

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, Cl₂, ClO₂ стерильная фильтрация, озон

ПОДГОТОВКА ВОДЫ ДЛЯ ПИВОВАРЕНИЯ

- Угольный фильтр
Цель: убрать Cl₂, 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

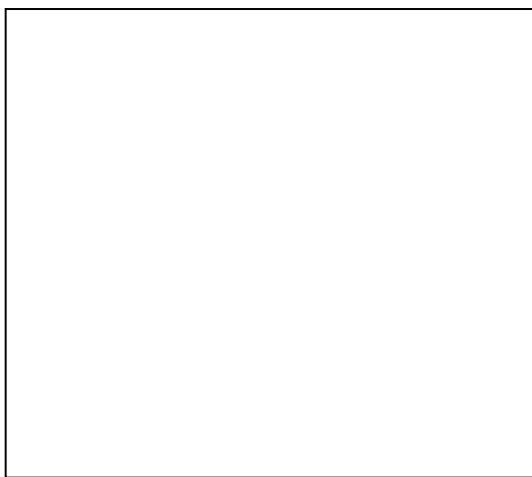
Ячмень

- Ячмень-основное сырьё для производства пива

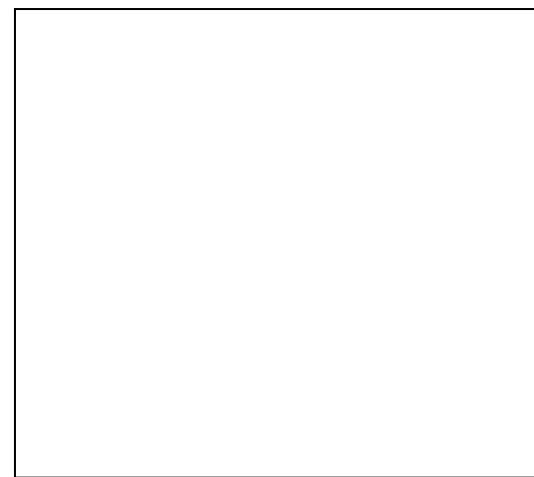
- В ячмене содержится:
 - необходимый для приготовления пива крахмал, который позднее в варочном цехе, превращается в сбраживаемый экстракт
 - оболочки зерна, которые формируют фильтрующий слой

