

ОСНОВЫ  
ПРОИЗВОДСТВА  
СОЛОДА И ПИВА



# Сырье, используемое при производстве

## пива:

*-вода*

*-ячмень*

*-хмель*

*-дрожжи*

*-добавки, несоложенное сырье*

---



*Вода*

# Вода

---

- Потребление воды на пивоваренном заводе = 4 - 10+ ГЛ воды/Гл пива
- 2 основных вида воды:
  - Технологическая вода (для пивоварения, разбавления пива, мойки)
  - Техническая вода (для мойки бутылок, охлаждения, создания пара,...)

# Качество питьевой воды

---

- Химические параметры :
  - Пестициды
  - Тяжелые металлы (Hg, Pb,...)
  - Нитраты,...
- Эстетические параметры:
  - Железо
  - Алюминий
- Микробиологические:
  - Без болезнетворных микробов

# Подготовка воды для пивоварения

---

## □ **Фильтрация**

ЦЕЛЬ: Убрать посторонние частицы

## □ **Уменьшение жесткости**

ЦЕЛЬ: Предотвратить образование отложений и адаптировать содержание минералов

- Кипячение (слишком дорого)
- Обработка известью:  
$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2 \text{CaCO}_3 (\text{осадок}) + 2 \text{H}_2\text{O}$$
- Ионообменная смола (слабое действие)

## □ **Стерилизация**

Цель: убрать микроорганизмы

- UV, Cl<sub>2</sub>, ClO<sub>2</sub> стерильная фильтрация, озон

# ПОДГОТОВКА ВОДЫ ДЛЯ ПИВОВАРЕНИЯ

---

- Угольный фильтр  
Цель: убрать Cl<sub>2</sub>, посторонние вкусы/запахи
- Деминерализация  
Цель: убрать все минералы для предотвращения образования отложений
  - Обратный осмос
  - Адсорбция на ионообменной смоле
- Удаление железа  
Цель: Уменьшить содержание Fe до <0,1мг/Л
  - Аэрация и песочный фильтр

# Ячмень

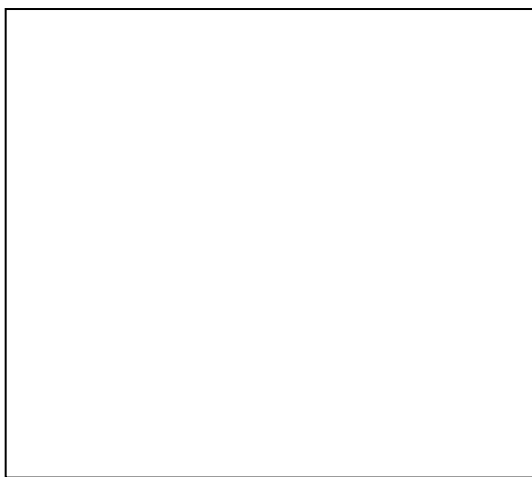
---

- Ячмень-основное сырьё для производства пива
- В ячмене содержится:
  - необходимый для приготовления пива крахмал, который позднее в варочном цехе, превращается в сбраживаемый экстракт
  - оболочки зерна, которые формируют фильтрующий слой

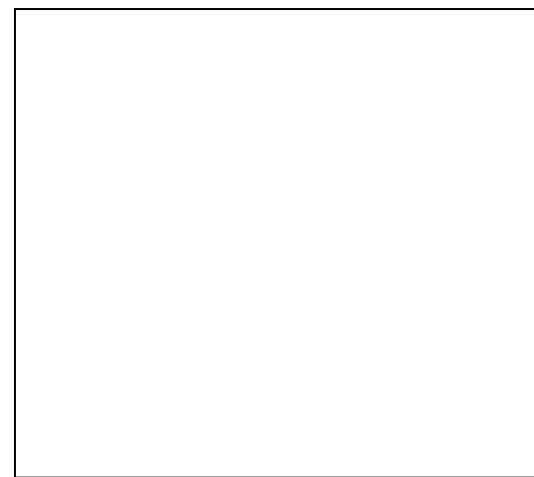


# Ячмень бывает озимый и яровой

двухрядный



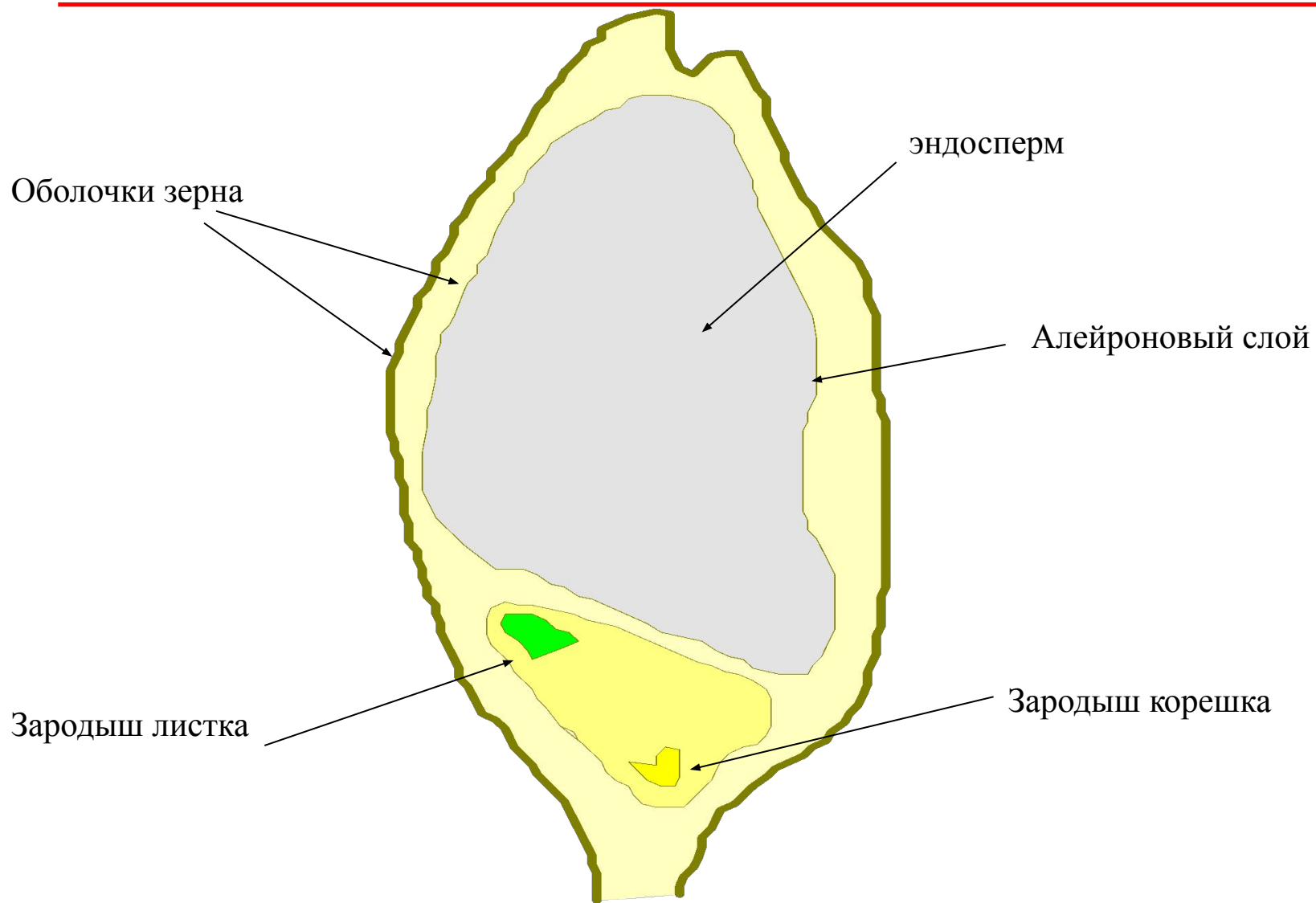
шестирядный



В пивоварении в основном используется яровой  
двухрядный ячмень

# Строение ячменя

---



---

**Ячмень**

# Состав и характеристики ячменя

---

- Углеводы 70-85%  
(крахмал 50-65%)
- Белок 10.5-11.5%
- Минеральные вещества 2-4%
- Жиры 1.2-2.0%
- Др.

Влажность <13%

Способность к прорастанию > 95-98%

Водочувствительность до 10%-очень низкая

11-25%-низкая

26-45%-средняя

>45%-высокая

Водопоглощение <45%-неудовлетворительная

>50%-очень хорошая



**Хмель**

# Хмель

---

- Хмель-это высушенные шишки соцветия женских растений .



## Горький

Высокое содержание  
@-кислоты  
(10-18%)

## Ароматический

Низкое содержание  
@-кислоты (2.5-5%)  
Высокое содержание  
ароматических  
компонентов

Хмель используется в пиве, так как он:

- придает пиву горечь и аромат
- помогает в осветлении сусла
- является натуральным антисептиком

# Состав и свойства компонентов хмеля



Горькие  
вещества  
18-19%

Хмелевые масла  
0.5-1.2%

Дубильные  
вещества 3.5%

Белок  
20%

Минеральные  
вещества

Целлюлоза и др.

**Хмель**

# Состав и свойства компонентов хмеля

---

## □ Горькие вещества

- придают пиву горьковатый вкус
- повышают пеностойкость
- @-кислота- важнейшее соединение для формирования горечи пива (при кипячении изомеризуется в изо-@-кислоту)

## □ Хмелевое масло

- придаёт пиву особый аромат
- очень летуч при нагревании и кипячении

## □ Дубильные вещества (полифенолы)

- обладают вяжущим вкусом
- связывают и осаждают белковые вещества
- вливают на образование в пиве

Другие компоненты хмеля не представляют для приготовления пива большой интерес

# Хмелепродукты

---

## Гранулированный хмель:

- гранулы
- гранулы-концентрат
- изомеризованные гранулы

## Экстракты хмеля:

- экстракт хмеля (этанолом, жидким CO<sub>2</sub>)
- порошкообразный экстракт хмеля
- изомеризованный экстракт хмеля
- тетрагидроизоэкстракт (защищает "засвеченный" вкус)

Положительные стороны использования хмелепродуктов, в сравнении с шишками хмеля:

- получается более равномерная горечь
- повышается выход горьких веществ
- легче транспортировать и хранить



# Из хмелевых шишек в гранулы

Расформирование тюков

мельница

Миксер

6-8 тюков

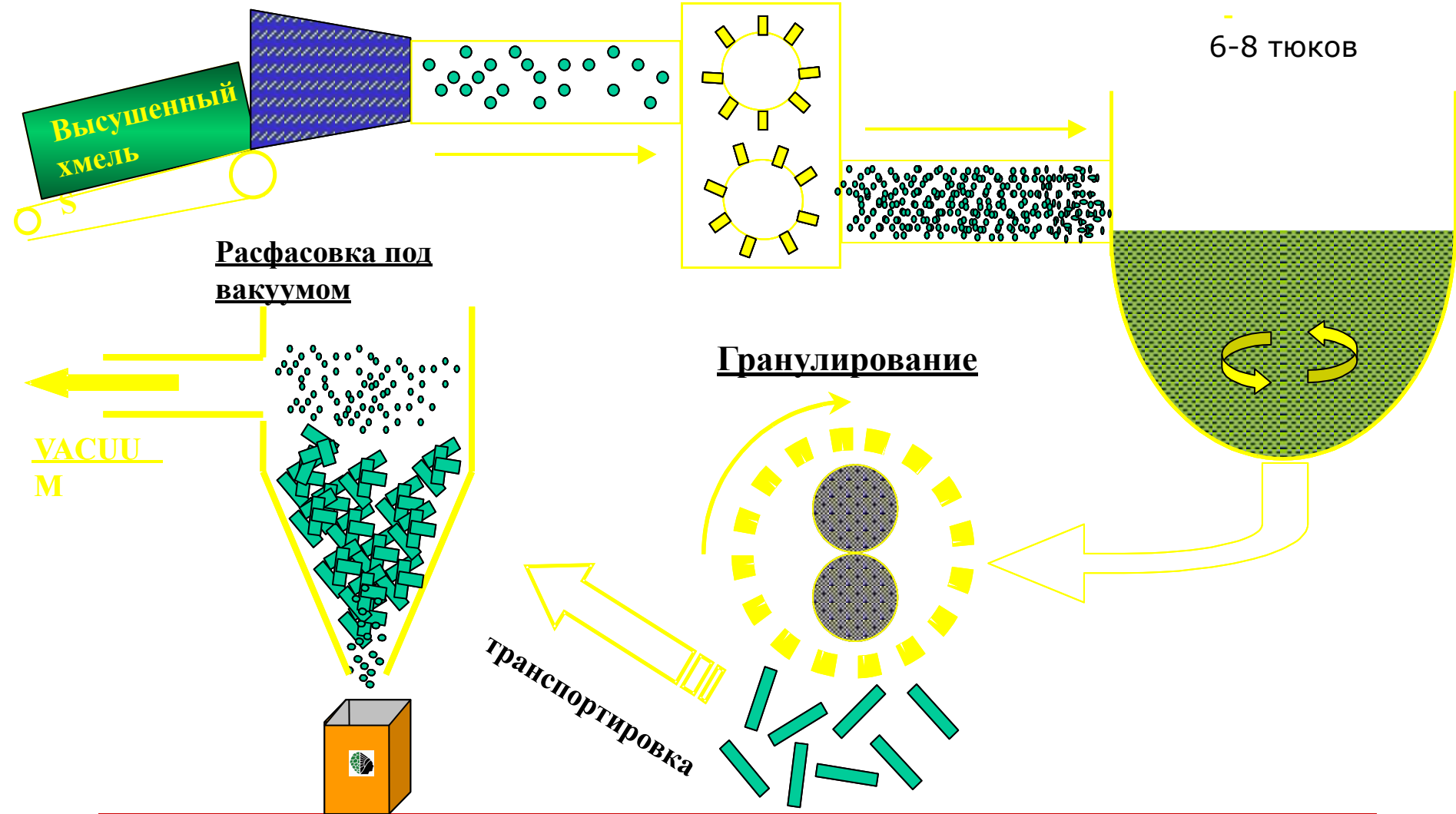
Высушенный  
хмель

Расфасовка под  
вакуумом

Гранулирование

транспортировка

Хмель



# Из гранул в экстракт

---

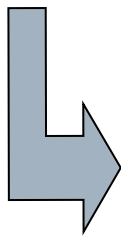


**Хмель**



100% гранул = 25% экстракта + 75% “пустого” хмеля

**Хмель**



**CO<sub>2</sub> Extraction**

---

**Дрожжи**

# Дрожжи

---

**Дрожжи**-это одноклеточные микроорганизмы.

Для приготовления пива использую специальные дрожжи

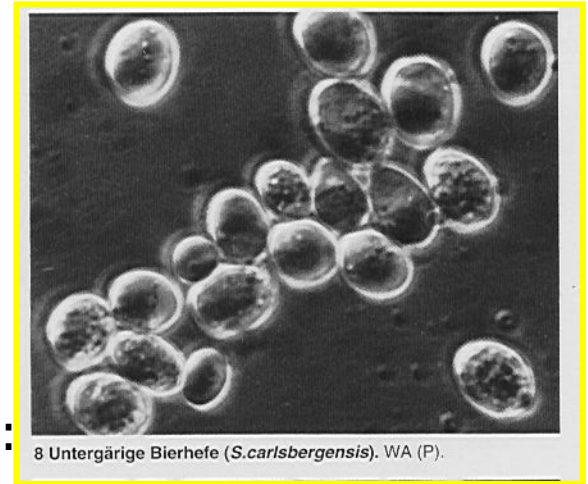
-*Saccharomyces cerevisia*.

Дрожжи "питаются" сахарами, которые находятся в пивном сусле- происходит брожение.

