать на дно за счёт хлопьевидности), передавать пиву ярко выраженный аромат и мягкий вкус. Поэтому в пивоварении наиболее широко применяются дрожжи низового брожения, главным образом, *Sach.carlsbergensis*. Характерными особенностями этих дрожжей является способность сбраживать моносахара при относительно низкой температуре (6-10°C) и низкой температурой

дображивания (0,5-1°C). Кроме того, они полностью сбраживают трисахарид раффинозу, и никогда не сбраживают крахмал, инулин и декстрины.

В процессе брожения пивного сусла различают 2 периода: *главное и дображивание*. В период главного брожения дрожжи активно размножаются, и большая часть сахаров превращается в спирт, а при дображивании дрожжи почти не размножаются, они медленно сбраживают оставшиеся сахара. В период дображивания идёт созревание пива, представляющее собой сложный процесс превращения различных веществ с участием и без участия дрожжей. В результате созревания пиво приобретает свой вкус, цвет и аромат.

*Главное брожение* протекает в несколько стадий и длится в течение 7-10 суток. В основном процесс идёт в аэробных условиях в открытых чанах, при этом на его поверхности образуется плёнка (дека), состоящая из дрожжей, посторонних микроорганизмов, попавших из воздуха, хмелевых смол, белковых веществ. Поэтому перед подачей пива на дображивание дека удаляют. Применяют холодное брожение пива при температуре 5-9°C и тёплое – при 7-13°C.

*Дображивание пива*. Этот процесс ведётся в закрытых танках при низкой температуре. В пиве, поступающем на дображивание, должно содержаться 1,2-1,3 грамм дрожжей в 1 литре. При дображивании важным фактором является соблюдение низкой температуры. Повышение температуры (от 8-10°C и выше) приводит в большинстве случаев к прокисанию пива за счёт развития молочнокислых и уксуснокислых бактерий. После процесса дображивания (температура 1-5°C в течение 5-7 суток) пиво осветляют от клеток дрожжей и твёрдых питательных веществ различными методами, могут подвергать пастеризации. После этого пиво готово к употреблению.

### **3. Производство вина**

Вино представляет собой продукт спиртового брожения виноградного или плодово-ягодного сока. Технологический процесс виноделия основывается на биохимических превращениях веществ сока под влиянием дрожжей, обмен веществ которых регулируется ферментным комплексом дрожжевой клетки. В результате размножения и жизнедеятельности дрожжей в соке происходят большие изменения. Часть углеводов служит материалом для спиртового брожения, часть расходуется на построение биомассы клеток.

Из сахаров сусла образуются продукты спиртового брожения: *первичные* – спирт и углекислый газ и *вторичные* – глицерин, уксусный альдегид, органические кислоты и другие соединения.

В производстве вин различают первичное и вторичное виноделие.

#### **3.1. Первичное виноделие**

Подготавливается сырьё (отделение сока, его отстаивание и охлаждение, обработка сернистым альдегидом для обеззараживания и уничтожения вредной микрофлоры). К основным операциям первичного виноделия относятся процесс брожения и дальнейшая обработка полученного продукта.

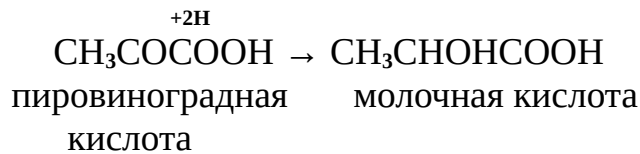
Брожение сока является важнейшей операцией. Небольшая концентрация задаваемых дрожжей (1,5-2%) позволяет лучше регулировать процесс брожения и избегать нежелательных побочных реакций. Процесс брожения ведут периодическим методом в больших ёмкостях (бочках) или непрерывным



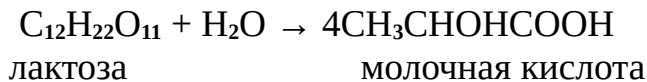
глюкоза      пиروиноградная кислота

Галактоза через глюкозу также превращается в 2 молекулы пиروиноградной кислоты.

