БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ИЗ СЫРЬЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**краткий курс лекций**

## 190301 Биотехнология

## 190401 Пищевая биотехнология

## 190302 Продукты питания растительного происхождения

**Лекция 1**

# ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ (ЧАСТЬ I)

## Микроорганизмы, используемые в биотехнологической промышленности

Микроорганизмов, синтезирующих продукты или осуществляющих полезные для человека реакции, насчитывается несколько сотен видов. Микроорганизмы, широко используемые в производстве пищевых продуктов, относятся к четырем группам: бактерии, актиномицеты (грамположительные бактерии, не образующие спор), дрожжи и плесени.

Из 500 известных видов*дрожжей*первыми люди научились использовать *Saccharomyces cerevisiae*, этот вид наиболее интенсивно культивируется, и нашел самое широкое применение. Многочисленные штаммы *S. сerevisiae* находят применение в пивоварении, виноделии, производстве японской рисовой водки (сакэ) и других алкогольных напитков, а также в хлебопечении. К дрожжам, сбраживающим лактозу, относится вид *Kluyveromyces fragilis,* который используют для получения спирта из молочной сыворотки. *Saccharomyces lipolitica*деградирует углеводороды и употребляется для получения микробной биомассы.

Все три вида принадлежат к классу аскомицетов. Другие полезные виды относятся к классу дейтеромицетов (несовершенных грибов), так как они размножаются не половым путем, а почкованием. *Phaffia rhodozyma* синтезирует астаксантин – каротиноид, который придает мякоти форели и лосося, выращиваемых на фермах, характерный оранжевый или розовый цвет.

*Плесени*(микроскопические грибы) вызывают многочисленные превращения в твердых средах, которые происходят перед брожением, их наличием объясняется гидролиз рисового крахмала при производстве сакэ и гидролиз соевых бобов, риса и солода при получении пищевых продуктов, употребляемых в азиатских странах (мисо, темпе и др.). Плесени также продуцируют ферменты, используемые в пищевой промышленности (амилазы, протеазы, пектиназы, целлюлазы), пищевые кислоты (лимонную, молочную, уксусную) и другие вещества. Микроскопические грибы рода *Penicillium* применяют в производстве сыров (например, Рокфора и Камамбера).

Полезные*бактерии*относятся к эубактериям. Уксуснокислые бактерии, представленные родами *Gluconobacter* и *Acetobacter*, - это грамотрицательные бактерии, превращающие этанол в уксусную кислоту, а уксусную кислоту – в углекислый газ и воду.

Род *Bacillus* относится к грамположительным бактериям, которые способны образовывать эндоспоры и имеют жгутики. *B. subtilis* – строгий аэроб, а *B. thuringiensis* может жить и в анаэробных условиях.

Анаэробные, образующие споры бактерии, представлены родом *Clostridium.C. acetobutylicum* сбраживает сахара в ацетон, этанол, изопропанол и n-бутанол (ацетонобутаноловое брожение), другие виды могут сбраживать крахмал, пектин и различные азотсодержащие соединения.

К молочнокислым бактериям относятся представители родов *Lactobacillus, Leuconostoc* и *Strеptococcus*, которые не образуют спор, грамположительны и не чувствительны к кислороду. Гетероферментативные молочнокислые бактерии рода *Leuconostoc* превращают углеводы в молочную кислоту, этанол и углекислый газ; гомоферментативные молочнокислые бактерии рода *Strеptococcus* продуцируют только молочную кислоту, а брожение, осуществляемое представителями рода *Lactobacillus*, позволяет получить наряду с молочной кислотой ряд разнообразных продуктов.

## Микромицеты в производстве продуктоврастительного происхождения

Мицелий микроскопических грибов уже давно используется в питании человека. В

пище жителей Юго-Восточной Азии, стран Востока в рационе доминируют крахмал, другие углеводы и не хватает белка. Для обогащения крахмалосодержащих продуктов белками и придания им вкуса мяса в этих странах с древних времен на растительных продуктах выращивают специально подобранные и естественным путем селекционированные виды плесневых грибов. На основе соевых бобов на Востоке вырабатывают множество традиционных пищевых продуктов, их особый вкус определяется деятельностью микроорганизмов. Это, главным образом, грибы, в частности представители рода *Aspergillus.*

Характерным элементом восточной кухни является продукт под общим названием темпе (или темпех). В Индонезии темпе представляет собой плотную лепешку, изготовленную из соевых бобов, арахиса или кокосовых орехов. Арахисовые или соевые лепешки употребляют в пищу обросшими плесневыми грибами рода *Rhizopus.*Арахисовое темпе содержит до 50 % белковых веществ и по вкусу напоминает мясные изделия.

Японская кухня славится продуктом под названием нате или мисо. Его получают из обросших плесневым грибом *Aspergillus orizae* соевых бобов. Продукт имеет характерный острый вкус. В Китае аналогичным способом изготовляют сырообразный деликатес суфу (красный творог), используя для этого соевые бобы и некоторые виды плесневых грибов рода *Mucor*. Еще один китайский продукт – ангкак, при приготовлении которого рис засевается плесневым грибом *Monascus purpureus* с целью улучшения вкуса продукта, а также для того, чтобы придать ему красный цвет.

## Применение пищевых добавок и ингредиентов,полученных биотехнологическим путем

Полный список всех возможных пищевых добавок обозначается буквой E. Консерванты, антиоксиданты, стабилизаторы, эмульгаторы, усилители вкуса и аромата, пеногасители. Такой перечень различных химических веществ включает в себя буква на упаковке с продуктом:

E 100 – 199 красители;

E 200 – 299 консерванты;

E 300 – 399 антиокислители;

E 400 – 499 загустители и эмульгаторы;

E 500 – 599 регуляторы кислотности и разрыхлители, препятствующие слеживанию и комкованию;

E 600 – 699 усилители вкуса и аромата;

E 900 — 967 противопенные, глазирователи, улучшители муки, подсластители; E 1100 — 1105 ферментные препараты.

## Подкислители

Подкислители применяют в основном как вкусовые добавки для придания продуктам

«острого» вкуса. Самый популярный подкислитель – лимонная кислота, которую получают при участии *Aspergillus niger*, сбраживая мелассу и содержащие глюкозу гидролизаты. Ее широко используют в производстве безалкогольных напитков и кондитерских изделий. При консервировании помидоров широко используют яблочную кислоту, ее образует *A. flavus*. К числу других кислот, широко применяемых в пищевой промышленности, относятся уксусная, молочная, итаконовая (продуцент – *A. terreus*), глюконовая, используемая в форме глюконолактона (продуцент - *A. niger*), и фумаровая (микроскопический гриб рода *Rhizopus*).

## Усилители вкуса.

Вещества, усиливающие оттенки вкуса, содержатся в природных пищевых продуктах. Главным усилителем вкуса считается натриевая соль глутаминовой кислоты (глутамат натрия): ее можно получать при помощи *Micrococcus glutamicus.*

Расщепляя с помощью фермента нуклеазы микроскопического гриба *Penicillium citrinum* нуклеиновые кислоты, в промышленном масштабе получают 5´-нуклеотиды (содержащие главным образом инозин и гуанин), которые находят применение как усилители вкуса.

## Красители.

Основные потребности в этих соединениях удовлетворяются за счет природных источников и продуктов химического синтеза, но два из них традиционно получают методами биотехнологии. В качестве красителей и усилителей цвета используются некоторые витамины, такие как В2(рибофлавин), β-каротин, окрашивающие пищевые продукты в оранжево-желтые цвета. -каротин применяют при изготовлении колбас с целью замены нитрита натрия, кондитерских изделий, сливочного масла, макаронных изделий.

Некоторые аминокислоты при температуре 100-120С и сильнощелочной реакции взаимодействуют с сахарами с образованием красителей.

## Загустители.

Ксантанбыл первым микробным полисахаридом, который начали производить в промышленном масштабе (1967 г.). Синтезируется микроорганизмами *Xanthomonas campestris* при выращивании на глюкозе, сахарозе, крахмале, кукурузной декстрозе, барде, творожной сыворотке. Это вещество обладает высокой вязкостью в широком диапазоне рН, не зависящей от температуры и присутствия солей. Ксантаны безопасны для человека, вследствие чего с 1969 г. используются в пищевой промышленности для производства консервированных и замороженных пищевых продуктов, приправ, соусов, продуктов быстрого приготовления, заправок, кремов и фруктовых напитков. В сочетании с растительным полисахаридом из семян лжеакации водные растворы ксантана образуют стабильные гели, что используется в производстве кормов, например, консервированных кормов для домашних животных.

Широко используется в кондитерской промышленности и при производстве мороженого в качестве стабилизатора полисахариддекстран (α-D-глюкан) из *Leuconostoc mesenteroides,* выращиваемого на сахарозе.

Альгинатыиз растительных источников широко используются в пищевой промышленности в качестве загустителей или гелеобразующих агентов. Их применяют для стабилизации йогурта, для предотвращения образования кристаллов льда при получении мороженого и т.д. Источником альгинатов служат морские водоросли (например, *Laminaria spp*.), однако по своей природе этот источник непостоянен. В промышленном масштабе получают альгинаты, выращивая бактерии *Azotobacter* в условиях избытка углерода. Причем тип получаемого альгината можно изменять, варьируя различные параметры культивирования (содержание фосфора, кальция).

## Вопросы для самоконтроля

1. Какие микроорганизмы используются в биотехнологической промышленности?
2. Для приготовления каких продуктов используются микроскопические грибы?
3. Какие обозначения используются для пищевых добавок?
4. Какие основные группы пищевых добавок вы знаете?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.
2. Теоретические основы пищевых технологий: в 2 кн. Кн.1 / Под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – 608 с. – ISBN 978-5-9532-0764-5.

*Дополнительная*

1. **Елинов, Н.П.** Основы биотехнологии / Н.П. Елинов. - СПб.: Наука, 1995, 600с.
2. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии. Учебное пособие / Г.А. Гореликова. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с.
3. **Голубев, В.Н.** Пищевая биотехнология / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов. – М.: Делипринт, 2001.– 123 с.
4. Микробные ферменты и биотехнология / Пер. с англ.; под ред. В.М. Фогарти. – М.: Агропромиздат, 1986. – 108 с.
5. Биотехнология: Теория и практика /Н.В. Загоскина, [и др.]. – М.: Изд-во: Оникс. - 2009. – 496с.

**Лекция 2**

# ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

## Характеристика пищевых добавок, применяемых в хлебопечении

1. *Улучшители окислительного и восстановительного действия* уже несколько десятилетий применяют в практике хлебопекарно производства для укрепления физических свойств теста, то есть, укрепляют клейковину, увеличивают газоудерживающую способность теста, тем самым повышая способность теста к машинной обработке и стабильность его в расстойке, уменьшения расплываемости подовых изделий вследствие снижения атакуемости белковых веществ протеиназами и образования дисульфидных связей путем окисления смежных сульфгидрильных групп, превращения протеиназы в неактивную форму окислением сульфгидрильных групп.

Запрет использования в хлебопечение бромата калия из-за возможного его отрицательного воздействия на организм человека обусловил работы по подбору альтернативных улучшителей окислительного действия. Такими являются:

* + ферментный препарат с липоксигеназой Биобейк Соя (фирма Quest Int.BV, Нидерланды);
  + с глюкозооксидазой – глюзим (фирма Novo Nordisk, Дания);

Установлено, что глюзим можно использовать в качестве добавки, обеспечивающей окислительное воздействие при приготовлении булочных изделий, рецептурами которых предусмотрено не менее 5-7% сахара-песка. Его внесение при замесе теста вызывает окисление сульфгидрильных групп в структуре клейковины, в результате чего укрепляются свойства клейковины, увеличивается водопоглотительная способность теста, улучшаются физико-химические и органолептические показатели качества готовых изделий.

Также к ним относятся широко применяемая аскорбиновая кислота (Е-300), которая содержит очень большое количество витамина С и при замесе теста сразу же начинает работать. Гораздо реже используют азодикарбонамид (Е-927а) и перекись бензоила (Е-928). Применяют также перекись кальция (Е-930), а в отдельных странах – иодаты калия и кальция, и некоторые другие окислители.

Функциональная особенность *улучшителей восстановительного действия*- способность расслабления и структуризации клейковины муки вследствие соотношения – S=S- связей и –SH групп в сторону увеличения сульфгидрильных связей, что приводит к улучшению структурно-механических свойств теста из муки с клейковиной сильной по силе или короткорвущейся клейковиной. Для этих целей обычно применяют тиосульфат натрия, цистеин, глютатион, ферментный препарат Протосубтилин Г20х.

Также к ним относится широко применяемый в практике L-цистоин и его калиевые и натриевые соли (Е-920). Эти препараты также рекомендуется применять для изменения свойств теста из муки с излишне крепкой клейковиной. При этом мякиш становится более эластичным, пористым, увеличивается объем изделия, характерные недостатки корки – трещины и подрывы – уменьшаются.

В настоящее время для этих целей используется также ферментный препарат протеолитического действия, как

* + нейтраза (фирма Novo Nordisk, Дания);
  + препарат сухой деструктурированной клейковины Дорел (фирма Quest Int.BV, Нидерланды).

Нейтраза содержит нейтральную часть протеаз *Bac. Subtilis*, оптимальные условия для действия препарата – рН 5,5-7,5 и температура 45‒55 °С. Наилучшее качество хлебобулочных изделий достигается при использовании Нейтразы в количестве 0,1-0,4 % к

массе муки.

1. *Модифицированные крахмалы* позволяют улучшать пористость и цвет мякиша и замедлять черствение хлеба. В нашей стране широко применяются для исправления муки с пониженными хлебопекарными свойствами окисленные разными способами крахмалы (Е-1404). В основном карбоксиметилкрахмал и крахмалы с эпихлоргидрином или хлорокисью фосфора. В комплексных пищевых добавках для выпечки хлеба в состав входит в основном модифицированный крахмал Е-1422.
2. *Улучшители на основе ферментных препаратов.* Существенную роль в технологии производства хлеба выполняют ферменты, влияющие на протекание биохимических процессов в тесте. Ферментные препараты обладают широким спектром действия на крахмал, белковые вещества, липиды, некрахмальные углеводы.

Наиболее эффективным в хлебопечение является использование амилолитических и протеолитических ферментов (амилаза Е-1100 и протеаза Е-1101). Под воздействием амилазы повышается содержание сбраживаемых сахаров в тесте, накапливается достаточное количество декстринов, способствующих сохранению свежести хлеба. С другой стороны протеолитические ферменты способствуют образованию низкомолекулярных азотистых веществ, необходимых для питания дрожжей при интенсивном сбраживании теста в расстойке.

В отечественном хлебопечении до недавнего времени в основном использовали амилолитические ферментные препараты грибного происхождения, которые расщепляют крахмал с образованием моно- и дисахаров и декстринов:

* + Амилоризин П10х (α-амилаза);
  + Глюкоаваморин Г20х (глюкоамилаза).

Кроме этого в ГосНИИХП изучена возможность применения препаратов гемицеллюлазы, в том числе пентозаназы (ксиланазы), р-галактозидазы, глюкозооксидазы, липоксигеназы, липазы и определенно их значение в процессе тестоприготовления. Учитывая отсутствие в России промышленного производства необходимого ассортимента ферментных препаратов для хлебопечения, разработаны технологии применения ферментных препаратов ведущих фирм мира, например, фирмы Novo Nordisk – Фунгамил, Пентопан, Новозим, Новамил, Глюзим и другие.

Однако степень влияния на сахароообразующую, газообразующую способности теста, качество хлеба амилолитических ферментных препаратов, полученных от разных фирм, может быть различна даже при одинаковой активности.

Действие всех ферментных препаратов тем заметнее, чем длительнее процесс созревания теста. В связи с чем необходимо устанавливать количество ферментного препарата в зависимости от способа тестоприготовления и продолжительности брожения полуфабрикатов.

Помимо ферментных препаратов микробиологического происхождения в хлебопечении используют ферментно-активные растительные материалы – солод, солодовую муку или препараты на их основе, соевую муку с активной липоксегиназой.

1. *Поверхностно-активные вещества (эмульгаторы)* используются в хлебопечении в качестве добавок для повышения качества пищевых продуктов при выпечке. Эмульгаторы в тесте нужны для более качественного замешивания жиров, формирования каркаса клейковины, повышения водопоглощающей способности муки. На сегодняшний день для использования в хлебопекарной промышленности разработано и предложено большое количество разнообразных по химической природе ПАВ:
   * анионоактивные – диссоциирующие в водных растворах с образованием отрицательно заряженных ионов (стеароиллактилат натрия и олеоиллактилат натрия – лактилаты натрия (Е-481), его добавление к пшеничной муке с применением дрожжей улучшает стабильность теста и качество готовых продуктов; это достигается, благодаря взаимодействию в тесте эмульгатора, жира и крахмала, которое приводит к более равномерному распределению жира, при этом лактилат натрия сосредотачивается на границе поверхностей между клейковиной и крахмальным зерном. Образование геля и набухание крахмала замедляется, что создает однородную и стабильную структуру хлебного мякиша);
   * неионогенные – не диссоциирующие на ионы (моно- и диглицериды жирных кислот (Е-472), эфиры моно- и диглециридов уксусной и жирных кислот (Е-472а);

моноглицеридные продукты, обладая достаточной поверхностной активностью, могут образовывать стабильные эмульсии типа масло-вода; благодаря этому при изготовлении теста эти продукты обеспечивают хорошее распределение между жиром и водой, что приводит к увеличению объема хлеба и ровной пористости, а также значительно снижают склонность хлеба к затвердеванию и зачерствению;

* + амфотерные – соединения со смешанной ионогенной функцией (фосфатиды, лецитины и другие).

1. *Минеральные соли* – активаторы бродильной способности хлебопекарных дрожжей, усиливая процесс накопления углекислого газа в полуфабрикатах, дадут разный результат при коротком брожении теста и повышенном количестве дрожжей и при длительном процессе и небольшом расходе дрожжей. Определенное значение имеет качество дрожжей. Минеральные соли применяются в качестве дрожжевого питания, необходимы для жизнедеятельности дрожжей, регулируют давление в дрожжевой клетке, являются активаторами и стабилизаторами ферментативной активности, улучшают структурно- механические свойства теста. Внесение минеральных солей улучшает консистенцию и эластичность теста, а также интенсифицирует газообразование теста. При этом в основном применяют фосфаты натрия, калия, кальция, магния, аммония, полифосфаты, аммонийные соли, карбонаты, лактаты кальция, сульфаты кальция, аммония.
2. *Консерванты* – антимикробные агенты, предназначены для того, чтобы долгое время сохранять продукты годными к употреблению. В хлебопечении применяются пропионаты (пропионат натрия – Е281), подавляющие развитие плесневых грибов.

## Опасные технологии производства и хранения

Консерванты– это пищевые добавки, которые увеличивают срок хранения продуктов, защищая их от порчи, вызываемой микроорганизмами (бактериями, дрожжами, плесенью). В системе кодификации ЕС консервантам присвоены индексы Е 200 – Е 297. В перечне консервантов с индексами Е представлены, в основном, кислоты органических соединений и их производные, а также некоторые виды газов (сернистый, углекислый), сложные вещества с антибиотическими свойствами, неорганического соединения, другие природные и синтетические вещества.

Наиболее используемыми консервантами считаются поваренная соль, этиловый спирт, уксусная, сернистая, сорбиновая, бензойная кислоты и некоторые их соли.

*Классификация консервантов.*Эти пищевые добавки можно разделить на 2 группы. Первые – собственно консерванты, их действие направлено непосредственно на клетки микроорганизмов. Вторая группа – вещества, обладающие консервирующим действием. Они отрицательно влияют на микробы за счет регулирования кислотно-щелочной среды, активности воды или концентрации кислорода.

*Общие требования к консервантам***.**В современной пищевой промышленности любой цивилизованной страны к консервантам предъявляют определенные требования. Прежде всего, они должны быть безвредными для человека. Также добавки не должны вступать в химическую реакцию с материалами, из которых изготовлена упаковка продукта. Консервантам не должны снижать пищевую ценность продуктов или придавать пище посторонний привкус или запах. Хотя в некоторых случаях консервант как раз придает продуктам желаемые вкусовые качества, как, например, уксус при мариновании или изготовлении соусов.

*Практическое применение.* Консерванты могут оказывать бактерицидное действие (уничтожать микроорганизмы) или останавливать или замедлять рост и размножение микроорганизмов. Их эффективность в отношении разных микроорганизмов неодинакова. Поэтому консерванты зачастую используют не по отдельности, а в сочетании друг с другом.

*Использование.*Методы использования консервантов различны. Одни, такие как сорбиновая кислота (Е 200) или бензоат натрия (Е 211) вводятся непосредственно в продукт, преимущественно в виде растворов. Другие предназначены только для обработки поверхности продуктов и тары, например, цитрусовые опрыскивают дифенилом (Е 230), ортофенилфенолом (Е 231) и ортофенилфенолятом натрия (Е232), а сернистым газом (диоксид серы Е 200) обрабатывают сухие овощи и фрукты.

Основные консерванты представлены в таблице 1. Примечания к таблице:

\* - вещество входит в список пищевых добавок**,** запрещенных к применению в пищевой промышленности Российской Федерации;

\*\* - вещество входит в список пищевых добавок, не имеющих разрешения к применению в пищевой промышленности в Российской Федерации;

\*\*\* - вещество входит в список пищевых добавок, не имеющих разрешения к применению в пищевой промышленности в ряде других стран, но не запрещенных в Российской Федерации.

**Таблица 1**

**Классификация консервантов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Название** | **Влияние на здоровье** | **Где содержится и используется** |
| Е-200  Сорбиновая кислота | Может вызывать аллергические дерматиты. | Активно используется практически во всех отраслях пищевой промышленности – от хлебопечения до виноделия. Сыры, сладости, маргарин, масло, пресервы, хлеб в упаковке, сухофрукты, крем для мучных  изделий. |
| Е-201  Сорбат натрия |  | Сыры, жиры и растительные масла (кроме оливкового), маргарин, сливочное масло, начинка пельменей, майонез, выпечка |
| Е-202 Сорбат калия |  | Сыры, жиры и растительные масла (кроме оливкового), маргарин, сливочное масло, начинка пельменей, майонез, выпечка |
| Е-203  Сорбат кальция |  | Сыры, жиры и растительные масла (кроме оливкового), маргарин, сливочное масло, начинка пельменей, майонез, выпечка |
| E-209\*\*  Парагидроксибензойн ой кислоты гептиловый эфир | Не разрешен к использованию в России, находится в процессе исследований. |  |
| Е-210  Бензойная кислота | Может провоцировать приступы астмы, возможно, канцерогенен. | Используется при приготовлении майонезов, кетчупов, рыбопродуктов, рыбных консервов, включая натуральную  и искусственную икру, безалкогольных напитков, |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | консервировании овощей и  фруктов, напитков и пр. |
| Е-211 Бензоат натрия | В больших дозах может вызывать расстройство кишечника, возможно, канцерогенен. | Используется при приготовлении майонезов, кетчупов, рыбопродуктов, рыбных консервов, включая натуральную и искусственную икру, безалкогольных напитков, консервировании овощей и  фруктов, напитков из фруктовых соков и пр. |
| Е-212 Бензоат калия | В больших дозах может вызывать расстройство кишечника, возможно, канцерогенен. | Используется при приготовлении майонезов, кетчупов, рыбопродуктов, рыбных консервов, включая натуральную и искусственную икру, безалкогольных напитков, консервировании овощей и  фруктов, напитков из фруктовых соков и пр. |
| Е-213\*\*  Бензоат кальция | Возможно, канцерогенен. В больших дозах может вызывать расстройство кишечника. | Используется при приготовлении майонезов, кетчупов, рыбопродуктов, рыбных консервов, включая натуральную и искусственную икру, безалкогольных напитков, консервировании овощей и  фруктов, напитков из фруктовых соков и пр. |
| Е-214\*\*\* Парагидроксибензойн ой кислоты этиловый эфир | Исследования не завершены, возможно, канцерогенен. В больших дозах может вызывать расстройство кишечника. Запрещен в ряде  стран. | Используется для производства рыбных консервов, включая натуральную и искусственную икру, майонез. |
| Е-215\*\*  Парагидроксибензойн ой кислоты этилового эфира натриевая соль | Возможно, канцерогенен. В больших дозах может вызывать расстройство кишечника. Запрещен в ряде  стран, не имеет разрешения на использование в России. | Используется для производства рыбных консервов, включая натуральную и искусственную икру, майонез. |
| Е-216\*  Параоксибензойной кислоты пропиловый эфир  Е-217\*  Параоксибензойной  кислоты пропилового эфира натриевая соль | Запрещены в России. Вызывают развитие злокачественных опухолей. | Используются при приготовлении шоколада, чипсов, «быстрых» супов, паштетов, колбасных изделий для продления срока их годности. |
| Е-218\*\*  Парагидроксибензойн | Не имеет разрешения на использование в России.  Возможны кожные | Используются для производства рыбных консервов, включая  натуральную и искусственную |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ой кислоты метиловый эфир | аллергические реакции. В больших дозах может  вызывать расстройство кишечника. | икру, майонез. |
| Е-219\*\*  Парагидроксибензойн ой кислоты метилового эфира натриевая соль | Запрещен в ряде стран. Не имеет разрешения на использование в России. В больших дозах может вызывать расстройство  кишечника. | Используются для производства рыбных консервов, включая натуральную и искусственную икру, майонез. |
| Е-220 Диоксид серы | Негативно влияет на функции почек.  Раздражитель дыхательных  путей, может вызвать приступ астмы. | Используются при производстве многих продуктов и полуфабрикатов, а также для дезинфекции тары |
| Е-221 Сульфит натрия | Возможны заболевания желудочно-кишечного тракта. Раздражитель дыхательных путей, может  вызвать приступ астмы. | Используются при производстве многих продуктов и полуфабрикатов, а также для дезинфекции тары |
| Е-222  Гидросульфит натрия | Возможны заболевания желудочно-кишечного тракта. Раздражитель дыхательных путей, может вызвать приступ астмы. | Используются при производстве многих продуктов и полуфабрикатов, а также для дезинфекции тары |
| Е-223  Пиросульфит натрия | Возможны заболевания желудочно-кишечного тракта. Раздражитель дыхательных путей, может вызвать приступ астмы. | Используются при производстве многих продуктов и полуфабрикатов, а также для дезинфекции тары |
| Е-224  Пиросульфит калия | Возможны заболевания желудочно-кишечного тракта. Раздражитель дыхательных путей, может  вызвать приступ астмы. | Используются при производстве многих продуктов и полуфабрикатов, а также для дезинфекции тары |
| Е-225\*\* Сульфит калия | Не имеет разрешения на использование в России. Запрещен в ряде стран. Раздражитель дыхательных путей, может вызвать приступ астмы, расстройство  кишечника. | Используются при производстве многих продуктов и полуфабрикатов, а также для дезинфекции тары |
| Е-226\*\*  Сульфит кальция | Не имеет разрешения на использование в России. Запрещен в ряде стран. Раздражитель дыхательных путей, может вызвать  приступ астмы, расстройство кишечника. | Используются при производстве многих продуктов и полуфабрикатов, а также для дезинфекции тары |
| Е-227\*\* | Не имеет разрешения на  использование в России. | Используются при производстве  многих продуктов и |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Гидросульфит кальция | Запрещен в ряде стран.  Раздражитель дыхательных путей, может вызвать приступ астмы. | полуфабрикатов, а также для дезинфекции тары |
| Е-228\*\*  Гидросульфит калия (бисульфит калия) | Не имеет разрешения на использование в России. Запрещен в ряде стран. Раздражитель дыхательных путей, может вызвать  приступ астмы. | Используются при производстве многих продуктов и полуфабрикатов, а также для дезинфекции тары |
| Е-230\*\*  Бифенил, дифенил | Возможны аллергические реакции. Не имеет разрешения на использование в России.  Запрещен в ряде стран. |  |
| Е-231\*\*  Ортофенилфенол | Возможны аллергические реакции. Не имеет разрешения на использование в России.  Запрещен в ряде стран. |  |
| Е-232\*\*  Ортофенилфенол натрия | Может вызвать  аллергическую реакцию, аллергические дерматиты. |  |
| Е-233\*\*  Тиабендазол | Не имеет разрешения на  использование в России. Запрещен в ряде стран. |  |
| Е-234 Низин | В настоящее время нет данных о влиянии на организм человека. | Применяется в производстве сыров и других молочных продуктов, овощных, мясных и рыбных консервов, а также в  виноделии, пивоварении и хлебопечении. |
| Е-235  Натамицин (пимарицин) | Может вызывать аллергические реакции,  негативно влияет на желудочно-кишечный тракт. |  |
| Е-236\*\*\* Муравьиная кислота | Запрещен в ряде стран. | Используется при  консервировании овощей и производстве безалкогольных напитков. |
| Е-237\*\*  Формиат натрия | Не имеет разрешения на использование в России. Запрещен в ряде стран. | Используется при  консервировании овощей и производстве безалкогольных напитков. |
| Е-238\*\*  Формиат кальция | Не имеет разрешения на использование в России. Запрещен в ряде стран. | Используется при  консервировании овощей и производстве безалкогольных напитков. |
| Е-239  Гексаметилентетрами н | Не имеет разрешения на использование в России. Запрещен в ряде стран.  Сильный аллерген. |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Е-240\* Формальдегид | Категорически запрещен в  России. Канцерогенен. | Используется при производстве  чипсов, сухариков, шпрот. |
| Е-241\*\*  Гваяковая смола | В настоящее время нет данных о влиянии на организм человека, но не  имеет разрешения на использование в России. |  |
| Е-249 Нитрит калия | Возможно, канцероген. Запрещено использовать в  детском питании. |  |
| Е-250 Нитрит натрия | Вызывают разнообразные аллергические и воспалительные реакции, головную боль, печеночные колики, раздражительность и утомляемость. Повышает артериальное давление.  Возможно, канцерогенны. | Применяетсяв производстве мясопродуктов для сохранения привлекательного розоватого цвета мяса при его термической обработке и для подавления жизнедеятельности микроорганизмов. |
| Е-251 Нитрат натрия (селитра) | Вызывают разнообразные аллергические и воспалительные реакции, головную боль, печеночные колики, раздражительность и утомляемость. Повышает артериальное давление.  Возможно, канцерогенны. | Применяется в производстве мясных и колбасных изделий |
| Е-252\*\*  Нитрат калия | Во многих странах на его использование наложены ограничения, не имеет разрешения на  использование в России. |  |
| Е-260  Уксусная кислота | Раздражение желудочно-  кишечного тракта |  |
| Е-261 Ацетат калия | Негативное влияние на  функции почек. |  |
| Е-263\*\*  Ацетат кальция | Не имеет разрешения на  использование в России. |  |
| Е-264\*\*  Ацетат аммония | Может вызывать тошноту, проблемы с желудочно- кишечным трактом. Не имеет разрешения на использование в России. |  |
| Е-270  Молочная кислота | В настоящее время нет данных о влиянии на организм человека. | Широко используется в качестве консерванта при изготовлении сыра и целого ряда других  молочных продуктов. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Е-280  Пропионовая кислота |  | В качестве основного консерванта (или в комбинации с сорбиновой кислотой и ее солями) применяются в сыроварении, в  производстве других молочных продуктов и в хлебопечении. |
| Е-281\*\*  Пропионат натрия | Провоцируют спазм сосудов головного мозга. Могут вызывать мигрень.  Не имеет разрешения на использование в России. | В качестве основного консерванта (или в комбинации с сорбиновой кислотой и ее солями) применяются в сыроварении, в производстве других молочных продуктов и в хлебопечении. |
| Е-282\*\*  Пропионат кальция |
| Е-283\*\*  Пропионат калия |
| Е-296 Яблочная  (малоновая) кислота |  | Не рекомендуется использовать в  детском питании. |

**Вопросы для самоконтроля**

1. Какие пищевые добавки применяются в хлебопечении?
2. Какие вещества запрещены в Российской Федерации?
3. Какие вещества не имеют исследований по влиянию их на организм человека?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.
2. Теоретические основы пищевых технологий: в 2 кн. Кн.1 / Под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – 608 с. – ISBN 978-5-9532-0764-5.

*Дополнительная*

1. **Елинов, Н.П.** Основы биотехнологии / Н.П. Елинов. - СПб.: Наука, 1995, 600с.
2. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии. Учебное пособие / Г.А. Гореликова. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с.
3. **Голубев, В.Н.** Пищевая биотехнология / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов. – М.: Делипринт, 2001.– 123 с.
4. Микробные ферменты и биотехнология / Пер. с англ.; под ред. В.М. Фогарти. – М.: Агропромиздат, 1986. – 108 с.
5. Биотехнология: Теория и практика /Н.В. Загоскина, [и др.]. – М.: Изд-во: Оникс. - 2009. – 496с.

**Лекция 3**

# БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

## Использование биотехнологических объектов в хлебопечении

В различных странах мира используются самые разнообразные технологии хлебопечения.

Биотехнологические процессы в хлебопечении связаны с использованием хлебопекарных дрожжей, других заквасок, вызывающих брожение, а также некоторых ферментных препаратов.

Для производства хлеба в основном применяют дрожжи Saсcharomyces сerevisiae.Обычно их выращивают в ферментерах периодического действия на мелассе– отходе сахарного производства. Реже используют дрожжи вида Candidamilleri. Дозировка прессованных дрожжей при производстве хлебобулочных изделий обычно составляет 1,0- 1,5 % к массе муки. При производстве хлеба ферментационный процесс осуществляется в пастообразной среде (опара, тесто). Мука содержит ферменты (амилазу и протеазу), которые обеспечивают частичный гидролиз крахмала и белков муки, создавая благоприятный субстрат для роста дрожжей. В муке также содержится много молочнокислых бактерий, которые создают в тесте кислую среду, способствуя росту дрожжей. Условия аэрации в тесте плохие, поэтому развитие дрожжей ограничено, но молочнокислые бактерии в таких условиях размножаются достаточно интенсивно. В целях интенсификации процесса брожения в тесто можно добавить сахарозу или солодовый экстракт. В дрожжах, выращенных на мелассе, много инвертазы. В биомассе дрожжей около 50 % белков, свободные аминокислоты и витамины (рибофлавин, пиридоксин, тиамин, фолиевая кислота и др.), то есть дрожжи обогащают хлеб ценными веществами.

## Основные этапы хлебопечения

Качество хлеба зависит от качества сырья, в первую очередь от хлебопекарных свойств муки, способов и режимов проведений отдельных стадий технологического процесса приготовления хлеба и применения специальных добавок, являющихся улучшителями качества хлеба. Процесс производства хлебобулочных изделий слагается из шести этапов: 1) приемка и хранение сырья; 2) подготовка сырья к пуску в производство; 3) приготовление теста; 4) разделка теста; 5)выпечка и 6)хранение выпеченных изделий и отправка их в торговую сеть.

В процессе приготовления хлеба на разных этапах одновременно происходят различные микробиологические, биохимические, физические и коллоидные процессы. Правильный контроль и учет всех технологических процессов способствует получению хлебобулочного изделия, отвечающего всем необходимым требованиям.

Приготовление теста начинается с замеса. Замес теста – это перемешивание сырья, предусмотренного рецептурой, до получения однородной гомогенной массы, обладающей определенными реологическими свойствами. Образование теста при замесе происходит в результате ряда процессов, из которых важнейшими являются физико- механические, коллоидные и биохимические. Все эти процессы протекают одновременно и зависят от продолжительности замеса, температуры, количества и качества сырья, используемого при замесе теста.

Физико–механические процессы протекают под воздействием месильного органа, который перемешивает частицы муки, воду, дрожжевую суспензию и растворы сырья, обеспечивая взаимодействие всех составных компонентов рецептуры.

Коллоидные процессы протекают при замесе более активно. Так все составные компоненты муки (белки, крахмал, слизи, сахара и др.) начинают взаимодействовать с водой. Все, что способно растворяться (сахара, минеральные соли, водорастворимые белки) переходят в раствор и наряду со свободной водой, формируют жидкую фазу теста.