Основными продуктами брожения являются:

- СПИРТ и CO<sub>2</sub>.

Побочные продукты брожения оказывают большое влияние на вкус и аромат пива.



- Дрожжи могут получать энергию:
  - в присутствии кислорода (аэробно)  
дыхание
  - в отсутствии кислорода (анаэробно)  
брожение.
  
- Размер дрожжей колеблется от 5 до 10 мкм.
  
- Размножение дрожжей происходит почкованием.

*Митозис: одна материнская клетка ----> две идентичные дочерние клетки.*

# Пивоваренные дрожжи



Низовое  
брожение  
(8-16С, lager)

Верховое  
брожение  
(Т брожения  
18-27С,  
пшеничное пиво)

Спонтанное брожение-брожение с использованием культурных, диких дрожжей и бактерий  
(пиво Ламбик)



Культурные дрожжи

Молочно-кислые  
бактерии

Дикие дрожжи

Дикие дрожжи

---

**Дрожжи**

# ДОБАВКИ, НЕСОЛОЖЕННОЕ СЫРЬЁ



# Что такое добавки

---

- Добавки – это продукты, используемые в производстве пива, за исключением традиционного солода/хмеля.
- Это больше чем заменитель, поскольку придают отличительные характерные качества готовому пиву.

## Основные виды добавок

- **Зерновые**: соложенные или не соложенные, обжаренные, мука
  - **Сахара**
  - **Пряности**
  - **Фрукты**
-

# Зерновые добавки

---

Используются для улучшения питьевых характеристик или для изменения «характера» пива, поскольку чистый солод дает более тяжелое пиво.

Некоторые характеристики:

- рис: очень светлое пиво, менее крепкое/густое
- кукуруза : улучшает гладкость, однородность
- пшеница: мутное пиво, улучшает стойкость пены
- ячмень: ближе всего к ячменному солоду
- В зависимости от географического положения используются и другие зерновые, в частности рожь или сорго.

Иногда, зерновые добавки используются для снижения себестоимости пива.

---

# Сахара

---

- В пивоварении используются разные виды сахаров.
  - Мальтозная патока и сахара дают легко растворимый экстракт.
  - Придают определенные характеристики готовому продукту в соответствии со своим цветом и качеством сбраживания.
-

# Пряности, фрукты

---

- Используют все виды пряностей и специй для оригинального вкуса пива.
  - Пряности, используемые в Инбев:
    - Кориандр, гвоздика
    - Кюрасао (цедра апельсина)
    - Зернышки райского фрукта (maniguette)
    - Ваниль
  - Фрукты, фруктовые соки и концентраты, используемые в Инбев для производства фруктового пива:
    - вишня
    - малина
-

# Производство солода

---

Солод- это пророщенный ячмень в специально создаваемых условиях.

Цель солодоращения-накопление в ячменном зерне ферментов и высвобождение крахмала.

На приготовления 1л пива P11% расходуется примерно 17 кг солода.



# Этапы производства солода

---

**Хранение ячменя**



**Подработка ячменя**



**Замачивание**



**Проращивание**



**Сушка**



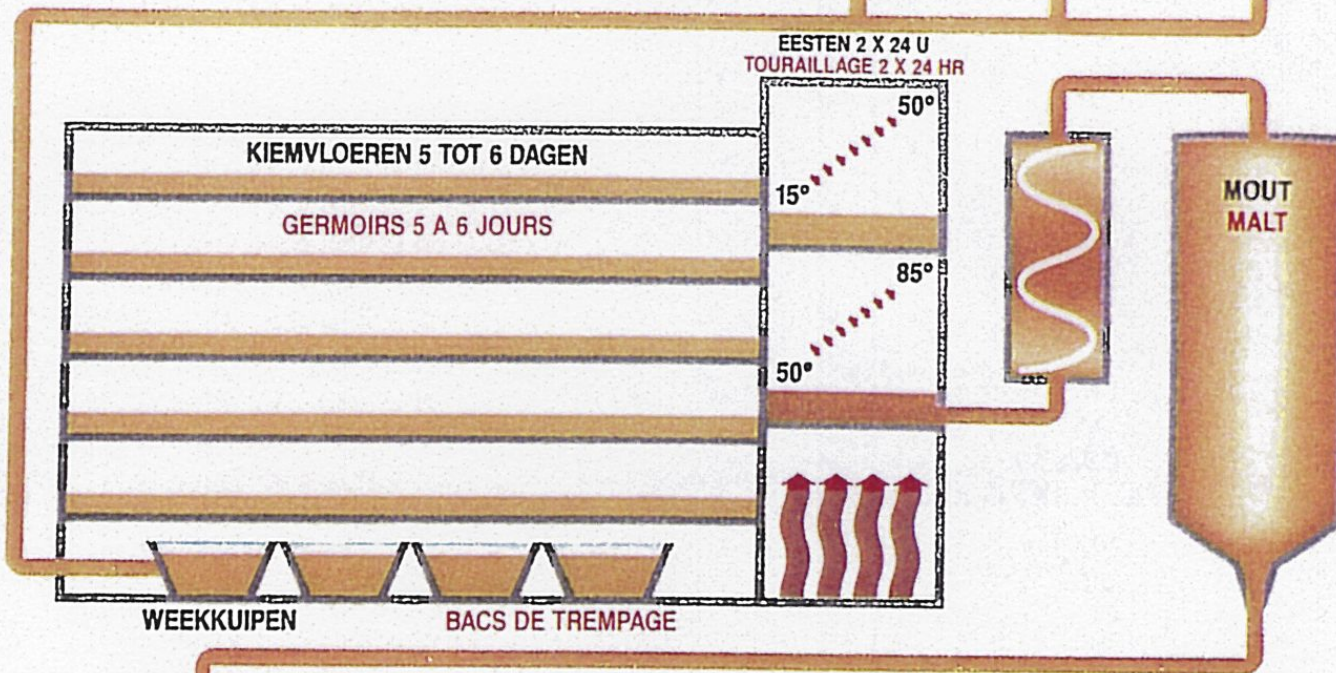
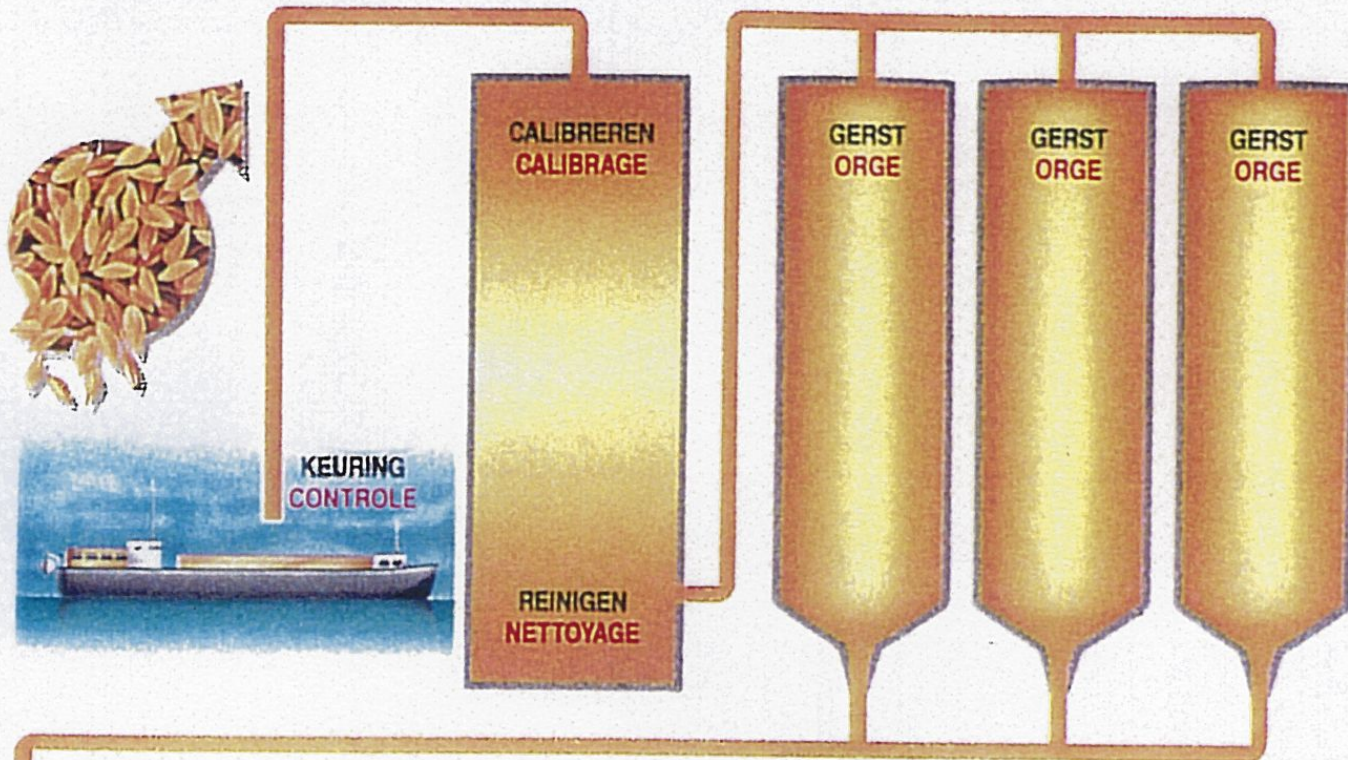
**Удаление ростков**



**Хранение**

---

**Производство  
солода**



# Этапы производства солода

---

## □ **Хранение ячменя**

- в силосах
- ведётся аэрация
- ведется контроль температуры на разных уровнях силоса
- постоянно производят пересыпку ячменя, чтобы не возникало перегрева зерна

## □ **Подработка ячменя**

- магнитный сепаратор
- камнеотборник
- триер
- сортировка (планзихтер)

# Замачивание.

---

- Цель-мойка, дезинфекция, повышение влажности до 42-45% → активизация ферментов ячменя.
  
- Условия замачивания:
  - t воды не > 16 C
  - аэрация зерна
  - отсос CO<sub>2</sub>
  - чередования водяных и воздушных пауз

# Фазы замачивания

---

1.(первые 10 часов):

- водопоглащение очень велико
- жизнедеятельность низкая
- зерно должно находиться под водой

2.(последующие часы замачивания)

- водопоглощение резко снижается
- активизируется жизнедеятельность зародыша
- необходимо подводить воздух и удалять  $CO_2$

---

-приоритет-воздушные паузы с орошением

# Проращивание

---

## Процесс роста:

Развиваются  
зародышевые  
корешки и  
листок.

## Образование ферментов:

*Амилазы-*  
расщепляют крахмал;  
*Протеазы-*  
расщепляют белок;  
*Липаза-*  
расщепляет жиры;  
*Бетта-глюканаза, цитаза-*  
расщепляют стенки  
клеток;

## Превращение веществ:

Растворение клеточных  
стенок  
Расщепление крахмала  
Расщепление белков  
Образование  
предшественников  
ДМС

---

**Производство  
солода**

# Проращивание

---

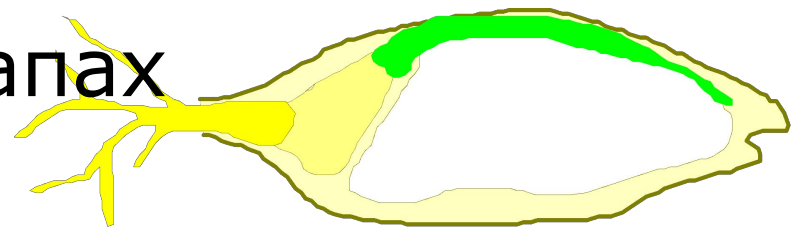
- Проращивание ведут в грядках;
- Температура ращения -18 С (max);
- Длительность ращения- 4-6 дней;
- Влажность зерна- 42-45%;
- В процессе проращивания проводят аэрацию, охлаждение, ворошение зерна;

# Контроль проращивания

---

Необходимо обеспечить:

- медленное нарастание  $t$  проращивания
- упругость, сочность корешков зародыша
- оптимальную длину корешков (1,5-2 длины зерна)
- длину листка (от  $2/3$  до  $3/4$  длины зерна)
- отсутствие гусаров
- свежий огуречный запах



---

**Производство  
солода**



# Сушка солода

---

Цель:

- остановка прорастания, растворения и активности ферментов.
- Перевести ферменты в неактивное состояние
- Снизить влажность солода до 5%
- Удаление серных соединений
- Удаление ростков.

# Сушка солода

---

- Влагу удаляют путём пропускания через свежепроросший солод большого кол-ва тёплого воздуха;
- Для сохранения ферментов солод сначала подвяливают;
- При нагревании влажного крахмала образуется стекловидный солод ( $t$ -не должна быть выше 50С, пока влага не снизится до 10-12 С);
- В процессе сушки происходит частичное удаление ДМС;
- Активность ферментов к концу сушки солода снижается.

**Производство**

**солода**

# Производство пива



# Этапы производства пива

---

- Приготовление сусла
  - Брожение
  - Фильтрация
  - Розлив
-

# Приготовление сусла

---

**Цель-превратить первоначально нерастворимые составляющие солода в сбраживаемые сахара.**

## **Этапы производства сусла:**

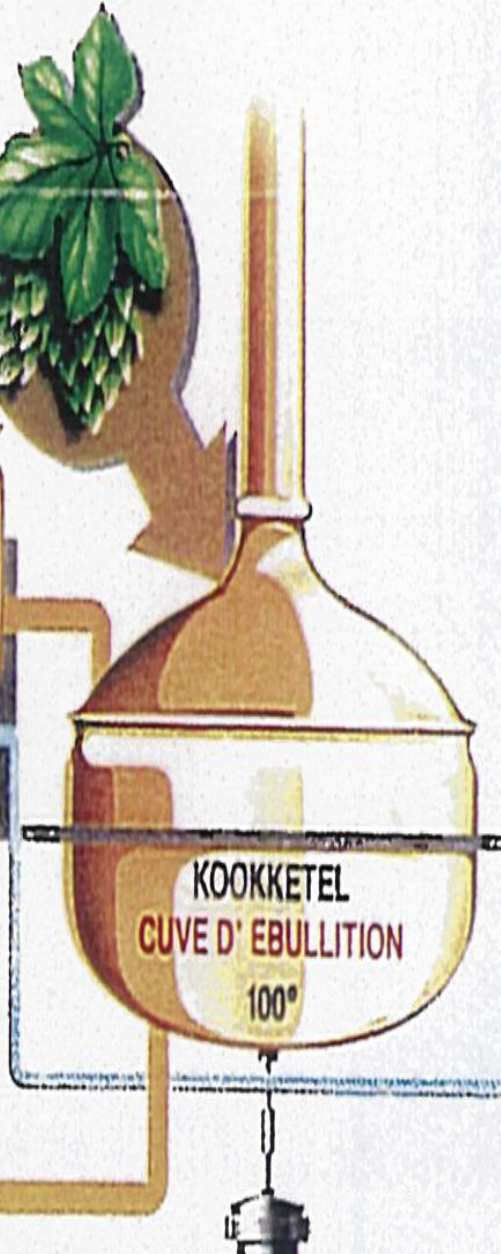
подработка солода  
дробление солода  
затираание  
фильтрование затора  
кипячение сусла  
осветление сусла  
охлаждение сусла  
аэрация сусла

---

**Приготовление  
сусла**

MOUTMOLEN (PLETMOLEN)  
MOULIN A MALT

GRAANMOLEN  
MOULIN A GRAINS



DRAF

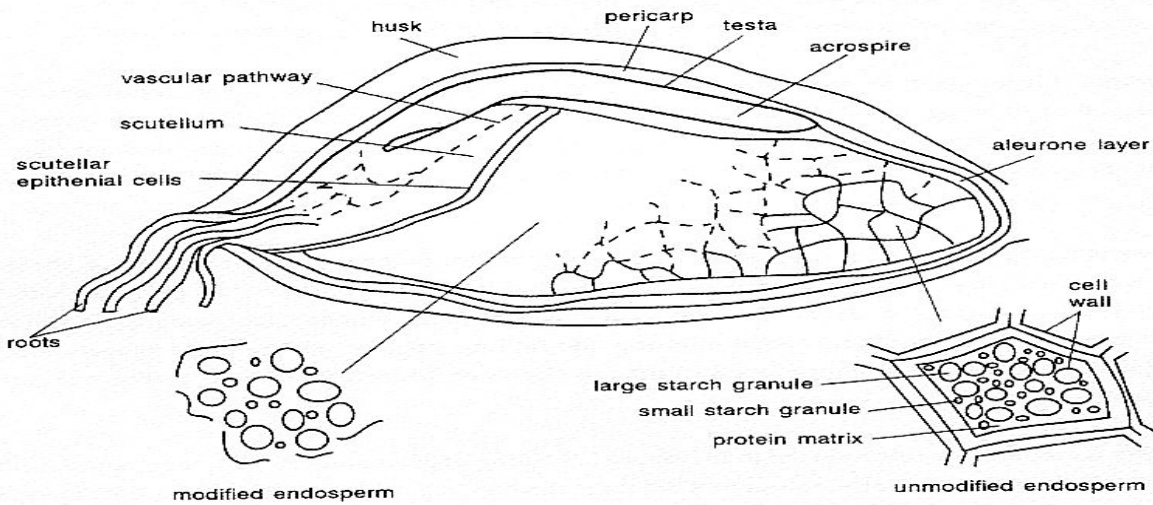
□ Подработка солода:

- удаление камней, металла, пыли
- взвешивание

□ Дробление солода:

- измельчение солода для лучшего воздействия ферментов на крахмал.