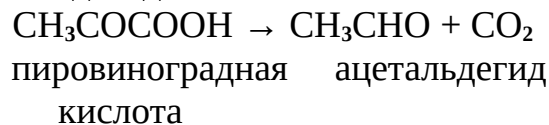
Пирииноградная кислота в присутствии фермента лактатдегидрогеназы восстанавливается до молочной кислоты:



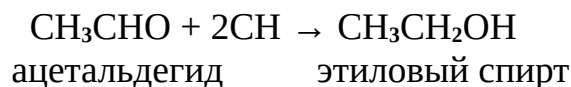
Таким образом, теоретически из 1 молекулы лактозы должно образоваться 4 молекулы молочной кислоты:



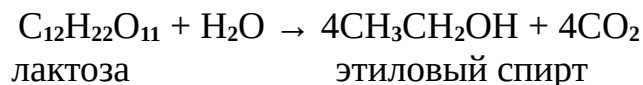
т.е. из 342 г молочного сахара образуется теоретически 360 г молочной кислоты. Практически выход ниже, т.к. на каждой стадии преобразования образуются побочные продукты, например летучие кислоты (уксусная, пропионовая и др.), карбонильные соединения (диацетил, ацетоин, уксусный альдегид и др.), спирт,  $\text{CO}_2$  и ряд других веществ, участвующих в образовании аромата и вкуса кисломолочных продуктов. В среднем в кефире накапливается до 0,9 % молочной кислоты, в кумысе - до 1,4, в сметане - 0,7 %. Весьма часто спиртовое брожение сопровождается спиртовым, если в среде присутствуют так называемые молочные дрожжи. В этом случае образующаяся из лактозы пирииноградная кислота под действием фермента пируватдекарбоксилазы расщепляется до уксусного альдегида и  $\text{CO}_2$ :



Уксусный альдегид при участии альдегиддегидрогеназы восстанавливается в этиловый спирт:



В конечном итоге спиртовое брожение лактозы выглядит следующим образом:



Содержание этилового спирта в кумысе из коровьего молока может достигать 1,9 % (по объему), в кефире - до 0,03 % (по объему).

При молочнокислом брожении лактозы одновременно происходит и кислотная коагуляция казеиновых фракций белков молока. Происходит снижение отрицательных зарядов казеиновых мицелл, нарушается структура казеин-кальций-фосфатного комплекса с выделением растворимого кальция, что, в свою очередь, дестабилизирует кальциевые мицеллы.

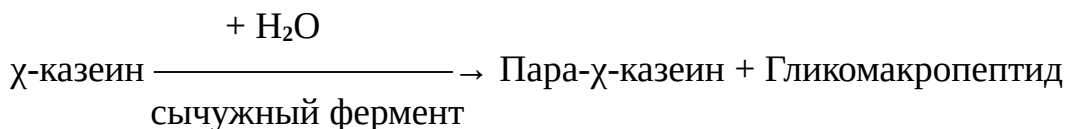
## 2. Химические процессы получения сычужных сыров

Приготовление сыра начинается с "созревания" молока (выдерживание при низкой температуре в течение 10-14 ч). При этом происходят некоторые микробиологические и физико-химические процессы. Например, активизируется молочнокислая микрофлора, повышается содержание молочной кислоты и часть

кальция из коллоидного состояния переходит в ионно-молекулярное, что в дальнейшем будет облегчать укрупнение казеиновых частиц.

Далее вносят бактериальную закваску, содержащую молочнокислые бактерии, хлорид кальция. Дальнейшая технологическая операция - створаживание (непосредственное внесение сычужного фермента).