Нерастворимые в воде белковые вещества, образующие клейковину (глиадиновая и глютеиновая фракции белков), в тесте связывают воду не только адсорбционно, но и осмотически. Осмотическое связывание воды в основном и вызывает набухание этих белков. Набухшие белковые вещества образуют в тесте губчатосетчатую структурную основу, каркас который и обуславливает специфические реологические свойства пшеничного теста – его растяжимость и упругость.

При замесе теста наряду с физико-механическими и коллоидными процессами протекают и биохимические, вызываемые действием ферментов муки и дрожжей. Основные биохимические процессы – это гидролитический распад белков под действием протеолитических (протеолиз) и крахмала под действием амилолитических ферментов (амилолиз). Вследствие этих процессов увеличивается количество веществ, способных переходить в жидкую фазу теста, что приводит к изменению его реологических свойств.

После операции замеса следует брожение теста. Основное назначение этой операции – приведение теста в состояние, при котором оно при газообразующей способности и реологическим свойствам, накоплением вкусовых и ароматических веществ будет наилучшим для разделки и выпечки.

Разрыхление теста углекислым газом (диоксидом углерода), позволяющее получить хлеб с хорошо разрыхленным пористым мякишем, становится основной задачей процесса брожения на стадиях расстойки и выпечки хлеба.

Сумму процессов, приводящих тесто в результате обминок и брожения, в состояние оптимальное для разделки и выпечки, объединяют общим понятием созревание теста.

Созревание теста основано на коллоидных, биохимических и микробиологических процессах.

Основные микробиологические процессы, протекающие при брожении теста – это спиртовое и молочнокислое брожение.

Спиртовое брожение вызывается ферментами дрожжевых клеток, которые обеспечивают превращение простейших сахаров (моносахаридов) в этиловый спирт и диоксид углерода. При этом молекула сахара гексозы (мальтозы, фруктозы) превращается в две молекулы этилового спирта и две молекулы диоксида углерода.

Дрожжи сбраживают сначала глюкозу и фруктозу, а затем сахарозу и мальтозу, которые предварительно превращаются в моносахариды под действием ферментов сахаразы и мальтазы. Источником сахаров в тесте являются собственные сахара зерна, перешедшие в муку, но главную массу составляет мальтоза, образовавшаяся в тесте при расщеплении крахмала. Молочнокислое брожение – это вид брожения, который вызывается различными видами молочнокислых бактерий. В полуфабрикатах хлебопекарного производства наиболее активны нетермофильные бактерии, т.к. температура брожения обычно не превышает 30-35°С.

Коллоидные и биохимические процессы. Состояние белковых веществ под действием кислот, ферментов, влаги, добавленных улучшителей хлеба, механической обработки теста значительно изменяется. Один из наиболее важных факторов – повышение кислотности, которое ускоряет как набухание, так и пептизицию белковых веществ. Под действием кислот резко снижается количество отмываемой из теста клейковины, возрастает количество водорастворимых веществ. Белковые вещества набухают и частично гидролизуются под действием протеолитических ферментов муки, дрожжей, бактерий. Часть белков набухает неограниченно, переходя в раствор. Протеолиз в тесте идет медленно, при этом главным образом меняется структура белковой молекулы, а разложения белков на отдельные аминокислоты практически не происходит. Тесто в процессе брожения становится менее вязким и более пластичным, улучшается состояние клейковинного каркаса. Под действием выделяющегося диоксида углерода пленки клейковины растягиваются, а при делении и округлении слипаются снова, что способствует улучшению механических свойств теста, образованию мелкой и равномерной пористости в мякише изделий.

Крахмал при брожении теста частично осахаривается, превращается под действием β- амилазы в мальтозу. Мальтоза, непрерывно образующаяся из крахмала, является основным сахаром теста, так как другие сахара муки сбраживаются в первые часы брожения.

Обминка теста – кратковременное перемешивание теста в период брожения, цель которого – улучшение структурно-механических свойств теста (получение наибольшего объема хлеба с мелкой, тонкостенной и равномерной пористостью мякиша).

Разделка теста включает в себя деление теста на куски, округление, предварительную расстойку, формование тестовых заготовок и окончательную расстойку. Разделка осуществляется с целью получения тестовых заготовок заданной массы, имеющие оптимальные органолептические и реологические свойства для выпечки.

Округление кусков теста осуществляется с целью:

* проработки заготовки для создания однородной структуры, для равномерного распределения и частичного удаления диоксида углерода;
* получения гладкой однородной оболочки, в результате чего поры на поверхности куска теста закрываются, и уменьшается газопроницаемость поверхностного слоя заготовки;
* придания куску теста круглой формы, что способствует оптимальному протеканию процесса расстойки и дальнейшей обработки заготовки.

После округления тестовых заготовок наступает стадия предварительной расстойки. Основное значение этой операции – приведение тестовой заготовки в оптимальное состояние для последующего формования. В результате механических воздействий, оказываемых на тесто в процессе деления на куски, и последующего их округления, в кусках теста возникает внутреннее напряжение и частично разрушаются некоторые звенья клейковинного структурного каркаса. При предварительной расстойке внутренне напряжение в тесте рассасывается, а разрушенные звенья структуры теста частично восстанавливаются.

Окончательная расстойка. Цель – восстановить нарушенную при формовании структуру теста и обеспечить разрыхление тестовой заготовки за счет выделения диоксида углерода.

Выпечка – заключительная стадия приготовления хлебобулочных изделий, окончательно формирующая их в продукт, готовый к употреблению. В процессе выпечки внутри тестовой заготовки происходят интенсивные теплофизические, биохимические, микробиологические и коллоидные процессы, в результате которых формируется эластичный, сухой на ощупь мякиш, образуются специфические вкусовые и ароматические вещества, приобретаются характерная окраска и толщина корки.

В процессе выпечки происходят следующие изменения с тестовой заготовкой:

* прогрев;
* образование корки и мякиша;
* формирование вкуса и аромата;
* увеличение объема;
* уменьшение массы.

Тестовые заготовки прогреваются постепенно, начиная с поверхности до внутренних слоев. При прогревании слоя до температуры выше 100°С он превращается в корку. Температура слоя на границе между коркой и мякишем всегда равна 100°С и именно в этом слое происходит испарение влаги.

Корка образуется в результате прогрева тестовой заготовки и изменений крахмала и белка при нагревании. В первые минуты выпечки в результате конденсации пара крахмал на поверхности заготовки клейстеризуется, переходя частично в растворимый крахмал и декстрины. Денатурация белковых веществ на поверхности изделия происходит при температуре 70-90°С. Денатурация белков, наряду с обезвоживанием верхнего слоя, способствует образованию плотной неэластичной корки. Образование мякиша хлеба

зависит от коллоидных процессов, протекающих при прогревании тестовой заготовки и связанные главным образом с изменением состояния крахмала и белковых веществ. Клейстеризация крахмала из-за недостатка влаги идет медленно и заканчивается только при нагревании центрального слоя теста – хлеба до температуры 96-98°С.

Специфическая окраска корки в основном обусловлена образованием в ней темноокрашенных продуктов окислительно-восстановительного воздействия несброженных восстанавливающих сахаров и продуктов протеолиза белков (реакция меланоидообразования).

Увеличение объема происходит главным образом в первые минуты выпечки в результате спиртового брожения и образования этилового спирта и диоксида углерода, перехода спирта в парообразное состояние при температуре 79°С, а также теплового расширения паров спирта и газов в тестовой заготовке. Увеличение объема тестовой заготовки улучшает внешний вид, пористость, усвояемость изделия.

Упек – это уменьшение массы тестовой заготовки при выпечке за счет испарения части воды и улетучивания некоторых продуктов брожения.

## Вопросы для самоконтроля

1. С чем связаны биотехнологические процессы в хлебопечении?
2. Назовите основные этапы хлебопечения.
3. Что такое замес теста?
4. Какие химические процессы происходят при замесе теста?
5. Какое основное значение брожения теста?
6. Какие химические процессы происходят при брожении теста?
7. Какова цель расстойки теста?
8. Какие изменения происходят в процессе выпечки хлеба?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.
2. Теоретические основы пищевых технологий: в 2 кн. Кн.1 / Под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – 608 с. – ISBN 978-5-9532-0764-5.

*Дополнительная*

1. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии. Учебное пособие / Г.А. Гореликова. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с.
2. **Ауэрман, Л. Я.** Технология хлебопекарного производства: Учебник.- 9-е изд.; перераб. и доп.

/Под общ.ред. Л.И. Пучковой. – СПб: Профессия, 2005. - 416 с.

1. **Цыганова, Т.Б.** Технология хлебопекарного производства / Т.Б. Цыганова – М.:ПрофОбрИздат,2002,-432 с.
2. **Пащенко, Л. П.** Технология хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. – М.; КолосС, 2008. – 389 с.

**Лекция 4**

# БРОДИЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА

* 1. **Общие принципы производства алкогольных напитков**

Получение напитков путем спиртового брожения - является одним из древнейших бродильных производств. Первыми из таких напитков были, видимо, вино и пиво. До появления работ Пастера в конце XIX в. о сути протекающих при брожении процессов и их механизмах было известно очень мало. Пастер показал, что брожение без доступа воздуха осуществляется живыми клетками дрожжей, при этом сахар превращается в спирт и углекислый газ. Тогда же было показано, что брожение осуществляется под действием каких-то веществ, находящихся внутри дрожжевых клеток. Одно из главных нововведений в области микробиологии брожения было предложено Хансеном, работавшим в исследовательском центре Карлсберг в Копенгагене с дрожжами дикого типа. При производстве пива эти дрожжи доставляли массу неудобств. Хансен выделил чистые культуры дрожжей и использовал их в пивоварении; тем самым он стал пионером применения таких культур при производстве пива. Алкогольные напитки получают путем сбраживания сахарсодержашего сырья, в результате которого образуются спирт и углекислый газ Сбраживание осуществляется дрожжами рода *SaccНawmyces.* В одних случаях используется природный сахар (например, содержащийся в винограде, из которого делают вино), в других сахара получают из крахмала (например, при переработке зерновых культур в пивоварении). Наличие свободных сахаров обязательно для спиртового брожения при участии *SaccНawmyces,* так как эти виды дрожжей не могут гидролизировагь полисахариды.

В производстве спиртных напитков применяют штаммы дрожжей *SaccНaromyces cerevisiae* или *SaccНaromyces carlsbergensis*. Различие между ними заключается в том, что*carlsbergensis* могут полностью сбраживать раффинозу, a *S. cerevisiae* к этому не способны.

Биотехнологические подходы приобретают все большее значение в производстве напитков. Алкогольные напитки могут быть классифицированы по разным признакам; очевидно, наиболее целесообразной является их классификация по технологическим

параметрам на ферментированные и неферментированные; по содержанию алкоголя ‒

концентрированные, дистиллированные и неконцентрированные.

Процесс ферментации (брожения) подразумевает не только образование спирта. В этом процессе в пределах метаболических возможностей дрожжей происходит последовательное преобразование подавляющего числа соединений бродящей среды. С помощью методов современной биотехнологии удается расширить метаболические возможности организмов, участвующих в брожении, отсюда очевидна роль биотехнологии в производстве алкогольных напитков.

Большинство алкогольных напитков получено переработкой злаков или другого крахмалсодержашего сырья. Необыкновенное разнообразие алкогольных напитков вызвано несколькими причинами. Из них наиболее значительной является различие в климатических условиях регионов, в которых производят напитки.

Для получения алкогольных напитков применяются растительные субстраты моно-, ди- и олигосахариды и полисахариды (крахмал, целлюлоза, в редких случаях гемицеллюлоза).Полисахариды нуждаются в предварительном гидролизе.Последний осуществляется соответствующими ферментами (амилазами, целлюлазами, гемицеллюлазами) или, реже, концентрированными неорганическими кислотами (для технических целей).

Целлюлозо- и гемицеллюлозосодержащее древесное сырье считается непригодным для получения пищевого этилового спирта. Этиловый спирт, полученный таким путем, даже несмотря на высокий уровень дистилляции, пригоден лишь для технических целей.

После соответствующей обработки субстратов (гидролиз полисахаридов), в водный раствор сахара вносят дрожжевую культуру. Для проведения процесса брожения, как правило, используют культуры сахаромицетов*.* Сахаромицеты интенсивно усваивают

различные моносахариды: глюкозу, фруктозу, галактозу; дисахариды: сахарозу, мальтозу, сбраживая их в этиловый спирт.

Установлено, что сахаромицеты, по сравнению сдругим дрожжами, проявляют высокую толерантность к этиловому спирту. По окончании процесса брожения этиловый спирт накапливается в количестве 14-16%. Интересно, что в бродящей среде такая концентрация спирта подавляет размножение дрожжей; к этому моменту отличительным качеством среды является повышение кислотности за счет вновь образовавшихся органических кислот. Именно такое сочетание определяет биологические качества сброженного водного раствора спирта, что отличает его от раствора чистого спирта той же концентрации.

Следующим процессом технологического цикла является дистилляция. Этот процесс с соответствующим аппаратурным оформлением хорошо изучен и подробно описан. Дистилляция представляет собой концентрирование этилового спирта и выделение чистой фракции, что значительным образом определяет качество алкогольных напитков.

Иногда с целью улучшения органолептических качеств готовых напитков прибегают к настаиванию концентрированного этилового спирта на разных ароматических веществах.

Как правило, концентрация спирта в крепких напитках колеблется в пределах 20-50%. При производстве тонизирующих напитков и ликеров используют ароматические соединения, выделенные из цветов, листьев и плодов растений, а также полученные синтетическим путем.

## Биохимические процессы, происходящие при спиртовом брожении

Спиртовое брожение ‒ это процесс превращения в анаэробных условиях сахара в диоксид углерода и этиловый спирт:

С6Н12О6 → 2СО2 +2С2Н5ОН

Этиловый спирт - один из широко распространённых продуктов сбраживания сахаров микроорганизмами. Даже растения и грибы в анаэробных условиях накапливают этиловый спирт.

Возбудителями спиртового брожения являются дрожжи, которые выращивают в анаэробных условиях, подбирая соответствующие расы, обладающие необходимыми свойствами для данного производства. В результате химической реакции образуется уксусный альдегид и СО2.

СО2 является одним из конечных продуктов спиртового брожения. Уксусный альдегид играет роль конечного акцептора водорода. Он при участии фермента алкогольдегидрогеназы восстанавливается в этиловый спирт, а НАД Н2регенерируется (окисляется) в НАД:

2СН3СНО + 2НАД Н2 → 2СН3СН2ОН + 2НАД

Реакция восстановления уксусного альдегида в этиловый спирт является завершающим этапом спиртового брожения.

Наряду с основным продуктом (этиловым спиртом) в небольшом количестве образуются побочные продукты ‒ глицерин, уксусный альдегид, сивушные масла. В состав сивушных масел входят пропанол, 2-бутанол, 2-метилпропанол, амиловый(пентанол) и

изоамиловый(триметилбутанол) спирты, представляющие собой продукты нормального

бродильного метаболизма дрожжей и обнаруживающиеся при росте дрожжей на любых средах. Высшие спирты участвуют в формировании аромата и вкуса напитков спиртового брожения.

Дрожжи способны сбраживать помимо глюкозы и пировиноградную кислоту. В качестве промежуточного продукта при сбраживании пировиноградной кислоты образуется ацетальдегид; если к дрожжам, сбраживающим глюкозу, добавить бисульфит,

то появится новый продукт ‒ глицерин, однако при этом снижается выход этилового спирта и СО2.

На условия спиртового брожения влияют многие факторы: химический состав сбраживаемой среды, содержание спирта, температура, наличие посторонних микроорганизмов.

Большинство дрожжей способны сбраживать моносахариды, а из дисахаридов - сахарозу и мальтозу. Пентозы сбраживаются только некоторыми дрожжами. Дрожжи не могут сбраживать крахмал, так как они не образуют амилолитических ферментов.

Наиболее благоприятная концентрация сахара ‒ 10-15%, при 30-35% брожение прекращается. Энергией брожения называется способность определённого количества дрожжей сбраживать за определённый промежуток времени то или иное количество сахара. Хорошим источником азота для большинства дрожжей являются аммонийные соли, но дрожжи могут использовать также аминокислоты и пептиды. Брожение протекает в кислой

среде при pH 4-5 .В щелочной среде повышается выход глицерина, t = 28-30°С.

Наибольшая скорость брожения наблюдается при температуре около 30°С; при температуре 45-50°C брожение прекращается в результате гибели клеток дрожжей. Снижение температуры приводит к замедлению брожения, но полностью оно не прекращается даже при температуре ниже 0°C.

Использование спиртового брожения лежит в основе производства этилового спирта, пива, вина и пекарских дрожжей.

Верховые дрожжи ведут процесс при t = 25-28°C. Образуется пена, дрожжи выносятся наверх, а в конце оседают на дно (производство спирта, хлебопечение).

Низовые дрожжи ведут процесс при t = 5-10°С, пена незначительная, дрожжи оседают на дно в процессе брожения (пивоварение, виноделие).

В производстве спирта используют спиртоустойчивые расы дрожжей (до 18-20% спирта). В хлебопечении используют прессованные, сухие, а также жидкие дрожжи. Хлебопекарные дрожжи должны обладать мальтазной активностью и образовывать большое количество СО2.

В производстве этилового спирта для пищевых целей используют разное сырьё трёх основных групп:

* содержащее сахар (сахарная свекла, кормовая патока, или меласса, сахарный тростник, фруктовые соки);
* содержащее крахмал (картофель, земляная груша, кукуруза, ячмень, овёс, рожь, пшеница);
* содержащее целлюлозу (древесина и сульфитные щелока).

Крахмалосодержащее сырьё разваривают и подвергают осахариванию. Источником амилолитических ферментов служит солодовое молоко, изготовляемое из проросших зёрен ячменя, или ферментный препарат из грибов рода *Aspergillus.*

В зерновом и грибном солоде кроме амилаз содержатся протеолитические ферменты, вызывающие частичное превращение белков затора в растворимые азотосодержащие вещества. В результате получается жидкий сахаристый субстрат ‒ сусло.

В полученное сусло вносят дрожжи, чаще всего применяют расы *Saccharomyces*

*cerevisiae,* которые обладают высокой энергией брожения.

По окончании брожения дрожжи отделяют от сброженных заторов, а спирт отгоняют на специальных перегонных аппаратах. Получается спирт-сырец и остаётся отход производства ‒ барда, которую используют для получения кормовых дрожжей.

Спирт-сырец используют как для технических целей, так и для дальнейшей очистки - ретефикации.

Для получения технического спирта используют гидролизаты древесины и другие отходы целлюлозно-бумажной промышленности. В настоящее время технический спирт получают также синтетическим путем ‒ из побочных продуктов переработки нефти

(этилена).

## Уксуснокислое брожение

Уксуснокислое брожение является аэробным процессом. Вызывается уксуснокислыми бактериями. Они способны окислять не только этиловый спирт в уксусную кислоту, но и пропиловый спирт в пропионовую кислоту, бутиловый – в масляную. Не окисляют уксуснокислые бактерии метиловый спирт и высшие спирты.

Окисление этилового спирта уксуснокислыми бактериями осуществляется путем его дегидрирования. Суммарную схему процесса можно представить в следующем виде:

СН3СН2ОН + О2→ СН3СООН + Н2О + Q

Процесс уксусно-кислого брожения протекает в два этапа. Сначала этиловый спирт окисляется до уксусного альдегида:

C2H6O + О → Н2О + С2H4О (альдегид);

а затем уксусный, альдегид в результате дальнейшего окисления превращается в уксусную кислоту:

С2H4О + О → С2Н4O2 (уксусная кислота).

В средах с достаточно высоким содержанием этилового спирта уксуснокислые бактерии окисляют его только до уксусной кислоты. Эта реакция протекает с малым энергетическим эффектом, поэтому, чтобы получить необходимое для своей жизнедеятельности количество энергии уксуснокислым бактериям приходится производить окисление больших количеств спирта.

Количество видов уксуснокислых бактерий велико*.*Это аэробы, которые способны образовывать на поверхности субстратов пленки. Уксуснокислые бактерии всегда можно обнаружить в почве, воздухе, воде, на поверхности плодов и ягод. Эти бактерии не образуют спор.

На развитие уксуснокислых бактерий большое влияние оказываеттемпература. При температуре 12-15°Сразмножение в субстрате замедляется. Оптимальная температура 20- 35оС.

Уксуснокислые бактерии представляют собой слабоподвижные или неподвижные бесспоровые палочки; отличаются высокой степенью устойчивости к кислотам, некоторые способны проявлять жизнедеятельность при содержании в среде до 7-11 % уксусной кислоты; нуждаются в питательных средах сложного состава.

Важными представителями этой группы являются уксусная палочка, способная накапливать в среде до 6 % кислоты, орлеанская уксусно-кислая палочка, накапливающая до 9,5 % кислоты и хорошо развивающаяся на слабом вине, а потому использующаяся для промышленного получения винного уксуса, а также палочка Шютценбаха, которая образует сплошную поверхностную пленку и накапливает до 11,5% уксусной кислоты.

Для промышленного получения пищевого уксуса слабый спиртовой раствор сбраживают чистыми культурами в условиях с принудительной аэрацией. Процесс отбора

готовой продукции (столового уксуса) ведется непрерывно. Реже пользуются старинным способом сбраживания в открытых чанах разбавленного столового вина для получения так называемого винного уксуса. Уксусно-кислые бактерии способны сбраживать не только этиловый спирт, но и другие первичные спирты, превращая их в соответствующие кислоты. Они могут также окислять вторичные спирты в кетоны.

Попадая на различные товары, уксусно-кислые бактерии могут вызывать их порчу ‒ скисание вина, пива. Они являются вредителями спиртового, дрожжевого, хлебопекарного и других производств.Уксуснокислое брожение может наблюдаться в слабокислых пастеризованных маринадах при хранении их в негерметичной таре. При этом маринады скисают, образуется беловато серая нежная пленка, или кольца у стенок тары, или толстые кожистые пленки.

## Пропионово-кислое брожение

Пропионово-кислое брожение вызывается пропионово-кислыми бактериями, относящимися к роду *Propionibacterium.* Единственным источником энергии для них является процесс сбраживания разнообразных веществ ‒ моносахаридов (гексоз и пентоз),

молочной или яблочной кислоты, глицерина и других, которые превращаются в

пропионовую и уксусную кислоты, диоксид углерода и воду. Они широко представлены в молочных продуктах, в почве.

Пропионово-кислые бактерии родственны по ряду свойств гетероферментативными молочнокислыми бактериями и часто развиваются совместно с ними.

Пропионово-кислые бактерии ‒ это небольшие, неподвижные палочки, слегка искривлённые, не образующие спор, грамположительные, факультативные анаэробы. Они, как и молочнокислые бактерии, не встречаются в почве и водоёмах. Обитают в основном в кишечном тракте жвачных животных, а также в молоке.

Практическое использование пропионово-кислого брожения. Оно используется для получения сыров в молочно-сыродельных производствах. Вначале казеин молока подвергают коагуляции под действием сычужного фермента, выделяемого из желудка жвачных животных. Затем сгустки отделяют от сыворотки, прессуют, выдерживают в растворе соли и оставляют для созревания.

В первую фазу созревания в сгустке казеина протекает молочнокислое брожение, при этом лактоза превращается в молочную кислоту. Затем наступает вторая фаза созревания сыров - пропионово-кислое брожение, когда сбраживается образовавшаяся молочная кислота. В результате образуются летучие кислоты - уксусная и пропионовая, придающие сырам кисловато-острый вкус, а выделяющийся в виде пузырьков диоксид углерода образует «глазки» в сыре. Производство сыра продолжается 2-3 месяца минимум, лучшие сорта выдерживаются почти до года. На больших сыродельческих предприятиях вместо самопроизвольного созревания сыра при участии естественной микрофлоры молока применяют специальные закваски, иногда с введением мицелиальных грибов, например *P.roqueforti* при производстве сыра «Рокфор».

У пропионово-кислых бактерий обнаружена способность к активному синтезу витамина В12, который накапливается внутри клеток. Эта особенность используется для промышленного получения витамина В12 на отходах производства (молочной сыворотке и др.) с добавлением кукурузного экстракта в качестве витаминов.

Пропионовую кислоту используют при хранении зерна и хлеба. В концентрации 0,5% она задерживает рост плесневелых грибов.

Зерно, обработанное слабым раствором пропионовой кислоты, не плесневеет даже при повышенной влажности. Пропионовая кислота предотвращает плесневение хлеба. Её вводят в хлеб вместе с тестом, для чего сначала готовят заквасочную культуру, в которую входят *Propionibact. acidopronionici* и *Lactobact. brevis*. Через трое суток культивирования

закваски накапливается небольшое количество пропионовой, уксусной и молочной кислот. Эту закваску вносят в тесто. Она придаёт хлебу нежно-кислый вкус и предотвращает его плесневение.

## Вопросы для самоконтроля

1. Виды микроорганизмов, используемые в производстве спиртных напитков?
2. Классификация алкогольных напитков?
3. Сырье, используемое при производстве алкогольных напитков?
4. Основные стадии спиртового брожения?
5. Сырье, используемое для производства этилового спирта?
6. Оптимальные условия для спиртового брожения?
7. Основные этапы уксуснокислого брожения?
8. Характеристика уксуснокислых бактерий?
9. Характеристика пропионово-кислых бактерий?
10. Практическое применение пропионово-кислого брожения?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

* 1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.

*Дополнительная*

1. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии. Учебное пособие / Г.А. Гореликова. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с.
2. **Мальцев, П.М.** Технология бродильных производств / П.М. Мальцев.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1980.– 560 с.
3. **Фараджева, Е.Д.** Общая технология бродильных производств / Е.Д. Фараджева, В.А. Федоров.  М.: Колос, 2002.  408 с.

**Лекция 5**

# БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## Микроорганизмы и ферменты в кондитерской промышленности

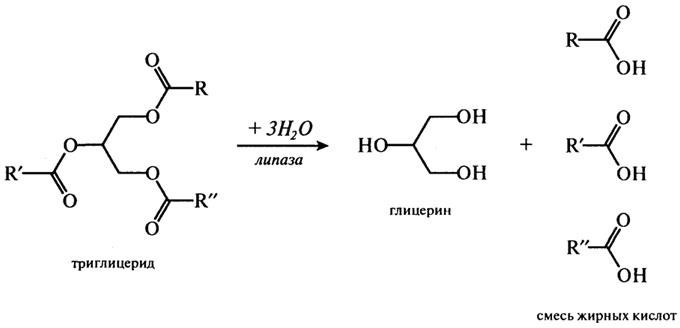
Кондитерское изделие – это пищевой продукт, обладающий преимущественно сладким вкусом, разнообразный по форме, составу, консистенции, структуре и аромату.

При изготовлении большинства видов кондитерских изделий микроорганизмы специально не используются. Исключение составляют мучные кондитерские изделия: некоторые виды кексов, сдобные булочки, галеты, при изготовлении которых используются хлебопекарные дрожжи.

**Хлебопекарные дрожжи** – вид биологического разрыхлителя теста, которое называют дрожжевым. Используются для выпечки некоторых видов кондитерских изделий, например кексов из сдобного дрожжевого теста. Дрожжи представляют собой микроорганизмы из семейства сахаромицетов, основной используемый вид [*Saccharomyces cerevisiae.*](http://ru.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae)

**Бактериальные ферменты *Bac.subtilis*** используются для сохранения свежести кондитерских изделий и там, где нежелателен глубокий распад белковых веществ. Использование ферментных препаратов из *Bac.subtilis* в кондитерском производстве способствует улучшению качества и замедлению процесса очерствения изделий.

**Гидролитический ферментлипаза**, илитриацилглицероллипазашироко распространена в природе и играет важную роль в процессах, протекающих при переработке и хранении пищевых продуктов. Обычно липазы катализируют реакцию расщепления триглицеридов согласно приведенному ниже суммарному уравнению:

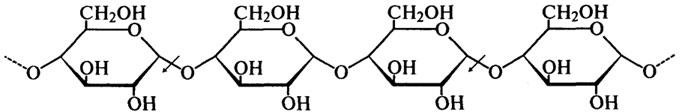


Липазы используются в кондитерском производстве. Молочные ингредиенты широко применяются при производстве кондитерских изделий, они в значительной мере обуславливают их аромат, вкус и питательную ценность. В усилении аромата молочного шоколада, карамели, ириса, сливочного крема наряду с другими компонентами принимают участие и свободные жирные кислоты, образующиеся под действием липаз. При низких уровнях свободных жирных кислот аромат изделий усиливается, но новые ароматы не

образуются; при средних ‒ появляется аромат масла; при высоких ‒ аромат сыра. Подобные ароматические вещества могут быть получены путем модификации масел или жиров с применением препаратов липаз различного происхождения (животных, растительных, микробных).

**α-Амилаза** обнаружена в растениях (проросшее зерно пшеницы, ржи, ячменя), она вырабатывается плесневыми грибами и бактериями. Все эти ферменты гидролизуют крахмал, гликоген и родственные α-1,4-глюканы с образованием, главным образом,

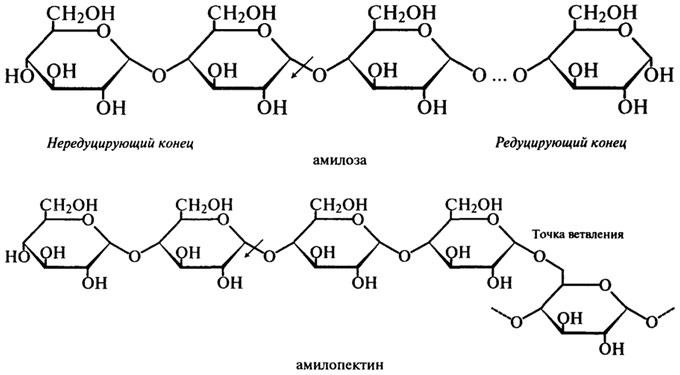
декстринов и небольшого количества дисахарида — мальтозы. α-Амилазы гидролизуют α- 1,4-связи внутри молекулы крахмала, разрывая связь между первым углеродным атомом и кислородом, связывающим этот углерод с соседней молекулой глюкозы. Это наглядно демонстрирует следующая схема (стрелками показано действие фермента):



Характерной особенностью всех α-амилаз является наличие одного атома кальция на молекулу фермента. Роль кальция состоит в том, что он стабилизирует вторичную и третичную структуру молекулы α-амилазы, обеспечивая таким образом ее каталитическую активность и вместе с тем предохраняя фермент от действия протеолитических ферментов и тепловой денатурации.

Большое практическое значение имеет влияние температуры и рН на стабильность амилаз. Быстрое разрушение зерновой α-амилазы при рН 3,3-4,0, например, дает возможность выпекать ржаной хлеб из муки, которая содержит избыток α-амилазы, при низких значениях рН, чтобы предотвратить излишнее декстринирование крахмала и образование клейких веществ в мякише хлеба.

**β-Амилаза** отщепляет мальтозу от молекулы амилозы и амилопектина, разрывая гликозидные связи через одну. На представленной ниже схеме действие β-амилазы на амилозу и амилопектин показано стрелками:

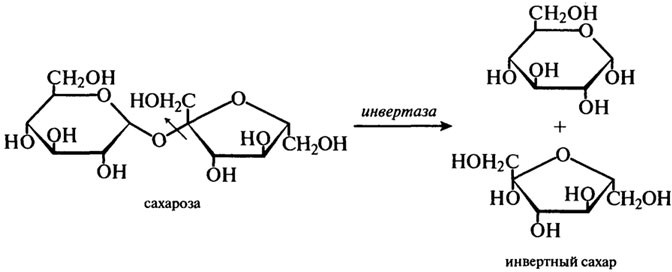


β-Амилазы — это ферменты в основном растительного происхождения. Хорошо известными источниками являются зерно пшеницы, а также пшеничный и ячменный солод, соевые бобы, клубни картофеля. В отличие от α-амилазы, β-Амилаза менее термостабильна, но проявляет большую устойчивость к кислым значениям рН, сохраняя свою активность при рН 3,3.

**Глюкоамилаза (γ-амилаза)** продуцируется различными видами плесневых грибов рода *Aspergillus: A. oryzae, A. niger, A. awamory* и некоторыми другими, например, *Rhizopusdelamarn Rhizopus niveus*. Эти ферменты расщепляют как амилозу, так и амилопектин до глюкозы, последовательно действуя с нередуцирующего конца цепи крахмала. Они способны гидролизовать α-1,4 и α-1,6 гликозидные связи.

Амилазы нашли широкое применение в хлебопекарной промышленности, производстве кондитерских изделий и крахмалопродуктов, пивоварении и спиртовом производстве.При производстве мучных кондитерских изделий с использованием дрожжей (галеты, крекеры, кексы и др.)также используют комплексные ферментные препараты, содержащие α-амилазу.

**β-Фруктофуранозидаза**. Другие названия этого фермента ‒инвертазаилисахараза. β- Фруктофуранозидазу выделяют из дрожжей путем автолиза. Этот фермент гидролизует сахарозу по β-фруктозидной связи согласно уравнению:



В результате действия фермента на сахарозу получается смесь α-глюкозы и β- фруктозы, получившая название "инвертного сахара". Инвертаза находит широкое применение в пищевой промышленности. Гидролиз концентрированных растворов сахарозы с использованием инвертазы приводит к образованию более сладких сиропов. Точка кипения инвертированных сиропов выше, а точка замерзания ниже, т. к. при инверсии повышается осмотическое давление. Образовавшиеся при действии инвертазы моносахариды более растворимы, не так легко выкристаллизовываются из высококонцентрированных сиропов.

Инвертаза применяется в кондитерской промышленности для производства отливных помадных корпусов конфет, круглых помадных корпусов и жидких фруктовых начинок, таких как вишневый ликер. В каждом случае ее применение обусловлено необходимостью получить полумягкую или жидкую консистенцию при высоких концентрациях сахара (78%), предотвращающих брожение. В случае производства помадной массы из кокосовых орехов применение инвертазы обусловлено и повышенной влагоудерживающей способностью фруктозы, образующейся под действием этого фермента.

**Протеолитические ферменты семян растений**. В семенах злаковых и бобовых культур содержится целый комплекс протеолитических ферментов, участвующих в расщеплении запасных белков до аминокислот в процессе прорастания семян. Ферментные препараты, содержащие протеиназы, применяют для регулирования биокаталитических процессов, протекающих при приготовлении теста и выпечке. Исключительно важны для хлебопечения те изменения, которые претерпевает при тестоведении и расстойке белковый комплекс муки. Именно белковый комплекс и его ферментативные изменения определяют собой физические свойства теста. От белкового комплекса зависит как поведение теста при его замесе и расстойке (в частности, формоудержание), так и качество готового изделия, его объем, пористость, структура мякиша.

Комплексные ферментные препараты, содержащие активные протеазы и α-амилазу (например, амилоризин П10Х), применяют не только в хлебопечении, но также при производстве мучных кондитерских изделий с целью ускорения процесса брожения и корректировки физических свойств клейковины муки, изменения реологических свойств теста, ускорения его "созревания".

## Технология приготовления кексов

Кексы представляют собой мучные кондитерские изделия, приготовленные из сдобного теста с большим содержанием яйцепродуктов, сахара и жира, а также ценных во вкусовом отношении наполнителей ‒ изюма, цукатов, фруктов, орехов и др. Этим

объясняются их высокая калорийность, приятный вкус, аромат. Привлекательный вид

создается благодаря разнообразной внешней отделке, форме и массе.

Тесто для кексов представляет собой многофазную структурированную систему, имеющую в своем составе воздушную фазу, обеспечивающую пористость.

В рецептуру кексов входят химические разрыхлители или дрожжи. Разрыхлители могут в рецептуру и не входить. Их роль выполняют поверхностно-активные вещества, входящие в состав основного сырья, главным образом яйцепродуктов.

Кексы в зависимости от способа приготовления и рецептур подразделяют на следующие группы: на дрожжах; на химических разрыхлителях; без химических разрыхлителей и дрожжей.

Технология изготовления кексов включает:

* приготовление теста,
* формование,
* выпечку
* отделку.

Тесто для кексов может быть приготовлено несколькими способами. Технологический процесс производства теста па дрожжах состоит из приготовления опары и замеса на ней теста.