LONGITUDINAL SECTION OF MALTING BARLEY GRAIN



---

**Приготовление  
сусла**

# Виды дробилок

## Вальцовые

Измельчают

эндосперм

в муку,

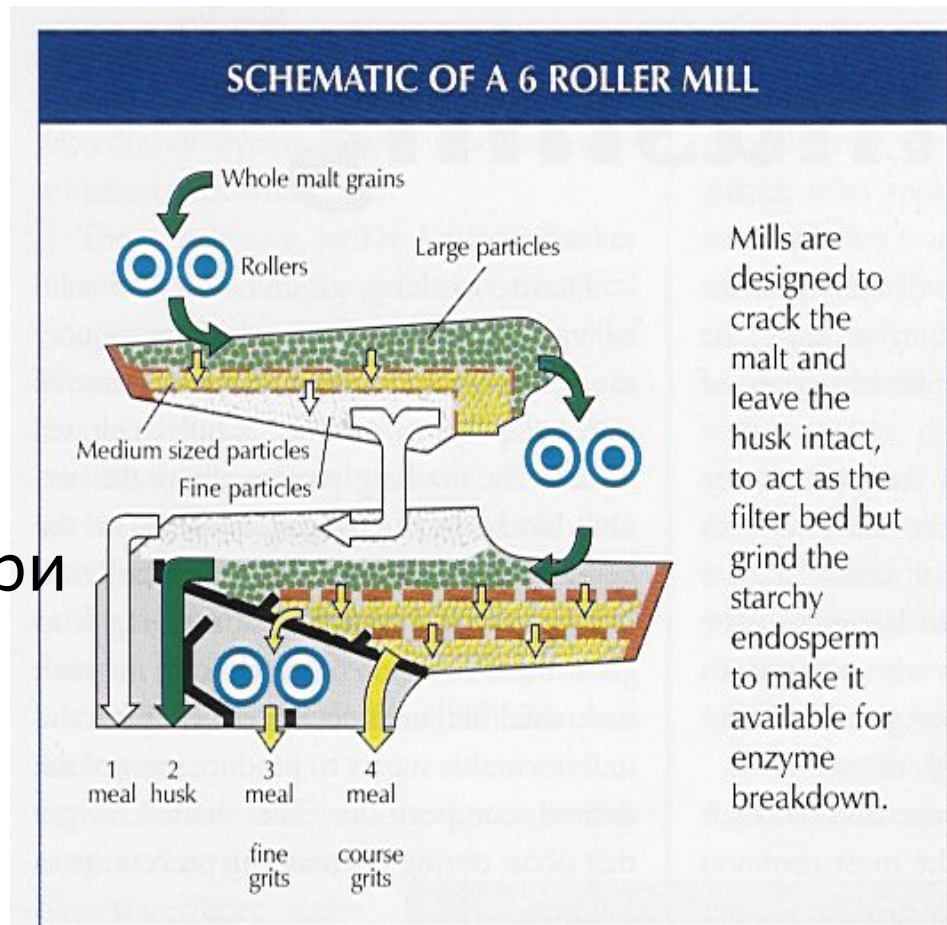
грубый помол и

оставляют оболочку.

Обычно применяется при

фильтровании

в фильтчане.

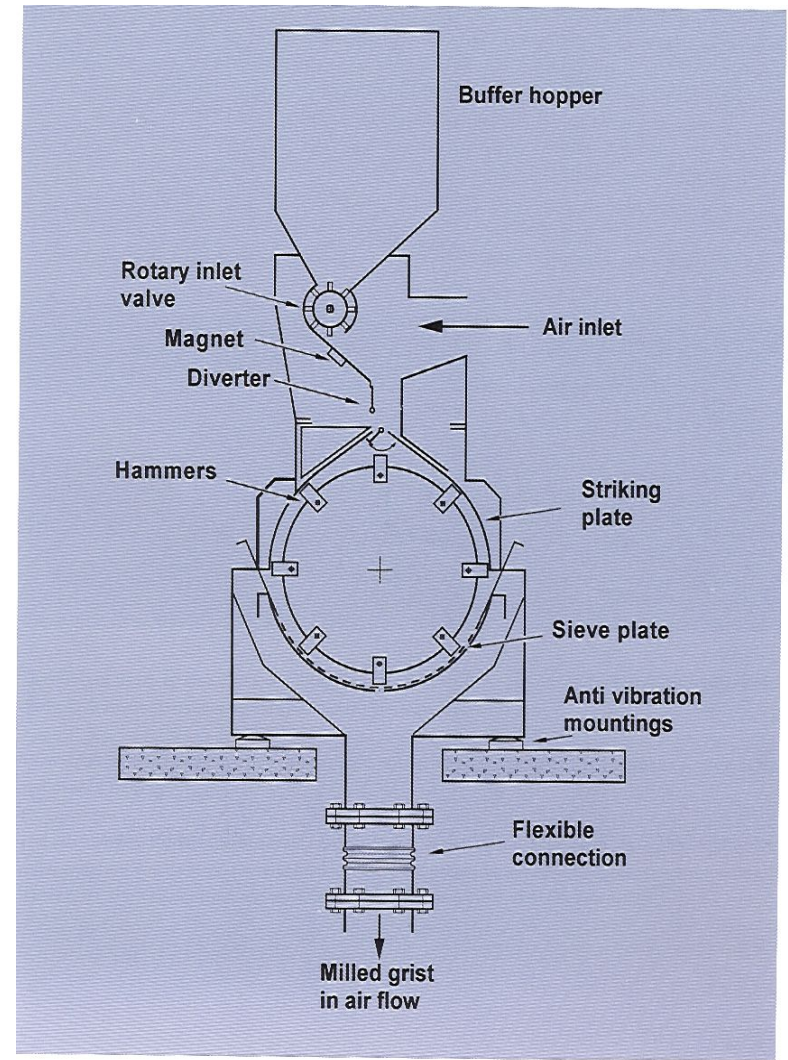




# Виды дробилок

## **Молотковые**

Очень тонкое измельчение зерна. Специально применяется при фильтровании в майшфилтрах.



# Затиране

---

□ Цель:

-Перевести компоненты солода в раствор.

-Расщепить крахмал эндосперма в сахара

и растворимые декстрины.

Все вещества, переходящие в раствор, называются экстрактом

---

# Важные биохимические преобразования во время затираания

---

- **Ферментное расщепление крахмала в "сахар"**
  - Самое важное преобразование варки
  - Ферменты:  $\alpha$ -амилаза и  $\beta$ -амилаза
  - Образование смеси сахаров: Глюкоза, Мальтоза, Декстрины,...
  - Плотность "Пива"
  - Температура: 60 - 65°C и 70 - 75°C
  
- **Ферментное расщепление протеинов**
  - Ферменты : протеаза
  - Образование "полипептидов" и "аминокислот"
  - Важно для роста дрожжей, пены и стабильности пива
  - Температура: 45-50°C

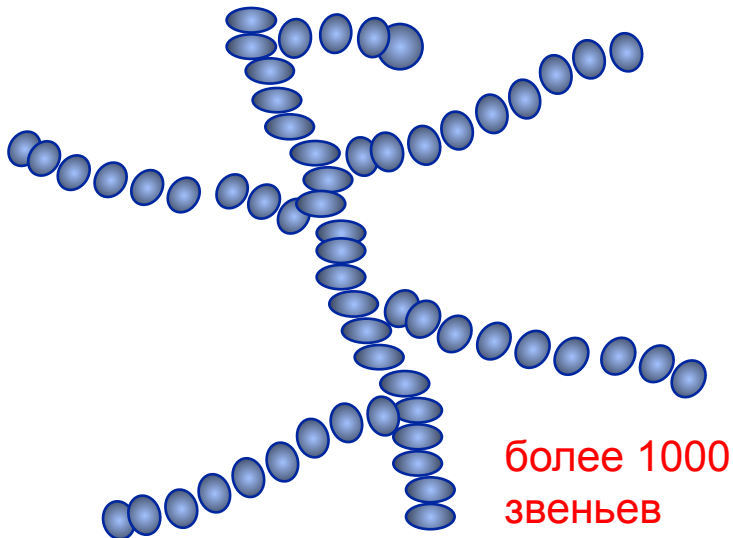
---

**Приготовление  
сусла**

# Крахмал

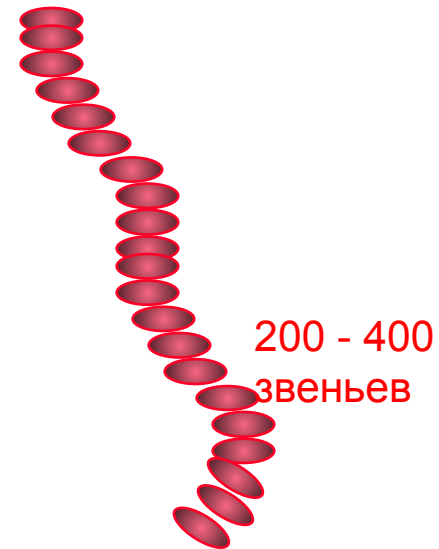
---

Разветвленная цепочка глюкозы



**Амилопектин**

Линейная цепочка глюкозы



**Амилоза**

Крахмал – это “Макро” молекула. Это длинная цепочка, состоящая из глюкозных остатков (Глюкоза = виноградный сахар). Крахмал не растворяется в воде

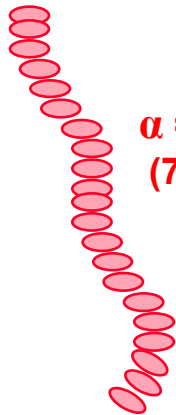
---

**Приготовление  
сусла**

# Расщепление крахмала до сахаров

---

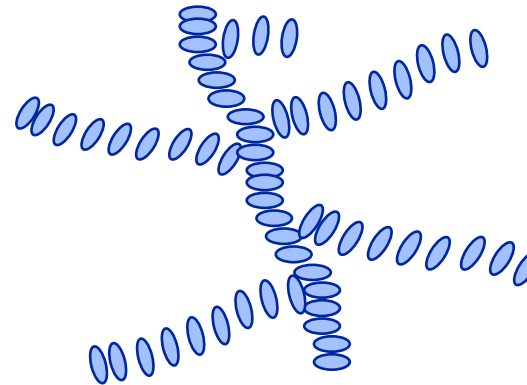
= Ферменты :  $\alpha$ -амилаза и  $\beta$ -амилаза



$\alpha$  = Произвольно  
(70- 75°C)

$\beta$  = 2 звена глюкозы  
на конце (60-65°C)

= мальтоза



**Амилоза**

+

**Амилопектин**

Ферменты расщепляют “крупные” элементы на “короткие” элементы.

Короткие элементы растворимы в воде.

**Сбраживаемые  
сахара**

+

**Декстрины  
Несбраживаемые сахара**

---

**Приготовление  
сусла**

# Продукты расщепления крахмала

---

*К концу затирания охлаждённое сусло не должно изменять цвет йода (йодная проба). Отсутствие йодной реакции говорит о том, что весь крахмал расщеплён на:*

- Низкомолекулярные декстрины-не сбраживаются дрожжами;*
- Мльтотриоза- сбраживается дрожжами только после того, как будет сброжена "мальтоза" (сахар дображивания);*
- Мальтоза и др. дисахариды-сбраживается дрожжами быстро и хорошо (сахара главного брожения);*
- Глюкоза-сбраживается дрожжами в первую очередь (сахар разбраживания).*

---

**Приготовление  
сусла**

# ферментов

---

- Буферность создают соединения, наличие которых сдерживает суслу от резких сдвигов в щелочную или кислотную сторону (фосфаты)
  - Остаточная щелочность – важный фактор
    - *Общая жесткость=Карбонатная (КЖ) + кальциево-магниевая (КМЖ)*
    - *ОЩ (насколько КЖ превышает КМЖ)*
  - Хлористый кальций (плюс решение проблемы оксалатов)
  - Без подкисления и  $\text{CaCl}_2$  – при затирании pH всегда возрастает
- ✓ **Биологическое подкисление затора**

## ✂ Белковая пауза:

(при подкислении увелич. растворение, выход цинка, усиливается буферность, подавляется активность липокгсегиназы )

## ✂ Мальтозная пауза и пауза осахаривания

(pH 5,2 – 5,4 – оптимум для амилолитических ферментов )

**Среды для подкисления: ортофосфорная и молочная кислоты**

---

# Плотность (°Plato)

---

□ Плато = "Единица, показывающая количество экстракта(сахара) в растворе"

° Плато выражается в : вес/ вес (% гр/гр)

Например: Раствор сусла 12 ° Плато содержит 12 грамм "экстракта" в 100 граммах сусла.

100гр сусла  $\neq$  100 мл сусла

□ Для внутренних расчётов используют так называемый "смешанный процент" : г/100 мл

12 ° Плато = 12.00 г /100 г = 12.56 г/100 мл,  
что

значит: сусло содержит 12.56 грамм  
"экстракта" в

100 мл сусла.

**Приготовление  
сусла**



# Диаграмма варки



# Диаграмма затирания

---

---

**Приготовление  
сула**

# Фильтрация затора

---

Цель:

Отделить "сахарный" раствор (Сусло) от дробины, чтобы получить "прозрачный" раствор необходимой плотности.

Важно:

Температура затора при фильтрации должна быть  $< 80^{\circ}\text{C}$ , так как  $\alpha$ -амилаза должна дорасщеплять, появляющийся вновь во время фильтрации крахмал.