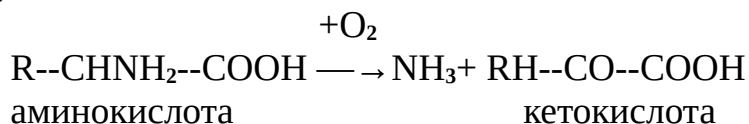
Химическая сущность данных технологических процессов заключается в следующем. Сначала под действием сычужного фермента происходит разрушение важнейшего белкового компонента казеинового комплекса -  $\chi$ -казеина на два компонента: так называемый пара- $\chi$ -казеин и гликомакропептид. Установлено, что распад идет за счет разрыва ферментной связи между аминокислотами фенилаланином - метионином:



Пара- $\chi$ -казеин легко связывается с ионами кальция и переходит в нерастворимую форму. Казеиновые мицеллы теряют электрический заряд, их гидратная оболочка разрушается и происходит коагуляция этих мицелл.

Далее сыр подвергают формованию и отправляют на созревание.

*Изменение белков.* Под действием молочнокислых бактерий и ферментов сычужного комплекса происходит частичный гидролиз белков сыра с образованием растворимых фракций (типа полипептидов) и свободных аминокислот. Содержание свободных аминокислот при созревании резко увеличивается, но в дальнейшем может снизиться вследствие потребления молочнокислыми бактериями или в результате самостоятельного распада. Например, при дезаминировании могут образоваться аммиак и кетокислота по типу:



Аминокислоты могут подвергаться и другим превращениям, например, окислительному дезаминированию с образованием аммиака,  $\text{CO}_2$  и алифатического альдегида с числом углеродных атомов на единицу меньше. Все эти соединения в той или иной степени участвуют в образовании аромата и вкуса сыра.

*Изменение жиров.* Молочнокислые бактерии обладают довольно активными липолитическими ферментами. Поэтому с самого начала созревания происходит активный гидролиз триглицеридов с образованием значительного количества жирных кислот. В свою очередь, свободные жирные кислоты под влиянием ферментов, выделяемых молочнокислыми бактериями, и химических превращений под влиянием кислорода, могут распадаться с образованием различных альдегидов и кетонов, участвующих в образовании аромата и вкуса сыров.

*Изменение углеводов.* Молочнокислые бактерии в первые 5-10 дней почти полностью потребляют лактозу, основного представителя углеводов. При этом лактоза превращается главным образом в молочную кислоту и  $\text{CO}_2$ , а также в ряд побочных продуктов - уксусную кислоту, диацетил, ацетоин и др., влияющие на

вкус и аромат сыра. Образовавшаяся молочная кислота при созревании, в свою очередь, подвергается распаду (на 30-50 %).

**Контрольные вопросы:**

1. Какие химические процессы происходят при получении плавленых сыров?
2. Какие химические процессы происходят при получении творога?
3. Как изменяются белки, липиды, углеводы, витамины и ферменты при температурной обработке молока?
4. Что такое "молочный камень"?

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7**

### **Тема: Хранение овощей, фруктов и ягод**

**Цель работы:** изучение химических процессов, происходящих при хранении овощей, фруктов и ягод,

**План:**

1. Дыхание растительных продуктов.
2. Общие химические процессы, происходящие в растительных продуктах при хранении.

#### **Теоретическая часть**

##### **1. Дыхание растительных продуктов**

Известно, что убранный урожай, т.е. сорванные яблоки, выкопанный картофель и т.д. не умирает, а живет, подготавливая себя к дальнейшему воспроизводству. Жизнь собранных продуктов возможна благодаря энергии, образуемой при дыхании. Основным, но не единственным субстратом для дыхания являются сахара, главным образом, глюкоза и фруктоза. Ферментные системы, необходимые для дыхания, в собранном урожае полностью сохранились. Они и превращают сахара с выделением  $\text{CO}_2$ , воды и большого количества тепла. Схематически дыхание растительных продуктов может быть представлено следующим уравнением:



Чем выше температура хранения, тем больше выделяется тепла. После окончания созревания интенсивность дыхания снижается, что, в конечном счете, ведет к разложению плода.

Большинство овощей и фруктов хорошо хранятся при температуре, близкой к  $0^\circ\text{C}$ , но даже при этой низкой температуре дыхание лишь замедляется, но не прекращается. Т.к. при этом выделяется тепло, то в результате саморазогревания (т.е. постепенного повышения температуры) происходит интенсификация дыхания. Поэтому для удаления тепла необходимо при обычном хранении активное вентилирование.