Для приготовления опары предварительно подготавливают дрожжи: 50% рецептурного количества дрожжей в измельченном виде размешивают в теплой воде (40°С). Далее вводят часть меланжа и муку в количестве 50... 60% рецептурного и тщательно перемешивают с водой. Количество воды для опары рассчитывают, исходя из влажности опары 49... 52%. Поверхность опары по окончании вымешивания слегка подпиливают мукой, накрывают полотном и оставляют для брожения в покое на 4...4,5 ч при температуре окружающей среды 30...32°С. В процессе брожения повышается кислотность опары. Готовность опары может быть установлена, во-первых, по изменению

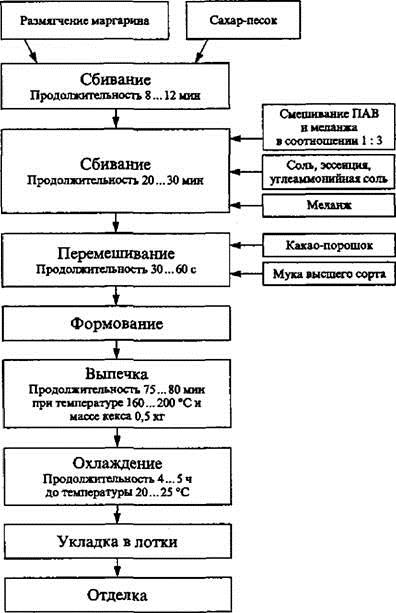
внешнего вида, появлению морщинистой поверхности и, во-вторых, ‒ по достижению кислотности 3...3.5.

Показателями качества опары являются: влажность 44...52%; кислотность 3,0...3,5.

Для приготовления теста в готовую опару загружают сахар-песок, смесь жира с оставшейся от рецептурного количества частью меланжа, предварительно подогретую до

35...40°С. Массу тщательно перемешивают, после чего в нее вводят остальные рецептурные компоненты: соль, изюм, цукаты, ванильную пудру, разведенные в небольшом количестве воды дрожжи (50%).

Все сырье с опарой тщательно перемешивают. Продолжительность вымешивания в месильной машине - 10...30мин. Затем тесто посыпают с поверхности мукой, накрывают полотном и оставляют для брожения в помещении, температура в котором около 32°С. Длительность брожения составляет 1,5...2 ч. В течение этого времени производят одну-две обминки для удаления из теста части диоксида углерода (углекислого газа), образовавшегося при брожении, и создания оптимальных условий для брожения. Показатели качества готового теста: влажность, % - 20...32 (в зависимости от вида кекса); кислотность, град - 3,0... 3,5; температура, °С- 30...32.



***Рисунок 1.*** Технологическая схема производства кекса «Особый» с поверхностно- активными веществами (пастой для сбивания)

Формирование кексов происходит при выпечке в результате физико-химических процессов, главным образом коллоидных. Одновременно формируются вкусовые качества, аромат, цвет.

Технологические параметры выпечки (температура, продолжительность) кексов зависят от рецептуры, массы тестовых заготовок, их формы и конструкций печи.

Выпечку кексов производят в печах, применяемых для выпечки мучных полуфабрикатов, тортов и пирожных.

Выпеченные кексы охлаждают в течение 4...5 ч, извлекают из форм и зачищают поверхность ножом или теркой. Далее кексы подвергают отделке.

## Технология производства слоеных изделий

Процесс приготовления дрожжевого слоеного теста состоит из двух стадий: 1.Приготовление дрожжевого теста безопарным или опарным способом без жира. Жир

оставляют для прослаивания. Если в тесто входит очень много сдобы, то жир и сахар по

рецептуре разделяют на две части. Одну часть используют при замесе теста, другую оставляют для прослаивания.

* 1. Прослаивание теста. Готовое тесто раскатывают в пласт толщиной 1…2 см, пласта смазывают размягченным или растопленным маслом и складывают так, чтобы получилось два слоя жира и три слоя теста. Переворачивают на 90° и раскатывают прямоугольный пласт до толщины 1 см, складывают в три слоя. Затем тесто ставят в холодильник на 30 минут для охлаждения и расслабления клейковины. После ослабления переворачивают 90° и раскатывают в прямоугольный пласт, складывают в два, три или четыре слоя. Переворачивают на 90° и раскатывают в пласт толщиной в 1 см для формования изделий. Из данного вида теста готовят булочки слоеные. Изделия из него получаются мягкими, более рассыпчатыми, чем из обычного дрожжевого теста, и очень долго не черствеют.

Стадии технологического процесса приготовления замороженных изделий из слоеного теста:

1. Интенсивный замес теста с применением воды температурой 0°С и дробленого льда с увеличенной дозировкой дрожжей;
2. Предварительная отлежка теста для набухания белков муки в течение 20-30 минут;
3. Прокатка теста с маргарином до получения нужного количества слоев;
4. Нарезка, формование и упаковка полуфабрикатов из слоеного теста;
5. Заморозка и хранение тестовых заготовок.

## Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды микроорганизмов используются в кондитерской промышленности?
2. Какие ферменты используют в кондитерской промышленности и для чего?
3. Основные этапы технологии производства кексов?
4. Основные стадии процесса приготовления слоеного дрожжевого теста?
5. Стадии технологического процесса приготовления замороженных изделий из слоеного теста?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

* 1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.
  2. Теоретические основы пищевых технологий: в 2 кн. Кн.1 / Под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – 608 с. – ISBN 978-5-9532-0764-5.

*Дополнительная*

* 1. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии. Учебное пособие / Г.А. Гореликова. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с.

1. **Ауэрман, Л. Я.** Технология хлебопекарного производства: Учебник.- 9-е изд.; перераб. и доп.

/Под общ.ред. Л.И. Пучковой. – СПб: Профессия, 2005. - 416 с.

1. **Цыганова, Т.Б.** Технология хлебопекарного производства / Т.Б. Цыганова – М.:ПрофОбрИздат,2002,-432 с.
2. **Пащенко, Л. П.** Технология хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова. – М.; КолосС, 2008. – 389 с.
3. **Токарев, Л.Т.** Производство мучных кондитерских изделий: учебное пособие / Л.Т. Токарев.

- М.: Дашков и К, 2000. – 450 с.

1. **Ермилова, С.В.** Мучные кондитерские изделия из дрожжевого теста / С.В. Ермилова, Е.И. Соколова. М.: Академия, 2008. – 64с. **-** ISBN: 978-5-7695-6328-7.

**Лекция 6**

# БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПИВОВАРЕНИИ

## Сырье для пивоваренного производства

В пивоваренном производстве основным сырьем являются ячмень, хмель, вода и дрожжи.

Основное сырье для пивоварения –ячмень*.* Из него приготовляют солод (зерно, проращенное при особых условиях), а в дальнейшем изготовляют пиво. Ячмень является одной из распространенных зерновых культур в мире. Благодаря короткому вегетационному периоду и способности акклиматизироваться в любых условиях ячмень растет и созревает далеко на севере – в приполярных странах, а также на юге – в высокогорных районах.Ячмень принадлежит к семейству злаковых. По морфологическим признакам культурный ячмень делится на двухрядный и многорядный (шестирядный и четырехрядный). Двухрядные ячмени преимущественно бывают яровыми, а шестирядные – озимыми и яровыми.Колос (соцветие) ячменя состоит из тонкого плоского коленчатого стержня и отдельных колосков, которые сидят на каждом выступе колосового стержня по обе стороны от него.

Для пивоварения используют специальные сорта двухрядного ячменя, а шестирядные считаются кормовыми (фуражными). Двухрядные ячмени имеют перед шестирядными значительные преимущества: выравненное (равномерное) зерно, более тонкая оболочка, повышенное содержание экстрактивных веществ, меньшее количество белка.

Химический состав ячменя очень сложный и непостоянный и зависит от сорта, района произрастания ячменя, климатических и почвенных условий. 75% сухих веществ в ячменном зерне составляют углеводы, к ним относятся крахмал, целлюлоза, гемицеллюлоза, полисахариды и сахар. Важнейшим углеводом ячменя является крахмал, составляющий основную массу эндосперма. Целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества входят в состав оболочки зерна и стенок клеток зародыша и эндосперма. В пивоваренном ячмене должно содержаться от 60 до 70 % крахмала на сухое вещество. Крахмал не является однородным веществом, он состоит из двух полисахаридов – амилозы и амилопектина. Крахмал по своим физико-химическим свойствам является коллоидным веществом. Целлюлоза (клетчатка) является вторым по значимости полисахаридом ячменя – это главная составная часть оболочки. В ячменном зерне содержится 3,5-7% целлюлозы. В воде целлюлоза нерастворима, ферментативному воздействию не поддается. При соложении ячменя она не изменяется, при фильтрации сусла используется в качестве фильтрующего слоя. Гемицеллюлоза в ячмене составляет основу крахмальных клеток в эндосперме, под действием ферментов расщепляется на глюкозу и пентозу. Пектиновые вещества относятся к сложным углеводам, содержатся в ячмене в небольшом количестве, входят в состав растительных клеток, но находятся в нерастворимом состоянии. В ячменном зерне содержится небольшое количество сахарозы, раффинозы, глюкозы, фруктозы и других сахаров.

Все сложные биохимические процессы распада и синтеза органических веществ происходят в зерне в период соложения под действием ферментов. Это органические катализаторы, вещества, которые изменяют скорость химических реакций, при этом сами они в реакции не участвуют и не изменяются. Действие ферментов зависит от температуры реакции среды, их физического состояния - находятся ли они в растворе во влажном состоянии или сухом состоянии.

Пригодность ячменя для пивоваренного производства определяют по ряду признаков, указывающих на его качество. Сначала ячмень оценивают по внешним признакам – цвету, запаху и зараженности его вредителями. Затем проверяют химический состав принятого ячменя – влажность, содержание белка, экстрактивность и т.д. Пивоваренный ячмень

должен обладать технологическими (солодовыми) свойствами – легко перерабатываться на солод, давать высокий выход пива из единицы сырья, обеспечивать хорошее качество готового пива.

Для приготовления пива используют также и другие зерновые культуры (мука рисовая, мука кукурузная, мука пшеничная) в виде несоложеных материалов. К несоложенным материалам предъявляют следующие требования: они не должны иметь загрязнений и примесей, посторонних привкусов и запахов, должны быть сухими и рассыпчатыми.

Хмель является одним из основных компонентов при производстве пива, так как, обладая ароматическими и вкусовыми свойствами, придает пиву приятную горечь и аромат и обуславливает сортовые особенности пива. Хмель повышает биологическую стойкость пива (горькие вещества обладают антисептическими свойствами) и влияет на пенообразование и пеностойкость.

Хмель – многолетнее двудомное растение из семейства конопляных. Хмель состоит из белков, безазотистых экстрактивных веществ, клетчатки и минеральных веществ, содержатся специфические для пивоварения вещества: хмелевое масло (при варке сусла почти полностью улетучивается), горькие кислоты и смолы (придают пиву горький вкус и аромат), дубильные вещества. Смолы и горькие кислоты делятся на несколько фракций в зависимости от растворения в специальных растворителях и в воде. Горькие вещества обладают антисептическими свойствами, увеличивают стойкость пива. Эфирное хмелевое масло обуславливает специфический аромат свежего хмеля. Содержание его значительно колеблется. Эфирное масло представляет собой смесь ароматических веществ и терпенов различного химического состава и строения. Дубильные вещества придают пиву вкус своеобразной резкой горечи; они способствуют свертыванию нежелательных белков сусла. После удаления дубильных веществ вместе с белками вкус пива становится мягче.

Для длительного хранения хмель высушивают при температуре не выше 50 гр. Цельсия. Высушенный хмель влажность 10-12% упаковывают в герметически закрывающиеся спец. мешки. Хмель прессованный делится на три основных сорта в зависимости от его качества. Хмель хранят в хмелехранилище, где благоприятная температура близка к 0°С.

Вода, являясь одним из основных видов сырья для приготовления сусла, одновременно служит необходимым вспомогательным материалом (при замочке ячменя, промывке дрожжей, мойке бродильно-лагерных емкостей, бочек, дрожжевых ванн, бутылок и т. д.). Все биохимические процессы, происходящие при изготовлении пива, протекают в водной среде. Вода как сырье для пивоваренного производства должна обладать качествами питьевой воды. Необходимо учитывать ее биологические и физические свойства и химический состав. Вода должна быть прозрачной, бесцветной, без запаха и привкуса. В природной воде всегда содержатся различные растворимые соли, одни из них влияют на вкусовые свойства пива, другие – на ферментативные процессы. Растворенные в воде соли кальция и магния обусловливают ее жесткость. К солям, отрицательно влияющим на кислотность сусла, относятся карбонаты и бикарбонаты. Для пивоваренного производства важно не общее содержание солей в воде, а их состав и соотношение. Воду для пивоварения оценивают не только по количеству солей (ионов), но и по влиянию их на кислотность сусла (изменение рН). Это в свою очередь влияет на выход экстракта, сбраживание, окраску сусла, пива и растворение хмелевых смол. Пивоваренные заводы используют воду различного солевого состава. Вода, идущая на приготовление пива, должна быть прозрачной; при наличии взвешенных частиц ее необходимо фильтровать, даже если химический состав воды удовлетворительный.

Пивоваренные дрожжи – одноклеточные организмы без хлорофилла, которые по морфологическим признакам относятся к классу грибов, подклассAscomycetes, семейству Saccharomyces. По способности сбраживать разные сахара, которые имеют значение для классификации рас Коцкова-Краткохвилова относит пивоваренные дрожжи ко второму типу (сбраживают мальтозу и сахарозу), включающему группу cerevisiae, которая

сбраживает рафинозу только на 1/3, и группу carlsbergensis, которая сбраживает рафинозу полностью.

## Приготовление солода

Основным зерновым сырьем для приготовления пива (пивного сусла) является ячменный солод, который бывает нескольких типов – светлый, темный и карамельный. Качество и тип солода определяют свойства получаемого из него пива.

Приготовление пивоваренного солода состоит из следующих операций: очистки и сортировки ячменя, замачивания ячменя, проращивания (солодоращения) ячменя, сушки зеленого солода, очистки сухого солода от ростков, отлеживание солода. Ячмень проращивают в солодовнях – специальных помещениях, оборудованных аппаратами и машинами для замачивания, проращивания ячменя и сушки солода. Для получения солода с хорошей растворимостью и большой ферментативной активностью процесс соложения должен проходить медленно при относительно низких температурах. Наиболее благоприятная температура соложения для ячменя хорошего качества 17 гр. Цельсия. При этом важно, чтобы при проращивании в зерне сохранялась влажность не ниже 43%. Вода способствует гидратации и распределению продуктов ферментативного гидролиза. Химический состав прорастающего зерна изменяется. Так, крахмал, гидролизуясь, превращается в растворимые сахара, которые придают солоду сладковатый вкус; в процессе сушки солода сахара, взаимодействуя с аминокислотами, образуют ароматические и красящие вещества (меланоидины) солода. Азотистые вещества зерна в процессе соложения под влиянием ферментов претерпевают глубокие превращения – снижается содержание нерастворимых белков, увеличивается содержание более простых форм белков. Количество водно-растворимых белков и продуктов их ферментативного гидролиза – пептонов, полипептидов и аминокислот – значительно увеличивается. Вещества зерна, кроме углеводов, белков, жиров, при соложении также подвергаются биохимическим превращениям. В процессе соложения в зерне ячменя активизируются и накапливаются ферменты. Они очень разнообразны, под их действием происходят все биохимические превращения в зерне. Одной из главных задач процесса солодоращения и сушки солода является накопление амилолитических ферментов и сохранение их активности. В результате проращивания ячменя получается зеленый солод, он не может быть использован для приготовления пивного сусла: запах и вкус его сырые, по химическому составу он не удовлетворяет предъявляемым требованиям, ввиду большой влажности является очень не стойким продуктом. Сухой солод – стойкий продукт со специфическим цветом, ароматом и химическим составом – получается после сушки зеленого солода не специальных сушилках. Ростки удаляют на росткоотбойной машине тотчас же после сушки, когда они хрупкие и легко обламываются. Очищенный от ростков солод взвешивают на автоматических весах и передают в склад для хранения и отлежки. Для пивоварения используют только солод, отлежавшийся не менее 3-4 недель, за это время в нем медленно проходят физико-химические процессы, в результате которых солод окончательно становиться пригодным для производства пива.Партии солода при хранении должны быть одинаковыми по натуре, цветности, экстрактивности, продолжительности осахаривания и другим показателям. По способу приготовления различают светлый солод, предназначенный для светлых сортов пива, темный – для темных сортов пива.

## Технологический процесс производства пива

Технологический процесс производства пива очень сложный и длительный и состоит из нескольких стадий:

* приготовление пивного сусла;
* приготовление чистой культуры дрожжей;
* сбраживание пивного сусла;
* осветление и розлив пива;

Основной из них является *приготовление пивного сусла*.Состоит из нескольких технологических операций.

*Очистка и подготовка солода к дроблению.* В готовом солоде содержится пыль, ростки и другие примеси, а иногда и случайно попавшие металлические предметы (болты, гайки, гвозди). Перед дроблением солод должен быть очищен. Очистку и полировку солода производят в дробильном отделении.Дробление солода влияет в дальнейшем на процесс приготовления сусла, в том числе на продолжительность осахаривания и фильтрации, а также на выход экстракта. Дробленый солод состоит из частиц различной величины, которые по размеру и по внешнему виду делятся на шелуху, крупную крупку, мелкую крупку и муку.

*Затирание солода.*В заторном чане происходит смешивание помола солода с водой, при этом необходимо, чтобы каждая частица зерновогосырья была смочена водой. Требования к химическому составу воды должны быть особенно строгими. Расход воды при затирании зависит от того, какой плотности необходимо получить сусло, и от экстрактивности затираемого солода. Температура воды должна быть такой, чтобы после спуска дробленого солода в заторный чан температура затора была до 50 °С.

При затирании в раствор переходят растворимые вещества солода и набухают коллоидные вещества. Цель затирания заключается в том, чтобы получить из дробленого солода наибольшее количество экстракта. Затем вся масса поступает в отварочный котел, который регулируется при помощи компьютерной программы. Солод как основное сырье для пива является не только источником получения экстрактивных веществ, но и источником ферментов, под действием которых нерастворимые вещества самого солода и несоложеных материалов (крахмал, белки и пр.) переводятся в раствор.

Активность ферментов зависит от концентрации водородных ионов (рН), концентрации затора, концентрации самих ферментов и ряда других факторов. Превращение углеводов (крахмала) начинается с механического нарушения структуры крахмальных зерен, облегчающего ферментативный гидролиз, который проходит значительно лучше при предварительной клейстеризации крахмала. Крахмал существует в двух формах: в форме амилозы и в форме амилопектина. Молекула амилозы крахмала представляет собой длинную неразветвленную цепь, в которой глюкозные остатки соединены α(1-4)-связями. Молекулярная масса амилозы в зависимости от степени полимеризации колеблется от 10000 до 500000. Цепи амилозы расположены спиралеобразно, каждый виток спирали образован тремя остатками глюкозы. В растворе витки спирали увеличиваются и в их образовании участвуют шесть-семь глюкозных единиц. Молекула амилопектина разветвлена, в цепочках остатки глюкозы соединены через α-1,4-связи, а в местах ветвления – через α-1,6-связи, на долю последних приходится 6,7% всех связей в молекуле. Молекулярная масса амилопектина колеблется от 1 до 6 млн, примерно 4% остатков глюкозы являются концевыми группами. В воде амилоза и амилопектин образуют гидратированные мицеллы, которые при добавлении йода интенсивно окрашиваются в синий цвет. В воде крахмал нерастворим, а в горячей воде при определенных температурах связи между мицеллами ослабевают, зерна крахмала набухают, увеличиваясь в объеме в 60-100 раз, и образуют коллоидный раствор. Температура клейстеризации характеризуется температурным интервалом (для ячменного крахмала 60-80°С). Происходит оклейстеризация крахмала, что облегчает доступ ферментам к молекулам крахмала при гидролизе. В общем виде гидролиз крахмала можно представить как ступенчатую реакцию:

(С6Н10О5)х → (С6Н10О5)у → (С6Н10О5)z → С12Н22О11 → С6Н12О6

Оклейстеризованный крахмал в дальнейшем подвергается ферментативному воздействию. Температура 50-53°С оптимальна для действия протеолитических ферментов

и накопления достаточного количества белков. Это так называемая «белковая пауза». При действии ферментов на белок происходит разрыв пептидных связей в молекуле белка (гидролиз) с образованием промежуточных продуктов, которые затем расщепляются до аминокислот:

Белок→пептоны→полипептиды→дипептиды→α-аминокислоты Температура 62-63°С оптимальна для действия бета-амилазы и накопления мальтозы,

которая легко и быстро в последующем сбраживается дрожжами. Выдержка при температуре 63°С называется «мальтозная». Температура 70°С оптимальна для действия альфа-амилазы, которая разжижает крахмал и расщепляет его с образованием декстринов, которые должны присутствовать в сусле, т.к. обуславливают полноту вкуса и вязкость пива. Таким образом, процесс расщепления крахмала ферментами солода – амилазами – проходит в несколько стадий: первая – разжижение крахмального клейстера, вторая – декстринизация крахмала, т.е. превращение его в продукты распада, и последняя стадия – осахаривание, когда в растворе весь крахмал и большая часть продуктов его распада превращается в сахара (мальтозу и глюкозу). Конечную стадию осахаривания затора проверяют по йодной реакции. Каплю раствора йода смешивают с каплей сусла, при этом окраска не должна изменяться. Фиолетовый или красноватый оттенок указывает на неполное осахаривание затора. Во время осахаривания накапливаются сахара и декстрины. При затирании солода кроме осахаривания крахмала происходят и другие ферментативные процессы: распад белков, фосфорноорганических соединений. Превращение белковых веществ при затирании имеет большое значение для качества пива. Они влияют на пенообразование, стойкость, вкусовые качества пива, а аминокислоты (продукты распада белков) необходимы для питания и размножения дрожжей. Кроме крахмала и белков из солода в раствор переходят пентозаны, гуммиобразные и красящие вещества, которые влияют на вкус и пеностойкость пива. Затем весь затор перекачивают в фильтрационный чан на фильтрацию.

Затор фильтруют в фильтрационном чане через слой дробины при температуре в пределах 75 градусов. Фильтрация затора необходима для того, чтобы отделить сусло от нерастворимых частиц дробины. Осахаренный затор состоит из сладкого пивного сусла (жидкой фазы) и дробины (твердой фазы). В пивном сусле содержатся сахара, декстрины, продукты распада белков, минеральные и другие экстрактивные вещества, а в дробине – крупные и мелкие части мякинной оболочки, мелкие остатки эндосперма и свернувшиеся белки. Процесс фильтрации состоит из двух фаз: первая – фильтрация первого сусла и вторая – промывание дробины водой (в ней остается еще 30% сусла), повторяют 2 раза. Процесс основан на стекании жидкости по капиллярным ходам дробины, служащей фильтрующим слоем, лежащим на ситчатом дне фильтрационного чана. После спуска последней промывной воды дробину из фильтрационного чана выгружают в специальный бункер. Она является ценным кормовым средством для животных. После этого тщательно моют сита и чан, подготавливают его для фильтрации следующего затора.

*Кипячение сусла с хмелем.* Отфильтрованное сусло и промывные воды собирают в сусловарочный котел, проверяют полноту осахаривания и начинают кипятить сусло с хмелем. При кипячении с хмелем сусло упаривается до нужной плотности, одновременно происходит его стерилизация, инактивирование ферментов, коагуляция некоторой части растворенных белков, выщелачивание и растворение горьких и ароматических веществ хмеля. При кипячении в результате испарения влаги повышается содержание сухих веществ сусла. Кипячение сусла продолжается 2 часа. Периодически проводится определение содержания сухих веществ на сахарометре при 20°С и отбираются пробы для лабораторного исследования. Это определение необходимо для учета расхода сырья и потерь в производстве.

Хмель задают в сусло в два или три приема. Количество задаваемого хмеля зависит от изготовляемого сорта пива, качества и способа внесения хмеля. Конец кипячения сусла с хмелем практически определяют по содержанию сухих веществ, в сусле – по свертыванию белков в крупные хлопья («образование бруха») и по прозрачности горячего сусла. Количество горячего сусла замеряют рейкой при спокойной поверхности жидкости в котле и выражают в декалитрах (дал). По окончании кипячения сусло должно хорошо осветляться, т.е. свернувшиеся крупные хлопья должны быстро садиться на дно пробного стаканчика, а сусло должно быть прозрачным. Мелкие хлопья свидетельствуют о недостаточном кипении сусла. Затем сусло спускают в вирпул (отстойный чан для охлаждения) на 15-20 минут. При охлаждении сусла осаждаются взвешенные белковые частицы и хмелевые смолы, испаряется вода. Пивное сусло перекачивают через переохладитель пластинчатый, при входе в аппарат температура сусла 96°С, на выходе из аппарата заданная температура (8°С). Сусло должно охлаждаться быстро (не более чем за 2 ч). При более длительном охлаждении сусло темнеет и возникает опасность попадания в него инфекции. В потоке сусла задаем дрожжи определенной генерации (с 1-6), дрожжи предварительно проверяют в лаборатории, также идет аэрация для насыщения сусла кислородом, для лучшего размножения дрожжей. Смесь сусла и дрожжей поступает в танк главного брожения, который предназначен для брожения пивного сусла под давлением. В пивоваренном производстве процесс брожения делится на две стадии: главное брожение и дображивание.

*Главное брожение* происходит в бродильном отделении – в помещении, где сбраживается большая часть экстракта пивного сусла, в бродильных чанах. Главное брожение сусла начинается с момента внесения дрожжей. Дрожжи чистой культуры разводят в микробиологической лаборатории.

Брожение – сложный биохимический процесс, во время которого с помощью дрожжей происходит химическое превращение веществ питательной среды (спиртовое брожение). Сахара, содержащиеся в пивном сусле, сбраживаются дрожжами в спирт и углекислый газ, а дрожжи получают необходимое питание для своего роста и размножения. Процесс спиртового брожения выражается следующим уравнением:

С6Н12О5 → 2СН3СН2ОН + 2СО2

Состав сусла во время брожения изменяется: часть веществ сусла потребуется на построение новых клеток дрожжей; во время жизнедеятельности дрожжей выделяются новые вещества (глицерин, янтарная кислота, альдегиды и пр.); белковые вещества и хмелевые смолы частично выпадают в осадок. Эти процессы изменяют концентрацию водородных ионов (рН), кислотность сусла увеличивается, и тем быстрее размножаются дрожжи, в результате этого образуются органические кислоты и изменяется буферность сусла. Увеличение кислотности при брожении приводит к уменьшению растворимости белков и хмелевых веществ. Выделяются горькие вещества хмеля, которые адсорбируются на поверхности дрожжей и выделяемых белков. Поднимаясь, пузырьки углекислого газа образуют на поверхности пива деку. В деке также имеются дубильные вещества хмеля, оболочки солода и пр. Изменение содержания аминокислот сусла при брожении зависит от размножения дрожжей: чем больше получается дрожжей, тем меньше остается аминокислот в сусле. Прирост дрожжей при брожении бывает различным и зависит от количества заданных дрожжей, содержания сухих веществ начального сусла и количества экстракта сброженного сусла, и от количества растворенного свободного кислорода в сусле. Нормальным для процесса брожения считается четырехкратный прирост дрожжей.

Температурный режим брожения для различных сортов пива различен. Сброженное сусло после главного брожения называется молодым пивом.

После главного брожения молодое пиво перекачивают в танки для дображивания и выдержки. Пиво продолжает бродить, поэтому слои жидкости в нем перемешиваются, и

выделяется углекислота. Пиво охлаждается с 5 до 0-2°С, в нем образуются конвекционные токи. Это способствует образованию укрупненных взвешенных частиц и постепенному оседанию их на дно танков. Оседающие дрожжевые клетки адсорбируют на своей поверхности более мелкие вещества и тоже увлекают их в осадок, и пиво осветляется.

Длительность процессов дображивания и выдержки зависит от сорта пива. Во время выдержки происходит медленное сбраживание сахаров, насыщение углекислотой, осветление и созревание пива, причем оно приобретает характерный для данного сорта вкус. Качество готового пива зависит от степени насыщения углекислотой, полноты вкуса и осветления.

Во время процесса дображивания образуется значительно больше, чем может раствориться в пиве, углекислоты. Избыточный углекислый газ повышает давление сверх требуемого, его следует непрерывно удалять.

Осветление пива при дображивании происходит вследствие прекращения брожения (дрожжи оседают на дно, увлекая и другие взвешенные частицы). Затем пиво поступает по пивопроводам на сепаратор.

## Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте основное сырье для пивоваренного производства.
2. Какие операции осуществляют для приготовления солода?
3. Из каких стадий состоит процесс производства пива?
4. Какие процессы происходят при затирании солода?
5. В чем заключается клейстеризация крахмала?
6. Каковы стадии и оптимальные условия фильтрации затора?
7. Какие процессы происходят при кипячении сусла с хмелем?
8. Биохимия главного брожения?
9. Что происходит при дображивании пива?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Габих, Г.Э.** Практическое руководство к пивоварению. Техника пивоваренного дела / Г.Э. Габих. – М.: Либроком, 2012. – 352 с.
2. **Хныкин, А.М.** Пиво. Технологический и химический контроль производства на мини- предприятиях / А.М. Хныкин. – М.: Экслибрис. – 2011. – 320 с.

*Дополнительная*

1. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии. Учебное пособие / Г.А. Гореликова. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с.
2. **Мальцев, П.М.** Технология бродильных производств / П.М. Мальцев.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1980.– 560 с.
3. **Фараджева, Е.Д.** Общая технология бродильных производств / Е.Д. Фараджева, В.А. Федоров.  М.: Колос, 2002.  408 с.
4. **Ермолаева, Г.А.** Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков

/ Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. – М.: ИРПО, изд. Центр «Академия», 2000. – 416 с.

**Лекция 7**

# БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ВИНОДЕЛИИ

## Сырье для виноделия и его подготовка

Технологияприготовление вина из винограда путём спиртового броженияделится на первичное — переработка винограда, приготовление виноматериалов, и вторичное — обработка и выдержка виноматериалов с целью придания им характерного вкуса, букета, аромата и стабильности. Исходным сырьём для виноделия является виноград (белый, розовый, чёрный и красный) в стадии технической зрелости, т. е. в таком состоянии, когда в нём образовалось достаточное количество экстрактивных веществ, сахара и кислоты для производства того или иного вина.

Сбор винограда для промышленной переработки проводят при достижении им технической (технологической) зрелости, т.е. установленных кондиций по содержанию сахара и кислоты. Для получения вин высокого качества химический состав сусла из средней пробы ягод должен приближаться к стандартам. Виноград должен быть одного ампелографического сорта, чистый, здоровый. Допускается наличие в партии ягод др. сортов — до 15%, раздавленных и мятых — не более 20% поврежденных грибными болезнями — не более 15%. Не допускается смешивание европейско-азиатских сортов винограда вида *Vitis vinifera* с сортами североамериканского вида *Vitis labrusca* и франко- американскими гибридами прямыми производителями, а также смесь сортов разного цвета. Доставка винограда с виноградников на завод производится в основном на автомашинах, снабженных специальными контейнерами. Время между сбором и переработкой винограда не должно превышать 4 ч.

Переработку винограда и отбор сусла по фракциям проводят согласно требованиям действующих технологии инструкций по производству виноматериалов для соответствующих типов и наименований продукции. Последовательность операций различных технологических схем переработки винограда. Виноградные выжимки перерабатывают в свежем виде путем экстрагирования водой сахара и виннокислых соединений, отделения виноградных семян, получения кормовой муки, удобрений или же направляют их для хранения и (при необходимости) брожения в ямах или буртах с последующей переработкой после сезона виноделия. Гребни, поступающие с дробилок- гребнеотделителей, отпрессовывают и используют на удобрение. Основная масса винограда перерабатывается на поточных механизированных линиях, представляющих собой совокупность машин, аппаратов, вспомогательных устройств, транспортных средств и пультов управления, расположенных по ходу технологического процесса и осуществляющих все процессы от приемки винограда до получения различных фракций сусла (при переработке винограда по белому способу) или виноматериалов (при переработке винограда по красному способу).

На небольших винзаводах при выработке марочных вин используются также технологический приемы классического виноделия: переработка винограда на валковых дробилках-гребнеотделителях, прессование мезги на корзиночных прессах, брожение сусла в бочках для белых вин и мезги в чанах с плавающей или погруженной «шапкой» для красных вин.

Технологические схемы, применяемые при переработке винограда для получения различных типов вин, основаны главным образом на различном использовании составных частей виноградной грозди.

Виноград перерабатывают на дробилках-гребнеотделителях различных систем с отделением гребней или вместе с гребнями (кахетинские вина). Для получения шампанских виноматериалов виноград иногда прессуют целыми гроздями на корзиночных пневматических или гидравлических прессах.

Для стабильного производства высококачественного вина необходимо осуществлять брожение чистыми культурами дрожжей, заранее выделенными, желательно адаптированными к местным условиям. Для этого к виноградному соку добавляют одну из чистых культур бактерий*.*

Используются дрожжи-сахаромицеты: *Sacсharomyces сerevisiae, S. oviformis, S. ellipsoideus*. Виноделы не очень-то полагаются на дрожжи дикого типа, если нет уверенности, что конкуренция со стороны не-винных дрожжей не подавлена. Использование заквасок дает ряд преимуществ: сокращается лаг-период размножения дрожжей, образуется продукт с известными свойствами, уменьшается вероятность появления нежелательного вкуса, поскольку в брожении не участвуют дикие не винные дрожжи. Хересные винные дрожжи (*Sacсharomyces oviformis*), способные переокислять спирт в продукты, придающие вину хересный букет, чувствительны к концентрациям спирта выше 15 %. Культивируя исходный штамм дрожжей при постепенном повышении концентрации спирта до 18 %, удалось выделить штамм, способный к образованию хереса в этих условиях.

## Первичное виноделие

Основным процессом первичного виноделия является спиртовое брожение, для осуществления которого в сусло вводится чистая культура дрожжей (2‒3%); брожение может также происходить на природных дрожжах, содержащихся в самом винограде. В

результате сбраживания сахара виноградного сусла образуются этиловый спирт и

углекислый газ (в среднем 1 г сахара даёт 0,6 мл спирта), а также в небольших количествах вторичные продукты брожения (глицерин, уксусный альдегид, кислоты, ацетоин, 2,3- бутиленгликоль, диацетил, высшие спирты и эфиры). Сусло бродит до полного сбраживания сахара в случае приготовления сухих вин или до частичного — для полусладких, крепких и десертных вин.

*Белые столовые вина* изготовляют главным образом из белых, а также из тех красных и чёрных сортов винограда, сок ягод которых не окрашен.

На заводах виноград немедленно, во избежание закисания, перерабатывается на сусло. На дробилках-гребнеотделителях виноград раздавливается, превращается в мезгу и от мезги с соком отделяются гребни. Мезга подаётся мезгонасосом в стекатель для отделения сусла-самотёка, а затем — в пресс непрерывного или периодического действия для окончательного допрессовывания. Сусло осветляется отстаиванием или декантацией в течение 18—24 *ч* с одновременной обработкой бентонитом и сернистым ангидридом. В осветлённое сусло вводится чистая культура дрожжей, и оно подаётся в резервуары или установки непрерывного брожения. Для лучших столовых вин используется только сусло- самотёк, прессовые фракции сусла идут на изготовление ординарных креплёных вин. Во время брожения поддерживается оптимальная температура (14—18°С) сусла. При сбраживании сусла в установке непрерывного действия на 30% увеличивается производительность оборудования, на 50% сокращается затрата труда, дрожжевая разводка вводится один раз в начале сезона виноделия, легче поддерживаются технологические параметры на оптимальном уровне, обеспечивается более высокое качество вин. Когда брожение вина закончится, т. е. прекратится выделение углекислого газа и вино осветлится, его сливают с дрожжевого осадка и перекачивают в чистую ёмкость.