# Кипячение сусла

---

Цель:

- *Извлечение горечи и аромата из хмеля*  
( $\alpha$ -кислоты, содержащиеся в хмеле переходят в изомеризованные соединения  $\alpha$ -кислот с горьким вкусом)
- *Стерилизация сусла*
- *Увеличение концентрации сусла (выпаривание воды)*
  - *Увеличение концентрации “сахаров”*
- *Стабилизация сусла*
  - *Разрушение ферментов*
  - *Образование взвеси горячего сусла.*
  - Образование белковых дубильных веществ, которые выпадают в осадок.*
- *Повышение цветности сусла*

---

**Приготовление  
сусла**

# Кипячение сусла, ДМС

---

□ 1 стадия:

- *Формирование ДМС из SMM*

**Содержание SMM в солоде  
< 7ppm**

□ 2 стадия

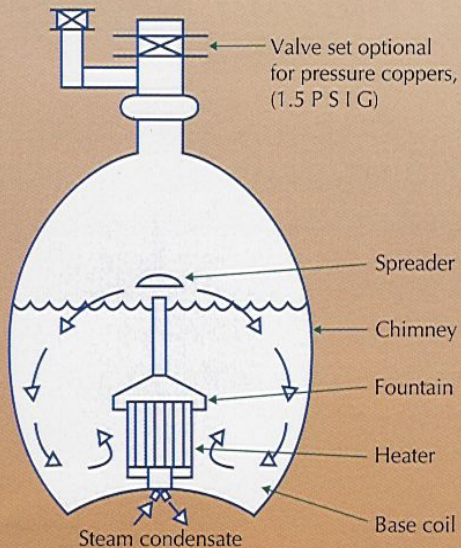
- *Испарение ДМС.*

**Содержание DMS в сусле после  
КИПА < 120 ppb**

---

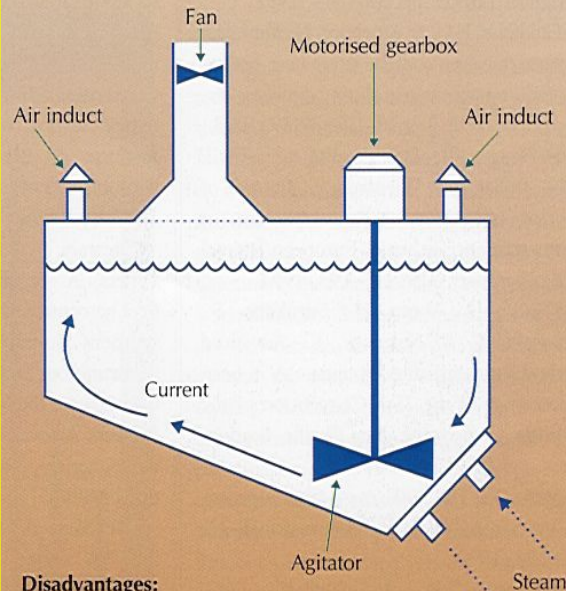
# Различные типы сусловарочных котлов

Figure 5: TRADITIONAL COPPER  
MORTON STYLE INTERNAL HEATER



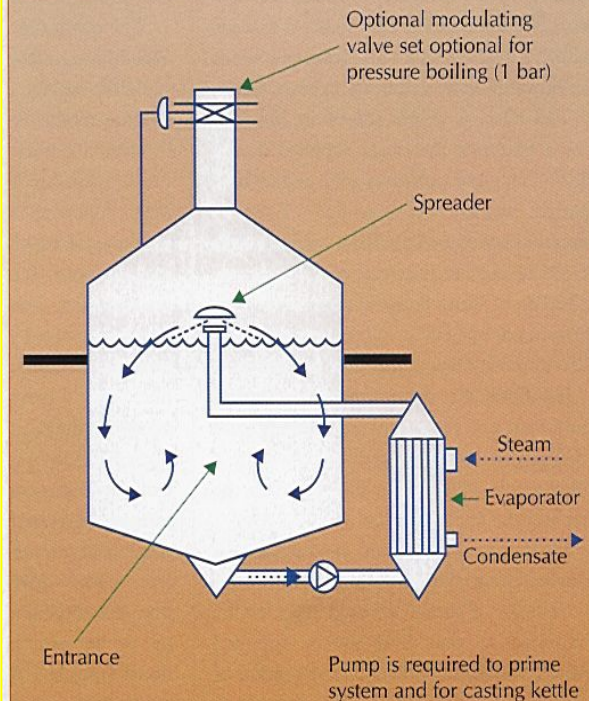
**Disadvantages:**  
difficult to clean  
low natural turbulence  
high energy – high evaporation  
limit on kettle size

Figure 6: ASYMMETRIC COPPER



**Disadvantages:**  
Oxygen used to suppress foam  
Agitator mixing  
Poor turbulence  
High energy – High evaporation

Figure 7: EXTERNAL WORT BOILER



# Используемые ферментные препараты

---

- **Гитемпаза 2ХЛ** – эндо бактериальная амилаза, толерантная к темп.
  - **Биоглюканаза В10Л** –  $\beta$ -глюканаза
  - **Промолт СН** – протеолитический ферментный препарат
  - **Термамил 120Л** – термостабильная  $\alpha$ -амилаза
  - **Амило 300** – грибная амилоглюкозидаза
  - **Церемикс Х6МГ** – комплексный препарат ( $\alpha$ -амилаза,  $\beta$ -глюканаза, протеаза – прим. для солода низкого качества)
  - **Ультрафло** – термостабильная  $\beta$ -глюканаза
-

# Добавки

---

- **Вирфлок** – каррагинановый высокомолекулярный полисахарид, молекулы заряжены отрицательно.
  - **Хлорид кальция =Ca + 2Cl :**  
корректировка жесткости,  
улучшают осаждение белков при кипячении сусла,  
ограничивают повышение цвета при кипячении сусла,  
улучшают флокуляцию дрожжей,  
стимулируют активность амилолитических и  
протеолитических ферментов, которые повышают  
выход экстракта в варочном цехе
  - **Хлорид цинка** – Zn:  
размножение дрожжей (синтез белка), является активатором  
реакции брожения
-



# Наши важнейшие физ-хим показатели

## □ По солоду

- Цветность конгр. сусла - < 3.5 EBC
- Цветность после КИПа - < 6.0
- Вязкость конгр. сусла - < 1.6 Па с
- б-глюкан - < 200 ppm
- Продолжительность фильтрации тонкого и грубого помолов - < 60/90'
- КСС - > 80%
- Экстрактивность на СВ > 80.5%
- Разница экстракт. тонкого и грубого помолов - < 2
- Продолжительность осахаривания < 10'
- Белок - < 11,5%, ч. Кольбаха 35-45
- Рыхлость > 80
- Стекловидность - < 2
- Кислотность < 1.2
- Нитрозамины - < 2,5
- Диастатическая сила > 250
- Число Хартонга 32-40



## По суслу



Видимая плотность варки 17,5 Pt



Лимит экстракт



pH сусла 5,1 - 5,2



Кислотность



Цветность сусла



Горечь



Вязкость



ДМС



Свободный аминный азот



Полифенолы



Содержание Zn 100-150 ppm



Содержание кальция

# Обработка сусла

---

□ Цель:

Подготовка сусла для брожения

- Отделение “взвесей горячего сусла”
- Охлаждение сусла
- Аэрация или кислородонасыщение сусла “стерильным воздухом” или “кислородом”

---

**Приготовление  
сусла**

# Осветление сусла - Вирпул

---

Принцип действия – эффект центрифугирования

- Тангенсальный ввод
- Время выдержки 10 или 30 мин-?
- Образование ДМС.
- Качество осветления – Имхофф тест

***Состав бруха:*** полифенолы – белки – жирные  
КИСЛОТЫ

Последствия плохого отделения бруха  
(цель не более 100 ppm):

- Эффект «оклеивания» дрожжевой клетки
  - Плохая фильтрация пива
  - Большие потери
-

# Охлаждение сусла – внесение дрожжей

---



## Скорость охлаждения

- Скорость потока (2 м/с - ?)
- ДМС
- Температура



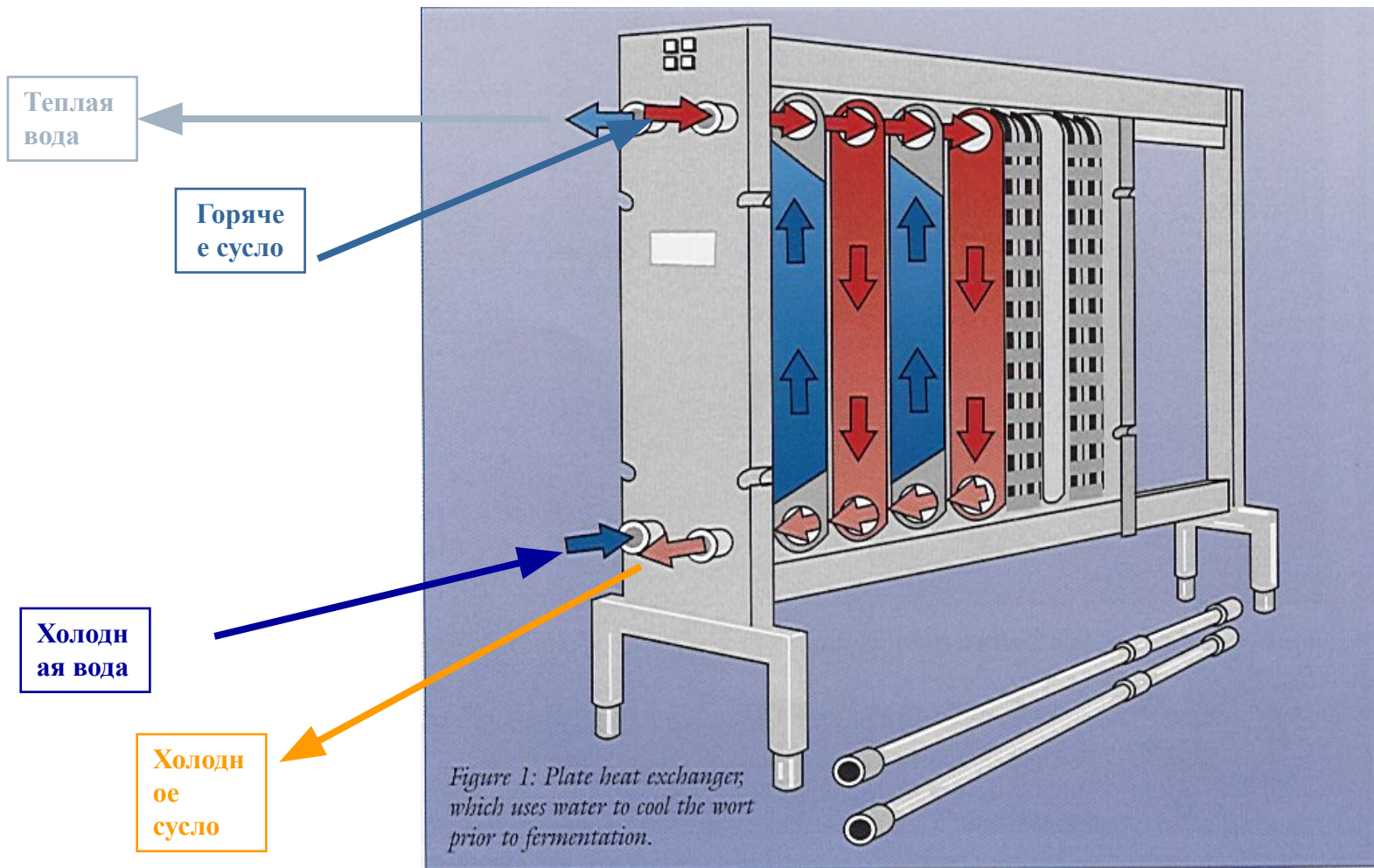
## Задача дрожжей

- Нормы внесения дрожжей (1 млн / 1мл / 1Pt)
- Консистенция дрожжей, содержание мертвых клеток.
- Что вперед: аэрация или дрожжи - ?

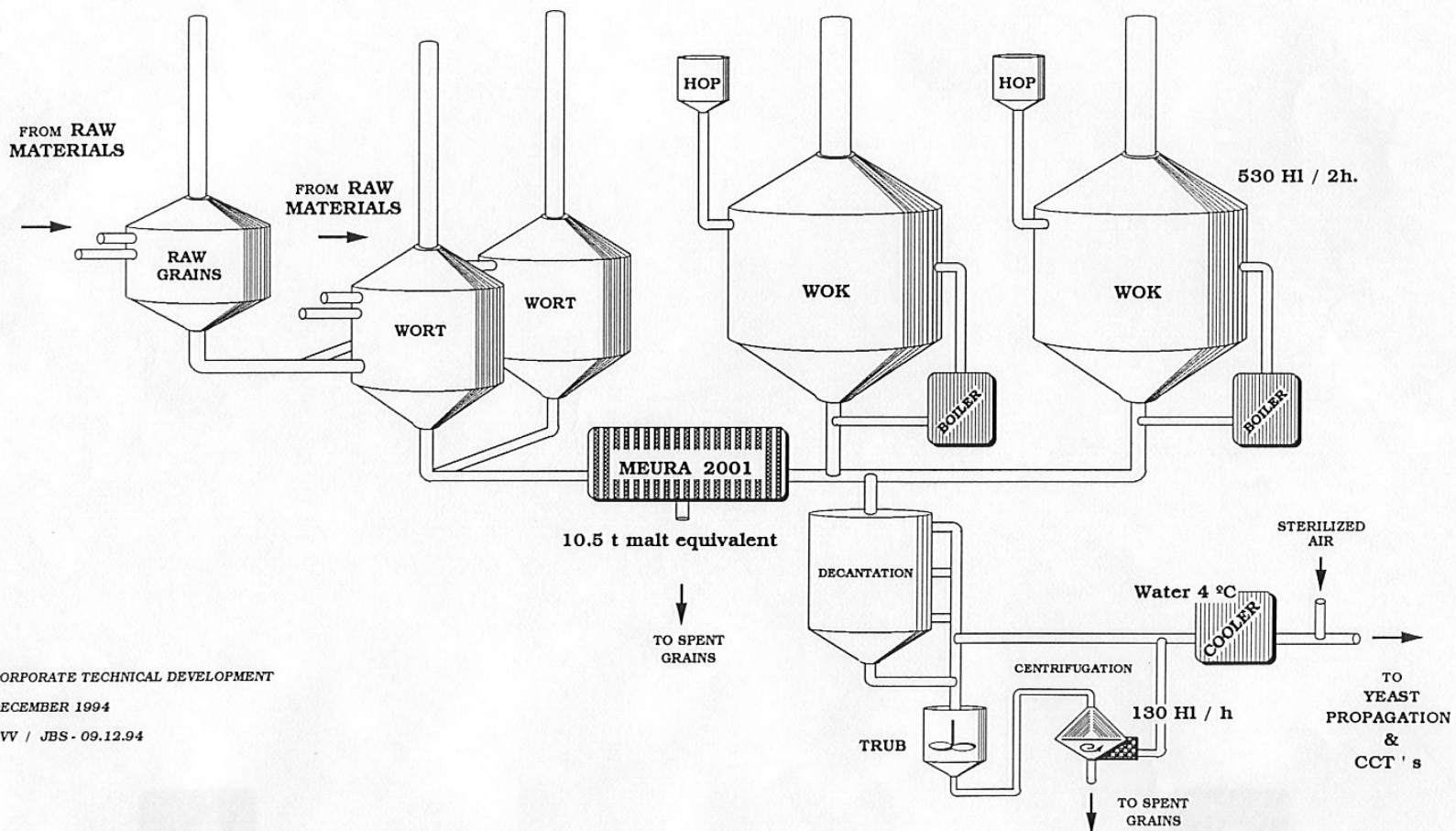
## 3 Аэрация

- Среды для аэрации : преимущества и недостатки O<sub>2</sub> в сравнении с воздухом
  - Стерильность воздуха
  - Возможные последствия «недо -» и «пере -» аэрации
-

# Охлаждение сусла – пластинчатый теплообменник



# Варочный порядок



CORPORATE TECHNICAL DEVELOPMENT

DECEMBER 1994






EVV / JBS - 09.12.94





## Приготовление сусла

# Компоненты сусла

---

- **β-глюкан** - оболочка крахмальных зерен
- Ферментативное расщепление
- Гелеобразование
- Вязкость сусла
- Фильтруемость сусла и пива