Ячмень бывает озимый и яровой

двухрядный

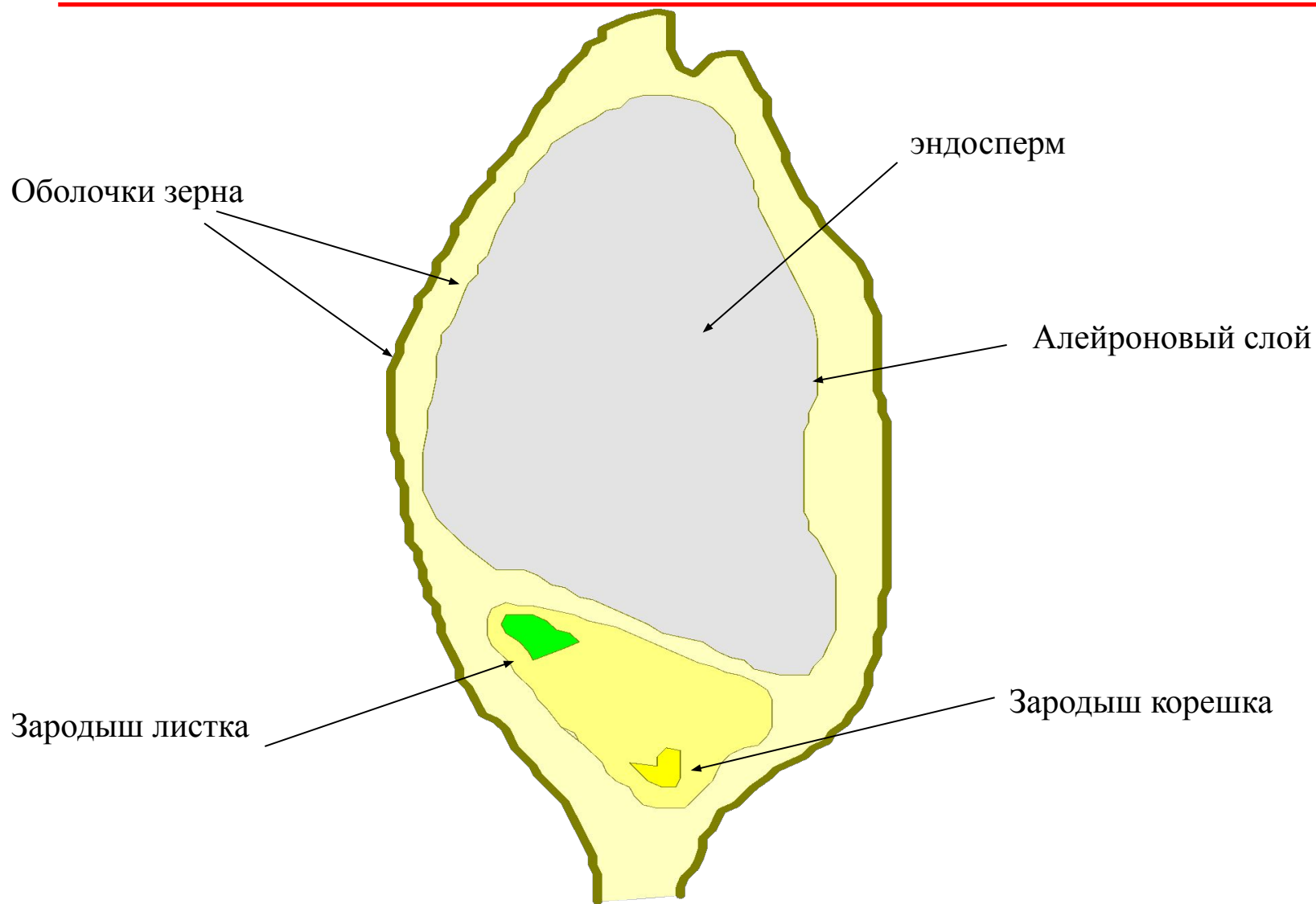


шестирядный



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
- влиют 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 CO₂)
- 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