*Красные столовые вина* готовятся из красных или чёрных сортов винограда, сок которого, как правило, не окрашен, а все красящие вещества содержатся лишь в кожице. Основная задача виноделия по так называемому красному способу — извлечь красящие вещества (антоцианы). Виноград после дробления и гребнеотделения не прессуют, как при приготовлении белых вин, а перерабатывают по одной из 3 технологических схем:

1. Брожение сусла на мезге в дубовых чанах или железобетонных резервуарах при температуре 28—32°С с плавающей или погружённой «шапкой» (масса, состоящая из кожицы и семян винограда). Кожица винограда под действием углекислого газа всплывает наверх и уплотняется на поверхности бродящего сусла в виде «шапки». Её тщательно перемешивают 3—4 раза в сутки для более полного извлечения красящих и дубильных

веществ. Когда вино приобретает необходимую окраску, его отделяют от мезги и мезгу прессуют.

1. Нагревание мезги в мезгоподогревателях до 55—60°С, выдержка при этой температуре до приобретения суслом требуемой окраски, охлаждение и прессование с последующим сбраживанием по так называемому белому способу.
2. Экстрагирование красящих и дубильных веществ сброженным виноматериалом. По этой схеме сусло отделяется от мезги, сбраживается по так называемому белому способу, и затем виноматериал подаётся в экстрактор для извлечения красящих и дубильных веществ из свежей мезги. Так как содержание спирта в вине достаточно высоко, экстракция идёт очень быстро (за 8—10 *ч*). Эта технология осуществляется на поточной линии, все процессы на которой полностью механизированы и автоматизированы.

Красные столовые виноматериалы, полученные по всем 3 технологическим схемам, после осветления и достижения интенсивной окраски сливаются с дрожжевого осадка и направляются на обработку и выдержку.

*Креплёные вина* (крепкие и десертные) готовят из винограда, обладающего способностью к высокому сахаронакоплению в процессе созревания, а также к завяливанию и заизюмливанию при перезревании. Аромат и вкус этих вин обусловливаются сортом винограда ([Мускат](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/111555/%D0%9C%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%82)[,Токай](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/171385/%D0%A2%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B9)), или способом его выделки ([Херес,](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/147132/%D0%A5%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81) [Малага,](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/165623/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B3%D0%B0) [Мадера](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/105581/%D0%9C%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0), [Портвейн](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/122825/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%B9%D0%BD), [Марсала,](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/165796/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%B0%D0%BB%D0%B0) [Кагор](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/162570/%D0%9A%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D1%80) и др.). Виноград перерабатывается таким же образом, как и для столовых вин. После сбраживания части сахара, определённой для каждого типа вина, брожение останавливают внесением чистого пищевого этилового спирта — так называемым спиртованием, или креплением вина.

Для получения полусладких вин брожение можно остановить резким понижением температуры, введением больших доз сернистого ангидрида, нагреванием до 80—90 °С с многократной фильтрацией и др.

## 6.3. Вторичное виноделие

Для выдержки и хранения вина наиболее эффективны подвальные хранилища или надземные помещения с кондиционированием воздуха. Хранят вина в дубовых бочках и бутах, а также в эмалированных резервуарах.

Выдержка — обработка с целью получения вин определённого типа и достижения стабильности. При этом выполняют доливку, переливку, осветление, фильтрацию, оклейку, купаж, охлаждение, пастеризацию и др. Доливка вина производится для возмещения убыли вина от испарения и для предохранения его от закисания. Вино испаряется через поры клёпок и шпунтовые отверстия бочек, в которых образуется воздушная полость, вызывающая скисание столового вина. Во избежание этого бочки регулярно доливают вином того же возраста, сорта и качества. Переливкой называется отделение прозрачной части вина от осадка: дрожжей (первая переливка), клеевых осадков и пр. Окислительные процессы, происходящие в результате соприкосновения вина с кислородом воздуха во время переливок, ускоряют созревание молодых вин, улучшают их вкус, повышают прозрачность, развивают букет, аромат вина. Осветление вина производится фильтрацией и оклейкой. Под влиянием окислительных процессов некоторые составные части вина — дубильные, белковые, пектиновые, красящие вещества — переходят во взвешенное состояние, образуют муть и затем выпадают в осадок. Осаждаются также винный камень и микроорганизмы (дрожжи, бактерии). Фильтруют вино через диатомитовые, асбестовые, целлюлозные, матерчатые и др. фильтры. Оклейка заключается в обработке вина различными веществами, адсорбирующими мутящие частицы и образующими с ними оседающие хлопья. Сначала для этого применялся рыбий клей, получаемый из плавательных пузырей осетровых рыб (откуда и название операции), в дальнейшем — желатин (пищевой), казеин, альгинат натрия, бентонит. Для удаления из вина излишков железа вводят жёлтую кровяную соль или фитин.

Важным средством улучшения качества является также купаж вина — смешение вин из различных сортов винограда разных районов, разных годов и разных типов (сухих со сладкими, красных с белыми и т.д.). Пользуясь купажом, можно получать большие партии однородных, стандартных вин, устранять недостатки и пороки вин, омолаживать их, исправлять больные вина. Охлаждение вина от -3 до -4°С с выдержкой до 3 суток и последующей фильтрацией производится для удаления из вина избытка винного камня, белковых, пектиновых и красящих веществ, которые часто вызывают помутнение вина. Кроме того, обработка холодом улучшает качество вина. Пастеризации подвергают обычно больные и склонные к заболеванию вина; она придаёт вину устойчивость к окислительным процессам, а также ускоряет созревание. Нагревание вина до 60—70°С и выдержка в течение нескольких часов с последующей фильтрацией повышают стойкость и улучшают вкус вина. Хорошие результаты даёт выдержка крепких вин в летнее время на солнце, на открытых площадках или в остеклённых камерах.

Вина разливают в бутылки на автоматических линиях. В состав линий розлива обычно входят следующие машины: бутылкомоечная, бракеражная для пустой бутылки, стерилизующая пустые бутылки, для розлива, укупорочная, бракеражная для полной бутылки, этикетировочная, машина для завёртки бутылок в бумагу, для укладки полных бутылок в ящик. При розливе вино не должно подвергаться аэрации, вызывающей его помутнение.

## Биохимические процессы, протекающие в сусле и мезге до брожения

Период с момента переработки винограда до начала брожения сусла и мезги связан с протеканием ряда биохимических процессов.

Разрушение клеток винограда при дроблении и прессовании способствует усилению реакций превращения компонентов сусла в связи с усилением ферментативной активности. Характер этих реакций зависит от активности окислительных ферментов, а также от присутствия неорганических катализаторов, от температуры, доступа кислорода и других факторов.

Из всех групп окислительных ферментов наибольшее значение в этот период имеют катехолоксидаза и пероксидаза. В присутствии катехолоксидазы происходит окисление полифенолов, сопровождающееся поглощением кислорода и образованием окрашенных продуктов.

В результате окисления полифенолов образуются хиноны, которые дегидрируют легкоокисляемые вещества сусла.

Вторичные окислительные процессы вызывают окисление аскорбиновой и диоксифумаровой кислот, аминокислот и оксикислот путем дегидрирования их хинонами. При 12-часовой выдержке сусла в аэробных условиях оно приобретает интенсивно- коричневый цвет, обусловленный окислением полифенолов. Окисление полифенолов можно предотвратить добавлением аскорбиновой кислоты, которая легко окисляется в

дегидроаскорбиновую кислоту, выполняя роль антиоксиданта.

Скорость поглощения кислорода аэрированным суслом составляет 2-3 мл/л в течение часа.Мезга поглощает значительно больше кислорода по сравнению с суслом. Это объясняется тем, что твердые частицы ягод являются носителями более активных окислительных ферментов по сравнению с растворенными в сусле.

Помимо окислительных в винограде содержатся и гидролитические ферменты. К ним относятся пектолитические, протеолитические ферменты, β-фруктофуранозидаза, эстеразы и др.

Пектолитические ферменты катализируют гидролиз пектиновых веществ. К ним относятся протопектиназа, пектинметилэстераза и полигалактуроназа. Протеолитические ферменты катализируют гидролиз белков и полипептидов до аминокислот. Этот процесс имеет важное значение в виноделии, так как вина, содержащие белки, склонны к

помутнениям. Расщепление белков до растворимых аминокислот предотвращает помутнение.

## Обработка виноматериалов и вин

*Методы обработки*

Вина обрабатывают физическими методами (отстаивание, фильтрация, центрифугирование, обработка теплом и холодом), физико-химическими (оклейка веществами органической и неорганической природы), биохимическими (использование ферментных препаратов) и химическими (внесение гексацианоферрата(П) тригидрата калия, или желтой кровяной соли - ЖКС, аскорбиновой, метавинной и сорбиновой кислот, жидкого сернистого ангидрида и других вспомогательных материалов, разрешенных для применения в виноделии органами санитарно-эпидемиологического надзора).

Практикуется комплексная обработка вина с применением бентонита, деметаллизации, оклейки различными осветляющими веществами, тепла и холода, фильтрации через фильтр-картон и диатомит, горячего, холодного розлива и бутылочной пастеризации с выполнением технологических приемов в непрерывном или полунепрерывном потоке вин. Перечисленные виды обработки осуществляют по предусмотренным технологическим схемам и в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов и

действующей нормативно-технической документации.

Виноматериалы и вина, прошедшие обработку, должны быть прозрачными, длительное время проявлять стабильность и сохранять качества конкретного типа вин в течение гарантийного срока хранения и реализации.

*Осветление и стабилизация вина*

Стабильность - это способность вина сохранять прозрачность в течение гарантийного срока хранения со сбережением как можно большего количества компонентов, входящих в его состав. Прозрачность вина зависит от присутствия в нем устойчивых коллоидных частиц.

Прозрачность и стабильность готового вина в течение длительного времени - непременные требования, предъявляемые к винодельческой продукции, предназначенной как для внутреннего рынка, так и для экспорта. Осветление и стабилизация вин - важные процессы в виноделии.

Винный камень (кислый виннокислый калий, или гидротартрат калия) традиционно удаляют путем охлаждения вина при -4...-8 °С и экспозиции до 10 сут в термоизолированных емкостях. При этом расходуется значительное количество электроэнергии, для выдержки вина требуются много емкостей и большие помещения. Для предупреждения образования кристаллических помутнений, связанных с выпадением в осадок труднорастворимых солей - виннокислого калия и кальция, применяют технологию обработки вина в потоке.

Среди новых технологий особое место занимают мембранные, цель которых - улучшить свойства и стабильность вин на основе физического разделения жидких и газовых смесей без использования химических добавок и других компонентов. Для иммобилизации дрожжей в производстве игристых вин перспективно внедрение альгината натрия пищевого, каррагинана и филлофорина пищевого. Для стабилизации жемчужных вин применяют аллилгорчичное масло.

*Виды помутнений вина, их характеристика, меры по предупреждению*

Среди помутнений превалируют кристаллические, далее следуют коллоидные, включая обратимую и необратимую формы, и биохимические оксидазные кассы. Заметно возросло количество помутнений, в которых дестабилизирующим фактором являются соединения, содержащие фосфат- и сульфатионы, а также серу. По данным отечественных и зарубежных ученых, именно белки наиболее трудно удаляются как сорбентами, так и с

помощью физико-химических воздействий (тепло и холод). Белки представляют собой наиболее вероятную причину образования помутнений.

Для предупреждения помутнений применяют приемы, которые в зависимости от характера воздействия на микроорганизмы могут быть разделены на радикальные, профилактические и необязательные.

Радикальные меры направлены на умерщвление микроорганизмов и подавление ферментов вина повышенными температурами (в пределах 65...85 °С), проведение обеспложивающей обработки вина с помощью фильтрации, ультрацентрифугирования и пастеризации вина в потоке, горячего фасования или бутылочной пастеризации и актинации вина (пастеризация инфракрасными и ультрафиолетовыми излучениями) с последующим удалением безжизненной биомассы.

Профилактические меры включают сортировку и быструю переработку винограда, обработку мезги и сусла бентонитом в дозе 2...3 г/кг для инактивации ферментов, раннюю сульфитацию мезги или свежеотжатого сусла до содержания сернистого ангидрида 120... 150 мг/кг, уменьшение в сусле количествавзвесей и обеспложивание виноматериалов на ранней стадии их формирования. Предусматривается внесение в вино таких веществ, препятствующих развитию микроорганизмов, как диоксид серы, сорбиновая кислота, аллилгорчичное масло, получаемое из сарептской горчицы, и другие консерванты.

Появление кристаллических помутнений в вине можно предупреждать снижением в нем содержания калия или кальция и устранять не только обработкой холодом (известный технологический прием), но и путем добавления в виноматериал или вино веществ, обладающих защитным эффектом против образования виннокислых солей калия и кальция. К ним относят метавин, метавин опти, метагун, метавинную и рецемическую винную кислоты, производные метилцеллюлозы и другие вещества.

К наиболее эффективным способам обработки вин против обратимых и необратимых коллоидных помутнений относится обработка виноматериалов бентонитом в сочетании с желатином (смесь белковых веществ животного происхождения). В отечественном виноделии используют обычные бентониты, специально активированные бентониты, желатиновые и комбинированные препараты из различных белков - альбумина, желатина, казеина и рыбного клея, а также препараты на основе диоксида кремния. Их высокая эффективность и простота применения подтверждены в производственных условиях.

К числу наиболее перспективных методов профилактики помутнений коллоидной природы следует отнести ферментативный катализ с использованием препаратов нового поколения, в том числе полиэнзимных композиций, обладающих высокой активностью.

Предупредительные меры не должны приводить к излишнему содержанию в вине белкового азота, фенольных веществ, полисахаридов и тяжелых металлов. Факультативные обработки приводят к частичному удалению белков, фенольных компонентов с помощью бентонита, диатомита, полиамидных смол. Эффективны при этом оклейки вин желатином, казеином и рыбным клеем, своевременное проведение деметаллизации вина. Образованию защитных коллоидов, которые предупреждают возникновение маломасштабных коллоидных помутнений, способствует тепловая обработка вина.

Экологически чистые технологии направлены на удаление из виноматериалов и вин избытка металлов для их стабилизации к металлическим и кристаллическим кальциевым помутнениям. Де-металлизация натуральных белых и красных виноматериалов и вин, где железо находится в ионной форме, достигается обработкой модифицированными природными сорбентами на основе активированных бентонитов, а также желтой кровяной соли. Для специальных крепких вин наиболее эффективна обработка двуводной тринатриевой солью нитрилтриметилфосфоновой кислоты.

## Получение сидра

Сброженный яблочный сок имеет название сидр. В технологии производства сидра и вина есть много сходного. Когда делают сидр, яблоки прежде всего измельчают в кашицу и отжимают сок. Способы подготовки сока перед брожением весьма разнообразны: он может использоваться как без обработки, так и после подавления в нем естественной микрофлоры и замещения ее дрожжами подходящих штаммов микроорганизмов. Чаще всего к яблочному соку, как и при приготовлении виноградных вин, добавляют сернистый газ, чтобы подавить развитие *Kloeckera apiculata* - микроорганизмов, неблагоприятно влияющих на вкус готового сидра. Дальнейшее брожение происходит либо при участии диких дрожжей, либо при добавлении дрожжевой культуры закваски. Так как дикие дрожжи растут медленно, при крупномасштабном производстве сидра к обработанному сернистым газом соку часто добавляют те или иные чистые культуры дрожжей. В основном применяют дрожжи вида *Sacсharomyces cidri*. Различные штаммы дрожжей образуют специфические ароматические вещества. Поэтому при производстве сидра, как и в пивоварении, можно использовать разные штаммы дрожжей для придания сидру специфического вкуса. Чтобы получить сидр определенного сорта, добавляемые дрожжи должны преобладать над дикими, быстрее размножаться и определять конечные свойства продукта.

По завершении брожения сидр отделяют от дрожжей и осветляют. Важно, чтобы дрожжи были способны образовывать фермент полигалактуронидазу, необходимую для гидролиза пектинов до галактуроновой кислоты. В противном случае в конце брожения не происходит естественное осветление продукта. Для осветления сидра добавляют полученные из микроскопических грибов ферменты, гидролизующие пектин, в том числе полигалактуронидазу.

## Вопросы для самоконтроля

1. Как готовят сырье для виноделия?
2. Какие виды дрожжей используют в виноделии?
3. Процессы первичного виноделия?
4. Отличия первичного виноделия для производства красного и белого вина?
5. Какие процессы происходят при вторичном виноделии?
6. Процессы, происходящие в сусле и мезге до брожения?
7. Какие существуют методы обработки виноматериалов?
8. Виды помутнений вина, их характеристика?
9. Предупреждения помутнений вина?
10. Этапы получения сидра?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

* 1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.
  2. Теоретические основы пищевых технологий: в 2 кн. Кн.1 / Под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – 608 с. – ISBN 978-5-9532-0764-5.

*Дополнительная*

1. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии. Учебное пособие / Г.А. Гореликова. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с.
2. **Мальцев, П.М.** Технология бродильных производств / П.М. Мальцев.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1980.– 560 с.
3. **Фараджева, Е.Д.** Общая технология бродильных производств / Е.Д. Фараджева, В.А. Федоров.  М.: Колос, 2002.  408 с.
4. **Пономарев, В.Ф.** Основы виноделия / В.Ф. Пономарев. – М.: Мир, 2003. – 176 с.

**Лекция 8**

# БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ И СЛАБОАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВI

## Характеристика безалкогольных напитков

Безалкогольные напитки**—** это напитки с объемной долей этилового спирта не более 0,5%, а для напитков брожения и на спиртосодержащем сырье — не более 1,2% на основе питьевой или минеральной воды с общей минерализацией не более 1,0 г/дм3.

К безалкогольным относят напитки различной природы, состава, технологии приготовления, которые объединяют по основному назначению — утолять жажду и оказывать тонизирующее действие. В зависимости от используемого сырья и технологии производства безалкогольные напитки подразделяют на следующие группы:

* + сокосодержащие напитки;
  + напитки на пряно-ароматическом растительном сырье;
  + напитки на ароматизаторах;
  + напитки брожения и квасы;
  + напитки на зерновом сырье;
  + напитки специального назначения.

Сокосодержащие напитки содержат в своем составе до 50% соков. Они подразделяются на напитки:

* + нектарного типа, содержащие сок от 25 до 50%;
  + соковые — с содержанием сока от 6,0 до 24,9%;
  + фруктовые — с содержанием сока от 3,0 до 5,9%;
  + напитки (лимонады) — с содержанием сока до 2,9%.

В качестве основного сырья для производства сокосодержащих напитков используют плодово-ягодные полуфабрикаты (соки натуральные, спиртованные, концентрированные, экстракты, сиропы).

Напитки на пряно-ароматическом растительном сырье содержат экстракты, концентрированные основы и концентраты, полученные с использованием пряно- ароматического растительного сырья (настоев трав, кореньев, цедры цитрусовых и т.п.).

Напитки на ароматизаторах готовятся с использованием натуральных и идентичных натуральным ароматических веществ или их композиций (эссенций, эфирных масел, эмульсий и др.).

К напиткам брожения относят квасы, полученные брожением квасного сусла (хлебный квас, плодово-ягодные квасы).

Напитки на зерновом сырьеготовят по технологии газированных безалкогольных напитков, используя в качестве сырья концентраты квасного сусла, сахар, пищевые кислоты и другие вкусоароматические вещества.

К напиткам специального назначения относят безалкогольные газированные напитки с низкой калорийностью, а также напитки с применением аспартама, ксилита, сорбита и других сахарозаменителей, предназначенные для больных сахарным диабетом.

В зависимости от степени насыщения диоксидом углерода безалкогольные напитки подразделяются на газированные(сильногазированные, среднегазированные, слабогазированные) и негазированные. По консистенции напитки могут бытьжидкими и сухими (шипучими и нешипучими).

К безалкогольным напиткам относят сиропы**,** предназначенные для приготовления напитков в домашних условиях. Их подразделяют на группы в зависимости от используемого сырья (на плодово-ягодном, растительном, ароматическом сырье и др.).

Минеральные воды — природные подземные воды, характеризующиеся постоянством химического состава. По степени минерализации и назначению их подразделяют на столовые (с минерализацией не менее 1 г/дм3), лечебно-столовые (с минерализацией от 1 до 10 г/дм3) и лечебные (с минерализацией от 10 до 15 г/дм3). По химическому составу минеральные воды подразделяются на 52 группы, внутри которых имеется деление на типы минерализации.

Различают также:

* + воды минерализованные — минеральные воды, обогащенные неорганическими (минеральными) солями;
  + воды минеральные ароматизированные — минеральные воды с добавлением ароматизаторов;
  + воды искусственно минерализованные — питьевая вода с добавлением неорганических солей.

## Требования к сырью и материалам

Для изготовления напитков применяют следующие сырье и материалы, которые должны отвечать требованиям действующих технических нормативных правовых актов.

*Вода*- должна отвечать требованиям СанПиН 10-124 РБ 98 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества". Кроме того, с учетом особенностей состава безалкогольных напитков, к воде предъявляются дополнительные требования. Жесткость и щелочность должны быть не выше 1,5 ммоль/дм3. Вода с избыточной щелочностью нейтрализует кислоты, вносимые в напитки, что приводит к их перерасходу. Соли жесткости образуют малорастворимые соединения с компонентами напитков, в результате появляется осадок.

Используемая для производства безалкогольных напитков вода, имеющая жесткость более 6 ммоль/дм3, а также при других отклонениях в составе, должна подвергаться обработке.

*Сахар.*Для приготовления безалкогольных напитков используют сахар-песок, сахар- рафинад или жидкий сахар. Такой сахар состоит практически из химически чистой сахарозы: от 99,55 до 99,9 % на сухое вещество. Сахар-рафинад иногда подкрашивают ультрамарином. При излишнем количестве этого компонента в сахарном сиропе могут образовываться сероводород или малорастворимые продукты распада ультрамарина.

*Сорбит*- сахарозаменитель, продукт гидрирования глюкозы. По внешнему виду - плиты серовато-белого цвета. Вкус - сладкий, с приятным холодящим привкусом. Массовая доля влаги - не более 5 %, массовая доля сорбита, в пересчете на сухое вещество, не менее 39 %. По энергетической ценности сорбит равен сахару (3,4 ккал/г). Сладость сорбита составляет 0,6 единиц от сладости сахарозы, принятой за условную единицу. Легко растворяется в воде.

*Ксилит***-**сахарозаменитель. По внешнему виду - кристаллы белого цвета, сладкого вкуса, без запаха. Массовая доля влаги не более 1,5 % для высшего сорта и 2,0 % для 1 сорта, массовая доля редуцирующих веществ в пересчете на сухое вещество - не более 0,08 %. Сладость примерно равна сладости глюкозы. Энергетическая ценность - 4 ккал/г.

В последнее время большую популярность приобретают низкокалорийные напитки, в которых сахар, определяющий их энергетическую ценность, заменен на некалорийные соединения, обладающие сладким вкусом, по интенсивности во много раз превышающим сладость сахарозы, принятую за условную единицу. Наиболее часто используют:

*Аспартам*. Сладость составляет 200 ед. Его недостаток - низкая стабильность в растворах, которая зависит от рН и температуры. Период полураспада при рН 4,2 и температуре 25°С составляет 260 суток. Величина допустимого суточного потребления (ДСП) - до 7,5 мг/кг массы тела;

*Сахарин*. Сладость - 300 ед. Обычно используется в виде натриевой соли, сладость которой 500 ед. Могут применяться калиевая и кальциевая соли сахарина. ДСП-2,5 мг/кг массы тела. Растворы сахарина имеют специфическое "металлическое" послевкусие;

*Цикламаты натрия и калия.* Сладость 30 ед. Устойчивы при высокотемпературной обработке. ДСП - 11 мг/кг массы тела;

*Ацесульфам калия.* Сладость составляет 200 ед. ДСП - 15 мг/кг массы тела;

*Трихлоргалактосахароза -* производное сахарозы, но слаще ее в 600 раз. ДСП - 15 мг/кг массы тела.

Пищевые кислоты.Аскорбиновую кислоту применяют для витаминизации напитков, остальные - для придания напиткам определенного кислого вкуса.

*Кислота лимонная*. Массовая доля лимонной кислоты не менее 99,5 %.

*Кислота ортофосфорная марки А-пищевая*. По внешнему виду - сиропообразный раствор кислого вкуса, без запаха, с массовой долей ортофосфорной кислоты не менее 73,0

%.

*Кислота аскорбиновая -*это однородный кристаллический порошок белого цвета, без запаха, кислого вкуса, массовая доля влаги не более 0,1 %, аскорбиновой кислоты не менее 99,0 %.

*Кислота молочная*выпускается 40% -й концентрацией 3-х сортов, массовая доля молочной кислоты не менее 35-37,5 %. Получают ее биохимическим путем, сбраживанием углеводсодержащего сырья молочнокислыми бактериями. Используют в производстве напитков на зерновом сырье.

*Диоксид углерода.*В зависимости от температуры и давления СО2может находиться в газообразном, жидком и твердом состояниях. Это бесцветный инертный газ или жидкость без запаха, объемная доля СО2не менее 98,8 %. В нем не должно быть примесей глицерина, оксида углерода, сероводорода. В безалкогольном производстве используют, в основном, жидкий СО2.

*Красители* **-**применяются для подкрашивания безалкогольных напитков. Подразделяются на натуральные и синтетические. К натуральным пищевым красителям относят колер, энокраситель, сафлоровый желтый, красители из ягод бузины, выжимок черники, кизила, вишни и других плодов и ягод, а также корнеплодов. К синтетическим красителям относятся тартразин Ф и индигокармин.

*Колер* - раствор жженого сахара. По внешнему виду - густая жидкость темно- коричневого цвета, горького вкуса, с массовой долей сухих веществ 70,0 ± 2 %, кислот, в пересчете на лимонную, - не менее 0,8 %.

*Энокраситель -* получают из выжимок винограда красных сортов. Основным красящим веществом является энин, относящийся к группе антоционинов. Настаивание выжимок проводят в воде или 1% -м растворе НС1 в течение 12-20 часов. Полученный настой фильтруют и упаривают. Это жидкость темно-гранатового цвета, без осадка и мути. Вкус и запах - слабо выраженный винный, кислый. Хорошо растворяется в воде. Массовая доля сухих веществ - не менее 30,0 %.

*Индигокармин* - получают сульфитированием органического красителя индиго с последующей нейтрализацией. По внешнему виду - синевато-черная нерасслаивающаяся паста, массовая доля сухого остатка - не менее 45 %, красителя - не менее 22,5 %.

*Тартразин Ф -* порошок оранжево-желтого цвета, без вкуса и аромата. Массовая доля красителя - не менее 85%. По физико-химическим и органолептическим показателям должен соответствовать требованиям действующей НТД.

*Красители натуральные пищевые*. В зависимости от вида используемого сырья выпускают концентрированными или порошкообразными. Концентрированные: бузиновый, вишневый, виноградный, ежевичный, черничный, черноплодно-рябиновый, черносмородиновый, фитолакковый; порошкообразный - свекольный. По внешнему виду концентрированные - густая сиропообразная жидкость, кисло-сладкого и слабо кислого вкуса; порошкообразный - интенсивного красного или темно-красного цвета. Массовая доля сухих веществ в зависимости от наименования - 35-68 %.

*Краситель свекольный порошковый* представляет собой свекольный сок, обезвоженный методом сублимационной сушки. По внешнему виду - сыпучий мелкодисперсный порошок от красного до темно-бордового цвета, с массовой долей влаги не более 4 %.

Ароматические вещества.Используют настои, экстракты, эссенции, растворы душистых веществ, которые в зависимости от способа получения подразделяются на изготовляемые из растительного сырья, изготовляемые из синтетических душистых веществ, а также комбинированные, получаемые из смеси натуральных и синтетических душистых веществ.

Натуральные эссенции изготавливают экстрагированием ароматических веществ. Для приготовления безалкогольных напитков широко применяются лимонная, мандариновая и апельсиновая эссенции. Натуральные эссенции могут быть получены методом вакуум- дистилляции из свежих плодов, заливаемых водно-спиртовой смесью. Из-за того, что содержащиеся в природных ароматических веществах терпены нерастворимы в воде, может произойти помутнение напитков, поэтому при приготовлении эссенции эфирные масла подвергаются детерпенизации, т.е. удалению терпенов.

*Синтетические эссенции*представляют собой спиртовые растворы душистых веществ. Используют апельсиновую, грушевую, "крем-сода", лимонную и другие синтетические эссенции.

*Настои цитрусовые спиртовые*. Для приготовления безалкогольных напитков используют лимонный, апельсиновый, мандариновый и грейпфрутовый настои. Изготавливают их путем экстрагирования эфирного масла водно-спиртовым раствором из цедры лимона, апельсина, грейпфрута или из кожуры мандарина. Вкус и аромат ярко выраженные, свойственные соответствующим плодам, светло-желтого цвета, объемная доля спирта - 65%.

*Настои спиртовые из растительного сырья.* В качестве растительного сырья для настоев используют плоды можжевельника, полынь, солодковый корень, сумах, тысячелистник, чай зеленый и черный, ржаной солод, калгановый корень и родиолу розовую. По внешнему виду это прозрачная жидкость без посторонних включений. Вкус, аромат, цвет - свойственные сырью. Объемная доля спирта для настоя можжевельника, полыни, тысячелистника - 40,3 %, для солодкового корня, чая зеленого и черного - 19,4 %, ржаного солода и калганового корня - 59,3 %, для родиолы розовой - 39 %.

*Настои спиртовые тархунный и мятный (*из свежих листьев эстрагона и мяты перечной). По внешнему виду - прозрачная жидкость без осадка и взвешенных частиц. Вкус и аромат - свойственные сырью, из которого настои приготовлены. Объемная доля спирта

- 60,6 %.

*Настой кофейный -* прозрачная темно-коричневая жидкость с характерным запахом кофе, горьковатого вкуса без посторонних привкусов. Массовая доля спирта - не менее 42

%.

*Концентрат квасного сусла* - продукт, получаемый путем затирания с водой ржаного и ячменного солодов, ржаной или кукурузной муки, или свежепроросшего томленого (ферментированного) ржаного солода с добавлением ржаной муки и ферментных препаратов, с последующим осветлением, сгущением полученного сусла в вакуум-аппарате и тепловой обработкой продукта. Используется также для приготовления концентратов квасов. По внешнему виду это вязкая густая жидкость темно-коричневого цвета, кисло- сладкого вкуса, с незначительно выраженной горечью, с ароматом ржаного хлеба, хорошо растворимая в воде, имеющая массовую долю сухих веществ 70 ± 2 % и титруемую кислотность 16-40 см3 раствора NaOH концентрацией 1,0 моль/дм3 на 100 г концентрата,

На небольших производствах в качестве сырья применяют квасные хлебцы или сухой квас.

*Квасные ржаные хлебцы* используют при производстве хлебного кваса с применением настойного способа получения сусла. Выпекают квасные хлебцы из смеси ржаного и ячменного солодов, ржаной муки, воды, без дрожжей и закваски. Вкус кисло-сладкий, характерный для ржаного хлеба, без горького привкуса, с резко выраженным ароматом, без признаков затхлости, плесневелости и других посторонних запахов. Цвет - темно- коричневый. Массовая доля влаги 40 %, растворимых в воде веществ - 52,0 %. Выпекают хлебцы по специальной технологии, обеспечивающей интенсивное накопление меланоидинов, которые придают хлебцам темно-коричневый цвет и аромат ржаного хлеба. *Квас сухой хлебный -* полуфабрикат для приготовления хлебного кваса в домашних условиях и для промышленного производства кваса настойным способом. Получают его из сухарей специально выпеченного хлеба. По внешнему виду - сухарная мука крупного

помола с характерным для ржаного заварного хлеба вкусом, коричневого цвета с красноватым оттенком, с резко выраженным ароматом, без признаков затхлости, плесневелости и других посторонних запахов, с массовой долей влаги 10 %; массовой долей растворимых в воде веществ - не менее 49 %.

## Плодово-ягодные полуфабрикаты

Этот вид сырья определяет вкусовые особенности напитков. В безалкогольном производстве используют различные продукты переработки плодов и ягод.

*Соки плодово-ягодные натуральные*. Цвет соков должен быть таким же, как и у плодов и ягод, из которых они изготовлены, вкус и запах - натуральные, хорошо выраженные, без посторонних привкуса и запаха.

*Соки плодово-ягодные спиртованные*. По внешнему виду - прозрачная жидкость без осадка. Вкус, цвет и аромат - такие же, как и у плодов и ягод, из которых они изготовлены. Объемная доля спирта составляет 16 %. Спирт вносят как консервант. В процессе технологии он удаляется.

*Соки плодово-ягодные сброженно-спиртованные -* изготавливают путем спиртового брожения сока свежих плодов и ягод или сока, полученного из подброженной мезги, с последующим внесением спирта-ректификата. Плодово-ягодные сброженно-спиртованные соки должны быть без посторонних тонов, объемная доля этилового спирта - 16,0 ±0,3%.

*Соки плодовые и ягодные концентрированные -* виноградный, клюквенный и яблочный. По внешнему виду - густая, почти прозрачная жидкость. Вкус и запах - натуральные, близкие к сокам, из которых изготовлен концентрат, без посторонних привкуса и запаха. Массовая доля сухих веществ для яблочного и виноградного 70 %, для клюквенного 54 %. Концентрированные соки получают также по импорту, обычно они поставляются вместе с концентратом ароматических веществ сока. Перед использованием их смешивают в соотношении 200: 1.

*Экстракты плодовые и ягодные*. По внешнему виду - прозрачная жидкость без осадка после отстаивания в течение 2-х часов. Рябиновый, черничный, гранатовый, голубичный, сливовый и черносмородиновый экстракты могут быть непрозрачными. Вкус и запах - свойственные сокам, из которых изготовлен экстракт, без посторонних привкуса и запаха. Цвет - близкий цвету натуральных соков, из которых изготовлен экстракт, для 1 сорта допускается более темный цвет. Массовая доля сухих веществ, не менее: для виноградного

- 62 %; клюквенного - 54 %; черносмородинового - 44 %; остальных - 57%.

*Сиропы плодовые и ягодные натуральные* изготавливаются путем уваривания с сахаром натуральных, консервированных, концентрированных и диффузионных плодовых и ягодных соков, стерилизованных и нестерилизованных. По внешнему виду это сиропообразная жидкость без осадка. Сиропы из цитрусовых плодов - непрозрачная жидкость. Вкус сладкий или кисловато-сладкий, с ароматом соответствующих соков, из которых изготовлен сироп, без посторонних привкуса и запаха. Цвет - близкий к натуральному цвету соков, из которых изготовлен сироп. Массовая доля сухих веществ - не менее 68-70%.

*Вина виноградные и виноматериалы*. Кроме виноградных вин для приготовления безалкогольных напитков используют обработанные виноматериалы. Виноматериалы виноградные обработанные должны иметь вкус и аромат, свойственные данному наименованию виноматериала, без посторонних тонов во вкусе и букете.

## Вопросы для самоконтроля

1. На какие группы подразделяются безалкогольные напитки?
2. На какие группы подразделяются сокосодержащие напитки?
3. Какие пищевые кислоты используются в производстве безалкогольных напитков?
4. Какие ароматические вещества используются в производстве безалкогольных напитков?
5. Характеристика плодово-ягодных полуфабрикатов?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.
2. **Радионова, И.Е.** Производство безалкогольных напитков и минеральных вод: учеб.-метод. Пособие / И.Е. Радионова. – СПб.:НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2012. – 17 с.
3. Теоретические основы пищевых технологий: в 2 кн. Кн.1 / Под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – 608 с. – ISBN 978-5-9532-0764-5.

*Дополнительная*

1. **Рудольф В.В.** Производство безалкогольных напитков и розлив минеральных вод / В.В. Рудольф, В.Е. Балашов. - М.: Агропромиздат, 1988. - 287с.
2. **Шуман Г.** Безалкогольные напитки: сырье, технологии, нормативы / Г. Шуман. - СПб.: Профессия, 2004. - 278с.
3. **Ермолаева, Г.А.** Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков

/ Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. – М.: ИРПО, изд. Центр «Академия», 2000. – 416 с.