-  **Аминокислотный состав**
-  **Питание дрожжей – интенсивность брожения**
-  **14 ppm/Pt**
-  **Фильтруемость сусла и пива**
-  **Баланс низкомолекулярных и высокомолекулярных - пенообразование**

-  **Липиды**
  -  **Построение мембран дрожжевых клеток**
  -  **Окисление ненасыщенных жирных кислот**
  -  **Влияние на пену**
-

# Производство чистой культуры дрожжей

---

- На каждом заводе есть свой набор “Типов Дрожжей”. В наборе ITW свыше 300 “Типов Дрожжей”.
- Каждый штамм дрожжей обладает индивидуальными особенностями
  - Порошкообразные
  - Хлопьевидные
  - Аромат/Вкус
  - Оптимальная температура брожения

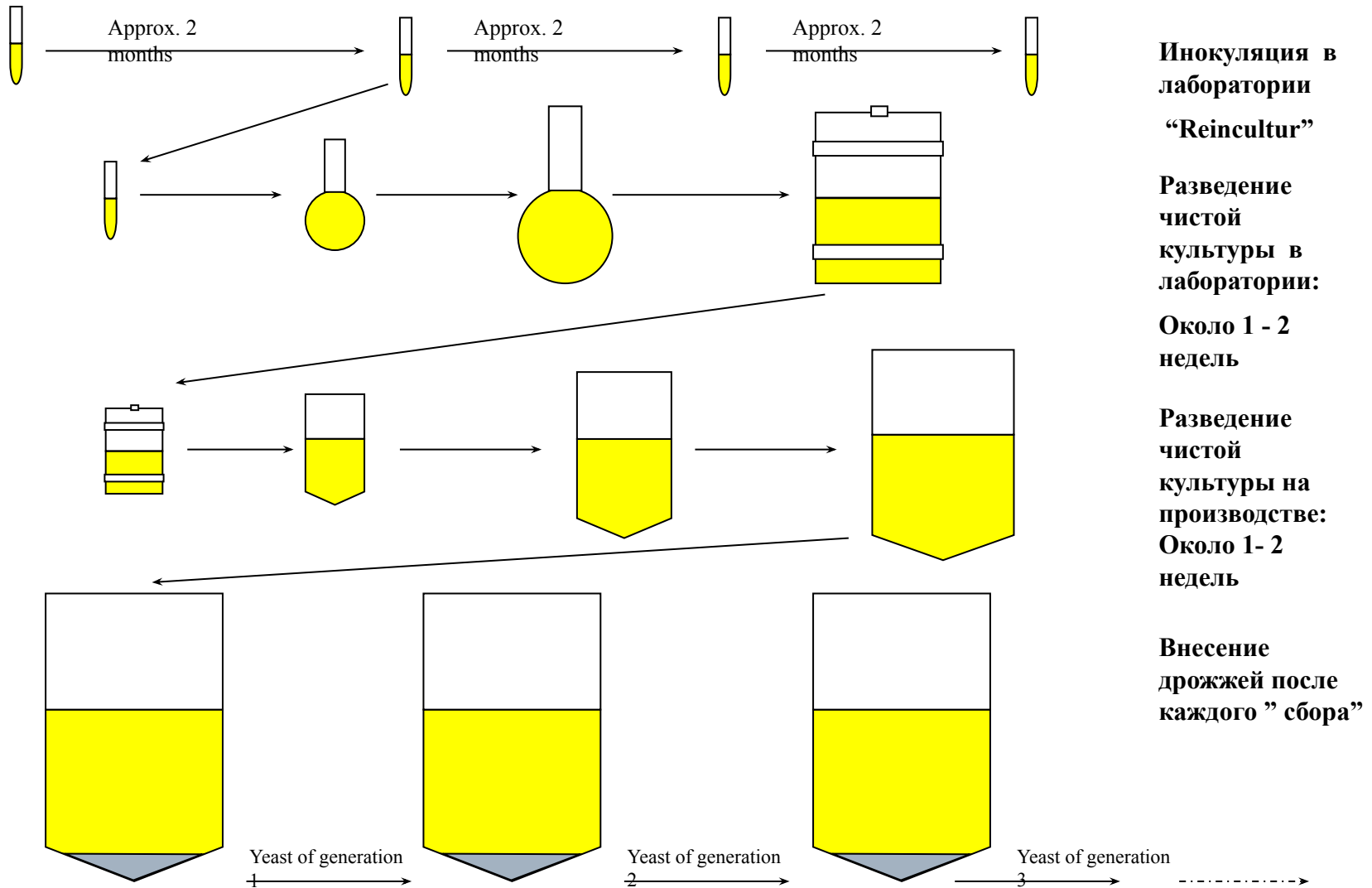


---

**Чистая культура дрожжей**



# Пропагация (Чистая культура) Дрожжей



**Чистая культура дрожжей**

# Пропагация

---

## ■ Пропагаторы (УРТ)

Изолированные танки с охлаждающими рубашками

- Происходит постоянный рост дрожжей при увеличении объемов сусла (дрожжи всегда в «лог» фазе)

- Снабжены оборудованием для аэрации

Важно! Обеспечение максимальной чистоты (ЧКД – сердце пивоварни)

## ■ Строгий контроль

- Плотности
- pH
- Микробиологии
- КДК
- Мертвые клетки



# Брожение

---

Цель-превратить сахара сусла в спирт и



## Этапы брожения:

*Главное брожение*

*Дображивание*

*Холодная стабилизация*

# Биохимические преобразования при брожении

---

□ Главное брожение: 2 этапа

■ **Этап 1 : Стадия воспроизводства**

**Кислород □ Рост, размножение дрожжевых клеток**

(мультипликация дрожжевых клеток в 2.5-4 раза)

Сбраживаемый экстракт + O<sub>2</sub> →  
CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + Тепло (674 ккал)

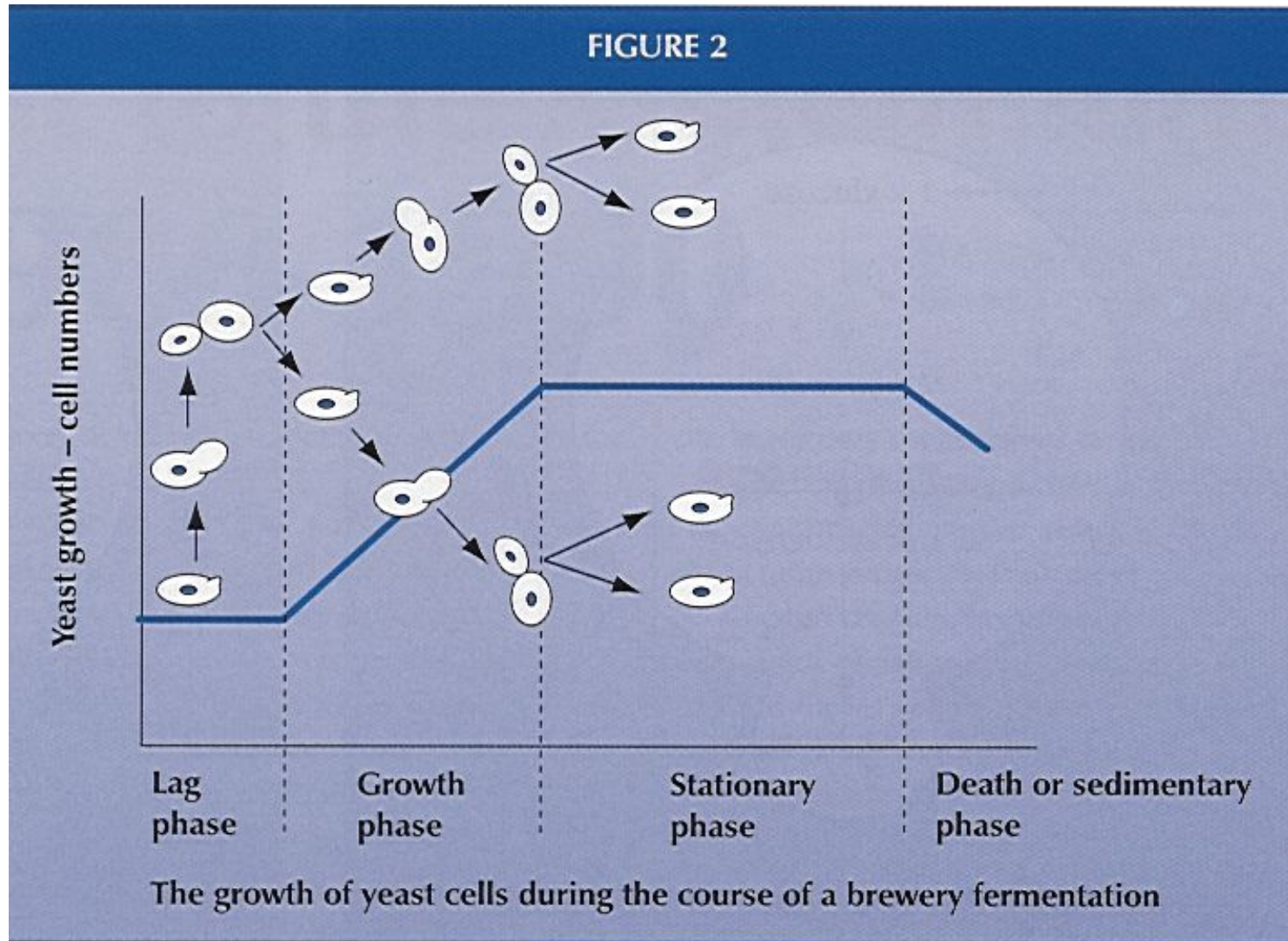
# Биохимические преобразования при брожении

## □ Этап 2 : Образование алкоголя

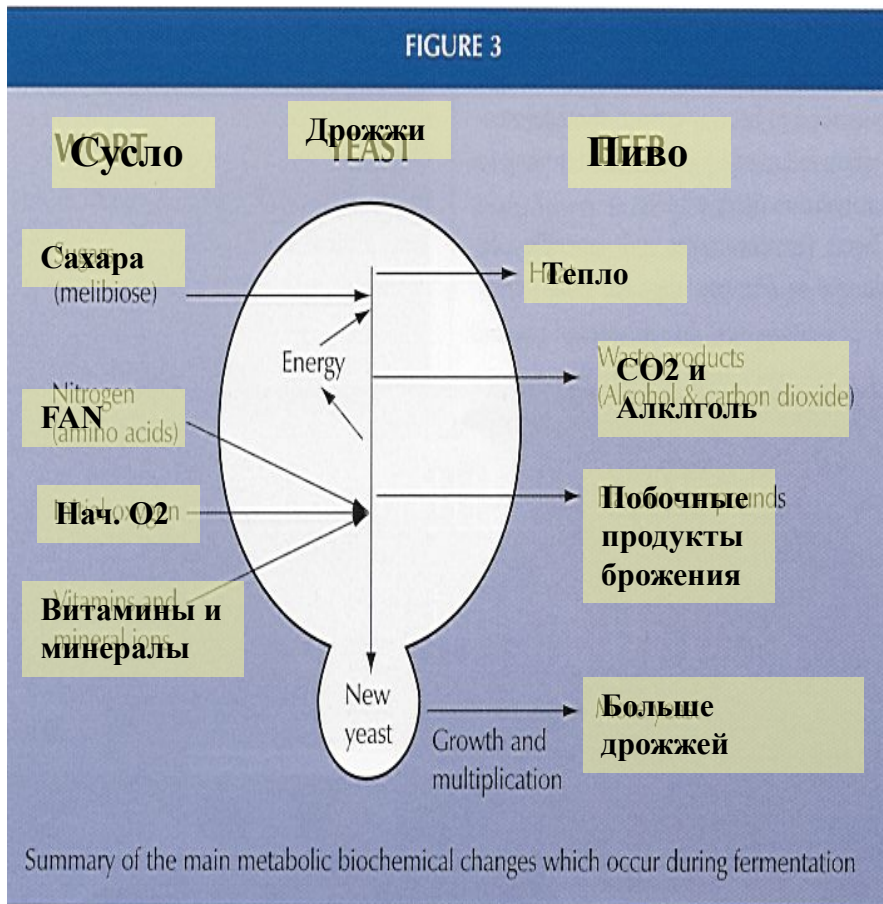
Без кислорода (анаэробно)

Сбраживаемый экстракт →  
 $C_2H_5OH$  (Спирт) +  $CO_2$  + Тепло (22 ккал)

# Диаграмма роста дрожжей при брожении



# Трансформации во время брожения



## Биохимические преобразования при брожении

- **Образование алкоголя** → Экстракт (Плотность) уменьшается
- **Образование  $CO_2$**  : рН понижается: окисление (рН 5.6 → 4.3)
- **Образование вкуса и аромата** (Много органических составляющих)
- **Эфиры (Фруктовые)** - "Высшие спирты" - Диацетил- Сернистые соединения,...
- Образование "шапки пены" (завитки) во время брожения
- **Верховое брожение**: дрожжи поднимаются
- **Низовое брожение**: Дрожжи оседают на дно



# Наиболее важные параметры во время главного брожения, влияющие на качество конечного продукта

---

- Состав сусла
    - Сбраживаемый экстракт (глюкоза, мальтоза, мальтотриоза)
    - Аминокислотный состав (цель 14 ppm FAN/ Pt)
    - Качество воды (жесткость)
    - Влияние Zn, Ca, Fe.
    - Ненасыщенные жирные кислоты (синтез клеточных мембран)
  - Норма задачи дрожжей, оптимальная аэрация
    - Профиль температуры
      - Увеличение температуры: редукция TD, эфи́ро-образование, вынос сернистых соединений, увел. образования высших спиртов, ацетальдегид.
      - Скорость брожения
  - Профиль давления
    - Увеличение давления на стадии снижения видимого экстракта до пригл. 5Pt: увеличение ДМС, уменьшение содержания эфиров, возрастание конц. альдегидов.
-

## Наиболее важные параметры во время главного брожения, влияющие на качество конечного продукта

---

- Сброс бруса
- Снятие дрожжей
  - Момент снятия – достижения вид. Экстракта
  - Отслеживать скорость падения экстракта (если брожение замедлилось ( $< 0,2Pt$  в сут), а видимый экстракт большой, то информировать менеджера.
  - Перестой дрожжей - АВТОЛИЗ!!!