##### **2. Общие химические процессы, происходящие в растительных продуктах при хранении**

Небольшая часть сахаров распадается путем внутриклеточного брожения по схеме:





При этом спирт образуется путем восстановления ацетальдегида. Например, в красных плодах томатов при хранении образуется до 41 % спирта, в некоторых фруктах и ягодах - до 0,5 %. Избыток этанола приводит к разрушению плодов и ягод.

При хранении происходит также окислительное разрушение органических кислот, в первую очередь яблочной, до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . В результате общая кислотность падает, и вкус овощей и фруктов становится "плоским".

Несколько сложнее наблюдаются превращения углеводов у картофеля. При его хранении происходит ферментативный распад крахмала по фосфорилазному или амилазному пути. Образующаяся в результате распада крахмала глюкоза расходуется на дыхание. Если по каким-либо причинам система дыхания разрушена или ослаблена, например, подмораживанием до низких отрицательных температур, то глюкоза накапливается и картофель "сладит".

Для многих зимних видов фруктов важное значение имеет превращение пектина. При их хранении происходит постепенное разрушение вторичной структуры пектина, который придает фруктам "твердость". В результате водоудерживающая способность снижается, и пектин переходит в основном в растворимую форму. Вкус продукта при этом улучшается. Отрицательным процессом, происходящим при хранении и снижающим пищевую ценность, является самопроизвольное разрушение витаминов, особенно наиболее лабильного - витамина С. Этот процесс продолжается весь период хранения.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое дыхание растений?
2. Какие способы существуют в пищевой промышленности для снижения дыхания растительных продуктов?
3. Назовите основные химические процессы, происходящие в растительных продуктах при хранении.

#### **Список литературы**

1. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.: ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
2. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – М: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.

3. Балашов Б.Е., Рудольф В.В. Техника и технология производства пива и безалкогольных напитков. – М: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 246 с.
4. Великая Е.И., Суходол В.Ф. Лабораторный практикум по курсу общей технологии бродильных производств (общие методы контроля). – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 312 с.
5. Гельфанд С.Ю. и др. Справочник работника лаборатории консервного завода/С.Ю. Гельфанд, Э.В. Дьяконова, Т.Н. Медведева. – М.: Агропромиздат, 1990. – 176 с., ил.
6. Зверева Л.Ф. и др. Технология и теххимический контроль хлебопекарного производства/Зверева Л.Ф., Немцова З.С., Волкова Н.П. – 3-е изд. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 416 с.
7. Карушева Н.В., Лурье И.С. Теххимический контроль кондитерского производства. – М.: Агропромиздат, 1990. – 160 с. (Учебники и учеб. пособия для учащихся техникумов).
8. Парамонова Т.Н. Экспресс-методы оценки качества продовольственных товаров. – М.: Экономика, 1988. – 111 с.
9. Солдатов А.П., Табакова Л.П., Табаков Г.П. Практикум по технологии производства молока и говядины. – М.: Колос, 1999. – 168 с.: - (Учебники и учеб. пособия для студентов средн. спец. учеб. заведений).
10. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: Справочник/Н.Ю. Алексеева, В.П. Аристова, А.П. Патратий и др.; Под ред. канд. техн. наук Я.И. Костина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 239 с; ил.
11. Торжинская Л.Р., Яковенко В.А. Теххимический контроль хлебопродуктов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 399 с., ил.
12. Фертман Г.И., Муравицкая Л.В. Справочник для работников лабораторий пивоваренных заводов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 208 с.
13. Шепелев А.Ф., Кожухова О.И. Товароведение и экспертиза молока и молочных продуктов: учебное пособие. – Ростов н/Д: издательский центр «МарТ», 2001. – 128 с.
14. Шепелев А.Ф., Печенежская И.А., Кожухова О.И., Туров А.С. Товароведение и экспертиза зерномучных и плодоовощных товаров/Серия «Учебники, учебные пособия» - Ростов-на-Дону: «Феникс», 2002. – 224 с.