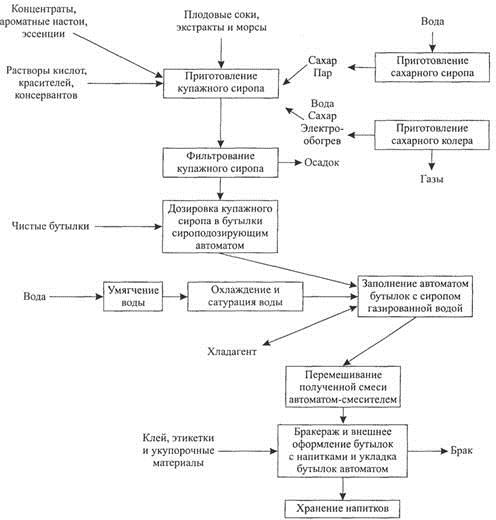
1. **Стин, Д.П.** Газированные безалкогольные напитки. Рецептуры и технологии / Д.П. Стин. – СПб.: Профессия, 2008. – 45 с.

**Лекция 9**

# БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ И СЛАБОАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВII

## Производство газированных безалкогольных напитков

Включает в себя следующие основные стадии - варка сахарного сиропа, приготовление купажного сиропа, приготовление газированной воды, купажирование и розлив. Принципиальная технологическая схема приведена на рис.1.



***Рис.1.***Технологическая схема производства газированных напитков

При использовании синхронно-смесительного способа розлива сначала купажный сироп смешивают с деаэрированной водой, а затем полученную водно-купажную смесь подвергают охлаждению и насыщению диоксидом углерода.

Сахарный сироп готовится, в основном, горячим способом. Сахар растворяют в воде и кипятят в течение 30 мин, затем полученный сироп охлаждают. Холодный способ - растворение сахара без нагревания и фильтрование сиропа. Массовая доля сухих веществ в сиропе должна составлять 60-65 %. После фильтрования сахарный сироп охлаждают в теплообменниках рассолом или холодной водой до температуры 10-20°С.

При варке сахарного сиропа в присутствии кислот, содержащихся в плодово-ягодных соках и винах, лимонной кислоты, происходит инверсия сахарозы с образованием инвертного сахара - смеси глюкозы и фруктозы. Наряду с инвертным сахаром образуется продукт более глубокого распада сахаров - оксиметилфурфурол, содержание которого регламентируется органами здравоохранения (0,1 г в 1 дм3 напитка).

Колер получают путем нагревания сахара, содержащего 1-2 % воды, до температуры плавления (160-165°С). При выдержке в этих условиях происходит обезвоживание сахарозы. В результате этого сахар приобретает темно-бурую окраску. Колер разводят горячей водой до массовой доли сухих веществ 70 ± 2 % и охлаждают.

Купажный сироп готовится смешиванием сахарного сиропа со всеми компонентами напитка, за исключением газированной воды, или варкой плодово-ягодного полуфабриката с сахаром. Готовят купажные сиропы холодным, горячим или полугорячим способом.

При приготовлении купажного сиропа холодным способом все полуфабрикаты задают в купажный чан при перемешивании в определенной последовательности по принципу: от менее к более ароматным видам сырья. Все полуфабрикаты тщательно перемешивают и фильтруют до полной прозрачности. Холодным способом готовят купажные сиропы для напитков на цитрусовых настоях, концентратах, композициях, ароматических настоях и эссенциях.

Полугорячий и горячий способы применяются, если в состав купажного сиропа входят соки и вина, для их деалкоголизации и упаривания.В сироповарочный котел вносят 50 % (по полугорячему способу) или 100 % (по горячему) от рецептурного количества плодово- ягодных соков или вина, подогревают их и засыпают все количество сахара, кипятят 30 мин, удаляют образующуюся пену, затем фильтруют сироп в горячем состоянии и охлаждают до температуры 20°С. При купажировании в полученный продукт добавляют остальные составные части купажного сиропа. Купаж тщательно перемешивают и проверяют органолептические и физико-химические показатели.

При приготовлении сиропов на плодово-ягодных соках происходит инверсия сахарозы за счет содержащихся в них кислот. Готовый купаж охлаждают до температуры 10°С, выдерживают 2-4ч и передают на розлив.

Розлив напитков можно осуществлять двумя способами: дозированием купажного сиропа в бутылки с последующим доливом газированной водой; насыщением смеси деаэрированной воды и купажного сиропа углекислым газом с последующим розливом уже готового напитка в бутылки. Насыщение воды диоксидом углерода осуществляется в сатураторах, а напитков - в синхронно-смесительных установках. Вода предварительно фильтруется, при необходимости умягчается и проходит другие виды обработки.

Перед насыщением СО2воду охлаждают до 2-4°С и деаэрируют, т.е. удаляют растворенные газы,мешающие введению диоксида углерода. Массовая доля СО2в напитках 0,2-0,5 %.

Бутылки, заполненные напитком, проходят бракераж, этикетировку и до реализации хранятся на складе при температуре не выше 12°С.

Негазированные напитки после смешивания купажного сиропа с водой разливают в холодном или горячем виде без насыщения диоксидом углерода. Горячий розлив осуществляется при температуре 80-85°С.

## Производство кваса

Основные стадии производства кваса: получение квасного сусла; сбраживание квасного сусла; купажирование кваса; розлив кваса.

На заводах квасное сусло получают настойным способом из квасных ржаных хлебцев или сухого кваса путем экстрагирования горячей водой или из концентрата квасного сусла растворением до необходимой массовой доли сухих веществ.

При приготовлении квасного сусла из концентрата квасного сусла его вносят в количестве 70 % от предусмотренного рецептурой, разводят водой с температурой 30-35°С в 2-2,5 раза. Остальные 30 % ККС применяют на стадии купажирования сброженного кваса. Сбраживают квасное сусло с помощью комбинированной закваски, которая состоит из квасных дрожжей расы М и молочнокислых бактерий рас 11 и 13, в бродильном или бродильно-купажном аппарате. После перекачивания сусла в бродильный аппарат в него задают 25 % сахара (от рецептурного количества) в виде сахарного сиропа при температуре 25°С и тщательно перемешивают. Массовая доля сухих веществ в сусле для хлебного кваса должно быть не менее 2,5 %, для окрошечного - 1,6*.* Затем вводят предварительно

подготовленную комбинированную закваску из чистых культурных квасных дрожжей и молочнокислых бактерий в количестве 2-4 % к объему сусла.

Дрожжи и молочнокислые бактерии при совместном действии образуют этиловый спирт, молочную, уксусную кислоты, СО2, ряд ароматических продуктов, которые придают квасу специфический вкус и аромат.

Для брожения можно также использовать прессованные хлебопекарные дрожжи, однако качество кваса ухудшается. Их расход 0,15 кг/100 дал кваса. Можно применять и пивные, винные дрожжи.

Брожение квасного сусла проводят при температуре 25-28°С до снижения массовой доли сухих веществ на 1,0 % и достижения кислотности 2,0-2,5 см3раствора NaOH концентрацией 1 моль/дм3 на 100 см3 кваса. Средняя продолжительность ‒ 16-18 часов. По

окончании брожения квас охлаждают до 6°С, при этом дрожжи оседают на дно аппарата,

повторно их не используют. Квас перекачивают в купажный аппарат или купажируют непосредственно в бродильно-купажном аппарате.

Купажирование сброженного кваса проводят, добавляя оставшиеся 75 % сахара в виде сахарного сиропа, 30 % ККС и при необходимости - колер. Купаж тщательно перемешивают мешалкой или диоксидом углерода для уменьшения потерь СО2. После проверки основных показателей качества передают на розлив.

При производстве хлебного кваса для горячих цехов в сброженный квас при купажировании вносят расчетное количество аскорбиновой кислоты, хлорида кальция, калия фосфорнокислого и поваренной соли в виде водных растворов.

Разливают квас в автоцистерны и бочки. Температура кваса при розливе не должна превышать 12°С.

## Слабоалкогольные напитки

Слабоалкогольные напитки, прозрачные и замутненные готовят смешиванием виноградного, плодового, этилового рентификованного спирта с водой, сахаром или его заменителями, лимонной кислотой, соками, настоями и экстрактом растительного сырья, продуктами пчеловодства, вкусо-ароматическими добавками, красителями и другими компонентами с насыщением и без насыщения диоксидом углерода.

Купаж готовят холодным способом. При купажировании придерживаются следующей последовательности: сначала вносят спиртованные полуфабрикаты (соки, морсы, настои), затем водно-спиртовый раствор, воду, сахарный сироп, растворы лимонной кислоты, красителей, ароматизаторов и воду до необходимого объема.

Купаж перемешивают периодически после загрузки каждого компонента и 15-20 минут после его сборки. Водно-спиртовой раствор готовят с содержанием спирта 40-48% об., учитывая контракцию (сжатие водно-спиртовой смеси), и выдерживают его в течение 3 сут. Для повышения стойкости напитка в купаж вводят консервант, как и в безалкогольном производстве. Перед фасовкой купаж охлаждают до 2-4°С. Слабоалкогольные напитки фасуют в стеклянные бутылки, бутылки из ПЭТФ и в жестебанки.

Физико-химические показатели слабоалкогольных напитков следующие: содержание этилового спирта 1,5-9% об.; давление диоксида углерода в бутылках с газированным напитком не менее 0,15 Мпа при 20°С, содержание диоксида углерода не менее 0,3% масс; содержание железа в напитках, приготовленных с использованием дубового экстракта, не более 2 мг/дм3; массовая доля осадка не более 2% (для замутненных напитков).

Хранят напитки при температуре 0-20°С. Срок хранения не менее 30 сут для напитков без консервантов и непастеризованных, 90 сут – с консервантом, 12 мес – пастеризованных.

## Вопросы для самоконтроля

1. Какие стадии включает в себя производство безалкогольных газированных напитков?
2. Основные стадии производства кваса?
3. Каковы особенности производства слабоалкогольных напитков?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Стин, Д.П.** Газированные безалкогольные напитки. Рецептуры и технологии / Д.П. Стин. – СПб.: Профессия, 2008. – 45 с.
2. **Радионова, И.Е.** Производство безалкогольных напитков и минеральных вод: учеб.-метод. Пособие / И.Е. Радионова. – СПб.:НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2012. – 17 с.

*Дополнительная*

1. **Рудольф В.В.** Производство безалкогольных напитков и розлив минеральных вод / В.В. Рудольф, В.Е. Балашов. - М.: Агропромиздат, 1988. - 287с.
2. **Шуман Г.** Безалкогольные напитки: сырье, технологии, нормативы / Г. Шуман. - СПб.: Профессия, 2004. - 278с.
3. **Ермолаева, Г.А.** Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков

/ Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. – М.: ИРПО, изд. Центр «Академия», 2000. – 416 с.

**Лекция 10**

# БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛОДОВО-

**ЯГОДНЫХ СОКОВ**

## Технология получения соков

Соки получают из фруктов и овощей путем механического воздействия и консервирования физическими способами (кроме обработки ионизирующим излучением). В настоящее время вырабатывают следующие виды соков: фруктовые; купажированные; концентрированные; для детского и диетического питания; фруктовые нектары; овощные; сокосодержашие фруктовые и овощные напитки.

Осветленные и неосветленные натуральные соки делятся на высший и I сорта. Наиболее высоким качеством отличаются марочные соки из специально подобранных сортов сырья. Натуральные осветленные соки, уступая по питательности сокам с мякотью,

оказывают более выраженное освежающее и жаждоутоляющее действие и имеют повышенную С-витаминную активность, так как не разводятся сахарным сиропом.

Технология соков включает следующие операции: инспекция сырья, мойка, вторичная инспекция и мойка, дробление, получение сока, процеживание, осветление.

Инспекция сырья необходима для удаления нестандартных плодов или ягод, а также возможных примесей - веток, листьев, плодоножек и т.п. Эту операцию проводят на ленте транспортера.

Мойку сырья осуществляют в барабанных или вентиляторных моечных машинах; ягоды (садовую землянику, малину) промывают от песка или земли, погружая в сетчатых корзинах в воду и ополаскивая под душем. После этого обе операции повторяют.

Дробление сырья производят с целью разрушения не менее 75% клеток мякоти. Некоторые плоды и ягоды после дробления или прессования плохо выделяют сок. Для повышения выхода сока применяют дополнительную обработку. При обработке ферментами дробленую массу нагревают до температуры 45°С и добавляют вытяжку ферментного препарата в количестве 2-3%. Смесь перемешивают, выдерживают 6-8 ч, после чего прессуют. Поскольку растительная ткань под действием ферментов становится рыхлой из-за разрушения протоплазмы значительной части клеток, выход сока при прессовании значительно увеличивается.

Обработку электрическим током можно применять для любого вида плодов, ягод или овощей, пропуская через электроплазмолизатор сырье не только в дробленом (семечковые и косточковые плоды), но и в целом виде (виноград и другие ягоды). При этом выход сока может быть повышен до 80-82% у яблок и винограда (соответственно) и до 60-65% у слив. Получение сока (прессование). Результативность этой операции в значительной мере зависит от конструкции пресса и режима давления. Выжимки сырья после прессования разрыхляют и вторично прессуют. Лучшие результаты получают на гидравлических пак-

прессах.

При производстве подслащенных соков выжимки смешивают с холодной водой 1:1, перемешивают и снова прессуют. На этом соке готовят сахарный сироп, добавляемый к натуральному соку первого отжима.

Процеживание сока производят для отделения его от грубых примесей: кусочков мезги, веточек, семян. Для этой операции применяют сита из нержавеющей стали с отверстиями 0,75 мм.

Осветление сока - наиболее сложный технологический процесс, основанный на следующих физических или биохимических методах: осветление нагреванием до температуры 80…90 оС в течение 1-3 мин для коагуляции коллоидных веществ с последующим быстрым охлаждением до 35…40°С и отделением взвешенных частиц на сепараторах (центрифугах);осветление оклеиванием - тщательное перемешивание раствора танина с соком, выдержка до полного осаждения и уплотнения образовавшихся хлопьев, декантирование сока; осветление активированными глинами (чаще всего бентанитами - глинами вулканического происхождения), способными нейтрализовать электрические заряды коллоидов сока и вызывать их выпадение в осадок и др.

## Обработка осветленных соков

Соки, осветленные нагреванием, оклеиванием или ферментными препаратами, а также самоосветленные фильтруют на установках любых систем, фильтр-прессах или намывных фильтрах.

Соки с добавлением сахарного сиропа вырабатывают из плодов и ягод с повышенной кислотностью или из сырья с низкой сахаристостью (чаще всего недозрелого). Соки с сахаром выпускают осветленными и замутненными (неосветленными).

Как правило, в натуральные соки сахар или сахарный сироп не добавляют. Но в тех случаях, когда натуральные соки (из клюквы, черной смородины, вишни, сливы) имеют

высокую кислотность, их готовят с добавлением сахара или сиропа, отмечая это на этикетках. Органолептическое ощущение кислого вкуса зависит не только от содержания кислот в соке, но и от степени его сладости, которая, в свою очередь, определяется еще и соотношением сахаров - фруктозы, глюкозы и сахарозы. Поэтому в лаборатории в пробе сока определяют общую кислотность и содержание сахара и путем расчета находят оптимальное их соотношение. Рекомендуется, например, чтобы в соке на одну часть кислоты приходилось определенное количество частей сахара. Так, сахарокислотный индекс для яблок - от 20 до 30, для вишни - 20-29, для сливы - 20-25 и т.д.

Сахар добавляют к сливовому соку в виде 50%-ного сиропа, приготовленного на соке, а к вишневому - 20-30%-ного водного сиропа, но общее количество добавленного сиропа не должно превышать 40% массы смеси.

Фруктовые соки получают из доброкачественных спелых, свежих или сохраненных свежими путем охлаждения или другими способами фруктов. Соки могут быть изготовлены из одного или нескольких видов фруктов, они могут быть прозрачные (осветленные), замутненные (неосветленные) и с мякотью.

Осветленные соки получают из любых видов плодово-ягодного сырья. Однако на практике предпочитают использовать для их производства такие фрукты, у которых основное количество пищевых веществ, включая и биологически активные, находится в растворенном состоянии, или фрукты, из которых без осветления нельзя получить сок привлекательного вида, устойчивый для хранения. Так, виноградный сок, в котором при хранении выпадает осадок коллоидных веществ и кристаллы кислого винно-кислого калия, выпускают только осветленным. Из абрикосов же вырабатывают в основном неосветленный сок, что позволяет сохранить в нем каротин.

Соки цитрусовых относятся к поливитаминным напиткам, так как содержат витамины С, Р, Bj и каротиноиды. Вырабатывают их неосветленными (натуральными и с сахаром) одним товарным сортом. В некоторых странах, кроме того, выпускают соки с мякотью. В ассортименте соков этой группы преобладают апельсиновый и мандариновый. В последнее время возрос выпуск соков из грейпфрутов. В производстве соков цитрусовых есть особенность - сохранение неповрежденной кожицы плодов при отжатии сока из мякоти, так как из кожицы извлекают ценное эфирное масло.

Купажированные соки получают добавлением к основному соку до 35% сока других видов плодов и ягод (иногда смешивание сырья производят до прессования из него сока). Цель купажирования - улучшение органолептических свойств, пищевой и биологической ценности напитка. Вырабатывают соки натуральные и с сахаром, а также с мякотью и сахаром. Примером купажирования соков могут служить яблочно-вишневый, яблочно- виноградный, яблочно-клюквенный, яблочно-брусничный, абрикосово-сливовый, сливово- виноградный, вишнево-черешневый, черешнево-черносмородиновый, грушево-яблочный, яблочно-облепиховый, яблочно-шиповниковый и др. Два последних вида сока выпускают с гарантированным содержанием аскорбиновой кислоты.

Концентрированные соки получают из несброженных соков, из которых частично удаляют органическую влагу (преимущественно путем выпаривания, реже - вымораживанием и обратным осмосом) с улавливанием ароматических веществ и возвратом их в готовый продукт.

Концентрирование выпариванием осуществляют в выпарных аппаратах. Чем ниже температура выпаривания и короче продолжительность операции, тем выше качество получаемого сока, поэтому выпаривание целесообразно осуществлять в вакуум-аппаратах. Яблочный сок выдерживает кратковременное нагревание до температуры 45…55°С без заметных изменений свойств.

Концентрирование вымораживанием основано на охлаждении сока ниже температуры замерзания. Часть воды вымерзает и в виде кристаллов отделяется от концентрата сепарированием. Чем ниже температура вымораживания, тем выше содержание сухих веществ в готовом продукте. При низких температурах сок претерпевает минимальные

изменения. Методом вымораживания получают сок с концентрацией сухих веществ 45- 50%. Вымораживание применяют для производства концентрированных цитрусовых соков. Концентрирование при помощи мембран - обратный осмос - позволяет улучшить качество готового продукта вследствие низкой температуры процесса. Сущность способа заключается в том, что по обе стороны мембраны располагают две жидкости с разной концентрацией растворенных веществ. На границе мембраны возникает осмотическое давление, и вода движется из раствора с низкой концентрацией к раствору с высокой концентрацией, по ка концентрации не сравняются. Если к раствору с высокой

концентрацией приложить давление, то вода будет проходить в обратном направлении.

Для получения соков высокого качества перед концентрированием соки- полуфабрикаты следует освобождать от коллоидных веществ, а виноградный сок - от винного камня.

Содержание сухих веществ в концентрированном соке в 4,5 - 6,5 раза выше, чем в исходном, и колеблется от 43,8 до 70%. Высокая кислотность концентрированных соков (от 1-1,2% в виноградном и сливовом до 7,8% в вишневом и 15% в клюквенном) требует разведения их водой перед употреблением. Сок, восстановленный из концентрата добавлением воды в количестве, эквивалентном исходному, относится к натуральному. Он может быть осветленным и неосветленным. В некоторых странах вырабатывают концентрированные соки с мякотью. Концентрированные соки на сорта не делят. Современная технология получения концентрированных соков, обеспечивающая сохранение почти всех биологически активных, красящих, питательных веществ и летучих ароматических соединений, позволяет получать продукты, мало отличающиеся от натуральных соков. Поэтому как в странах-производителях, так и в местах потребления концентрированные соки находят самое широкое применение. Их не только восстанавливают в исходные соки, но и используют для получения купажированных соков, соков-напитков, различных видов освежающих безалкогольных напитков, в кулинарии, для подслащивания вин. Концентрированные соки, имеющие интенсивную окраску (вишневый, черничный) или сильно выраженный приятный аромат (малиновый, ежевичный, земляничный), применяют для улучшения цвета и ароматизации пищевых продуктов. Из плодово-ягодных концентрированных соков с мякотью производят нектары, мармелад, различные кремы, мороженое, фруктовый йогурт, продукты детского питания, начинку для конфет.

Для концентрированных плодово-ягодных соков требуется в 3-7 раз меньше тары, транспортных средств и складских помещений по сравнению с натуральными. Они хорошо и длительно хранятся без стерилизации и добавления консервантов, не замерзают при понижении температуры до -18°С. Поэтому в последние годы соки экспортируются в основном в концентрированном виде.

## Ассортимент плодово-ягодных соков

*Соки для детского питания* готовят только из высококачественного плодово-ягодного сырья. Они могут быть натуральные, с сахаром, с мякотью и сахаром, купажированные. Рекомендуются соки для питания детей с 6-месячного возраста.

*Соки для диетического питания* вырабатывают из плодов и ягод с низким содержанием сахарозы. Они предназначены для больных диабетом. Для подслащивания соков применяют ксилит и сорбит.

В последние годы увеличился выпуск двух- и многокомпонентных соков с мякотью для общего потребления и специального назначения - для детского и диетического питания. Для их производства используют не только свежие фрукты, но и полуфабрикаты: замороженные плоды, стерилизованные или замороженные фруктовые пюре и концентраты.

*Фруктовые нектары* получают смешиванием фруктового сока, одного или нескольких видов концентрированных соков или доведенной до пюреобразного состояния съедобной части доброкачественных свежих фруктов с водой, сахаром или медом. Консервируют нектары различными физическими способами, кроме обработки ионизирующим излучением. Массовая доля фруктового сока составляет 25-50% в зависимости от вида фруктов. Фруктовый нектар может быть прозрачным или с мякотью (мутным). Для улучшения вкуса и цвета, сохранности, а иногда и повышения биологической активности в некоторые виды нектаров добавляют лимонную или аскорбиновую кислоты. Фруктовые нектары выпускают одним товарным сортом.

*Овощные соки*вырабатывают из съедобной части доброкачественных овощей, несброженных или подвергнутых молочнокислому брожению. Соки могут быть из одного или нескольких видов овощей, прозрачные, мутные или пюреобразные без крупных частиц кожицы, семян и других твердых частиц.

В овощные соки добавляют соль, уксус, сахар или мед, пряности, травы, натуральные ароматизаторы, фрукты или продукты на основе фруктов, молочную сыворотку, аскорбиновую, лимонную кислоты и др.

*Томатный сок* пользуется наибольшим спросом населения, так как обладает высокими вкусовыми свойствами и биологической ценностью. Он содержит все растворимые компоненты томатов и часть мякоти в мелкоизмельченном виде. Хотя содержание сухих веществ в нем невысокое (4-6%), это компенсируется наличием витаминов С, В, В2, РР, каротина и пантотеновой кислоты, а также благоприятным составом минеральных веществ, Сахаров, органических кислот, ароматических соединений.

Особенность технологии этого сока - обязательный прогрев дробленой томатной массы с целью удаления воздуха, растворившегося в ней при дроблении. Присутствие воздуха способствует активизации нежелательных окислительных процессов. Прогревание инактивирует ферменты, катализирующие реакции окисления, снижает микробную обсемененность массы, расщепляет протопектин до растворимого пектина, увеличивая выход сока и улучшая его качество.

*Соки из моркови и свеклы.* Технология этих соков имеет специфические особенности. Морковь, например, после сортирования и мойки обязательно освобождают от кожицы на абразивных машинах, дочищая вручную. Крупные корнеплоды режут на пластины толщиной 5-7 мм и пропаривают острым паром в течение 10-20 мин при температуре 95…105оС. Затем части корнеплодов измельчают на дробилке и протирают на протирочной машине через сита с отверстиями 0,75-1 мм.

Протертую массу смешивают с сахарным сиропом в соотношении 1:1 (при концентрации сахара в сиропе 9-10%). Полученную смесь обрабатывают на гомогенизаторе. Иногда на 1 т смеси добавляют 0,2-0,3 кг аскорбиновой кислоты. Для удаления воздуха смесь пропускают через деаэратор-пастеризатор или выдерживают в вакуум-аппарате при температуре не выше 50оС в течение 8-10 мин. Затем массу быстро нагревают в трубчатом подогревателе до 70оС и разливают в бутылки или стеклянные банки, укупоривают и стерилизуют при температуре 120оС (при вместимости тары 0,5 дм). Особенности технологии сока из свеклы обусловлены прочностью тканей корнеплодов.

Схема производства такова: у промытых корнеплодов обрезают тонкие концы корня, удаляют дефектные части, моют под душем и проваривают при температуре 105оС до полной готовности, после чего дробят. Дробленую массу прессуют на винтовых механических прессах или на пак-прессах. Затем сок фильтруют через редкую ткань, подогревают в трубчатом аппарате, разливают в бутылки или стеклянные банки; укупоривают и стерилизуют при температуре 116°С (при вместимости тары 0,5 дм).

Технология *сока из квашеной капусты* наименее трудоемка, поскольку для его получения используется сок, остающийся на предприятиях общественного питания при производстве обеденных блюд из капусты. В нем содержатся те же питательные вещества,

что и в квашеной капусте. Наилучшие вкусовые качества этот сок имеет при содержании соли не более 2% и молочной кислоты не более 1,5%.

*Сокосодержащие напитки.* Фруктовый напиток получают смешиванием фруктового сока или концентрированного фруктового сока, или смеси соков, или доведенной до пюреобразного состояния съедобной части доброкачественных свежих фруктов с водой. В напиток добавляют сахар, лимонную кислоту и консервируют физическими или химическими способами. При изготовлении напитков используют натуральные летучие ароматические компоненты фруктового сока того же наименования, искусственные ароматизаторы, сахарозаменители, подсластители, натуральные замутнители и стабилизаторы.

Овощной напиток изготовляют путем смешивания овощного сока или концентрированного сока, или смеси соков с водой и фруктовыми соками. В напиток вводят лимонную кислоту (и / или соль) и консервируют (обработку ионизирующим излучением не применяют). В овощных сокосодержащих напитках могут присутствовать натуральные летучие ароматические компоненты сока данного наименования, искусственные ароматизаторы, красители, натуральные замутнители и стабилизаторы.

Сокосодержащие напитки могут вырабатываться с насыщением диоксидом углерода.

## Экспертиза соков

Экспертиза соков включает оценку сопроводительных документов, состояния тары и маркировки, определение органолептических, физико-химических, микробиологических показателей и показателей безопасности. Экспертиза осуществляется при нормальном режиме контроля. В случае разногласий проводят усиленный контроль.

Для проверки состояния транспортной тары и маркировки от партии продукции отбирают случайным образом определенное количество ящиков и коробок. Для проверки правильности маркировки, состояния этикетки и оформления потребительской тары отбирают случайным образом выборку банок, бутылок, туб и др.

Определение органолептических и физико-химических показателей также начинают со случайного отбора выборки продукции в потребительской таре. Перед проведением испытаний фасованного сока составляют объединенную пробу из точечных проб. Масса объединенной пробы должна быть не менее 0,5 дм3.

Органолептические показатели сока определяют визуально в чистом цилиндрическом бокале вместимостью 250 см3, диаметром 70 мм в проходящем свете. Оценивают прозрачность, внешний вид, консистенцию (для нектаров), вкус, аромат и цвет.

Прозрачность, внешний вид, консистенция. Осветленные соки должны быть прозрачными, без осадка, неосветленные - непрозрачными или с наличием тонко протертой мякоти (цитрусовые). Соки с мякотью имеют вид однородной непрозрачной массы с равномерно распределенной гомогенизированной мякотью. В таких соках допускается расслаивание и небольшой уплотненный осадок на дне, а в вишневом и сливовом соках - оседание мякоти.

Цвет плодово-ягодных и овощных соков должен соответствовать цвету спелых плодов, ягод и овощей, из которых они изготовлены, но допускаются более темные оттенки в светлых соках и незначительное обесцвечивание сока из темноокрашенных плодов и ягод. Вкус и аромат определяют сразу после налива пробы в дегустационный бокал, при этом обращают внимание на соответствие вкуса и запаха плодам, ягодам и овощам, из которых они изготовлены, на наличие неблагоприятных вкусовых свойств и прочих посторонних привкусов и запахов. Из физико-химических показателей в соках прежде всего определяют содержание сухих веществ. Обычно в стандартах указывается нижний предел содержания сухих веществ. В соках с мякотью нормируется количество плодового пюре в процентах, а в натуральных (осветленных и неосветленных) соках, соках с сахаром и купажированных,

кроме того, определяется предельно допустимое содержание осадка, которое в зависимости от вида сока и его товарного сорта может колебаться от 0,1 до 0,3%.

Кислотность в сочетании с количеством сухих веществ характеризует гармоничность вкуса и служит одним из основных признаков при определении режимов термической обработки. В стандарте указывается либо нижний предел кислотности, либо минимально и максимально допустимые ее пределы.

Натуральные 100%-ные соки в зависимости от качества делят на высший и I сорта.

Соки из лимонника, дикорастущих яблок и груш оценивают не выше I сорта.

Объемная доля этилового спирта, который может накапливаться в процессе переработки фруктов, для соков высшего сорта не должна превышать 0,3%, для соков I сорта - 0,5%.

В витаминизированных соках нормируется содержание витамина С в пределах 0,025- 0,25% в зависимости от вида сока.

Показатели безопасности. В соках ограничивается содержание солей свинца (0,4-0,5 мг/кг в зависимости от вида сока), олова (200), мышьяка (0,2), кадмия (0,03), ртути (0,02), цинка (10,0), хрома (0,5 мг/кг в жестяной таре). Содержание радионуклидов не должно превышать 40 Бк/кг для цезия-137 и 30 Бк/кг для стронция-90. Массовая доля микотоксина патулина в соках не должна превышать 0,05 мг/кг (для яблочного, томатного и облепихового соков).

Во всех натуральных соках, кроме виноградного (марочного и высшего сорта), допускается наличие сорбиновой кислоты (не более 0,06%), применяемой для смягчения режимов термической обработки и повышения стойкости сока при хранении.

Использование недоброкачественного сырья, несоблюдение технологии изготовления и неблагоприятные условия хранения могут стать причиной порчи соков. Наиболее часто встречаются такие дефекты, как бомбаж (химический, биологический, физический и ложный), нарушение герметичности (как следствие дефектов, называемых «подтечность» банок, «хлопуша» и «птички»), помятость банок, вогнутые крышки, ржавые банки, плоское скисание, потемнение всего содержимого, потемнение верхнего слоя (в соках с мякотью), потемнение внутренней поверхности жестяных банок, лопнувшие стеклянные банки.

*Хранение.*

Оптимальная температура хранения большинства плодово-ягодных соков колеблется от 0 до 15°С, относительная влажность воздуха - не более 15%. Сок в стеклянной таре должен быть защищен от попадания прямых солнечных лучей. В этих условиях продукция может сохраняться до 2 лет.

При более высокой температуре хранения вкус и запах соков ухудшаются в результате реакций неферментативного характера между свободными аминокислотами и соединениями со свободными карбонильными группами (чаще всего сахарами и аскорбиновой кислотой). Образующиеся при этом меланоиды обусловливают потемнение сока и появление уваренного вкуса. Наибольшим изменениям такого характера подвержены соки земляничный, малиновый, мандариновый и апельсиновый, поэтому их рекомендуется хранить при более низкой температуре - от 0 до 2°С.

## Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды соков вырабатывает промышленность?
2. Охарактеризуйте основные операции технологии соков.
3. Каким образом обрабатывают осветленные соки?
4. Какими способами можно получить концентрированные соки?
5. Ассортимент плодово-ягодных соков?
6. Какие показатели исследуются при экспертизе соков?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

* 1. **Поляков, В.А.**Плодово-ягодное и растительное сырье в производстве напитков. / В.А. Поляков, И.И. Бурачевский, А.В. Тихомиров и др. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – 523 с.

*Дополнительная*

* 1. **Матюхина, З.П.** Товароведение пищевых продуктов/ З.П. Матюхина – М.: Академия, 2008. - 320 с.
  2. **Шуман Г.** Безалкогольные напитки: сырье, технологии, нормативы / Г. Шуман. - СПб.: Профессия, 2004. - 278с.

**Лекция 11**

# БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ ОВОЩЕЙ

## Виды консервирования

*Консервирование*– это один из способов длительного хранения овощей. Для заготовок овощей на зиму также используют соление, маринование, квашение, замораживание и сушку.

Консервирование овощей и фруктов можно осуществить при помощи пастеризации, стерилизации и самостерилизации.

*Самостерилизация*‒ самый простой в исполнении и экономный по временным затратам вид консервирования. При самостерилизации консервы (овощи, фрукты, соки и т.д.) которые фасуют в горячем (кипящем) состоянии и сразу герметически укупоривают, следует перевернуть вниз горлышком и охладить. Чтобы гарантировать стерильность таких консервов, необходимо заранее подготовить (простерилизовать) тару, арасфасовку продукта и укупорку банок производить быстро и тщательно. Укупоренные консервы устанавливают в таком месте, где нет сквозняка, и накрывают плотной тканью, чтобы дольше удержать тепло внутри банок.

Более сложными видами консервирования являются стерилизация и пастеризация.

*Стерилизация****.*** Чтобы уничтожить микроорганизмы в консервируемых продуктах, последние стерилизуют при температуре выше 100 °С. Подготовленные фрукты или овощи укладывают в стеклянную тару, заливают горячим сахарным сиропом, маринадной или томатной заливкой, накрывают прокипяченными жестяными крышками и устанавливают в стерилизатор с горячей водой. В качестве стерилизатора можно использовать таз, кастрюлю, ведро. На дно стерилизатора укладывают деревянную или металлическую решетку соответствующего размера. Не рекомендуется заменять решетку куском ткани.

Температура воды в стерилизаторе должна быть на 15‒20°С выше температуры внутри стеклянной тары, а уровень воды в нем должен быть ниже верхнего края банки не более чем на 3 см. Между банками и стенкой емкости, в которой проводится обработка, должен

быть зазор 5‒10 мм. Во время стерилизации нельзя допускать бурного кипения воды.

Банки, подлежащие стерилизации с последующей герметической укупоркой металлическими крышками, перед обработкойгерметически укупоривать нельзя, так как в них в процессе нагревания образуется избыточное давление и крышки срываются.

*Пастеризация****.*** Этот вид обработки представляет собой уничтожение микроорганизмов посредством нагревания пищевых продуктов до температуры ниже 100°С. Другими словами процесс пастеризации происходит также как и стерилизация, но при более низкой температуре.

Некоторые виды консервов, изготовляемые из ягод, плодов и овощей (компоты из абрикосов, винограда, маринованные млн консервированные огурцы, патиссоны, мелкоплодные томаты и др.), во время стерилизации при 100°С в течение даже короткого времени развариваются, их вкусовые качества снижаются. В процессе консервирования эти продукты подергаются пастеризации, которая проводится при температуре 85-90°С. Время такой обработки больше времени стерилизации.

## Биотехнология консервирования овощей

В одном из древнейших методов консервирования овощей, основанном на действии ферментов, используется рассол, в котором присутствуют молочнокислые бактерии. Роль консервантов здесь выполняют поваренная соль и молочная кислота. Во многих странах этот метод применяют в производственных масштабах. В частности, капуста, огурцы, другие овощи и маслины консервируются в рассоле с помощью брожения. Иногда овощи требуют предварительной обработки. Например, до помещения маслин в 18%-й рассол их обрабатывают гидроксидом натрия для удаления терпкого вкуса, вызванного присутствием глюкозида - олеорупеина.