Пауза ожидания диацетила

---

# Дображивание и Холодная стабилизация

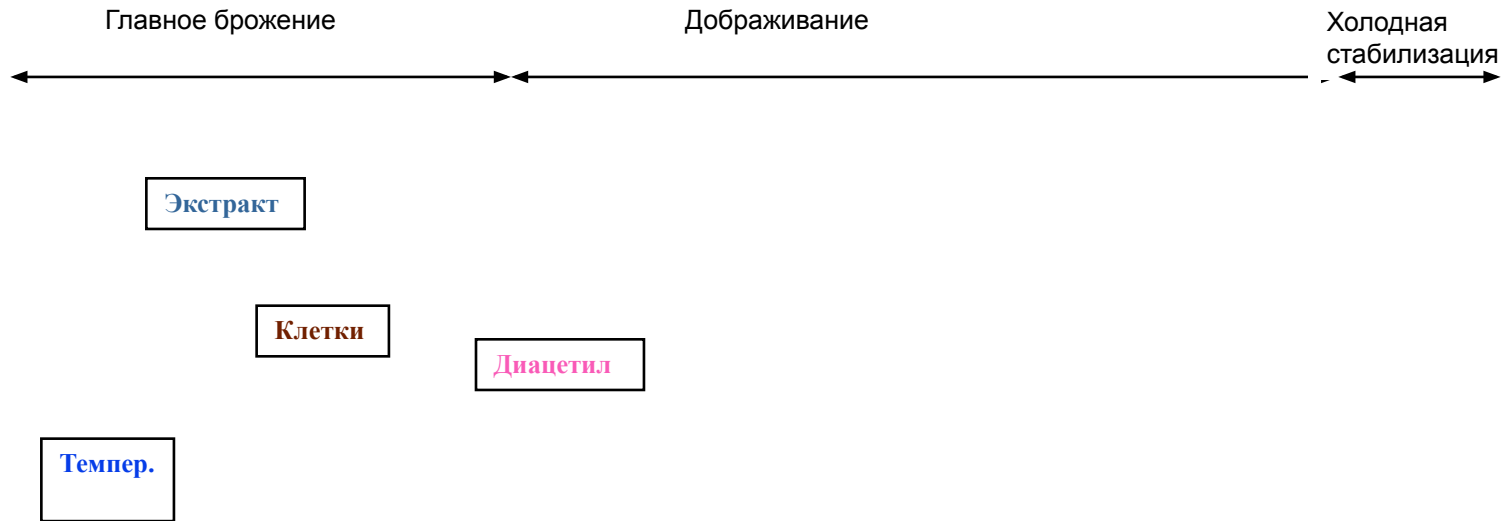
- Сбраживание “оставшегося” экстракта
- “Ослабление” посторонних ароматов
  - Диацетил (Масло)
  - Серный (Протухшие яйца)
- Охлаждение пива до  $-1^{\circ}\text{C}$
- Стабилизация пива
  - Образование холодного бруха (Муть)
  - Комплекс белков/танинов
  - Иногда – технологич.добавки
- Осветление пива
  - Осаждение дрожжей
  - Осаждение холодного бруха

## Дображивание и Холодная стабилизация

- Важные факторы для контроля во время дображивания/ стабилизации
  - *Довести до минимума захват кислорода → Окисление:  
Бумажный, картонный привкус*
  - *Температура для стабилизации:  
-1°C*
  - *Контроль диацетила*

# Типичная диаграмма брожения (низовое брожение)

---



# Определение

---

## ■ Начальная плотность или экстракт:

Густота (плотность) сусла или весь экстракт, изначально заложенный на брожение.

- Например: OG = 12 ° Плато(г/100г) или плотность 20/20 °C = 1.04837

## ■ Настоящая плотность или видимый экстракт:

Плотность пива после брожения/дображивания. На это оказывает влияние реальное содержание экстракта и алкоголя.

- Например: PG = 2.14° Плато (г/100г) или плотность 20/20 °C = 1.00835

## ■ Действительная плотность/экстракт:

Плотность пива после брожения/ дображивания или готовое пиво, когда спирт заменяется водой.

- Например: RG = 4.0 ° Плато(г/100г) или плотность 20/20 °C = 1.01570

## ■ Содержание спирта:

Это концентрация спирта в пиве.

- Выражается или в Вес %(г/100г) или Объем (мл/100мл = % ABV)
- Например: 4.12 % (г/100г) =  $4.12 \times 1.00835 / 0.789 = 5.27$  % ABV

# Другой взгляд на Брожение

---

При полном брожении задействованы

80.000.000(!) дрожжевых клеток /мл.

Это значит для одного чана объемом 3.900гл :  
около: **31.200.000.000.000.000 клеток**

- Общая длина – если поставить клетки одну на другую:  
около 312.000.000 км
- Общая площадь поверхности клеток:  
около 5 км<sup>2</sup>
- Генерация тепла эквивалентна:  
около 1.000 литрам топлива
- Общее количество сахара для сбраживания:  
около 40.000 кг

- Оборудование
  - Бродильные чаны



Открытый Бродильный Чан



ЦКТ



# Фильтрация

---

## □ Что?

- Удаление всех дрожжевых клеток
- Корректировка цветности, углекислоты, горькости, пены и плотности готового пива
- Стабилизация пива, чтобы оно не становилось мутным через некоторое время за пределами завода

## □ Цель?

- Приготовить стабильное и чистое (без мути) пиво из пива по окончании дображивания/стабилизации

---

**Фильтрация**

**пива**

# Фильтрация

---

## Оборудование



### ■ Охладитель

- При необходимости охладить пиво до  $-1^{\circ}\text{C}$  перед фильтрацией
- Холодный брux (осадок)

### ■ Сепаратор (Центрифуга)

- Нехлопьевидные дрожжи не оседают во время дображивания и создают трудности для фильтрования. В таком случае, необходим сепаратор.

---

**Фильтрация**

**пива**

# Фильтрация

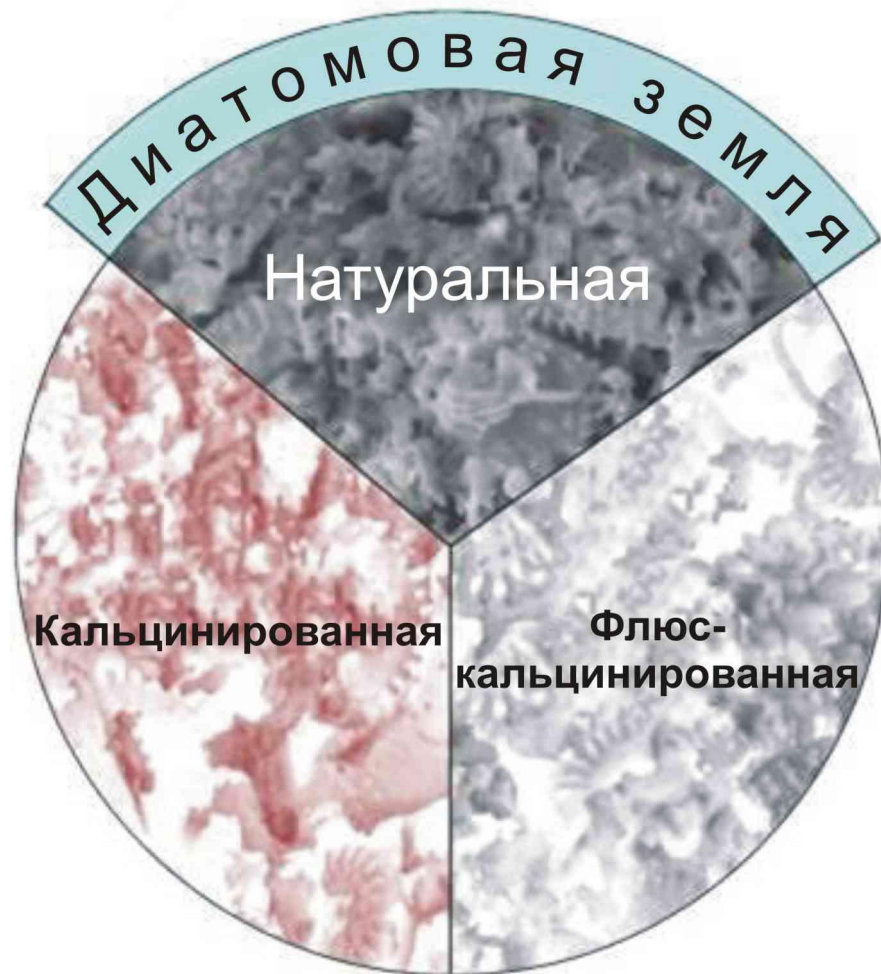
---

- Кизельгуровый фильтр (Диатомитовый)
  - Kieselguhr = Диатомитовая земля = Диоксид кремния ( $\text{SiO}_2$ )
  - DE постоянно добавляется к неотфильтрованному пиву и образует идеальный фильтрующий слой в фильтре (состоящий из разных намывных слоев с распределением разного размера частичками, с последующим постоянным дозированием с потоком пива через фильтр)

---

Фильтрация

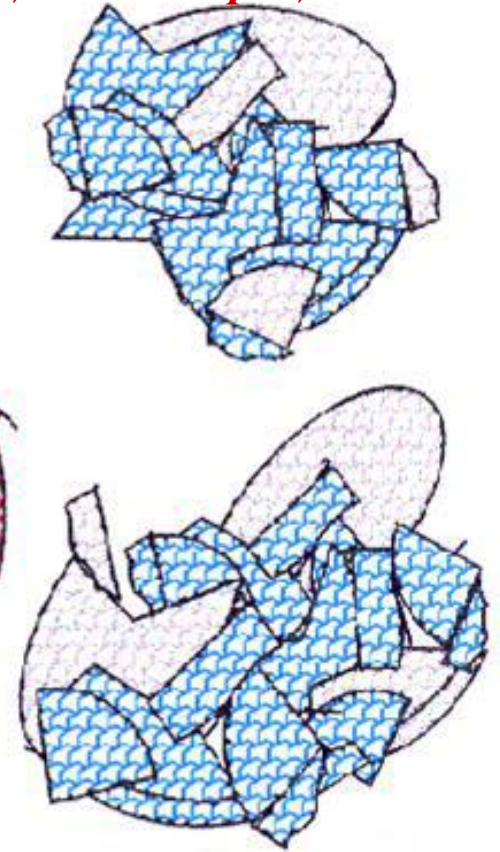
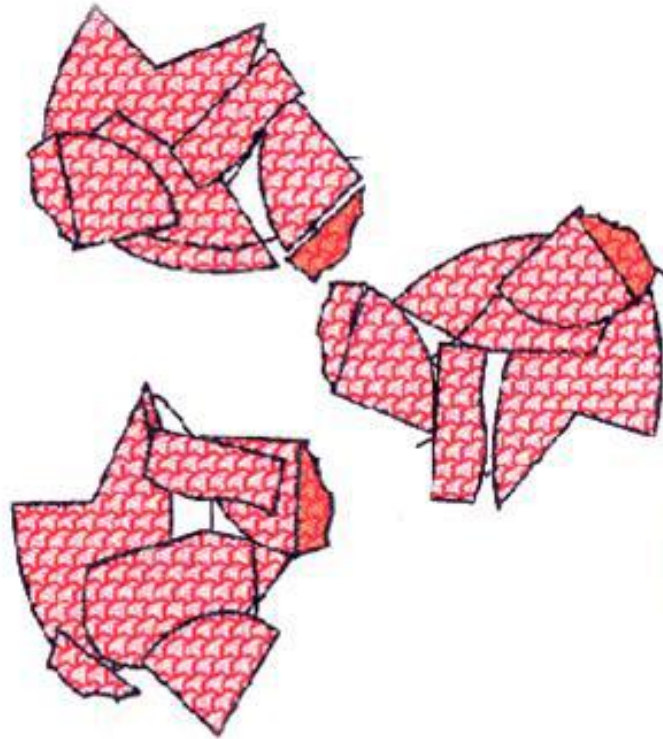
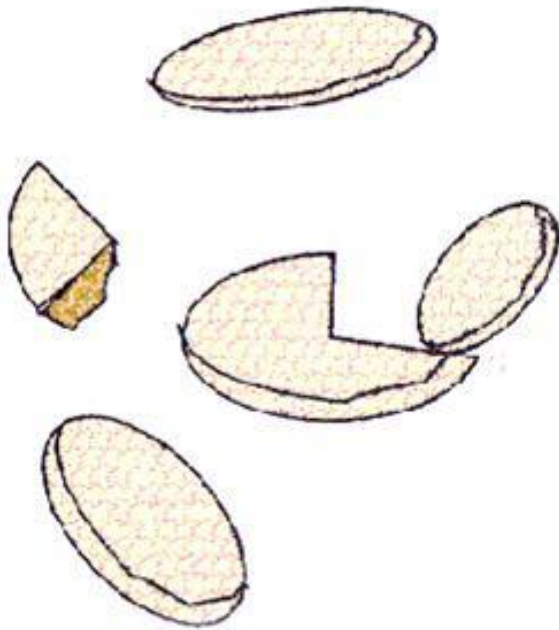
пива



# Три типа

## ДИАТОМОВ

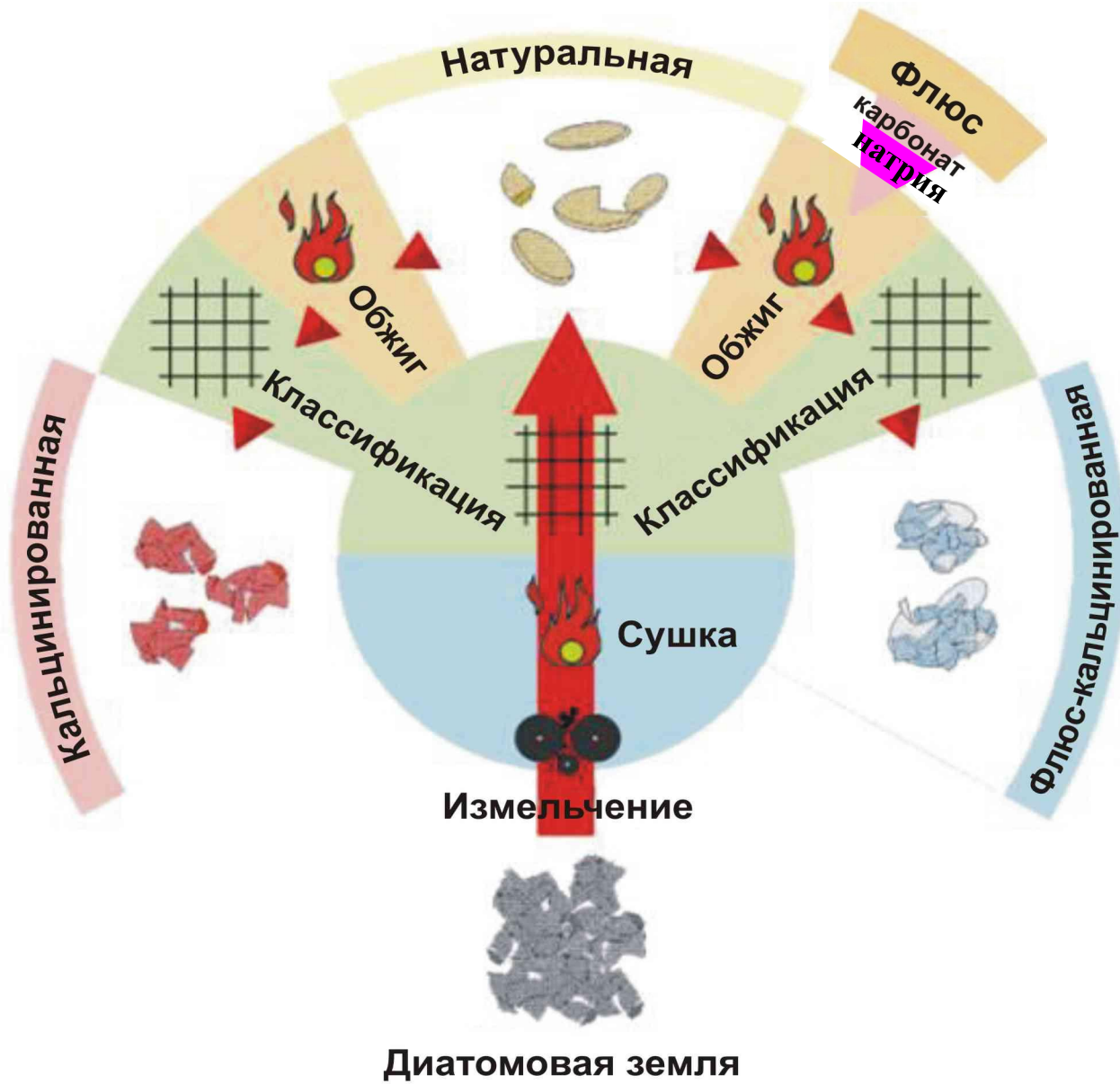
*В большинстве случаев натуральные диатомы слишком мелкие для использования их в промышленности. Размер частиц увеличивается с помощью агломерации: частицы размягчаются под действием температуры, и затем «склеиваются».*



**натуральные**  
*мелкие*

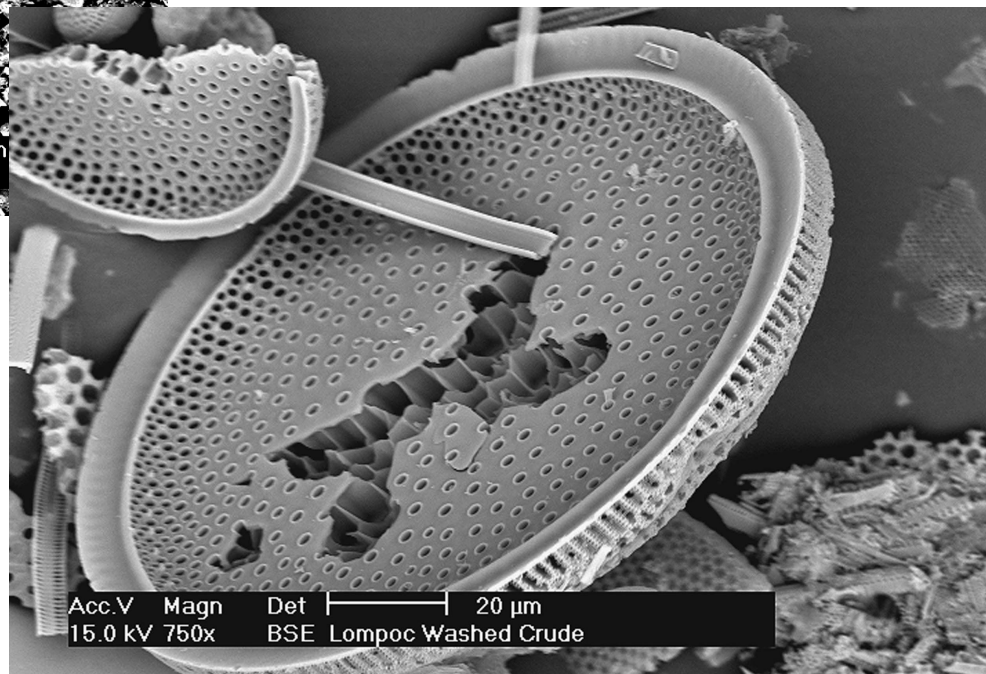
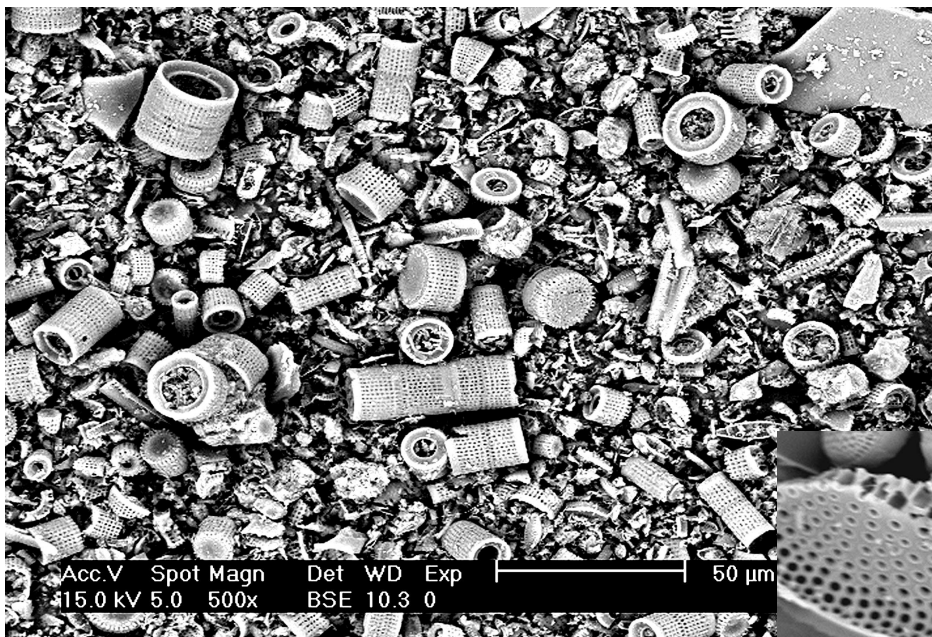
**кальцинированные**  
*средние*

**флюс-  
кальцинированные**  
*крупные*

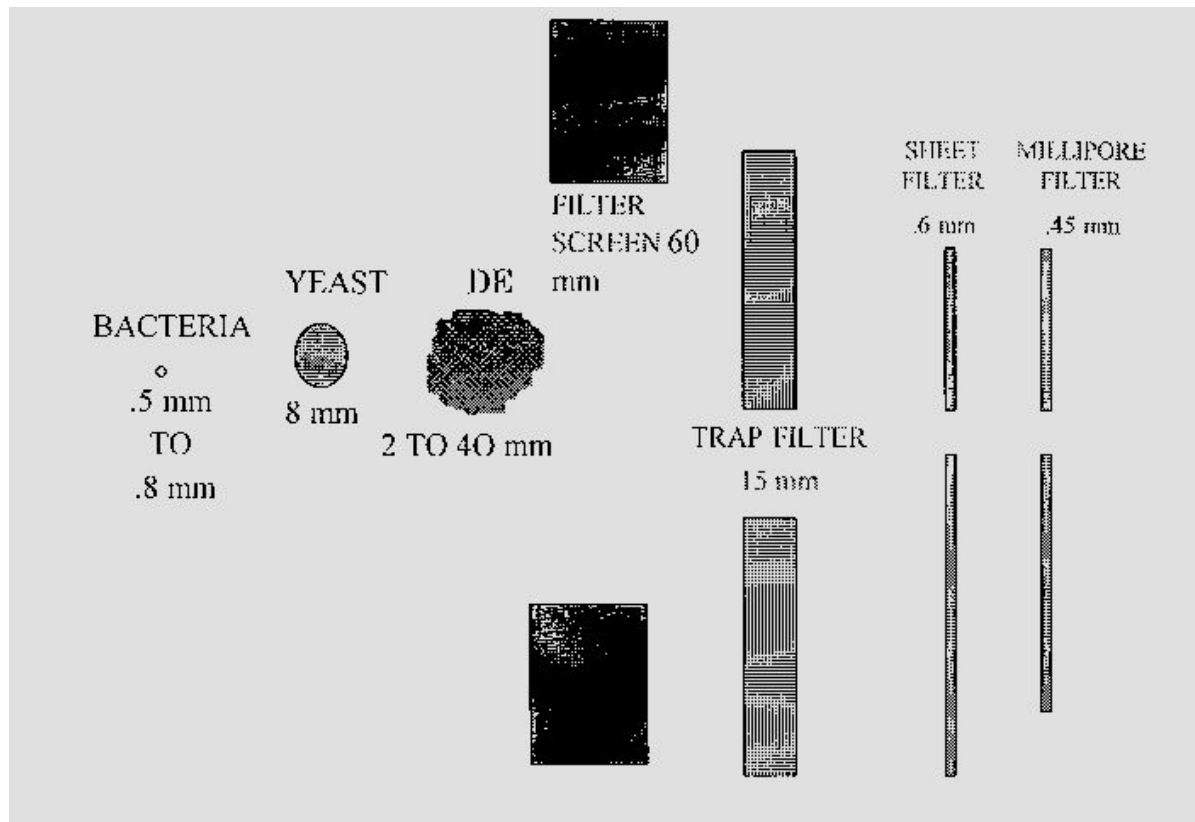
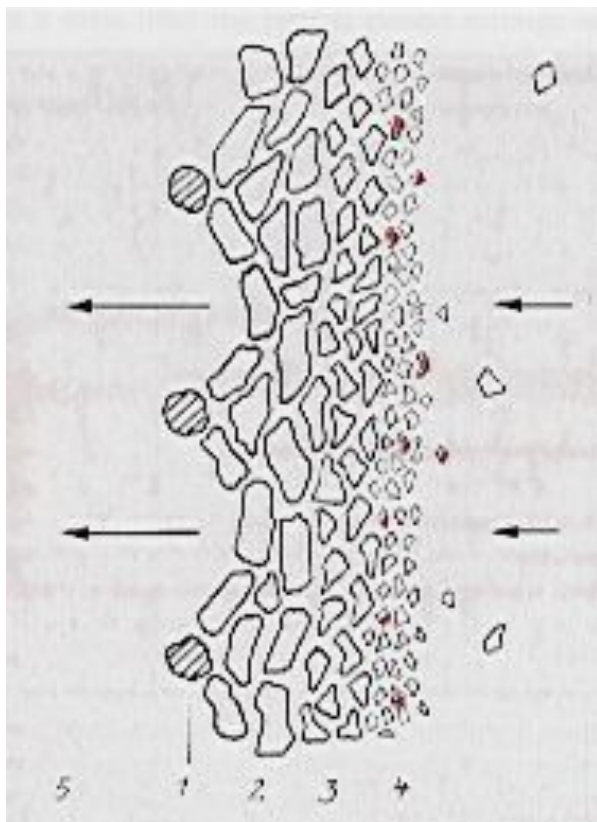