В рассоле овощи подвергаются последовательному воздействию разных микроорганизмов. Первая стадия – рост в рассоле аэробной микрофлоры на поверхности овощей. Затем в процесс включаются молочнокислые бактерии рода *Lactobacillus* и дрожжи, относящиеся к родам *Saccharomyces* и *Torulopsis.* В результате брожения образуются молочная и уксусная кислоты. В дальнейшем дрожжи вытесняют молочнокислые бактерии. Брожение завершается, когда использованы все сбраживаемые углеводы овощей. Однако некоторые виды дрожжей, относящиеся к родам *Candida,Debaryomyces* и *Pichia*, продолжают расти на поверхности рассола. Это может привести к чрезмерному образованию кислоты, приводящему к ухудшению вкуса продукта, и последующей порче.

Для регулирования процесса брожения вместо спонтанно размножающейся микрофлоры стали использовать чистые культуры ‒ бактерии молочнокислого брожения.

Точное соблюдение температуры (7,5°С) и концентрации соли (2,25%) дает возможность получить соленые (отброженные) овощи высокого качества.

В современной технике консервирования овощей используют микробные штаммы, в частности, штаммы молочнокислых бактерий, подвергшиеся селекции. Пастеризация на последней стадии консервирования уничтожает микроорганизмы и гарантирует качество продукта.

В результате брожения овощи обогащаются метаболитами, которые придают им соответствующий вкус и аромат. В то же время при брожении пища обогащается белковыми соединениями. География пищевых продуктов, полученных молочнокислым брожением, имеет явную ориентацию на Восток, например соленая рыба - чисто восточная еда.

## Технология производства овощных консервов

Технические операции по производству консервов подразделяют на три этапа: подготовительный, основной и завершающий.

Подготовительный этап включает следующие операции: мойку, сортировку по качеству, калибровку, удаление несъедобных или малосъедобных частей сырья. Подготовительный этап наиболее трудоемкий, требует значительных затрат ручного труда, здесь образуется основное количество отходов. Несоблюдение технологической дисциплины на этом этапе может привести к возникновению многих дефектов: бомбаж из- за плохой мойки и повышенной бактериальной обсемененности, наличие посторонних включений, потемнение продуктов.

Назначение мойки ‒ удаление поверхностного загрязнения землей, ядохимикатами, благодаря чему снижается микробиологическая обсемененность и облегчается сортировка по качеству. Эффективность мойки повышается, если ее сочетают с обработкой ультразвуком, моющими агентами, вибрационными колебаниями.

Сортировка по качеству производится насортировочных транспортерах для отбраковки дефектных, пораженных болезнями и вредителями экземпляров. Сортировку по качеству обычно совмещают с удалением несъедобных частей (плодоножек, веточек, листочков и

др.). Наиболее трудоемкой операцией является удаление плодоножек у ягод. Калибровка ‒

обязательная операция для консервирования плодов и овощей целиком, половинками или четвертушками, Назначение калибровки ‒ получение однородного по размеру сырья, что позволяет более точно поддерживать режим тепловой стерилизации, сократить отходы при

чистке и резке.

Очистку сырья применяют только для отдельных видов консервов путем удаления кожуры, косточек, семенных гнезд. Используют механический, тепловой и химический способы очистки. При механическом способе машины с терочной поверхностью

используют для удаления кожуры и специальные машины ‒ для косточек и семенных гнезд. При тепловом способе очистки картофель и корнеплоды обрабатывают паром. Химический способ очистки связан с обработкой сырья нагретыми растворами щелочей концентрацией

2‒10% при температуре раствора 80‒100°С в течение 1-6 мин. После этого остатки щелочи смывают холодной водой в течение 2‒4 мин под давлением 0,6–0,8 МПа.

Основной этапсостоит из операций тепловой обработки и герметизации сырья:

бланширования, разваривания, обжаривания и пассерования овощей, эксгаустирования и укупоривания, стерилизации или пастеризации.Бланширование ‒ это кратковременная тепловая обработка сырья водой, паром или водными растворами солей, сахаров,

органических кислот и щелочей. Назначение операции ‒ прекращение биохимических

процессов в продукте, уничтожение большей части микроорганизмов, повышение проницаемости покровных тканей, изменение массы, объема, консистенции, -удаление воздуха, частичная инактивация ферментов, что предотвращает повышенные потери витаминов, сохраняет естественный цвет продукта.

Температура воды для бланширования должна быть не ниже 70‒75°С. Обычно бланширование производят очень быстро для сохранения естественного цвета, вкуса и аромата. Недобланшированный продукт может вызвать бомбаж, перебланшированный ‒

разваривание консервов при стерилизации.Для закусочных и обеденных консервов

производят обжаривание и пассерование овощей, что повышает их калорийность и придает определенные вкус и запах. При обжарке (температура 120‒140°С) уменьшаются масса и объем овощей. Они приобретают золотистый или темный цвет, специфические вкус и запах

за счет образования меланоидинов.

Эксгаустирование ‒ это удаление воздуха из заполненных продуктом банок перед укупоркой. Это предотвращает окислительные Процессы, изменяющие цвет, вкус и аромат продукта, а также развитие аэробных микроорганизмов, сокращает потери ценных веществ. Наличие воздуха в банках повышает давление в них при стерилизации.Укупоривание необходимо для полной герметизации банок, что обеспечивает проведение стерилизации и предотвращает попадание внутрь микроорганизмов.Наиболее ответственной операцией

основного этапа является тепловая обработка ‒ стерилизация, а для некоторых видов ‒

пастеризация или асептическое консервирование.

Стерилизация ‒ это тепловая обработка консервов при избыточном давлении и температуре выше 100°С. Целью ее является уничтожение всех вегетирующих форм микроорганизмов и большинства их спор, а также инактивация ферментов.

Надежность стерилизации зависит от режима прогрева консервов, на параметры которого влияют вид и размеры тары, степень обсемененности сырья микроорганизмами, вида сырья; его консистенции и бактерицидных свойств. Стерилизацию проводят в

автоклавах при температуре 100 ‒ 140°С при противодавлении 0,3-0,4 кПа. Применяют аппараты периодического и непрерывного действия. Последние более экономичны, но в них можно стерилизовать только консервы в металлической таре одного размера.

Пастеризация производится при температуре ниже 100°С при атмосферном давлении в пастеризаторах непрерывного и периодического действия. Пониженная температура пастеризации предотвращает разрушение многих ценных веществ консервов, но выше микробиологическая обсемененность их, поэтому пастеризацию применяют в основном для жидкого сырья или при добавках антисептиков (бензойной, сорбиновой, уксусной кислот и др.).

Стерилизация и пастеризация требуют довольно длительного времени обработки, что вызывает нежелательные изменения в продукте. Для предотвращения этого применяют асептическое консервирование. Сущность способа заключается в раздельной кратковременной стерилизации продукта и тары с последующим фасованием стерильного охлажденного продукта в асептических условиях. При этом продукт мгновенно и нагревается, и охлаждается.

Асептическая стерилизация проводится в пароконтактных теплообменниках при температуре 115‒125°С в течение 90‒240°С, охлаждение — в вакуум-охладителях при 30‒ 40°С. Затем продукт перекачивается по стерильным трубопроводам в стерильные

резервуары, оснащенные фильтрами бактерицидной очистки воздуха. Из резервуаров

продукт фасуется в мелкую потребительскую тару с дополнительной тепловой обработкой или без нее.

Преимущества асептической стерилизации заключаются также в том, что тепловая обработка проводится в тонком слое мгновенно, что позволяет сохранить основные вкусовые и ароматические вещества продукта. Ускоряется, кроме того, переработка сырья, что важно в сезон массовых заготовок его. Полученный полуфабрикат в дальнейшем используется для изготовления готовых консервов, позволяет смягчить сезонность производства на консервных предприятиях. Недостаток метода состоит в том, что асептическому консервированию можно подвергать только жидкие и пюреобразные продукты. Кроме того, необходима полная стерильность всего замкнутого цикла, производства.

Завершающий этап консервированиясвязан с охлаждением стерилизованных консервов и маркировкой тары. Если тара не литографирована, то на нее наклеивают этикетки с указанием наименования консервов, предприятия-изготовителя, его товарного знака, подчиненности, нормативно-технической документации по качеству, массы нетто или объема, сорта, розничной цены, условий и сроков хранения. Маркировка наносится на крышки банок путем выдавливания знаков или быстросохнущей несмывающейся краской. Условные обозначения наносят в две или три строки.

## Биотехнология квашения некоторых овощей

Кислую капусту готовят из свежей измельченной капусты. После добавления соли на первых стадиях брожения доминируют бактерии *Leuconostoc mesenteroides*, которые в анаэробных условиях превращают сахара в молочную и уксусную кислоты, этиловый спирт, маннитол, эфиры и СО2. В дальнейшем образование молочной кислоты из сахаров и маннитола осуществляется при участии *Lactobacillus plantarum*. Разложение маннитола – важный этап, так как он придает продукту горький вкус. Хотя при получении кислой капусты условия сбраживания в какой-то степени контролируются, применять закваски нет необходимости, так как никаких преимуществ они не дают.

Пикулиделают из миниатюрных засоленных огурцов. Конечный продукт получают путем полного или частичного сбраживания, либо без такой обработки. При брожении важную роль опять-таки играют молочнокислые бактерии, осуществляющие ферментацию сахаров. Соли обычно добавляют немного, и рассол с самого начала подкисляют уксусной кислотой. Если к нему добавляют укроп и другие пряности, то получают укропные пикули. Оливки перерабатывают путем засолки и обработки щелоком. Когда консервируют зеленые плоды, молочнокислое брожение осуществляется *Leuconostoc mesenteroides*, а затем *Lactobacillus plantarum* и продолжается от шести до десяти месяцев. Спелые оликви либо не сбраживают вовсе, либо сбраживают недолго. И в том, и в другом случае большое значение имеет обработка щелоком, так как при этом удаляется олеуропеин (гликозид,

имеющий горький вкус).

Кофе и какао. Микроорганизмы играют важную роль и на определенных стадиях выработки некоторых других продуктов, особенно кофе и какао. При замачивании плодов на них развиваются молочнокислые бактерии и дрожжи, что способствует отделению кожуры от зерен; влияние микробов на качество конечного продукта незначительно. При производстве растворимого кофе применяют ферментные препараты микробного происхождения целлюлолитического действия.

Продукты из сои.Соя принадлежит к числу главных пищевых культур в странах Азии, особенно в Китае и Японии. В восточной кухне она служит главным поставщиком белка и масла. На основе соевых бобов на Востоке вырабатывают множество традиционных пищевых продуктов.

Соевый соус готовят на основе кашицы из набухших и отваренных бобов сои. В нее вносят закваску, содержащую различные микроорганизмы, главным образом, *Aspergillus orizae* (оризе). В ходе выдержки в течение 3-5 сут. при температуре 25-30С гриб активно разрастается на поверхности. Затем в смесь добавляют соль (до 20 %) и оставляют ее

созревать на 0,5-2 года при низкой температуре. В настоящее время применяют чистые культуры *Aspergillus orizae*, поэтому срок выдержки сокращается до одного-трех месяцев. Кроме плесневого гриба для получения соевого соуса применяют бактерии*Pediococcus soyae*, дрожжи *Saccharomyces rouxii* и некоторых видов дрожжей рода *Torulopsis.* Их специально добавляю т в соевую смесь в виде исходных чистых культур или они размножаются из уже имеющихся в смеси клеток. В результате брожения смесь насыщается молочной и другими кислотами и этанолом. По окончании процесса жидкость сливают с соевой массы или отделяют под прессом и получают соевый соус. Остающийся при этом шрот скармливают домашним животным.

Помимо ускорения процесса путем использования чистых культур разработаны и сугубо химические способы получения соевых гидролизатов. Так готовят несброженный соевый соус.

Соевые бобы могут стать тем сырьем, из которого на основе традиций восточной кухни можно будет получать новые продукты способом ферментации. В этих случаях перерабатываются целые бобы, однако с помощью биотехнологии получены новые продукты из белков сои. Их вырабатывают путем контролируемого гидролиза белков сои ферментами микроорганизмов. Например, растворимый гидролизат белков сои в качестве заменителя мяса лучше, чем блюда из соевых бобов. В странах, где население получает с пищей недостаточно белка, им обогащают безалкогольные напитки.

## Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды консервирования овощей вы знаете?
2. Какие виды микроорганизмов участвуют в процессе консервирования?
3. Какие этапы консервирования овощей в рассоле?
4. Какие операции включает подготовительный этап производства овощных консервов?
5. Технология основного этапа производства овощных консервов?
6. С чем связан завершающий этап производства овощных консервов?
7. Технология квашения некоторых овощей?
8. Микроорганизмы, используемые при квашении овощей?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

* 1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.
  2. Теоретические основы пищевых технологий: в 2 кн. Кн.1 / Под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – 608 с. – ISBN 978-5-9532-0764-5.

*Дополнительная*

* 1. **Флауменбаум, Б.Л.**Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы / Б.Л. Флауменбаум. -2-е изд., перераб. и доп. - М.: "Колос", 1993. - 320 с.
  2. **Щеглов, Н.Г.** Технология консервирования плодов и овощей / Н.Г. Щеглов. – Изд-во: Палеотип, Дашков и Ко, 2002. – 380 с.
  3. **Колобов, С.В.** Товароведение и экспертиза плодов и овощей: учеб.пособие для вузов / С.В. Колобов, О.В. Памбухчиянц. - М.: Дашков и К, 2009. - 396 с.

**Лекция 12**

# БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ

**КОНЦЕНТРАТОВI**

## Общие сведения о пищевых концентратах

Пищевыми концентратами называют продукты, наиболее полно подготовленные к употреблению в пищу и освобожденные от содержащейся в них воды для обеспечения возможности длительного хранения.

Эти продукты могут представлять собой механические смеси различного вида сырья, предварительно подвергнутого обработке и затем подобранного по заранее разработанной рецептуре, например полуфабрикат для домашнего приготовления кексов, «сухие супы» и т.п. Они также могут быть более сложными смесями, получаемыми в процессе технологической обработки, когда отдельные виды сырья вступают между собой в более тесные связи и теряют свою индивидуальность, например детская питательная мука,

являющаяся единым с физической точки зрения продуктом, но включающим в себя муку, молоко, сахар, соль и другие добавки. Наконец, это могут быть продукты, состоящие из одного вида сырья, в процессе технологической подработки наиболее полно подготовленного к использованию в качестве пищи, например диетическая мука из риса и т.п.

В процессе производства концентратов сырье может предварительно высушиваться, а затем смешиваться в необходимых пропорциях в сухом виде или предварительно смешиваться, а затем в смеси подвергаться сушке.

В некоторых случаях, например в производстве сухих продуктов детского и диетического питания, последняя схема наиболее рациональна, хотя она в нашей промышленности менее распространена.Некоторые виды пищевых концентратов, например первые, вторые и третьи обеденные блюда, сухие продукты детского и диетического питания, могут быть охарактеризованы как сухие консервы. По рецептурному набору, а также кулинарному назначению они очень близки к соответствующим типам консервов и отличаются только тем, что дегидрированы для придания устойчивости при хранении. Это дает им целый ряд преимуществ перед консервами. Например, не требуется специальной герметической упаковки в банки и необходимой для консервов стерилизации. Разнообразный ассортимент продуктов, выпускаемых пищеконцентратной промышленностью, в соответствии с кулинарным назначением и технологией производства

можно объединить в семь основных групп:

* концентраты обеденных блюд;
* сухие продукты детского и диетического питания;
* овсяные диетические продукты;
* сухие завтраки;
* кофепродукты;
* полуфабрикаты мучных изделий;
* продукты из картофеля.

Некоторые из этих групп делятся на подгруппы, отличающиеся друг от друга технологическими режимами производства, пищевым назначением и т.п. Например, первая группа – концентраты обеденных блюд – может быть разделена на четыре подгруппы: первые обеденные блюда, вторые обеденные блюда, сладкие блюда (десерты) и сухие соусы.

Пищевые концентраты освобождены от значительной части воды, вследствие чего имеют малый объем и массу при высокой концентрации питательных веществ. Этому способствует также и то, что сырье в процессе технологической обработки в значительной мере освобождается от несъедобной части. Высокая концентрация питательных веществ значительно повышает калорийность пищевых концентратов по сравнению с обычными продуктами.

*Высокая усвояемость питательных веществ.*

Интенсивное механическое и тепловое воздействие на сырье в процессе технологической обработки его при производстве пищевых концентратов приводит к тому, что питательные вещества в них в достаточной мере освобождены от клетчатки, стенки клеток сырья сильно разрушены, крахмал клейстеризован и декстринизирован, белки денатурированы. Благодаря воздействию высокой температуры и воды питательные вещества (главным образом белки и углеводы) в концентратах частично подвергнуты гидролизу. Все это обусловливает лучшее усвоение их организмом.

Биологическая ценность пищевых концентратов, как и вообще всех пищевых продуктов, обусловливается содержанием в них необходимых для человеческого организма белков, углеводов, жиров, минеральных солей, витаминов и других физиологически активных веществ. При этом следует иметь в виду также аминокислотный состав белковых веществ и содержание в них жизненно необходимых аминокислот, а также состав жирных

кислот, входящих в продукты жиров. Совершенно ясно, что биологическая ценность пищевых концентратов определяется в первую очередь набором продуктов, входящих в их рецептуру.

По рецептурным наборам пищевые концентраты мало отличаются от обычно принятых продуктов питания и в восстановленном виде по биологической ценности идентичны им.

Следует, однако, иметь в виду, что при разработке рецептур пищевых концентратов их биологическая ценность может быть значительно повышена благодаря рациональному набору продуктов, а также введению в рецептурный набор белковых веществ, например гидролизатов растительных белков и их производных, витаминов и т.п. В настоящее время имеются все условия для такого обогащения рецептурных наборов пищевых концентратов, и промышленность широко использует это.

*Способность длительно сохраняться без потери качества.*

Содержание влаги в пищевых концентратах не превышает 10-12%, а в некоторых из них, например, в кукурузных хлопьях, ниже 5%, в связи с чем они не являются подходящим материалом для развития микроорганизмов.

Термические процессы производства пищевых концентратов обусловливают инактивацию ферментов, вследствие чего ферментативные изменения в пищевых концентратах протекают крайне медленно, а во многих случаях и совершенно приостановлены.

Применение герметичной упаковки, приводящей к изоляции продукта от действия света, кислорода воздуха и обеспечивающей сохранение низкой влажности в продукте, задерживает течение неферментативных реакций.Указанные обстоятельства способствуют длительной сохраняемости пищевых концентратов.

В последние годы промышленность пищевых концентратов начинает осваивать новые методы сушки пищевых продуктов и в том числе сушку в глубоком вакууме (метод сублимации).

## Сырьё, применяемое в производстве пищевых концентратов

От качества сырья во многом зависит качество готовых пищевых концентратов, поэтому надо тщательно проверять, соответствует ли поступающее на предприятие сырье ГОСТам и техническим условиям. Сырье с явным отклонением по качеству от регламентов ГОСТов и технических условий, если его невозможно довести до кондиций в процессе технологической обработки, не должно использоваться в производстве.

*Крупы*

В производстве пищевых концентратов применяют следующие крупы: гречневую, перловую, ячневую, овсяную, пшеничную, кукурузную, манную, пшено и рис. Крупы представляют собой продукт переработки зерен различных злаковых растений и характеризуются большим содержанием углеводов (в основном крахмала) и белков и небольшим количеством жира.

Белки круп, как и большинство растительных белков, относятся к неполноценным, так как не содержат некоторых жизненно важных аминокислот, например триптофана. Пищевая ценность круп характеризуется также содержанием минеральных солей и витаминов группы В. Потребительская ценность круп обусловливается их доброкачественностью, а также содержанием сорной примеси, испорченных ядер, битых ядер и влажностью.

*Бобовые продукты*

В производстве пищевых концентратов применяют следующие бобовые: горох, фасоль, чечевицу и сою.

Бобовые представляют собой продукты переработки зерен бобовых растений. В отличие от круп наряду с большим содержанием углеводов (в основном крахмала) они характеризуются также большим содержанием белковых веществ.

Из всех белков растительного происхождения белки бобовых продуктов наиболее близко по своему строению и составу аминокислот подходят к белкам животного происхождения.

Пищевая ценность бобовых характеризуется также содержанием в них минеральных солей и витаминов группы В. В небольшом количестве бобовые содержат аскорбиновую кислоту (до 4 мг %) и каротин (до 0,8 мг %), однако физиологического значения это не имеет, так как при переработке витамин С разрушается, а содержание каротина слишком мало.

*Мука пшеничная*

Муку пшеничную получают размолом зерен пшеницы, предварительно очищенных и освобожденных от оболочек. Стандартом: предусмотрен выпуск пшеничной муки следующих видов: двухсортная 75%-ная, односортная 75%-ная, односортная 72%-ная.

Мука, используемая в производстве пищевых концентратов, не должна иметь посторонних запахов и примесей, вызывающих хруст на зубах.

*Макаронные изделия*

Макаронные изделия вырабатывают из специальных сортов, пшеничной муки, полученной из твердых пшениц, отличающихся: высоким содержанием клейковины. В зависимости от сорта применяемой муки и показателей качества макаронные изделия делятся на сорта: экстра яичный, экстра, высший яичный, высший, высший томатный, первый и первый томатный.

*Картофель и овощи сушеные*

В производстве пищевых концентратов применяют овощи и картофель в сушеном виде. Сушат картофель и овощи на специальных овощесушильных предприятиях, оснащенных современным оборудованием. Перед сушкой овощи тщательно моют, калибруют и очищают. Очищенные овощи нарезают и бланшируют горячей водой или паром. Сушку овощей проводят на паровых ленточных, многоярусных сушилках, сушильным агентом в которых является горячий воздух. Сушеные овощи и картофель характеризуются большим содержанием углеводов, белковых веществ и небольшим содержанием жира, а также высоким содержанием минеральных солей. Обычно при сушке овощей наблюдается потеря витамина С. Но если вести процесс сушки правильно, то витамин С в сушеных овощах в значительной мере сохраняется.

Следует иметь в виду, что при хранении сушеных овощей в герметичной таре потери витамина С незначительны, в то время как в свежих овощах к марту-апрелю содержание витамина С падает почти до нуля.

*Жиры*

В качестве жира в производстве пищевых концентра гон применяют гидрированный растительный жир (гидрожир) с температурой плавления 34-36,5° С, специально выпускаемый для этих целей, или, что еще лучше, гидрожир кондитерский, отличающийся повышенной твердостью. Гидрированные жиры представляют собой растительное масло, подвергнутое после рафинации и дезодорации специальной обработке под давлением водородом – гидрогенизации, вследствие чего в них изменяется состав жирных кислот и они становятся твердыми при обычной температуре.

Эта обработка основана на свойстве ненасыщенных жирных кислот (олеиновой, линолевой и линоленовой), входящих в состав растительных масел, присоединяя при определенных условиях к себе водород, превращаться в стеариновую и пальмитиновую жирные кислоты, из которых и состоят твердые жиры.

В зависимости от степени насыщения водородом можно получить жир разной твердости и с различной температурой плавления. Потребительская ценность гидрированных жиров целиком зависит от исходного сырья, его предварительной обработки и степени гидрогенизации. В отличие от животных жиров гидрожиры не содержат холестерина, жироподобного вещества, способного отлагаться на стенках кровеносных сосудов, что приводит к нарушению кровообращения при чрезмерном их потреблении. Кроме гидрожира, для производства отдельных видов пищевых концентратов (например, гороховых супов) можно применять говяжий жир топленый высшего сорта, что значительно улучшит качество продукции.

*Крахмал*

В производстве пищевых концентратов применяют крахмал картофельный и кукурузный (маисовый). Картофельный крахмал получают из картофеля, для чего его тщательно моют, измельчают на терочных машинах, отмывают полученную массу от мезги, отделяя при этом крахмальное молоко (вода с зернами крахмала). Полученный крахмал отделяют от воды, вновь промывают, повторяя промывку несколько раз, и получают таким образом сырой крахмал с содержанием 38-40% воды. Сырой крахмал высушивают горячим воздухом до влажности 20 %. Крахмал, предназначенный для пищевых целей, не должен давать хруста при разжевывании, в нем не допускается посторонний, не свойственный крахмалу, запах.

Крахмал кукурузный (маисовый) получают из кукурузы, используя для этого специальные, крахмальные сорта. Зерна крахмала в кукурузе довольно прочно склеены белковыми веществами, поэтому кукурузный крахмал труднее получить, чем картофельный.

Зерно кукурузы замачивают в горячей слабокислой воде, затем раздавливают и отделяют зародыш (мокрый способ отделения зародыша). Массу после отделения зародыша тщательно перетирают с водой, получая крахмальное молоко. В дальнейшем поступают так, как и при производстве картофельного крахмала. Сушат кукурузный крахмал до содержания влаги 13 %.

С водой кукурузный крахмал дает мутный (опалесцирующий) клейстер, легко отделяющий влагу при остывании, поэтому в производстве плодоягодных киселей его не используют. Однако следует иметь в виду, что кукурузный крахмал усваивается человеческим организмом очень хорошо.

*Молоко сухое цельное*

В производстве пищевых концентратов применяют сухое молоко высшего и I сорта, полученное высушиванием на распылительных сушилках свежего цельного (неснятого) коровьего молока. Перед сушкой коровье молоко фильтруют, пастеризуют и уваривают в вакуум-аппаратах. В сушильные башни молоко подают через специальные форсунки или распылительные диски. Молоко, распыленное в виде тумана, в башне сушилки встречается с потоком горячего воздуха и мгновенно высыхает. При такой сушке молоко сохраняет все свои питательные и физиологические свойства. Молоко сухое распылительной сушки содержит (при влажности 3,5%) белков – 27%, жира – 26,0%, углеводов – 38,0%, золы – 5,5

%, витамина С – 4,0 мг%, А – 0,32 мг%, В1 – 0,24 мг%, В2 – 1,31 мг% РР – 0,7 мг%. Очень

ценен минеральный состав сухого молока. Так, в нем содержится (в мг %): калия 994, кальция 939, магния 108, фосфора 790, железа 1,1.

*Яичный порошок*

Яичный порошок изготовляют из свежих яиц, высушивая их на распылительных или вальцовых сушилках. Яичный порошок, высушенный на распылительных сушилках, представляет собой мелкодисперсный (пылевидный) порошок и лучше растворяется в воде, чем яичный порошок, высушенный на вальцовых сушилках. Растворимость яичного порошка распылительной сушки должна быть не менее 85%, а вальцовой сушки – не менее 80%. В яичном порошке содержится воды 8,5%, белков 44,0%, жира 42,2%, углеводов 1,8%,

золы 3,5%.

*Сушеный цикорий*

Важную роль в производстве напитков, заменяющих кофе, играет цикорий. Его также добавляют к натуральному кофе для улучшения вкусовых качеств. Корни цикория содержат белковые вещества, фруктозу, инулин и глюкозид интибин, придающий им горький вкус. Инулин – сложный полисахарид, заменяющий в корнях цикория крахмал. Содержание его достигает 65%. Химическая формула инулина – (C6H10О5)3. Под действием инулиназы инулин гидролизуется с образованием фруктозы. Инулин, как и крахмал, при хранении клубней цикория в условиях низких температур превращается в сахарозу и продукты гидролиза, аналогичные декстринам.

При перемещении клубней в помещения с более высокой температурой наблюдается обратный процесс образования из сахарозы инулина. Этими превращениями объясняется появление сладковатого вкуса в хранившихся на холоде клубнях цикория. Заготовленные клубни цикория подвергают первичной обработке на цикоросушильных заводах: тщательно отмывают от земли и нарезают, лучше всего кубиками с гранями размером 10 x 10 x 10 мм. Нарезанный цикорий сушат на ленточных конвейерных сушилках до влажности 14% по режимам, принятым для сушки овощей. Снижение влажности сушеного цикория не приводит к ухудшению качественных показателей и поэтому вполне допустимо. Высушенный цикорий затаривают в мешки и отправляют на кофеперерабатывающие заводы. В сухом виде он может храниться продолжительное время. Не допускается хранение его в условиях большой относительной влажности, так как увлажнение сухого цикория может привести к появлению на нем плесени.

## Вещества, улучшающие вкусовые достоинства концентратов

Такими веществами являются продукты, улучшающие вкусовые достоинства пищи, возбуждающие аппетит и деятельность желез внутренней секреции.

К этим веществам, применяемым в производстве пищевых концентратов, относят пряности, ванилин, лимонную и виннокаменную кислоты, глютамат натрия и т.п.

Пряности – вещества растительного происхождения, придающие изделию пряный вкус и аромат. Одновременно с улучшением вкусовых достоинств пищевых продуктов пряности благотворно действуют на работу органов пищеварения. Так, например, укроп и тмин содержат в своем составе вещества пинен и цимол, являющиеся хорошим средством против брожения в желудке, гвоздика усиливает деятельность желез внутренней секреции, а лавровый лист обладает антисептическим свойством. Пряный вкус и аромат пряностей обусловлен находящимися в них эфирными маслами.

Пряности подразделяют на следующие виды:

* плодовые – бадьян (звездчатый анис), тмин, кориандр, кардамон, анис, перец черный, белый, душистый и красный;
* семенные – горчица, мускатный орех;
* листовые – лавровый лист;
* корневые – имбирь, колюрия;
* коровые – корица;
* цветочные – гвоздика, шафран.

В производстве пищевых концентратов применяют главным образом перец черный, перец красный, лавровый лист, корицу и гвоздику.

В пищеконцентратной промышленности пряности перед использованием в производстве подвергают специальной обработке по технологической схеме, включающей следующие операции: сепарирование, очистку от металлопримесей, дробление, размол, рассев по фракциям, вторичную очистку от металлопримесей.

*Лимонная кислота*

Лимонная кислота широко распространена в природе. Она содержится в плодах и ягодах: смородине, малине, землянике, лимонах (до 9% от сухих веществ лимона). Лимонная кислота найдена также в махорке (7-8%).В первое время лимонную кислоту получали из лимонов и махорки. В 30-х годах XX столетия были разработаны промышленные способы получения лимонной кислоты с помощью плесневого гриба Aspergillus niger, который при определенных условиях перерабатывает сахар в лимонную кислоту. В настоящее время биохимический способ производства лимонной кислоты является основным.

Лимонная кислота кристаллизуется с одной частицей воды в бесцветные или слабо- желтые кристаллы.

*Виннокаменная кислота*

Виннокаменную (винную) кислоту получают в виде кристаллов из винного камня, осаждающегося из виноградного вина во время брожения. Виннокаменная кислота в пищевой промышленности заменяет лимонную кислоту и может быть использована взамен ее.

Растворы виннокаменной кислоты должны быть бесцветны и не иметь запаха.

*Глютамат натрия*

Одна из двадцати хорошо изученных аминокислот – глютаминовая, реагируя с едким натром (NaOH), дает мононатриевую соль (глютамат натрия), обладающую очень интересным свойством. Будучи добавлена к пище в небольших количествах, эта соль усиливает естественный вкус таких продуктов, как мясо, рыба, овощи и т.п.

Вкусовые органы человека чувствуют присутствие глютамата натрия при растворении его в воде в соотношении 1:300 (1 часть глютамата натрия на 300 частей воды), в то время как для получения вкусового ощущения от сахара необходимо соотношение его и воды 1:15, а от поваренной соли 1:7,5.

Глютаминовую кислоту получают, перерабатывая отходы сахарного производства, в которых имеется глютаминовая кислота (химический метод), а также другое сырье, содержащее белковые вещества. Ферментативный гидролиз азотистых веществ также дает возможность получать глютаминовую кислоту и ее мононатриевую соль. Глютамат натрия представляет собой мелкокристаллический белый порошок, легко и полностью

растворяющийся в воде (в 100 частях воды при 20° С растворяется 136 частей глютамата натрия.

Глютамат натрия целесообразно предусматривать в рецептурах пищевых концентратов обеденных блюд для улучшения их вкусовых достоинств. Его можно вводить в концентраты от 0,5 до 2,5% в зависимости от рецептуры блюда и эффекта, который желают получить.

## Вопросы для самоконтроля

1. Основные группы пищевых концентратов?
2. Что обуславливает лучшее усвоение концентратов организмом?
3. Чем определяется биологическая ценность пищевых концентратов?
4. Сырье, применяемое в производстве пищевых концентратов?
5. Какие вещества улучшают вкусовые достоинства пищевых концентратов?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

* 1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.
  2. Теоретические основы пищевых технологий: в 2 кн. Кн.1 / Под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – 608 с. – ISBN 978-5-9532-0764-5.

*Дополнительная*

* 1. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии. Учебное пособие / Г.А. Гореликова. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с.
  2. **Голубев, В.Н.** Пищевая биотехнология / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов. – М.: Делипринт, 2001.– 123 с.
  3. **Бачурская, Л.Д.** Пищевые концентраты / Л.Д. Бачурская, В.Н. Гуляев. – М.: Пищевая промышленность, 2006. – 362 с.

**Лекция 13**

# БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ

**КОНЦЕНТРАТОВ II**

## Полуфабрикаты на злаковой основе

Продукты, производство которых описывается в настоящем разделе, не являются законченными изделиями, а используются как сырье при выработке пищевых концентратов (или других каких-либо продуктов, например, напитков), в связи с чем их называют полуфабрикатами.

Полуфабрикаты легкотранспортабельны и могут вырабатываться централизованно для целой группы заводов. Это в первую очередь относится к производству белковых гидролизатов, фруктово-ягодных экстрактов, которые в рецептуру пищевых концентратов входят в незначительном количестве и требуют для производства сложного оборудования. От качества полуфабрикатов зависит качество готового продукта, поэтому к их производству следует относиться с большим вниманием. В промышленности, например,

периодически наблюдаются случаи, когда брикеты фруктово-ягодных киселей «текут». Сахар быстро впитывает в себя влагу из воздуха и мокнет. Исследования показывают, что это явление целиком зависит от качества экстракта. Некоторые виды дрожжей, сохраняющиеся в экстракте вследствие нарушений технологических режимов производства, являются виновниками этого явления.

В производстве пищевых концентратов в качестве одного из основных компонентов применяют варено-сушеные крупы (гречневую ядрицу, перловую, ячневую, овсяную, кукурузную, пшеничную, пшено, рис) и зернобобовые (горох, фасоль и чечевицу).

В процессе производства варено-сушеных круп пищевые вещества их претерпевают такие же изменения, как при приготовлении обычного блюда, например каши. Белковые вещества круп в результате тепловой обработки свертываются и коагулируют, причем этот процесс в дальнейшем необратим, и в варено-сушеных крупах и изделиях из них, готовых к приему в пищу, белки представлены в коагулированном состоянии, что, как известно, повышает их усвояемость.

Крахмал круп при тепловой обработке клейстеризуется. Амилоза при этом растворяется. В дальнейшем при сушке вареных круп частицы крахмала, теряя воду, уплотняются, амилоза ретроградирует, а амилопектин переходит в гель.Однако структура сырого крахмала все же не восстанавливается и в варено-сушеных крупах, несмотря на значительную потерю растворимости крахмала после сушки, наблюдается повышенная ферментативная доступность крахмала, примерно равная ферментативной доступности крахмала в крупах, прошедших гидротермическую обработку (варку в воде), т. е. в кашах. Другими словами, усвояемость крахмала варено-сушеных круп близка к усвояемости крахмала каш.

Клетчатка круп при гидротермической обработке подвергается некоторому гидролизу, что делает более доступными пищевые вещества отдельных клеток. Во время сушки первоначальная структура клетчатки не восстанавливается.

Из сказанного ясно, что пищевые вещества круп после варки и сушки их полностью подготовлены к приему в пищу и при использовании круп без варки могут усваиваться организмом человека нормально. Однако плохая набухаемость варено-сушеных круп практически сводит на нет возможность применения их в пищу без варки.

Чтобы получить крупы, не требующие варки при приготовлении из них каш или других кулинарных блюд, необходимо сообщить им способность легко набухать в воде вне зависимости от ее температуры. Это достигается, например, при такой схеме производства. Крупу, сваренную известными приемами, после некоторой подсушки подвергают темперированию в закрытом изолированном бункере и отлежке, а затем плющат на гладких вальцах. Плющенную крупу (лепесток) сушат при температуре 200-400° С при интенсивной циркуляции воздуха. Получаемый продукт легко впитывает воду, и для употребления его в пищу не требуется варки. Но как видно из описания, первоначальной формы крупы не сохраняется, что снижает товарные качества продукта.

Процесс сушки имеет два основных периода. В первый период деформации капилляров крупинки не происходит и не наблюдается деформации самой крупинки. Во второй период испарение влаги происходит внутри капилляров и наблюдается деформация крупинки, приводящая к сжатию капилляров и сокращению объема ее. Это приводит к тому, что способность высушенной крупинки набухать в воде резко падает.

Чтобы получить крупу, не требующую варки при приготовлении из нее пищи, очевидно, необходимо изменить условия сушки вареной крупы во второй период. В производстве пищевых концентратов применяют муку, изготовленную из гороха и сои, подвергнутых специальной термической обработке.

## Плодовые и ягодные экстракты

Плодовыми и ягодными экстрактами называют продукт, полученный увариванием плодовых и ягодных соков. Для производства экстрактов применяют как натуральные, так и сульфитированные (консервированные сернистым ангидридом) соки.

Экстракты из сульфитированных соков, выпускают только I сортом и в основном используют для промышленной переработки, например для производства сухих киселей. Наименование экстракт получает по наименованию сока, из которого он изготовлен (например, клюквенный, вишневый и т. д.). Купажировать соки в производстве экстрактов не разрешается. Не допускается также добавление в экстракты различных веществ, в том числе искусственных красителей, сахарозы, декстрина и каких-либо пищевых кислот.

По внешнему виду экстракты после разведения их водой должны представлять собой прозрачную жидкость, не дающую в течение двухчасового стояния осадка. Рябиновый, черничный и голубичный экстракты могут быть непрозрачным.

В экстрактах I сорта допускается не более 0,3% по массе легкоотфильтровывающегося осадка пектиновых и белковых веществ. В вишневом и яблочном экстрактах может быть небольшой осадок солей органических кислот в виде растворимых кристаллов. Вкус и запах экстрактов должен соответствовать сокам, из которых они приготовлены.

Все экстракты должны иметь полную растворимость в воде. В экстрактах не допускаются посторонние примеси.

При определении органолептических показателей экстракты разбавляют водой в следующем соотношении:

-вишневый – на 1 часть экстракта 5 частей воды;

-алычовый, яблочный из культурных плодов – на 1 часть экстракта 5,5 части воды;

-черносмородиновый, яблочный и грушевый из дикорастущих плодов – на 1 часть экстракта 6,5 части воды;

-грушевый из культурных плодов, ежевичный, малиновый, клубничный – на 1 часть экстракта 7,5 части воды;

-клюквенный –на 1 часть экстракта 9 частей воды;

-голубичный – на 1 часть экстракта 10,5 части воды.

## Белковые гидролизаты

Для улучшения вкусовых качеств пищевых концентратов обеденных блюд, главным образом супов, применяют белковые гидролизаты. Белковыми гидролизатами называют продукты гидролитического расщепления белков, состоящие в основном из отдельных аминокислот, их натриевых солей и полипептидных остатков. Натриевые соли аминокислот, особенно глютаминовой кислоты (глютамат натрия), обладают способностью усиливать естественный вкус таких продуктов, как мясо, рыба, овощи, при добавлении их к блюду в небольших количествах. Сами белковые гидролизаты, вкус которых обусловлен составом аминокислот, их натриевых солей и продуктами вторичного синтеза (меланоидины и т.п.), обладают приятным мясным и грибным вкусом.

Используя направленный гидролиз и строго подбирая сырье, можно получить белковые гидролизаты определенного вкуса (например, куриного бульона).

По вкусовым качествам и физиологическому действию белковые гидролизаты незначительно отличаются от мясных бульонов. Основным сырьем для производства

белковых гидролизатов служат продукты, содержащие белок, главным образом растительного происхождения (шроты и жмыхи масличных культур).

В России разработаны два способа производства белковых гидролизатов: кислотный (химический) и ферментативный (биохимический). Оба эти способа внедрены в промышленность.

*Пищевые концентраты первых и вторых обеденных блюд.*

Пищевые концентраты первых и вторых обеденных блюд представляют собой смеси варено-сушеных круп и бобовых, сушеных овощей и картофеля, макаронных изделий с мясом и жиром, с добавлением соли, пряностей, продуктов гидролиза белкового сырья, томатопродуктов и др. Эти смеси выпускают в продажу сформованными в брикеты или расфасованными насыпью в пакеты из термоспаивающегося материала.

Пищевые концентраты первых и вторых обеденных блюд (супы, каши, пудинги, крупеники, лапшевники и др.) после добавления воды и варки в течение времени, указанного на этикетках, употребляют как обычную пищу. Некоторые виды этих концентратов при необходимости можно употреблять в пищу без варки, заливая горячей (а в крайнем случае холодной) водой и выдерживая 5-10 мин, например, каши.

Технологические схемы производства концентратов обеденных блюд включают подготовку сырья и полуфабрикатов, дозирование и смешивание, расфасовку, брикетирование и упаковку готового продукта.

Долгое время все концентраты первых и вторых обеденных блюд вырабатывали в виде брикетов, завернутых в пергамент и бумажную этикетку. Процесс брикетирования смесей пищевых концентратов имеет некоторые преимущества перед обычной расфасовкой, главным из которых является значительное увеличение объемной массы продукта после брикетирования, что приводит к экономии упаковочного материала, тары, транспорта при перевозках. Поэтому, когда пищевые концентраты имеют специальное назначение и предназначены для дальних перевозок, отказываться от процесса брикетирования нецелесообразно.

Однако этот процесс придает продукту некоторые нежелательные свойства. Сырье с неустойчивой формой (вермишель, сушеный картофель, нарезанный столбиками и соломкой, и др.) во время брикетирования ломается и крошится. С течением времени масса брикетов цементируется и брикеты приобретают иногда такую прочность, что очень трудно поддаются измельчению (особенно это заметно на концентратах, в которых содержится много рисовой крупы, сухого молока и т. п. продуктов). В связи с этим возникает неудобство при их использовании. Исходя из этого, для широкой продажи населению многие предприятия выпускают пищевые концентраты первых и вторых блюд с расфасовкой насыпью в пакеты из бумаги, покрытой термоспаивающимся материалом (лаками, полиэтиленом и т.п.). Эта расфасовка создает больше удобств для использования в домашних условиях пищевых концентратов, а также сохраняет форму компонентов, входящих в смесь, но при этом значительно увеличивается расход упаковочных материалов**.**

## Вопросы для самоконтроля

1. Основные компоненты пищевых концентратов?
2. Какие изменения претерпевают пищевые вещества при приготовлении пищевых концентратов?
3. Что такое плодовые и ягодные экстракты?
4. Показатели качества экстрактов?
5. Что такое белковые гидролизаты?
6. Какие способы производства белковых гидролизатов существуют?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

* 1. **Шванская, И.А.** Перспективные направления создания продуктов функционального назначения на основе растительного сырья: науч. аналит. обзор / И.А. Шванская. – М: ФГБНУ

«Росинформагротех», 2012. – 144 с. – ISBN978-5-7367-0949-6.

* 1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.
  2. Теоретические основы пищевых технологий: в 2 кн. Кн.1 / Под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – 608 с. – ISBN 978-5-9532-0764-5.

*Дополнительная*

* 1. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии. Учебное пособие / Г.А. Гореликова. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 100 с.
  2. **Голубев, В.Н.** Пищевая биотехнология / В.Н. Голубев, И.Н. Жиганов. – М.: Делипринт, 2001.– 123 с.
  3. **Бачурская, Л.Д.** Пищевые концентраты / Л.Д. Бачурская, В.Н. Гуляев. – М.: Пищевая промышленность, 2006. – 362 с.

**Лекция 14**

# БИОТЕХНОЛОГИЯ ФЕРМЕНТАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

## Методы биотехнологии в растениеводстве

С давних пор биотехнологические приемы применяются для консервирования сочной растительной биомассы, т.е. силосования. При этом консервирующим агентом оказывается молочная кислота – продукт молочнокислого брожения в результате действия молочнокислых бактерий. Силосование-сложный микробиологический и биохимический процесс консервирования различной скоропортящейся сочной растительной массы. В основе силосования лежит молочнокислое брожение. Причем молочной кислоты в силосе должно быть в 2-3 раза больше чем уксусной, а pH силоса составляет 4.2-4.4. При этом значении pH не развиваются гнилостные бактерии. Если же возникают аэробные условия, то молочная кислота разрушается аэробной микрофлорой, что приводит к порче силоса из- за развития гнилостных процессов, накапливаются масляная кислота, аммиак, триметиламин (селедочный запах),бациллы ботулизма, плесневые грибы. Процессом

силосования можно управлять путем искусственного обогащения зеленой массы специальными культурами молочнокислых бактерий, способными активно размножаться в ней и вести процесс созревания силоса в нужном направлении. С этой целью выращивают биомассу, которую затем переводят в анабиотическое состояние.

Закваски для силосования кормов обычно готовят на основе бактерий

*Lactobacillusplantarum.*

Кроме монокультур при изготовлении заквасок для силосования применяют смеси культур. В состав заквасок следует вводить бактерии с амилолитической и целлюлозной активностью. Нередко практикуют совместное применение ферментов и заквасок. Применение смеси культур позволяет более эффективно силосовать субстраты различного состава.

В настоящее время сделаны попытки создания штамма L.plantarum, способного более эффективно образовывать силос из крахмалосодержащих сельскохозяйственных культур (люцерна).

Перспективным является использование ферментов микробного или грибного происхождения: глюкавамарина П10х и Пх, пектафоэтидина П10х, амилосубтилина Г3х и др. Применение ферментных препаратов улучшает качественные показатели силоса и сохранность питательных веществ. Цифры характеризуют степень активности по отношению к нативной культуре, П- поверхностное, а Г- глубинное выращивание культуры.

С помощью биотехнологии получают кормовые добавки. Так, крахмалосодержащее и лигнинсодержащее сырье обрабатывают микроорганизмами или ферментами, получая растительный продукт, обогащенный протеином. Подчеркнем, что в результате переработки растительной массы можно получить три вида кормов: белковый коагулят, из которого получают белково-витаминную пасту; ферментированный сок, образующийся после отделения белкового коагулята; остатки растительного материала после отжатия сока в виде жома.

Из зеленой массы растений получают протеиновый концентрат биотехнологическим путем.

Для этого используют технологию анаэробной ферментации сока и коагуляции белка химико-биологическим методом. В результате этого улучшаются кормовые свойства растительного протеина, уменьшается количество нежелательных соединений, биомасса обогащается метионином. Ферментированный сок по химическому составу и свойствам приближается к обрату, увеличивается срок его хранения.Из массы люцерны, клевера и травосмеси можно за сезон получить свыше 1 т протеина с гектара. Стоимость протеина зеленой массы в 2.5-5 раз меньше, чем протеина зерна. В настоящее время предложен ряд методов получения протеиновых концентратов: отжатие сока, коагуляция протеина с последующим центрифугированием и сушкой. Эти методы достаточно сложные, дорогие, требуют значительных энергозатрат. Большую превлекательность имеет технология анаэробной ферментации растительного сока и коагуляция белка химико-биологическим путем, а также силосование жома. В этом процессе спонтанного брожения контролируется общая кислотность и соотношение кислот. При достижении определенного pH происходит коагуляция протеина, иногда для усиления ее добавляют флокулянты или химические консерванты.

При анаэробной ферментации кормовые свойства растительного протеина улучшаются, благодаря инактивации ингибитора трипсина, алкалоидов, трансформации фенолов, ненасыщенных жирных кислот. Кроме того, к растительному протеину присоединяется бактериальная биомасса с высоким содержанием метионина. В результате этого качество кормового продукта существенно улучшается, а по химическому составу ферментативный сок приближается к обрату. Причем срок хранения такого продукта значительно увеличивается. Качество силосованного жома улучшают путем внесения закваски молочнокислых бактерий.

Процесс ферментации сока реализуется по переодической и непрерывной (полунепрерывной) технологиям. Процесс получения фракционированной зеленой массы(коричневый, безбелковый сок и жом) технически не сложен, малоэнергоемок. Полученный сок практически свободен от целлюлозы и содержит 1-3% протеина.

Биотехнологические методы используются для получения биотоплива, различных химикатов, удобрений. Эти материалы свидетельствуют о том, что прикладная биотехнология завоевывает все более прочные позиции в растениеводстве.

## Растительное сырье в биотехнологии

Растительное сырье - древесные отходы лесного хозяйства и побочные продукты земледелия, составляют традиционную углеводную базу для биотехнологических процессов.

Составными частями растительной массы являются углеводы в виде целлюлозы, гемицеллюлозы, пентозанов, крахмала, сахаров, пектина, а также масла, жиры, воски, нуклеиновые кислоты, лигнин, хитин, смолы, белковые вещества, витамины, соли и т.д.

**Древесное сырье** представляет собой многолетние растительные ткани, содержащие целлюлозу, лигнин, пентозаны, гемицеллюлозы и др. вещества.

**Целлюлоза** ‒ наиболее важный субстрат для получения белка. Растительные, особенно древесные отходы содержат около 5% целлюлозы, что в мировом масштабе превышает 2 млн. т. в год. Это весьма перспективное сырье, но микробная клетка способна утилизировать только продукт деградации целлюлозы -глюкозу или пентозы и органические кислоты, образующиеся при гидролизе гемицеллюлозных субстратов и пентозанов. Поэтому древесное сырье подвергают предварительной обработке: измельчают и гидролизуют. Полисахариды древесины при высоких температурах в присутствии кислот или щелочей переходят в низкомолекулярные усвояемые микроорганизмами соединения, но процесс требует значительных энергетических затрат и ведет к образованию нежелательных побочных продуктов. Кроме того, древесина - продукт дефицитный, так как в мире ее больше используется, чем воссоздается.

**Растительные отходы сельского хозяйства.** Кукурузная кочерыжка, подсолнечная лузга, рисовая и хлопковая шелуха, солома, стебли хлопчатника (гузапай) и др.

**Хлопковая шелуха** представляет собой твердую оболочку семян хлопчатника, покрытую короткими волокнами хлопка. Это отход хлопкоочистительных и маслобойных заводов. Состав хлопковой шелухи зависит от сорта хлопчатника. Она содержит 36-48% целлюлозы, 20-31% - лигнина и 21-28% пентозанов.

Средний выход шелухи при шелушении хлопковых семян 31,4% их массы, что составляет в нашей стране 1,2 млн. т в год. При получении кормовых дрожжей хлопковую шелуху гидролизуют кислотой.

**Кукурузная кочерыжка** - это стержень, остающийся после отделения кукурузных зерен от початков. Выход кочерыжки - 25-35% массы початков. Состав стержней (в % к массе стержней): вода 8, сырой протеин 2,8, сырой жир 0,7, безазотистые экстрактивные вещества 54,7, сырая клетчатка 32,8, зола 1.

По кормовой ценности перемолотые стержни могут быть приравнены к сену или яровой соломе. Но в чистом виде для корма они не используются: в них мало белка, витаминов, минеральных веществ, особенно кальция, фосфора, йода и кобальта. Кукурузная кочерыжка - это сырье для получения кормовых дрожжей на гидролизных заводах.

**Подсолнечная лузга** - отход при производстве масла из семян подсолнечника. Выход ее составляет 30-40% массы семян подсолнечная лузга содержит 1,4% богатого углеродом пигмента фитомелана, 23,6-28 пентозанов, 52-66 клетчатки, 24,8-29,6 лигнина, 31-42,4%

целлюлозы и является ценным сырьем для получения кормовых дрожжей, гидролизного спирта, фурфурола и других продуктов. Для выращивания кормовых дрожжей используют пентозогексозные гидролизаты лузги после удаления из них фурфурола. На 1 т кормовых дрожжей расходуется 6,7 т лузги, выход дрожжей составляет около 150 кг.

**Рисовая шелуха** - сырье для гидролизного производства и получения кормовых дрожжей. Она содержит 18% легко-, 29% трудногидролизуемых полисахаридов. Общий выход РВ 50-58%. Гузапай (стебли хлопчатника), так же как камыш и солома служит сырьем для гидролизного производства.

**Верховой малоразложившийся торф** также используется в качестве сырья для производства кормовых дрожжей. Его состав близок к составу растений. Это сходство тем больше, чем меньше степень разложения торфа. Верховой торф со степенью разложения 15-20% содержит 25-27% легко и 9-13% трудногидролизуемых полисахаридов, 0,7-0,4% азотсодержащих соединений, основная часть которых входит в состав гуминовых веществ, 7-10% аминокислот.

**Морские водоросли** в Японии предложено использовать комплексно. При кислотном гидролизе водорослей образуются альгиновая кислота, витамины пигменты и белки, на гидролизатах возможно культивирование микроорганизмов - продуцентов белка. При обработке щелочью получают маннит, йод, калий, фукоидин. Сами водоросли после промывки и сушки могут служить для пищевых целей или основой питательной среды для микроорганизмов - продуцентов белка. Отходы этих процессов используют для получения метана, а вторичные отходы - как удобрение при выращивании морских растений, чем замыкается цикл.

Отходы **пивоварения** - хороший, но небольшой источник углеводов: пивная дробина, солодовые ростки, отходы подработки несоложеного ячменя. Дли получения кормовых дрожжей эти отходы гидролизуют и вводят в среду в соотношении 8:0,2:0,5 (дробина: ростки: отходы ячменя)

К отходам **картофелекрахмального производства,** использующимся в качестве сырья для выращивания микроорганизмов, относят клеточный сок картофеля и соковые воды, промывные воды после гидросмыва крахмала и мезга.

**Клеточный сок картофеля** содержит 6% сухих веществ, его объем доходит до 50% к массе перерабатываемого картофеля и составляет около 1,3 млн. т в год. Клеточный сок картофеля содержит аминокислоты, оксид калия, фосфорную кислоту, соединения кальция и магния. Уровень использования клеточного сои картофеля в настоящее время составляет около 33%.

**Картофельная мезга** содержит (в % к массе сухих веществ): крахмал 50, клетчатку 25. Растворимые углеводы 2,5, минеральные вещества 6,2, сырой протеин 6 и прочие вещества 10,3. Влаги в мезге 86-87%, что делает ее малотранспортабельной. Концентрация клетчатки и крахмала в этом виде сырья низка, гидролиз его экономически не оправдан. На этом сырье культивируют микроорганизмы, обладающие гидролитическим комплексом ферментов и использующие при росте биополимеры.

**Свекловичная меласса** - отход производства сахара из свеклы (выход 3,5-5% к массе свеклы), богата органическими и минеральными веществами, необходимыми для развития микроорганизмов. Она содержит 45-50% сахарозы, 0,25-2,0 - инвертного сахара, 0,2-3,0% рафинозы. Из азотистых веществ в мелассе содержатся бетаин, пирролидонкарбоновая, глутаминовая, аспарагиновая кислоты, лейцин, изолейцин, аланин, валин, из органических кислот - молочная, муравьиная, уксусная, масляная, лимонная.В малых количествах в ней содержатся кобальт, железо, свинец, бор, цинк, кремний, серебро, йод, марганец, молибден. Свекловичная меласса представляет собой дорогое и дефицитное сырье и в производстве кормовых дрожжей используется редко.

**Мелассная барда** является отходом производства этанола на мелассе и содержит 6- 12% сухих веществ. Это полноценное сырье для производства кормовых дрожжей. В настоящее время для производства кормовых дрожжей используется более 70% первичной послеспиртовой мелассной барды.

**Зерновая и картофельная барда** - отход спиртового производства. Состав зерновой и картофельной барды различен. Зерновая барда содержит 3,2-4,1% сухих веществ, картофельная - 6,7-8%. В сухих веществах картофельной барды меньше протеина, чем в зерновой (18,7-19,5% против 26,8-27,5), меньше жиров (3,1% против 5,9-7,5). Картофельная барда богаче зерновой по содержанию углеводов (56,2-58,5 % против 40- 41,8). Больше в ней и минеральных веществ. Для получения кормовых дрожжей используется 14,6% получаемой в настоящее время зернокартофельной барды.

## Кормовые белковые концентраты из растений

Белки вегетативной массы трав и других растений имеют хорошо сбалансированный аминокислотный состав. Они различаются в основном по интенсивности синтеза белков, тогда как аминокислотный состав их белков довольно близок. По содержанию всех аминокислот белки трав не уступают или значительно превышают эталон ФАО, и только лишь некоторый дефицит отмечается по количеству метионина.

Таблица 3

Аминокислоты белков трав

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Аминокислота** | **Белки травянистых растений** | **Эталон ФАО** |
| Изолейцин | 4,5-5,5 | 4,2 |
| Лейцин | 8,8-10,2 | 4,8 |
| Лизин | 5,6-7,3 | 4,2 |
| Метионин | 1,6-2,6 | 2,2 |
| Фенилаланин | 5,5-6,8 | 2,8 |
| Треонин | 4,7-5,3 | 2,8 |
| Триптофан | 1,2-2,3 | 1,2 |
| Валин | 5,9-6,9 | 4,2 |

Опыты показывают, что из всех травянистых растений наиболее высокую биологическую ценность белков имеют бобовые кормовые травы (80-90%),несколько ниже биологическая ценность белков у мятликовых трав (75-85%). Бобовые растения также отличаются более высоким содержанием белков в вегетативной массе (15-25% от сухой массы), чем мятликовые травы (8-15%). Особенно много белков содержится в листьях люцерны.

В наше стране промышленное производство белков из растительных соков впервые было организованно в 1942г., выпускался белковый концентрат, содержащий в значительном количестве провитамин А-каротин, и использовался он для лечения раненых. К началу 1960-х годов были разработаны технологии получения растительного белка для пищевых целей и использования в животноводстве.

Технология приготовления белковых концентратов включает измельчение растительной массы, отжима сока, коагуляцию сока, разделение коагулята на зелёную творогообразную массу и коричневый сок, консервирование белково-витаминной пасты.

*Белковый коагулят*, содержащий 15-22% белков на сухую массу, обычно скармливают животным в зимний период. При пониженной температуре он может храниться без добавления консервантов в течение месяца. При скармливании жвачным животным белково-витаминной пасты её белок может составлять до 50% от белка кормового рациона. *Ферментированный коричневый сок* содержит 7-12% сухого вещества, 1-3% белков, 1- 1,5% органических кислот, 4-5% безазотистых экстрактивных веществ (сумма легкоусвояемых углеводов), 1-2% зольных веществ, 40-50 % каротина. Он используется для добавления в корм сельскохозяйственным животным (свиньям, например, 1,5 литра на

голову в сутки). Кроме того, коричневый сок можно перерабатывать в кормовые дрожжи.

*Жом* также может быть использован для кормления животных, в его сухом веществе содержится 12-17% белков, 3-4% сырого жира, 8-9% зольных веществ, 35% сырой клетчатки.

Обычно для получения белково-витаминной пасты используют листья люцерны, клевера, сахарной свеклы.

## Вопросы для самоконтроля

1. Что такое силосование?
2. Какова технология получения протеинового концентрата из зеленой массы?
3. Какие ферментные препараты применяются в сельском хозяйстве?
4. У каких травянистых растений наиболее высокая биологическая ценность белков?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.

*Дополнительная*

1. Биотехнология: Теория и практика / Н.В. Загоскина, [и др.]. – М.: Изд-во: Оникс. - 2009. – 496

с.

1. Сельскохозяйственная биотехнология /Под.ред. В.С. Шевелухи. - М.: Высшая школа, 2003. - 469 с.
2. **Егорова, Т.А.** Основы биотехнологии / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 208с.
3. **Белооков, А.А.** Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной

продукции.Учебное пособие для с.-х. вузов/ А.А. Белооков – Троицк: УГАВМ, 2006.- 112с. - ISBN – 5901987-65-9.

**Лекция 15**

# БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА И ПРОДУКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

## Получение витаминов и их применение

С помощью микробного синтеза в настоящее время получают такие витамины, как некоторые витамины группы В: В12, В2 , каротиноиды, витамин D и другие.

Витамин В 12 (цианкобаламин) . Особенность витамина В12 по сравнению с другими витаминами группы В определяется двумя причинами: во-первых, в природе он синтезируется только микроорганизмами, во-вторых, молекула витамина состоит из 2-х частей: кобальтосодержащей и нуклеотидной.

В тканях животных концентрация витамина очень низкая (в печени быка 1 мг/ кг) для того, чтобы использовать этот источник для промышленных целей. Химический синтез очень сложен.

Синтезировать витамин В12 способны уксуснокислые бактерии, грибы и пропионовокислые бактерии. Наибольшее промышленное значение имеют *Propionibacterium* и *Pseudomonas* (*P. denitrificans*).

Концентрат витамина В12 предназначен для обогащения кормов животных. Он представляет собой однородный порошок коричневого цвета, кисловатый на вкус, имеет характерный запах. Для обогащения кисломолочных продуктов витамином В12 используют пропионовокислые бактерии как в чистом виде, так и в виде концентрата, приготовленного на молочной сыворотке.

Витамин В 2 (рибофлавин) можно в небольших количествах выделять из природного сырья. В наибольшем количестве он содержится в моркови и печени трески.Из 1 т моркови получают 1 г витамина, из 1 т печени – 6 г.

Рибофлавин впервые был выделен в кристаллическом виде в 1933 г. Продуцентами данного витамина являются дрожжи, мицелиальные грибы и бактерии. Наиболее активными продуцентами витамина В2 являются дрожжеподобные грибы рода *Eremothecium*(эремофекиум), входящие в класс аскомицетов. Культивирование проводят глубинным способом при хорошей аэрации. Максимальное накопление витамина происходит вместе с максимумом накопления биомассы на 2-е сутки, причем синтез рибофлавина начинается лишь после фазы интенсивной ассимиляции сахара.

Витамином В2 обогащают некоторые сорта белого хлеба, его используют для окраски пищевых продуктов в оранжево-желтый цвет.

Каротиноиды – это предшественники витамина А, среди которых наиболее активен - каротин. В организме человека каротиноиды не синтезируются, поэтому должны поступать извне. В печени каротин превращается в витамин А.

Продуцентами каротиноидов могут быть грибы и дрожжи. В промышленности - каротин чаще всего получают с помощью микроскопического гриба рода *Blakeslea*(блакеслеа). Культивирование проводят и поверхностным, и глубинным способами на питательных средах сложного состава. Во время ферментации среду интенсивно аэрируют. Образование каротиноидов в культуре микроорганизмов не идет параллельно с образованием биомассы. Интенсивный синтез каротиноидов начинается, когда в среде использован весь азот, а рост культуры уменьшается. В качестве стимуляторов в питательные среды добавляют экстракты цитрусовых и дрожжей.

-каротин используют при изготовлении пищевых продуктов как краситель. Его применяют при изготовлении колбас с целью замены нитрита натрия и обеспечения высокой интенсивности и устойчивости цвета. Используют при производстве леденцов, пищевых паст, кексов и других кондитерских изделий. Во многих странах -каротин применяют для подкрашивания сливочного масла. Нагревают до 30С, добавляют - каротин, который при такой температуре хорошо растворяется в масле. В Италии каротиноиды используют в производстве макаронных изделий.

-каротин применяется для стабилизации цвета мяса охлажденного и замороженного в тушах. С этой целью раствор -каротина наносят на поверхность мяса.

Кроме того, -каротин обладает антиокислительными свойствами, которые используются для продления срока хранения продукта.

Таким образом, витамины, синтезированные микроорганизмами, используют не только для повышения пищевой ценности продуктов питания, но также в качестве антиоксидантов, красителей и стабилизаторов цвета.

## Получение ферментных препаратов из сырья растительного

**происхождения**

Ферменты‒ это высокоактивные соединения белковой природы, являющиеся специфическими катализаторами реакций.

Ферменты катализируют миллионы химических превращений в клетках животных, растений, микроорганизмов и воздействуют на соответствующие субстраты вне клетки.

Следует различать два понятия: ферменты и ферментные препараты. Ферменты

находятся практически во всех живых объектах: растениях, животных и микроорганизмах. Ферментные препараты могут представлять собой смесь ферментов или фермент одного вида, иметь различную степень очистки, могут быть добавлены в сырье или продукт, или использоваться закрепленными на носителе (иммобилизованные ферменты). В качестве источника получения ферментных препаратов биотехнологическим способом используют ткани и органы растений, животных и микроорганизмы.

Производство ферментных препаратов является одним из перспективных направлений развития биотехнологии.

Для получения ферментных препаратов пригодны только некоторые растения или отдельные органы растений и животных, способные накапливать значительное количество ферментов. Источники некоторых ферментов приведены в таблице 2.

Таблица 2

## Источники ферментов растительного происхождения

|  |  |
| --- | --- |
| Ферменты | Источник, из которого получают |
| Амилазы | Ячмень |
| Протеазы: |  |
| папаин | Дынное дерево |
| фицин | Фиговое дерево |
| бромелаин | Ананас |
| Кислая фосфатаза | Картофель |
| Пероксидаза | Хрен |
| Уреаза | Канавалия мечевидная |

Из ферментов растительного происхождения наиболее широко в пищевой промышленности используют амилазы и папаин. Источником ферментов могут быть пророщенные зерна различных злаков. Условно ферментным препаратом можно считать и ячменный солод, в котором содержится до 1 % амилаз.

Растительная протеаза – папаин – содержится в плодах дынного дерева. Только в США ежегодно расходуют около 1 т папаина для обработки (размягчения) мяса. Папаин, а также протеазы фицин и бромелаин при контакте с мясом в течение 2 ч при комнатной температуре расщепляют белки соединительной ткани – коллаген и эластин.

Из растительного сырья получают также фосфатазы, пероксидазы, уреазы, гемицеллюлазы и другие ферменты.

## Обогащение муки и хлебобулочных изделий витаминами и минеральными

**веществами**

Для увеличения содержания отдельных питательных веществ исследователями предложено вносить их в виде химических препаратов. Например, сортовую пшеничную муку в настоящее время обогащают витаминами В1, В2, PP. Такая мука называется витаминизированной. Однако добавление синтетических витаминов отрицательно сказывается на хлебопекарных свойствах муки при ее длительном хранении. Кроме того, в процессе производства хлеба синтетические витамины теряются примерно на 20-30%, причем в сортовой муке, больше нуждающейся в обогащении, сохраняемость их ниже. Не решена до сих пор проблема обогащения хлеба витаминами С, А, D, так как они разрушаются в процессе выпечки хлеба. Применение премиксов Другим способом повышения удельного веса витаминов и минеральных веществ в хлебобулочных изделиях является применение премиксов. Соотношение витаминов и минеральных веществ в

премиксах соответствует потребностям человека, учитывая структуру питания населения и уровень обеспеченности микронутриентами.

Витамины в рецептурах премиксов используются в виде специальных водорастворимых форм, стабильность которых в процессе технологической обработки остается достаточно высокой. Вносят премикс непосредственно перед замесом теста из расчета 500 г на 100 кг муки. Обогащение хлебобулочных изделий витаминно- минеральным премиксом в указанных выше количествах обеспечивает дополнительное поступление с 300 г обогащенного хлеба витаминов группы В и железа в количестве 40- 60%, а кальция 25-30% от рекомендуемой физиологической нормы их потребления, что надежно восполняет недостаточное поступление этих микронутриентов с обычным рационом.

## Биотехнологии в производстве чая, кофе

В странах Восточной Азии, Африки и Латинской Америки безалкогольные ферментированные напитки готовят из чайных и кофейных растений. В восточных странах с незапамятных времен чай использовали в качестве бодрящего напитка, однако технология производства чая была разработана лишь в XX в. Разнообразие чайного продукта зависит от вида растений и технологии переработки листа. Известны три технологии приготовления

чая ‒ черного, зеленого и находящегося между ними по степени окисленности дубильных веществ желтый чай. Готовый чай по степени ферментации делится на следующие категории:

* неферментированный чай, в котором степень окисления дубильных веществ (катехинов) не превышает 12%;
* слабоферментированный чай, степень окисления дубильных веществ ‒ до 12-30%;
* ферментированный чай, степень окисления дубильных веществ ‒ в пределах 35-40%.

Каждая категория готовой продукции по степени окисления, в свою очередь, делится на более мелкие группы. Неферментированный ‒ это зеленый чай. Для инактивации окислительных ферментов сырье фиксируют водяным паром и горячим влажным воздухом.

В результате на следующих стадиях переработки в чайном листе не происходят процессы

ферментативного окисления.

Чай второй категории ‒ слабоферментированный, подвергается частичной ферментации; к нему относятся: желтый, оолонг (красный) и черный чай.

Если во время производства зеленого чая основной задачей является сохранение катехинов в нативном состоянии, то во время производства ферментированного черного чая стараются максимально окислить комплекс катехинов в чайном листе. Черный чай, приготовленный по указанной технологии, характеризуется интенсивным настоем и специфическим ароматом.

Для получения черного чая свежесобранные листья подвергают следующим технологическим операциям: завяливанию, скручиванию, ферментации и сушке. Завяливание является важным технологическим этапом, при котором происходят основные биохимические изменения в чайном листе, определяющие вкус и образование ароматических соединений во время процесса скручивания и ферментации. Во время скручивания чайного листа повреждается структура и нарушается целостность клетки, в результате обеспечивается контакт окислительных ферментов и их субстратов. В чайном

листе ферментация осуществляется за счет эндогенных ферментов. Этим производство чая отличается от многих других процессов пищевой промышленности, где ферменты добавляют искусственно. В технологическом цикле производства чая ферментация является центральным процессом, от которого в значительной степени зависит качество готовой продукции.

Что касается технологии получения растворимого кофе, то здесь мало, что изучено. Технологическая схема производства кофе такова: с помощью воды осуществляется экстракция плода, после чего переработанный остаток отделяется от раствора и происходит его природная ферментация, в которой принимают участие бактерии и дрожжи. Этот процесс имеет большое значение в формировании вкуса и аромата готового продукта. В целом процесс производства кофе носит эмпирический характер и основан на слабой научной базе. Несмотря на это, качество кофе всегда соответствует коммерческим требованиям. Производство и потребление кофе во всем мире достигло невиданных масштабов.

## Вопросы для самоконтроля

1. Особенности получения витаминов группы В?
2. Особенности культивирования каротиноидов?
3. Какие ферменты получают из растительного сырья?
4. Какими витаминами обогащают муку и хлебобулочные изделия?
5. Категории чая по степени ферментации?
6. Особенности производства чая разных сортов?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.
2. [**Иванова, Л.А.**](http://library.sgau.ru/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?Z21ID&I21DBN=BOOKS_PRINT&P21DBN=BOOKS&S21STN=1&S21REF&S21FMT=FULLW_print&C21COM=S&S21CNR=500&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A%3D&S21STR=%D0%98%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%2C%20%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D0%B0%20%D0%90%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%81%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B0)Пищевая биотехнология: учебное пособие. Кн. 2. Переработка растительного сырья / Л.А. Иванова, Л.И. Войно, И.С. Иванова. - М.: КолосС, 2008. - 472 с. - ISBN 978-5-9532- 0489-7.
3. **Рогов, И.А.** Пищевая биотехнология: учебник. Кн. 1. Основы пищевой биотехнологии / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Г.П. Шуваева. - М.: КолосС, 2004. - 253 с. - ISBN 5-9532-0104-4.
4. **Неверова, О.А.** Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / О.А. [Неверова,](http://www.iprbookshop.ru/filterresults.html?author=%D0%9D%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%9E.%D0%90) Г.А. [Гореликова,](http://www.iprbookshop.ru/filterresults.html?author=%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%93.%D0%90) В.М. [Позняковский. –](http://www.iprbookshop.ru/filterresults.html?author=%D0%9F%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D1%8F%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%92.%D0%9C) Саратов: Вузовское образование, 2014. - 415с.

*Дополнительная*

1. Биотехнология: Теория и практика / Н.В. Загоскина, [и др.]. – М.: Изд-во: Оникс. - 2009. – 496

с.

1. **Егорова, Т.А.** Основы биотехнологии / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 208с.
2. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии: учебное пособие / Г.А.

Гореликова. – Кемерово: КТИПП, 2004. – 100 с. - ISBN 5-89289-292-1.

**Лекция 16**

# ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО

**ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

## Возможности генетической инженерии

Возможности генетической инженерии позволяют создавать генетически модифицированные источники пищи.