# Строение диатомитов

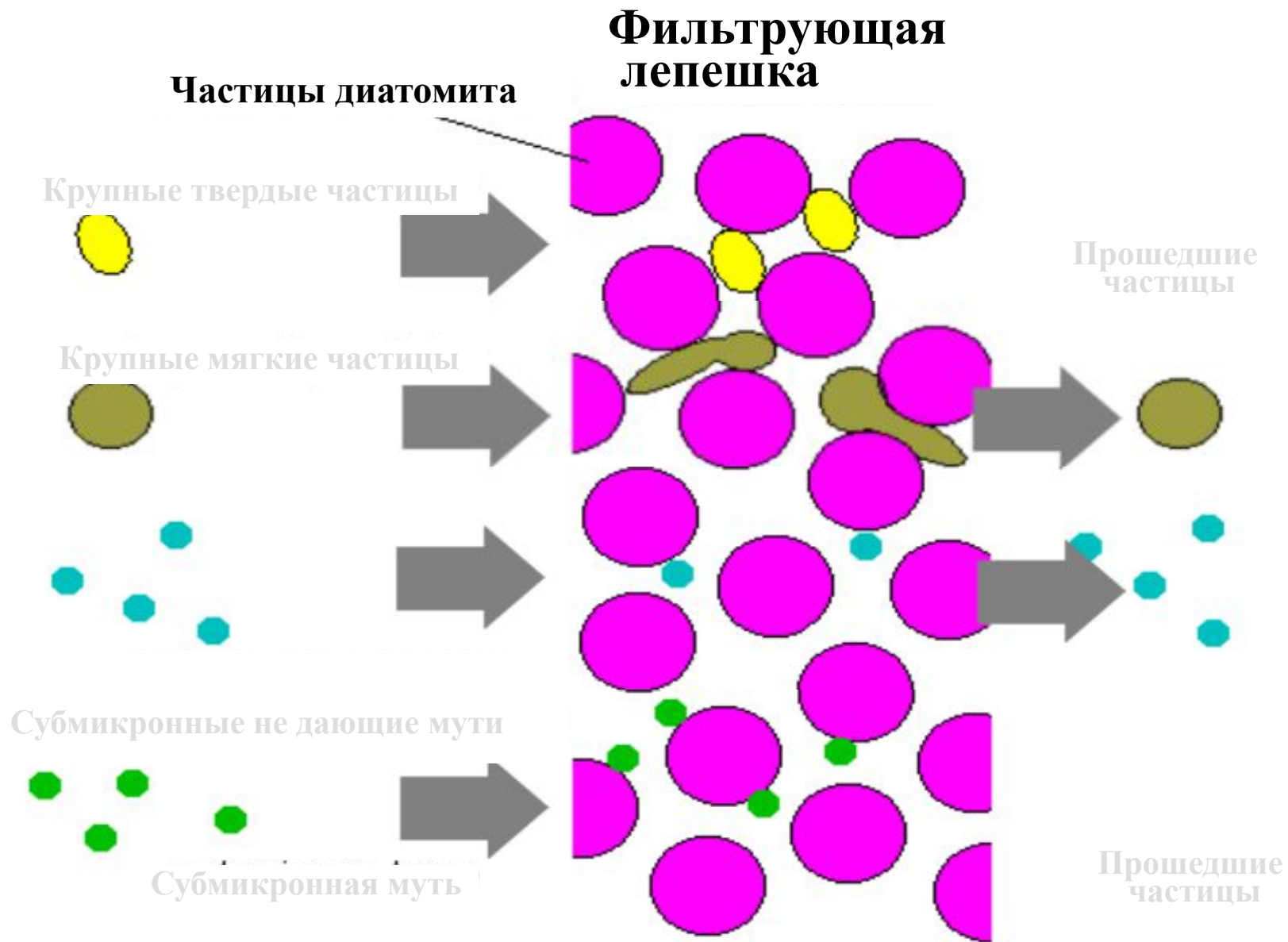






# Фильтрация

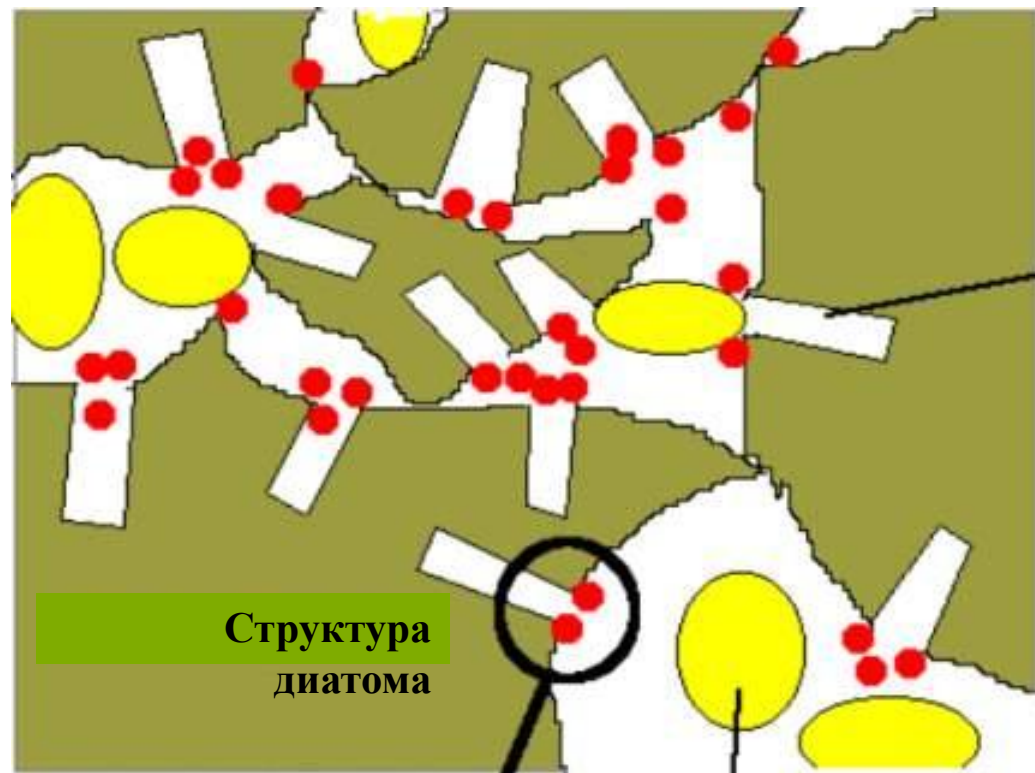
ПИВА



***Фильтрация фильтрующими порошками  
это не просто механический процесс***

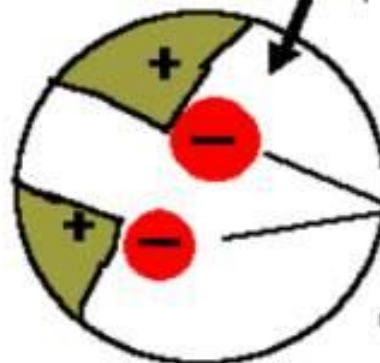
# Механизм улавливания частиц

*Диатомовая земля улавливает частицы, используя два механизма одновременно*



Структура диатома

Поры



*Крупные частицы (>2 $\mu$ m) задерживаются механически*

*Мелкие частицы за счет возникающего статического напряжения*

# 1. Экран

...сам по себе экран не способен фильтровать

**Экран в  
разрезе**

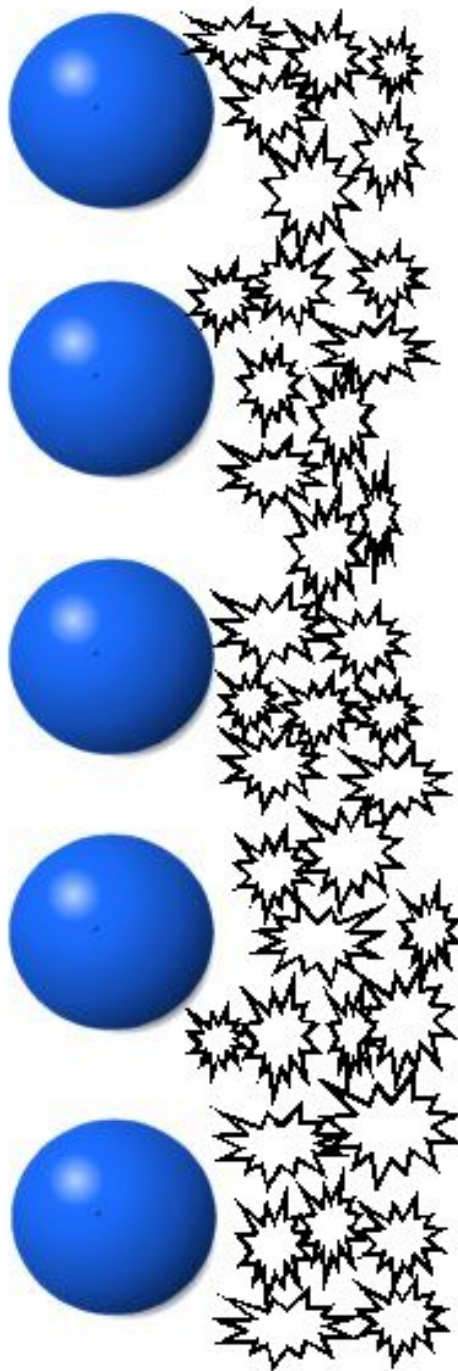
Если ячейки экрана слишком крупные, то частицы будут проскакивать сквозь него.

Если ячейки слишком мелкие, то твердые частицы фильтруемой жидкости образуют слой на поверхности экрана и заблокируют его. В этом случае жидкость не способна проходить через фильтр.

обычно /  
50 to 150  $\mu\text{m}$   
Номинальная  
апертура \

**....характерно для фильтрации с намывом**





## 2. Первый намыв

*Грубая фракция диатомита или Перлит (1 - 10 дарсу, в зависимости от апертуры экрана)*

FIRST  
PRECOAT

*...обычно не участвует в Фильтрации а служит лишь Опорой для второго намыва и текущей дозации*

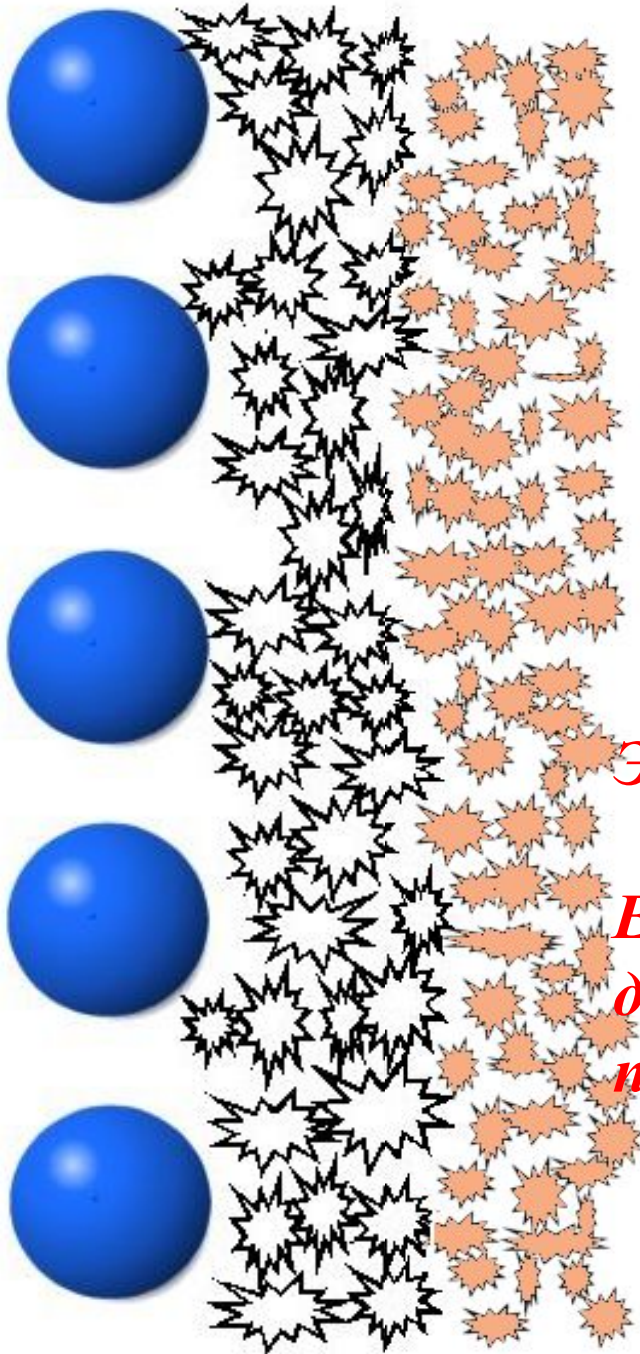
## 2. Второй намыв

*Более тонкие марки  
кизельгура*

**SECOND  
PRECOAT**

*Эта стадия может быть пропущена:*

*Если суспендированные частицы  
достаточно крупные и могут быть удалены  
первым намывом.*

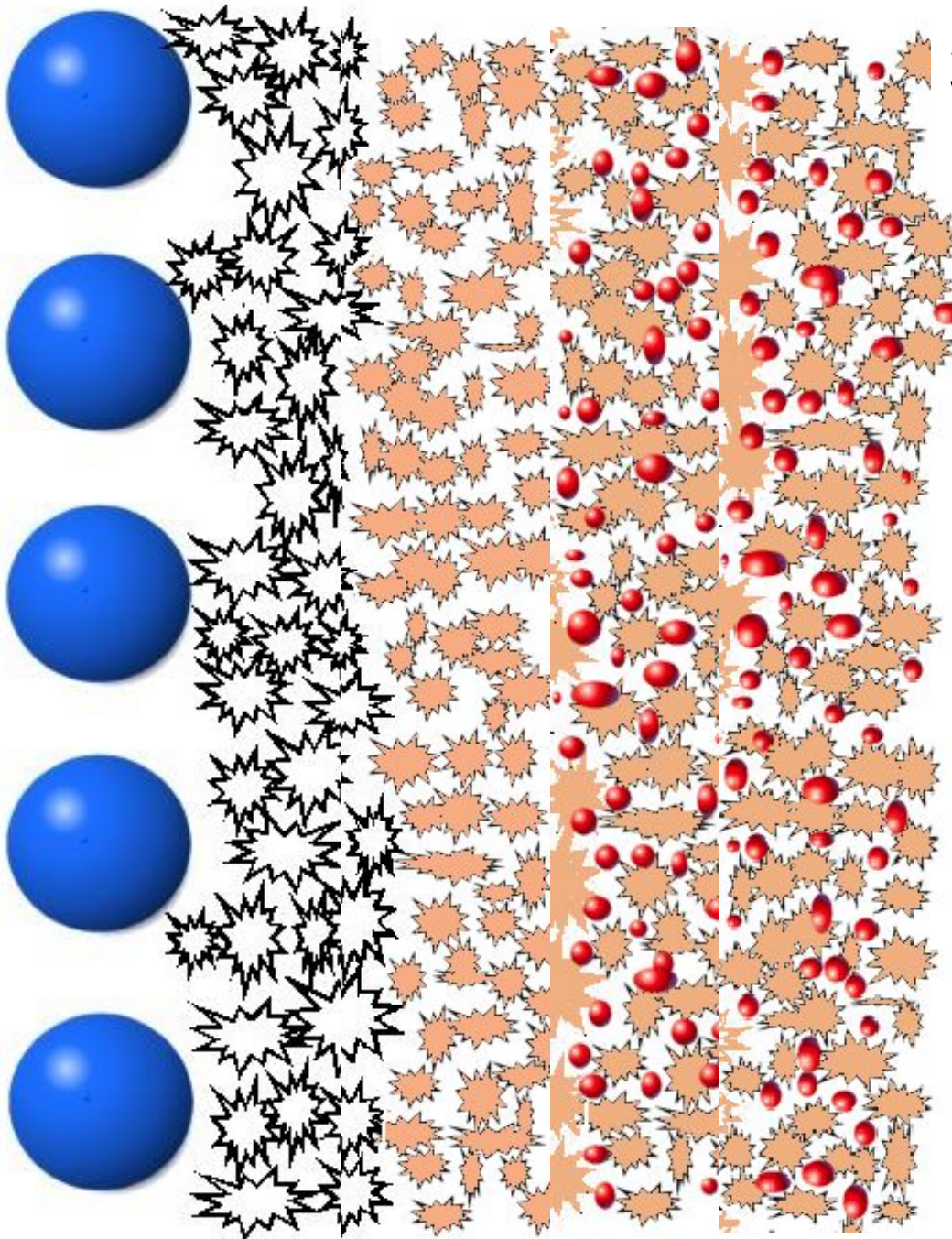


### 3. Текущая дозация

*Текущая дозация обычно включает те же фракции, что и второй намыв.*

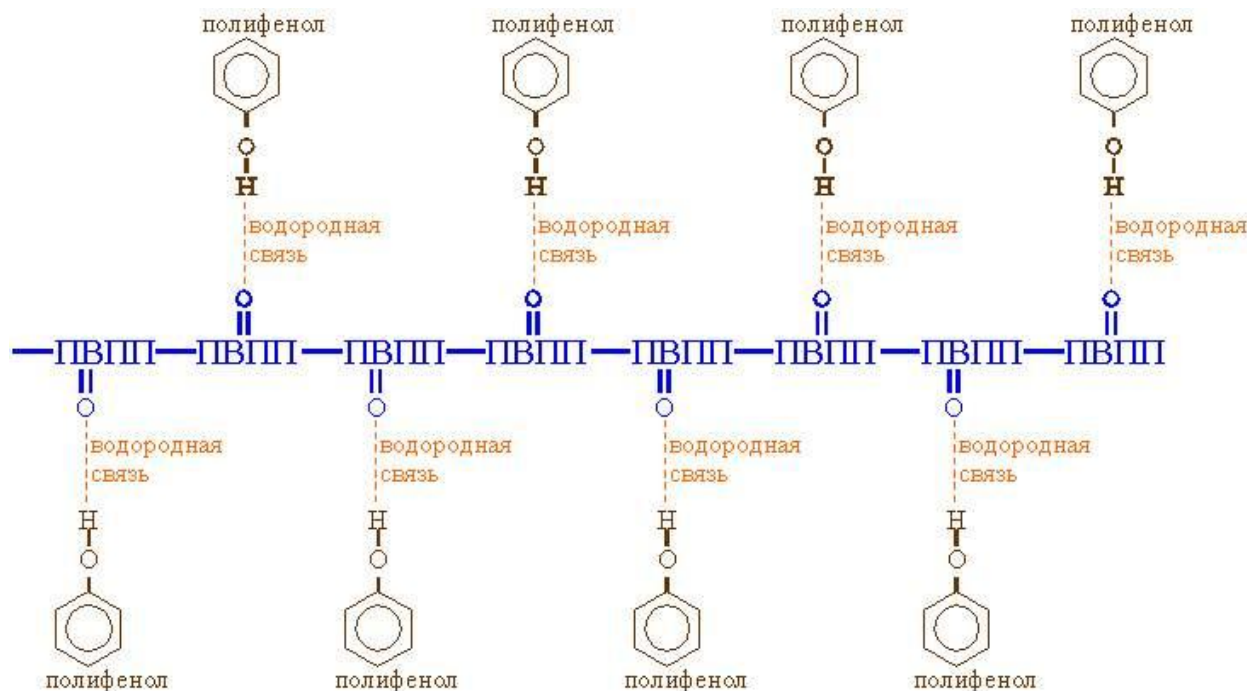
*Суспендированные частицы (обозначены красным цветом) задерживаются в слое текущей дозации который формируется в процессе фильтрации. При этом слой остается проницаемым для прохождения жидкости.*

*Когда давление на входе в Фильтр достигло максимума Или фильтр заполнен фильтрующим порошком – Процесс фильтрации – закончен.*



# Фильтрация

- Установка ПВПП (дороже; лучше по физической стабильности;)
  - Танк PVPP для добавления и фильтр ПВПП
  - PVPP = Поли Винил Поли Пиролитон
  - PVPP = Нейтральный адсорбент танинов (полифенолов).
  - Танины понижаются, чтобы избежать образование соединений с белками в пиве (образование мути)
  - ПВПП добавляется после кизельгура



Фильтрация

ПИВА



# Кислород

---

- Наша цель – минимизировать подхват кислорода
  - *Противодавление в танках и во всех сосудах, которые пиво проходит после перекачки с главного брожения*
  - *Любая протечка – попадание кислорода*
  - *Д/а вода (не более 0,05 ppm O<sub>2</sub>)*



## **Последствия подхвата кислорода**

- ✂ *Возможный второй пик диацетила*
- ✂ *Окисление ненасыщенных жирных кислот – образование карбониллов старения*
- ✂ *Риск микробиологии, снижение стойкости*




**В форфасе содержание O<sub>2</sub> не должно превышать 0,2 ppm**

---

# Потери

---

- Объемные потери – каждая капля – это наши деньги
  - Потери по экстракту
    -  *Где мы теряем пиво - ?*
      - *Отделение бруса*
      - *Проталкивание пива с одного участка на другой*
      - *Снятие дрожжей*
      - *Переключения танков при фильтрации*
      - *Фильтрация пива в верхнем интервале по начальной плотности (11,0 – 11,2)*
-

# Розлив пива



# Цель:

- **Предоставить потребителю выбор**
  - **Позиционировать продукт на рынке**
  - **Облегчать перемещение и транспортировку**
  - **Защищать качество пива**
- 
- **“Разлить продукт нужного качества в правильную емкость в соответствии с нашими спецификациями, при минимальной стоимости и в нужное время”.**

# Качество продукта

---

!!!!!!В процессе розлива можно значительно ухудшить качество

- **А. Возможные дефекты:**
  - недолив
  - потеря CO<sub>2</sub>
  - разбавление
  - заражение
  - захват кислорода, в результате:
    - Ухудшение вкуса в связи с окислением
    - Потеря стабильности пива
    - Потемневший цвет пива
- **В. Готовый продукт :**
  - Стекло в бутылке ( опасность для здоровья!)
  - Поврежденные или неправильно наклеенные этикетки, блоки и т.п.
  - Изношенные (поцарапанные) бутылки или помятые кеги или банки
  - Изношенные кроненпробки
  - Сломанные или грязные ящики
- **Необходима интенсивная программа контроля качества.**