Растения, животные, микроорганизмы, полученные с помощью генно-инженерной биотехнологии, называются генетически измененными, а продукты их переработки – трансгенными пищевыми продуктами, или генетически модифицированными источниками (ГМИ).

Создание генетически модифицированных источников растительного происхождения, являющихся сырьем для производства пищевых продуктов, связано с возможностью придать сельскохозяйственным растениям новые полезные свойства: повысить пищевую ценность, устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям, патогенам и вредителям и т.д. Техника рекомбинантных ДНК (генная инженерия) и ее применение к растениям способствует преодолению барьеров, препятствующих межвидовому скрещиванию. Она позволяет также увеличить генетическое разнообразие культивируемых растений.

Первый ГМИ – устойчивый при хранении томат марки Flavr Savr («Calgene Inc.», США) – появился на продовольственном рынке США в 1994 г. после 10 лет предварительных испытаний. В последующие годы ГМИ, разрешенных для использования в США, Канаде, Японии и странах Европейского союза, стало значительно больше: это кукуруза, картофель, соя, тыква, сахарная свекла, папайя. В 1999 г. в России была зарегистрирована первая генетически модифицированная соя линии 40-3-2 («Monsanto Co», США). На настоящий момент созданы и разрешены для использования в питании человека сотни ГМИ, число которых продолжает увеличиваться.

В результате трансгенной модификации растения становятся устойчивыми к гербицидам, инсектицидам, вирусам, приобретают новые потребительские свойства. При этом уменьшается количество применяемых пестицидов, снижается их остаточное содержание в продукции, сокращается время технологических операций при переработке, уменьшаются потери, повышается качество продукции, экономятся средства и материальные ресурсы.

В США производится более 150 наименований ГМИ. Наиболее распространенной является соя, которая используется при производстве более 3000 пищевых продуктов: супов, детских каш, картофельных чипсов, маргаринов, салатных соусов, рыбных консервов и др. Из ГМИ-хлопка, рапса изготавливают хлопковое и рапсовое масла, из ГМИ- картофеля – картофель фри, из помидоров медленного созревания – кетчуп и др.

Трансгенные продукты, не имеющие отличий в составе и свойствах от традиционных продуктов-аналогов и не содержащие ДНК и белок, разрешено использовать без проведения исследований их безопасности как ГМИ-источников. Их относят к первому

классу безопасности и считают безвредными для здоровья потребителей. К таким продуктам относятся: пищевые и ароматические добавки, рафинированные масла, модифицированные крахмалы, мальтодекстрин, сиропы глюкозы, декстрозы и другие.

В области генной инженерии микроорганизмов бόльшая часть исследований направлена на отбор продуцентов ферментов, витаминов, антибиотиков, органических кислот и других полезных веществ.

Известны полученные с помощью генетически измененных бактерий ферменты, которые применяют при выпечке хлеба (мука при этом осветляется, а хлеб становится более пышным). В Германии получены трансгенные пектиназы для производства соков, причем показано, что в готовых соках и винах эти пектиназы отсутствуют.

Во многих странах, например, странах Европейского союза, Австралии, Новой Зеландии и других регистрация продуктов, полученных с помощью таких

«нетрадиционных» ферментов, является обязательной.

## Модификация пищевых и технологических свойств продукта

*Изменение состава белков и аминокислот*

В растительной клетчатке синтез определенных аминокислот прекращается, если их концентрация достигла определенного уровня. Генно-инженерными методами в растение кукурузы перенесли бактериальный ген cordapA из *Corynebacterium glutamicum* под контролем семенного промотора Glb1. Этот ген кодирует фермент лизин- нечувствительную дигидропиколинат синтазу, которая не распознается растительными системами обратного ингибирования. Кукурузы линии LY038 содержит увеличенное количество аминокислоты лизина, и поэтому более питательная в качестве корма для животных. Линия кукурузы LY038 коммерческая и допущена к культивированию в Австралии, Канаде, Японии, Мексике, Филлипинах и США.

*Изменение композиции жиров и жирных кислот*

Использование независимых жирных кислот является важным условием для предотвращения пренатальных и неонатальных изъянов в развитии, поскольку они необходимы для нормального развития богатых молекулярными мембранами тканей головного мозга, нервной и кровеносной систем. Полинасыщенные жирные кислоты с углеродной цепочкой более 16 атомов находятся в основном в животных клетках. К примеру, докозагексаеновая кислота в человеческом теле не синтезируется и должна поступать в организм с едой. Производство независимых жирных кислот рассматривается пищевой индустрией как новый и дешевый источник питательных пищевых компонентов. В семенах рапса в обычных условиях не присутствуют такие жирные кислоты, как арахидоновая, эйкозопентаеновая и докозагексаеновая кислота. Зато семена близкого азиатского родственника рапса — коричневой горчицы *Brassica juncea* содержат линолевую и линоленовую кислоты, которые могут быть превращены за три последовательных биохимических реакции в арахидоновую и эйкозопентаеновую кислоты. Созданы трансгенные линии коричневой горчицы, в которые перенесены целые блоки (от трех до девяти генов, которые кодируют ферменты для превращения линолевой и

линоленовой кислот в арахидоновую, эйкозопентаеновую и докозагексаеновую кислоты). Хотя урожайность этих растений, как и раньше, низкая, эти эксперименты показывают,

что в принципе возможно превращение липидного метаболизма так, чтобы полиненасыщенные жирные кислоты продуцировались в масляных культурах.

*Изменение композиции углеводов*

Клубни картофеля содержат крахмал, находящийся в двух формах: амилоза (20-30 %) и амилопектин (70-80 %), каждая из которых имеет свои химические и физические особенности. Амилопектин состоит из больших разветвленных молекул полисахаридов, а молекулы амилозы состоят из неразветвленных молекул. Амилопектин растворим в воде и его физические свойства больше подходят для использования в бумажной и химической

промышленностях. Как правило, в производственные технологии заложены дополнительные шаги по разделению или модифицированию амилозы и амилопектин химическим, физическим или ферментативным путем.

Кампания BASF разработала технический сорт картофеля «Amflora», в котором генно- инженерным путем исключен ген грануло-связанной крахмал синтазы, которая способствует синтезу амилозы. Такой картофель накапливает в клубнях исключительно амилопектин, а поэтому технологически больше приспособлен к обработке.

Сорт «Amflora» получил допуск Европейского Союза и в 2010 году планируется засадить 20 гектаров в Германии, 80 гектаров в Швеции и 150 гектаров в Чехии.

*Уменьшение аллергенности и детоксикация*

Значительная часть людей имеет аллергию на определенные продукты питания. Аллерген соевых бобов особо проблематичный, поскольку соевые продукты находят все более широкое использование в производстве продуктов питания в связи с высокой питательной ценностью соевых белков. Это означает, что людям с аллергией на сою все сложнее получить неаллергенные продукты питания. Кроме того, у свиней и телят, употребляющих соевые корма, также наблюдаются аллергические реакции. Пищевыми аллергенами почти всегда являются природные белки. Одним из высокоаллергенных белков семян сои является Gly-m-Bd-30-K, который составляет около 1 % от общего белка семян. Именно на этот белок реагируют больше чем 65 % аллергиков. Возможно заблокировать ген этого белка и разработать линии сои, которые не будут содержать этот аллерген.

Урожай хлопчатника на каждый килограмм волокна дает близко 1,6 кг семян, которые содержат около 20 % масла. После соевых бобов хлопчатник является вторым по количеству источником масла, пищевое применение которого ограничено высоким содержанием госипола и других терпеноидов. Госипол токсичен для сердца, печени, репродуктивной системы. Теоретически, 44 мегатонны семян хлопчатника ежегодно могли бы обеспечить потребность в масле для 500 млн людей. Конвенционными методами возможно получить хлопчатник без госипола, но в этом случае растение остается без защиты от насекомых-вредителей. Генно-инженерными методами возможно целенаправленно прервать в семенах один из первых шагов биохимического синтеза госипола. В этом случае содержание госипола в семенах уменьшается на 99 %, а остальные органы растения продолжают его продуцировать, что защищает растение от насекомых.

## Способы проверки на наличие ГМО

Как правило, проверка на наличие ГМО проводится при помощи метода полимеразной цепной реакции (ПЦР). ПЦР предусматривает три основных действия:

Искусственный синтез небольших участков ДНК, праймеров, которые комплементарны участку встроенного в организм гена, способны его химически распознать и специфически с ним связываться.

Когда праймеры находят целевую последовательность, запускается быстрая цепная реакция синтеза встроенного участка ДНК. Таким образом, встроенная целевая молекула ДНК копируется миллионы раз (амплифицируется).

Амплифицированный продукт можно детектировать (визуализовать) при помощи разных устройств. Если продукт детектируется, это является свидетельством, что в пробе выявлена ДНК генно-модифицированного организма.

Количественное определение на наличие ГМО: точное количество ГМО в продукте определить невозможно. Долгое время определялось только наличие ГМО в продукте: содержит продукт ГМО или нет. Относительно недавно были разработаны методы количественного определения — ПЦР в режиме реального времени, когда аплифицированный продукт маркируется флуоресцентным красителем и интенсивность

излучения сравнивается с откалиброванными стандартами. Однако, даже самые лучшие устройства все ещё демонстрируют серьёзную погрешность.

Количественное определение на наличие ГМО возможно только тогда, когда из продукта можно выделить достаточное количество ДНК. Если возникают трудности с выделением ДНК, которая довольно нестабильная, разрушается и теряется в процессе обработки продукта (очищение и рафинирование масла или лецитина, термическая и химическая обработка, обработка давлением), тогда количественное определение невозможно. Способы выделения ДНК в разных лабораториях могут быть разными, поэтому показатели количественного значения могут так же различаться, даже если анализируется один и тот же продукт.

Независимо от того, качественное или количественное определение используется для анализа пищевых продуктов на содержание ГМО, недостатком метода является большое количество фальш-позитивных и фальш-негативных результатов. Самые точные результаты можно получить при анализе необработанного растительного сырья.

Для качественного определения содержания ГМО иногда используют стандартизированные тестовые чип-системы. В основе чип-систем лежит принцип комплементарной гибридизации ДНК с меткой, нанесенной на чип. Лимитирующим фактором этого метода является так же эффективное выделение ДНК. Однако подобные тестовые системы не охватывают всего разнообразия ГМО и сложны их определения.

## Риски, связанные с ГМ продуктами питания

Установить 100 % безопасность пищевых продуктов научно невозможно. Однако, аргументировать безопасность генетически-модифицированной еды только на принципе *Argumentum ad ignorantiam* было бы ошибочно. Поэтому генетически-модифицированные продукты проходят детальные анализы, которые базируются на современных научных знаниях.

Одним из возможных рисков употребления генетически модифицированной еды рассматривается её потенциальная аллергенность. Когда в геном растения встраивают новый ген, конечным результатом является синтез в растении нового белка, который может быть новым в диете. В связи с этим невозможно определить аллергеность продукта, базируясь на прошлом опыте. Теоретически, каждый протеин — потенциальный триггер аллергической реакции, если на его поверхности есть специфические места связи к IgE антителу. Антитела, являющиеся специфическими для конкретного антигена, производятся в организме индивидуума, чувствительного к аллергену. Чувствительность к аллергенам часто зависит от генетической предрасположенности, поэтому расчеты аллергического потенциала невозможно сделать с 100 % точностью. Новые потенциальные аллергены формируются так же в сортах конвекционной селекции, но отследить подобные аллергены очень сложно, кроме того процедура допуска конвенционных сортов анализу на аллергенность не предусматривается.

Каждый генно-модифицированный сорт, перед тем как попасть к потребителю, проходит процедуру оценки его аллергенного потенциала. Тесты предусматривают сравнение белковой последовательности с известными аллергенами, стабильность белка во время переваривания, тесты при помощи крови от чувствительных к аллергенам индивидуумов, тесты на животных.

В случае, если продукт в процессе разработки демонстрирует аллергические свойства, запрос на коммерциализацию может быть отозван. Например, в 1995 году компания Pioneer Hi-Bred разрабатывала кормовую сою с повышенным содержанием аминокислоты метионина. Для этого использовали ген бразильского ореха, который, как со временем выяснилось, демонстрировал аллергические качества. Разработка продукта остановлена, поскольку есть риск, что кормовая соя может случайно или в результате недобросовестных действий поставщика попасть на стол к потребителю.

Другой пример потенциально-аллергенного продукта — кормовой сорт Bt-кукурузы

«StarLink», разработанный Aventis Crop Sciences. Регулирующие органы США разрешили продажу семян «StarLink» с предостережением, что культура не должна использоваться для употребления человеком. Ограничение базировалось на тестах, которые продемонстрировали плохие пищеварительные качества белка. Несмотря на ограничение, семена кукурузы «StarLink» было найдено в продуктах питания. 28 особ обратились в медицинские учреждения с подозрением на аллергическую реакцию. Однако, в центре контроля за заболеваниями США изучили кровь этих людей и пришли к выводу, что нет никаких доказательств повышенной чувствительности к белку Bt-кукурузы «StarLink». С 2001 года культивирование сорта прекращено. Мониторинг продемонстрировал, что с 2004 года никаких следов культивирования сорта не наблюдается.

Современный анализ генно-модифицированных продуктов на аллергенность значительно более подробный, чем анализ любых других продуктов на аллергенность. Кроме того, постоянный мониторинг генно-модифицированных продуктов дает возможность отследить их присутствие в случаях, когда подобная аллергия внезапно будет выявлена.

Отдельные продукты генов, которые переносятся в организм генно-инженерными методами, могут демонстрировать токсичные особенности. В 1999 году опубликована статья Арпада Пуштаи (Árpád Pusztai), касающаяся токсичности генно-модифицированного картофеля для крыс. В картофель был встроен ген лектина из подснежника *Galanthus nivalis* с целью повысить стойкость картофеля к нематодам. Скармливание картофеля крысам продемонстрировало токсический эффект генно-модифицированного сорта. Опубликованию данных предшествовал громкий скандал, поскольку результаты были представлены до экспертной оценки учеными. Предложенное Пуштаи объяснение, что, скорее всего, способ переноса гена, а не лектин, вызвал токсический эффект, не поддерживается большинством ученых, поскольку представленных в статье данных недостаточно для формулирования именно таких выводов. Разработка трансгенного картофеля с геном лектина прекращена.

Современная методология допуска трансгенных растений предусматривает химический анализ состава в сравнении с конвенционными продуктами и исследования на подопытных животных. Отдельным предметом дискуссии является дизайн экспериментов на животных. Российский исследователь Ирина Ермакова провела исследование на крысах, которое, по её мнению, демонстрирует патологическое влияние генно-модифицированной сои на репродуктивные качества животных. Поскольку данные широко дискутировались в мировой прессе, не будучи опубликованными в реферированных журналах, научная общественность рассмотрела результаты более тщательно. Обзор шести независимых экспертов мирового уровня сделал свои выводы относительно этого опыта: результаты Ирины Ермаковой противоречат стандартизированным результатам других исследователей, которые работали с тем же самым сортом сои и не выявили токсического влияния на организм.

В своей работе Ермакова отметила, что получила трансгенную сою из Нидерландов, хотя отмеченная фирма не поставляет генно-модифицированную сою.

Использованные ГМО продукты и контрольные образцы являются смесью оригинальных сортов.

Не было приведено доказательств, что контрольные образцы не содержат материал с модифицированными генами, так же не показано, что модифицированная соя на 100 % трансгенная.

Отсутствует описание диет и составляющих рациона крыс.

Отсутствуют данные относительно питания отдельных особей, а продемонстрированные данные касаются групп особей.

Смертность в контрольной группе значительно превышала нормальную смертность крыс этой лабораторной линии. Также сниженный вес в контрольной группе указывает на

недостаточный досмотр или недостаточное питание крыс, которое делает выводы исследователя нерелевантными.

По состоянию на 2010 год других научно задокументированных примеров токсичности и негативного влияния на организм трансгенных продуктов, которые допущены к коммерческому выращиванию, не наблюдалось. До 2007 года опубликовано 270 научных работ, которые демонстрируют безопасность генно-модифицированных продуктов.

Развитие технологии генной модификации и употребления генетически- модифицированной еды стимулировали ряд экспериментов по изучению судьбы употребленной с продуктами ДНК в пищеварительной системе. Среднестатистический человек вместе с продуктами употребляет 0,1-1 г ДНК, независимо от диеты. В процессе пищеварения 95 % ДНК деградирует до отдельных нуклеотидов, 5 % в виде кусков длиной от 100 до 400 нуклеотидов доходят до кишечника. Поскольку в процессе изготовления генно-модифицированных организмов широко используют конститутивные промоторы, которые способны включать гены также в животных клетках, то остается риск, что куски ДНК, которые кодируют промоторы, встраиваются в геном человека и активируют спящие гены.

Опыты на мышах демонстрируют, что непереваренная ДНК любой еды способна проникать в кровь, поступать в печень и даже проникать через плацентарный барьер. Но ни одного случая встраивания кусков инородной ДНК в геном потомства не наблюдалось.

Одной из проблем, связанных с трансгенными растениями является потенциальное влияние на ряд экосистем.

Трансгены имеют потенциал для влияния на окружающую среду, если они увеличат присутствие и сохранятся в естественных популяциях. Эти проблемы так же касаются и конвенционной селекции. Необходимо учитывать такие факторы риска:

Способны ли трансгенные растения расти за пределами посевной площади?

Может ли трансгенное растение передать свои гены местным диким видам и будет ли гибридное потомство плодородным?

Имеет ли внедрение трансгенов селективные преимущества перед дикими растениями в дикой природе?

Много одомашненных растений могут перекрещиваться с дикими родственниками, когда они растут в непосредственной близости, таким образом гены культивируемых растений могут быть переданы гибридам. Это касается как трансгенных растений, так и сортов конвенционной селекции, поскольку в любом случае речь идет о генах, которые могут иметь негативные последствия для экосистемы после высвобождения в дикую природу.

Известно, что некоторые сельскохозяйственные культуры способны скрещиваться с дикими предками. При этом то, что распространение трансгенов в дикой популяции будет непосредственно связано со степенью приспособленности вместе со скоростью притока генов в популяцию, считается базовым принципом популяционной генетики. Выгодные гены будут быстро распространяться, нейтральные гены будут распространяться путем генетического дрейфа, невыгодные гены будут распространяться лишь в случае постоянного притока.

Экологическое влияние трансгенов не известно, но общепринятым является то, что только гены, которые улучшают степень приспособления к абиотическим факторам, дадут гибридным растениям достаточное преимущество, чтобы стать агрессивным бурьяном. Абиотические факторы, такие как климат, минеральные соли или температура — являются неживой частью экосистемы. Гены, которые улучшают приспособление к биотическим факторам, могут нарушать (иногда очень чувствительный) баланс экосистемы. Так, например, дикие растения, которые получили ген стойкости к насекомым от трансгенного растения, могут стать более стойкими к одному из своих естественных вредителей. Это могло бы способствовать увеличению присутствия этого растения, а вместе с тем может уменьшиться количество животных, которые находятся выше вредителя, как источники

еды в пищевой цепи. Тем не менее, точные последствия трансгенов с селективным преимуществом в естественной среде почти невозможно надежно предусмотреть.

Отдельное замечание экологов вызывает использование гена из nptII из кишечной палочки Escherichia coli стойкости к антибиотику канамицина, как селективного маркера. Его содержат большинство коммерциализированных трансгенных растений. Считается, что этот ген может попасть с остатками ДНК растений в почву, а оттуда в геном грунтовых бактерий. В результате это приведет к фиксации устойчивости к антибиотикам в бактериальной популяции и переносу её в болезнетворные бактерии.

## Вопросы для самоконтроля

1. Каковы возможности генетической инженерии?
2. Какие изменения белков происходят при генетической модификации?
3. Какие изменения в жирах происходят при генетической модификации?
4. Как изменяются углеводы при генетической модификации?
5. Какие способы проверки на наличие ГМО используют в настоящее время?
6. Каковы риски, связанные с ГМ продуктами питания?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Клунова, С.М.** Биотехнология: учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с. –ISBN 978-5-7695-6697-4.
2. [**Иванова, Л.А.**](http://library.sgau.ru/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?Z21ID&I21DBN=BOOKS_PRINT&P21DBN=BOOKS&S21STN=1&S21REF&S21FMT=FULLW_print&C21COM=S&S21CNR=500&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A%3D&S21STR=%D0%98%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%2C%20%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D0%B0%20%D0%90%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%81%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B0)Пищевая биотехнология: учебное пособие. Кн. 2. Переработка растительного сырья / Л.А. Иванова, Л.И. Войно, И.С. Иванова. - М.: КолосС, 2008. - 472 с. - ISBN 978-5-9532- 0489-7.
3. **Рогов, И.А.** Пищевая биотехнология: учебник. Кн. 1. Основы пищевой биотехнологии / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Г.П. Шуваева. - М.: КолосС, 2004. - 253 с. - ISBN 5-9532-0104-4.

*Дополнительная*

1. Биотехнология: Теория и практика / Н.В. Загоскина, [и др.]. – М.: Изд-во: Оникс. - 2009. – 496

с.

1. **Егорова, Т.А.** Основы биотехнологии / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 208с.
2. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии: учебное пособие / Г.А.

Гореликова. – Кемерово: КТИПП, 2004. – 100 с. - ISBN 5-89289-292-1.

**Лекция 17**

# БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ I

## Функциональные продукты питания и технологические принципы

Функциональные продукты питания на сегодняшний день являются динамично развивающейся областью пищевой промышленности. Странами-лидерами по производству функциональных продуктов питания являются Япония, США, Великобритания, Франция, Германия, Италия, Испания.

Анализ состояния фактического питания населения России почти по 60 регионам показал, что дефицит микронутриентов, в частности витаминов, минеральных веществ и микроэлементов, распространен повсеместно. Ученые оценивают дефицит белка в 30-40%, витаминов – в 40-60%. Многие биологически активные вещества, которыми определяется ценность продуктов, не могут быть заменены другими пищевыми веществами. Они называются эссенциальными (незаменимыми) факторами питания и поступают в организм только с пищей.

Важными показателями для продуктов являются отсутствие генетически модифицированных источников. Совокупность перечисленных требований – фундаментальная основа для создания продуктов функционального назначения.

Термин «функциональные пищевые продукты» впервые появились в Японии в 1980-х годах при создании первых продуктов, обогащенных пробиотиками, пребиотиками и симбиотиками. Японские исследователи оценивали три основных качества функциональных продуктов: пищевую ценность, вкусовые качества и физиологическое воздействие.

К 1999 году был разработан документ «Научная концепция функционального питания в Европе», где было представлено обобщенное мнение европейских специалистов по проблеме функционального питания.

В 1998 г. правительством России была одобрена Концепция государственной политики в области здорового питания населения России на период до 2005 г. Критериями функционального продукта, изложенными в концепции, считались: натуральность, продукт должен являться компонентом ежедневного питания, оказывать положительный эффект на обмен веществ и биологические процессы в организме, предупреждать возникновение специфических заболеваний, замедлять процессы старения. Кроме того, концентрация действующего функционального начала в таком продукте должна быть близка к оптимальной, физиологической, находиться в пределах 10-15% средней суточной потребности. В таблице 2 представлены основные биологически активные соединения в составе функциональных продуктов питания, их влияние на физиологические процессы в организме человека.

Процесс создания продуктов функционального назначения неразрывно связан с развитием новых инновационных направлений в науке и технологиях.

Оптимальные качественные характеристики растительного сырья могут формироваться несколькими путями: селекция, генная модификация, условия хранения и транспортировки сельскохозяйственного сырья и продукции.

Технологии производства функциональных продуктов питания на основе растительного сырья развиваются в направлении совершенствования технологических процессов,

разработки нового оборудования, сохранения в целостности исходных природных ингредиентов сырья, повышения рентабельности производства за счет рациональной утилизации побочных продуктов и отходов.

Таблица 2

## Функциональные ингредиенты и их значение

|  |  |
| --- | --- |
| **Функциональные составляющие** | **Влияние на физиологические функции**  **организма** |
| Пищевые волокна (пектин, целлюлоза) | Оказывают позитивное влияние на процессы пищеварения, холестериновый обмен, снижают количество липидов и жирных кислот в крови,  выводят из организма токсичные вещества |
| Полиненасыщенные жирные кислоты (омега-3-жирные кислоты) | Участвуют в расщеплении липопротеинов, холестерина, стимулируют репродуктивную  функцию организма |
| Витамины (А, D, группы В и  др.) | Обладают высокой биологической активностью, участвуют в процессах  метаболизма, являются исходным материалом для синтеза тканевых гормонов, обеспечивают здоровое функционирование нервной системы.  Отвечают за умственную и физическую работоспособность. |
| Антиоксиданты (β-каротин,  витамины С, Е) | Оказывают антиканцерогенное действие,  связывают активные свободные радикалы. |
| Органические кислоты | Активизируют действие пищеварительных ферментов, стимулируют секреторную  деятельность желудочно-кишечного тракта, способствуют повышению усвоения организмом фосфора и кальция, ингибируют развитие вредных бактерий в кишечнике. |
| Аминокислоты | Являются строительным материалом,  используются для синтеза белков и пептидов |
| Минеральные вещества (Са, К, Р,Na, I, Mg, Mn, Zn, Se, Fe, F) | Необходимы для нормального протекания физиологических процессов в организме  человека, для поддержания кислотно-щелочного равновесия, обмена веществ, активирования ферментных систем) |

В основе технологий заложены следующие принципы:

* повышение качества, потребительских свойств продуктов, их микробиологической безопасности, биоусвояемости, сокращение потерь витаминов в процессе обработки;
* оптимизация состава компонентов рецептур, в наибольшей степени соответствующая медико-биологическим требованиям к таким продуктам;
* компенсирование недостатка ряда макро- и микронутриентов включением в рецептуру функциональных ингредиентов.

В свете последних достижений в области микробиологии, нанотехнологии и биотехнологии приобретает распространение адресного введения биологически активных веществ в пищевые продукты с помощью нано- и микрокапсул.

Совершенствуются биотехнологические процессы переработки сельскохозяйственного сырья с использованием высокоактивных рекомбинантных и мутантных штаммов микроорганизмов – продуцирующих образование ферментов, незаменимых аминокислот, витаминов и других биологически активных веществ.

## Создание продуктов функционального назначения на основе растительных жиров

Масложировые продукты на основе растительных жиров входят в группу социально значимых товаров повседневного спроса. Поэтому растительные жиры можно рассматривать как потенциальный резерв для создания на их основе продуктов функционального назначения.

Наиболее ценной составляющей растительных жиров являются жирные кислоты. По жирнокислотному составу к растительным жирам предъявляется требование оптимального соотношения насыщенных, полиненасыщенных жирных кислот и олеиновой кислоты – 10% : 30% : 60%.

Процесс поэтапного преобразования исходного жирового продукта в функциональный следующий:

* + изменение состава жировой фазы путем подбора сбалансированной по количеству и соотношению полиненасыщенных жирных кислот жировой основы, уменьшение или полное исключение из нее источников трансизомерных кислот и холестерина;
  + соединение жировой фазы с водной в разных соотношениях, с использованием различных технологических приемов, обеспечивающих образование эмульсий первого рода (соусы, майонезы), либо второго рода (спреды);
  + введение в пищевую систему обоснованных функциональных ингредиентов;
  + коррекция органолептических характеристик полученной пищевой основы с помощью вкусоароматических веществ или гидроколлоидов – имитаторов жира;
  + введение в продукт пищевых добавок, предотвращающих окислительную и микробиологическую порчу, продлевающих срок годности нового продукта.

Несмотря на высокие достоинства, отдельные виды масел не обладают оптимальным сочетанием жирных кислот. Поэтому создают смеси масел со сбалансированным жирнокислотным составом, обогащенные биологически активными веществами. Это достигается методом смешивания (купажирования) исходных растительных масел. В отличие от традиционных масел купажированный продукт обладает более выраженными лечебными и профилактическими свойствами. Купажированные растительные масла заданного состава в большинстве своем представляют собой двух-, трехкомпонентные смеси. Экспериментальные данные подтверждают положительное влияние купажированных масел в профилактике ряда заболеваний. Например, в Новосибирской медицинской академии исследовалось масло «Витазар» на основе подсолнечного и масла зародышей пшеницы, специально разработанное для повышения защитных свойств организма к различным вирусным и инфекционным заболеваниям.

Наряду с традиционными растительными маслами и их смесями большую популярность имеют растительные масла, выделенные из малораспространенного масличного сырья: конопля, гвизония, чуфа, расторопша и т.д.

Особой биологической ценностью характеризуются масла, содержащиеся в семенах ягод и плодов. Масла такой природы активно участвуют в обменных процессах, процессах строения клеточных мембран. Они богаты природными антиоксидантами (токоферолами, каротиноидами, терпеноидами и др.). В настоящее время разработана технология извлечения масла из плодов шиповника, малины, калины, кедровых орехов и др. Основу технологии составляет предварительная обработка измельченного сырья этанолом или его водным раствором для создания условий проникновения растворителя в межклеточные

структуры и съема масла на последующих этапах экстракции. Процесс экстракции осуществляется низкокипящими углеводородными растворителями. Преимущество данного способа выделения масла состоит в безотходности процесса. Выделенная из растительного сырья растворимая фракция содержит в себе существенное количество БАВ. Она может быть использована для получения лекарственных препаратов, улучшения вкусовых и ароматических свойств спиртосодержащих напитков, а также для возвращения этанола в цикл процесса. Липидная фракция не требует очистки и после удаления растворителя используется для получения масел высокой биологической активности. Твердый остаток может быть использован как пищевая или кормовая добавка, а также разрыхлителя и обогатителя структуры почвы. Важным преимуществом технологии является фактическая стерилизация сырья за счет добавления этанола и удаления основной массы влаги в составе растворимой фракции, а также гарантированное предотвращение окисления масла и сохранение его природных свойств.

Отходы консервной и винодельческой промышленности, плоды граната, виноградные косточки являются перспективным сырьем для получения нетрадиционных масел.

Среди жировых эмульсионных продуктов майонезы являются перспективными для обогащения биологически активными ингредиентами и создания на их основе функциональных продуктов питания. Они представляют собой мелкодисперсную концентрированную эмульсию типа «масло в воде». К основным направлениям создания майонезной продукции функционального назначения относятся следующие:

* + использование купажированных растительных масел, обогащение жировой фазы витаминами и другими БАВ природного происхождения, микроэлементами;
  + использование в качестве водной фазы отваров или растворов различных видов гидролизатов, полученных из сырья растительного происхождения;
  + замена традиционных эмульгаторов, содержащих холестерин (яичный порошок, сухое молоко), на растительные белки (соевые, белки пшена, риса);
  + использование в качестве стабилизаторов эмульсии и загустителей ряда веществ, обладающих помимо технологических свойств физиологическим воздействием;
  + использование в качестве вкусоароматических веществ экстрактов натурального сырья, обладающих выраженным антиоксидантным действием и высокой биологической активностью;
  + применение в качестве рН-регулирующих веществ смеси различных органических кислот.

Таким образом, при создании майонезов функционального назначения их традиционный ингредиентный состав может быть практически полностью изменен. При этом преследуется цель сохранения традиционных органолептических свойств и привычной консистенции данного продукта.

Основными направлениями коррекции традиционных технологий маслодобычи и маслопереработки с целью придания продукции функциональных свойств является глубокая переработка масличного сырья с сохранением всех полезных составляющих исходного сырья, совершенствование технологий подготовки сырья к съему масла, технологий производства и очистки растительных масел, способов получения комбинированных и эмульсионных жировых продуктов, совершенствование приемов введения функциональных ингредиентов в масложировую основу, улучшение технических характеристик специализированного оборудования.

## Вопросы для самоконтроля

1. Каково развитие производства функциональных продуктов в мире?
2. Основные биологически активные соединения в составе функциональных продуктов питания?
3. Каковы принципы технологии функциональных продуктов?
4. В чем состоит процесс преобразования жирового продукта в функциональный?
5. Что такое купажированные растительные масла функционального назначения?
6. Основные этапы извлечения масла из плодов?
7. Основные направления создания майонезной продукции функционального назначения?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. **Шванская, И.А.** Перспективные направления создания продуктов функционального назначения на основе растительного сырья: науч. аналит. обзор / И.А. Шванская. – М: ФГБНУ

«Росинформагротех», 2012. – 144 с. – ISBN 978-5-7367-0949-6.

1. [**Иванова, Л.А.**](http://library.sgau.ru/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?Z21ID&I21DBN=BOOKS_PRINT&P21DBN=BOOKS&S21STN=1&S21REF&S21FMT=FULLW_print&C21COM=S&S21CNR=500&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A%3D&S21STR=%D0%98%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%2C%20%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D0%B0%20%D0%90%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%81%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B0)Пищевая биотехнология: учебное пособие. Кн. 2. Переработка растительного сырья / Л.А. Иванова, Л.И. Войно, И.С. Иванова. - М.: КолосС, 2008. - 472 с. - ISBN 978-5-9532- 0489-7.
2. **Рогов, И.А.** Пищевая биотехнология: учебник. Кн. 1. Основы пищевой биотехнологии / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Г.П. Шуваева. - М.: КолосС, 2004. - 253 с. - ISBN 5-9532-0104-4.

*Дополнительная*

1. Биотехнология: Теория и практика / Н.В. Загоскина, [и др.]. – М.: Изд-во: Оникс. - 2009. – 496

с.

1. **Егорова, Т.А.** Основы биотехнологии / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 208с.
2. **Гореликова, Г.А.** Основы современной пищевой биотехнологии: учебное пособие / Г.А.

Гореликова. – Кемерово: КТИПП, 2004. – 100 с. - ISBN 5-89289-292-1.

**Лекция 18**

# БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ II

## Плодоовощное сырье как основа для создания продуктов питания. Напитки функционального назначения

Плодоовощное сырье является биологически значимой и полезной растительной основой для создания функциональных продуктов питания. Лечебные и профилактические свойства плодово-ягодного и овощного сырья обусловлены высоким содержанием в нем витаминов, пектиновых волокон и активной клетчатки, минеральных элементов, органических кислот, углеводов, антиоксидантов.

Напитки функционального назначения на основе плодоовощного сырья более других групп подходят для восполнения дефицита биологически активных веществ. В настоящее время рынок функциональных напитков находится на этапе интенсивного развития. Ассортиментный ряд питьевой продукции функционального назначения можно разделить на три подгруппы:

* + - напитки, обогащенные физиологически функциональными ингредиентами;
    - комбинированные напитки на основе различных сред;
    - напитки, созданные на модифицированной водной основе.

При разработке одного напитка могут быть применены все три указанных приема или каждый в отдельности.

Обогащение представляет собой наиболее известный и широко применяемый способ повышения пищевой ценности напитков. В водной среде хорошо растворяется большинство микронутриентов, благодаря чему плотность питательных веществ в этих продуктах может быть увеличена до любых заданных значений. Наиболее часто используются водорастворимые растительные экстракты из плодово-ягодного, овощного и лекарственного сырья.

Вторая подгруппа функциональных напитков на основе комбинирования жидких основ предполагает смешивание различных соков и напитков, каждый из которых отличается составом и обладает собственными яркими биологическими и органолептическими характеристиками. Примерами комбинирования основ могут служить следующие сочетания: сок + сок, сок + минеральная вода, квас + сок; пиво + сок и др.

Третьим базовым направлением создания питьевой продукции функционального назначения является использование в рецептуре напитка модифицированной водной основы. От качества воды, ее чистоты, вкуса, солевого состава, физико-химических свойств во многом зависят вкус и полезность конечного продукта. В настоящее время существуют физические и физико-химические методы модификации воды и устройства, позволяющие изменять ее состав (электрохимическая активация). Сусло для спиртосодержащих напитков, приготовленное на обработанной воде, более интенсивно сбраживается, что говорит о более высокой жизнеспособности дрожжей и силе брожения.

## Производство комбинированных функциональных продуктов на плодоовощной и молочной основе

Производство комбинированных функциональных продуктов на плодоовощной и молочной основе – один из эффективных путей расширения ассортимента продуктов функционального назначения, увеличения сырьевой базы предприятий как молочной, так и плодоовощной промышленности.

Такие продукты имеют сбалансированный состав за счет комбинирования сырья животного и растительного происхождения.