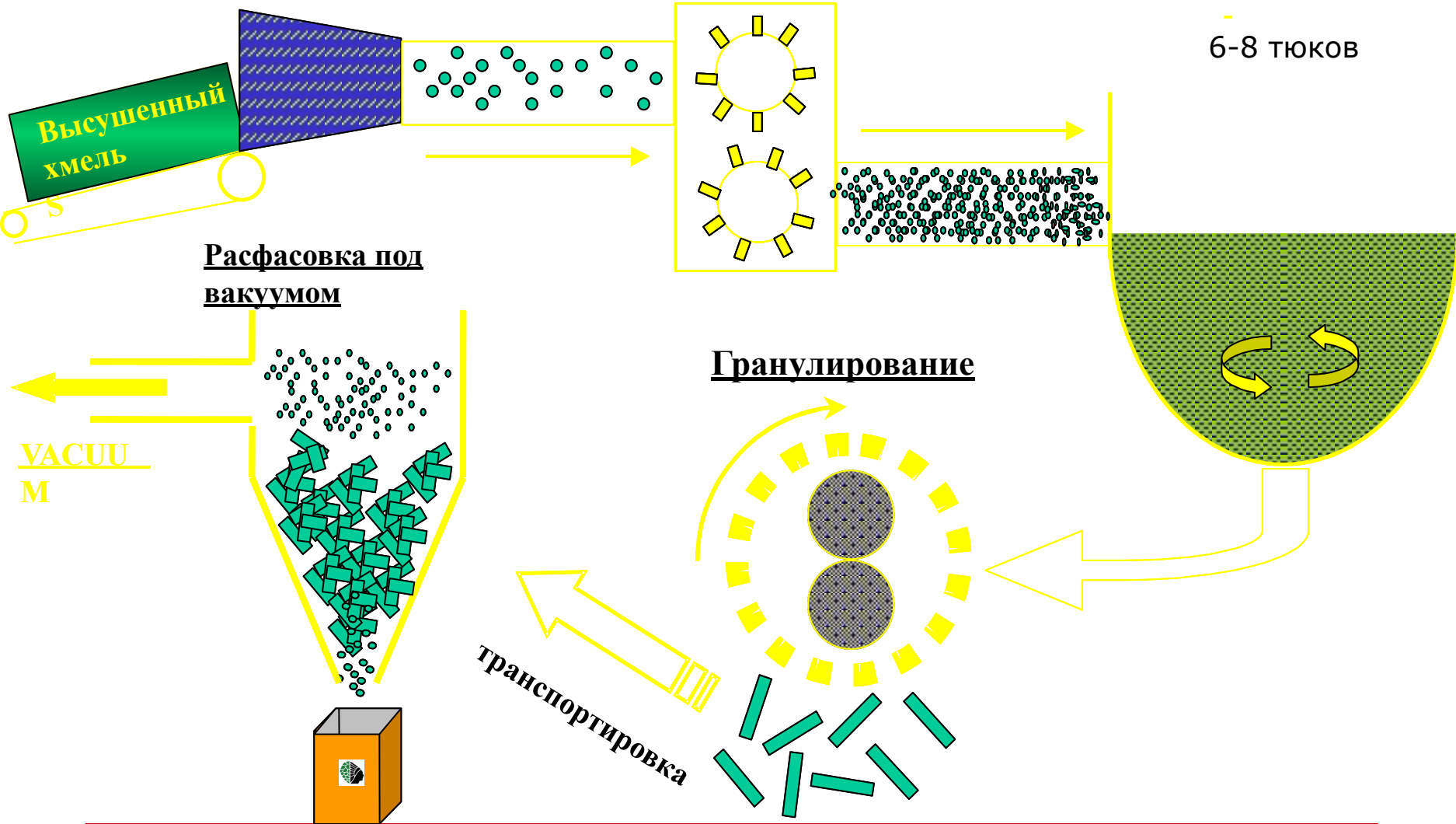
Высушенный
хмель

Расфасовка под
вакуумом

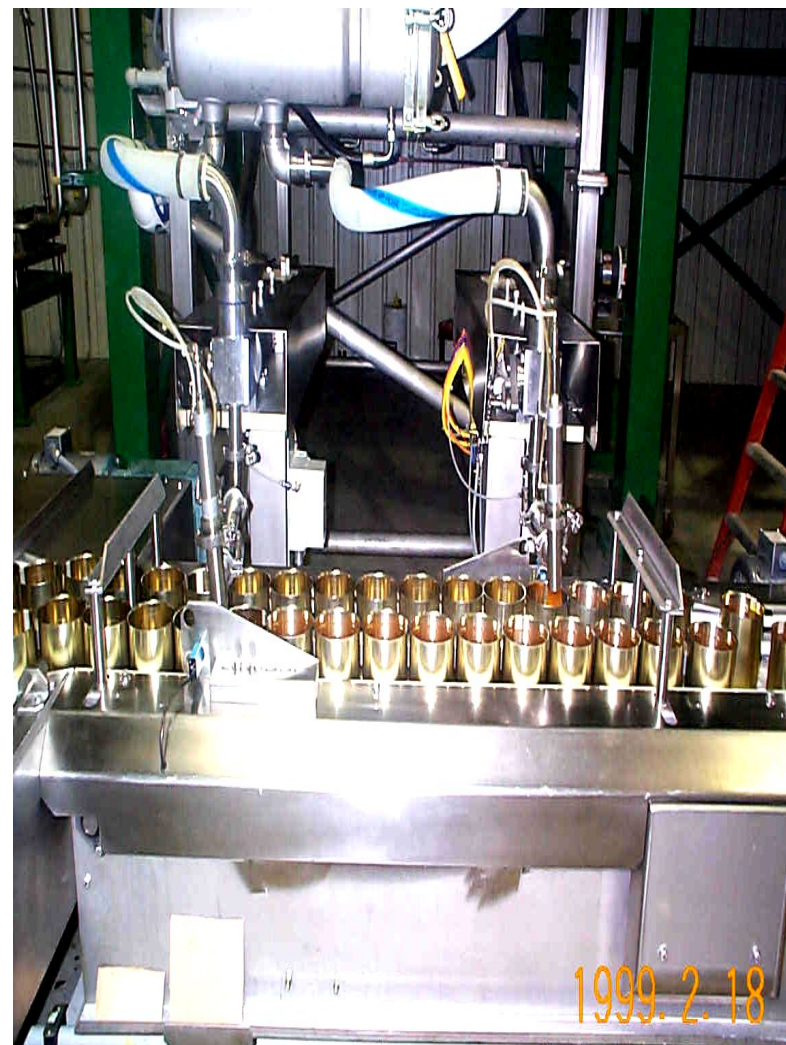
Гранулирование

транспортировка

Хмель



Из гранул в экстракт

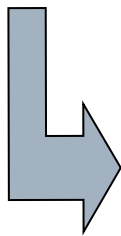


Хмель



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

Хмель



CO₂ Extraction

Дрожжи

Дрожжи

Дрожжи-это одноклеточные микроорганизмы.

Для приготовления пива использую специальные дрожжи

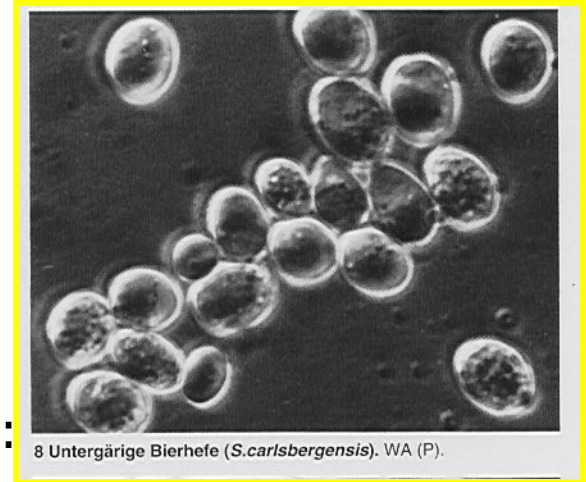
-*Saccharomyces cerevisia*.

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

Основными продуктами брожения являются:

- СПИРТ и CO₂.

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)

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

Верховое
брожение

(Т брожения
18-27С,
пшеничное пиво)

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

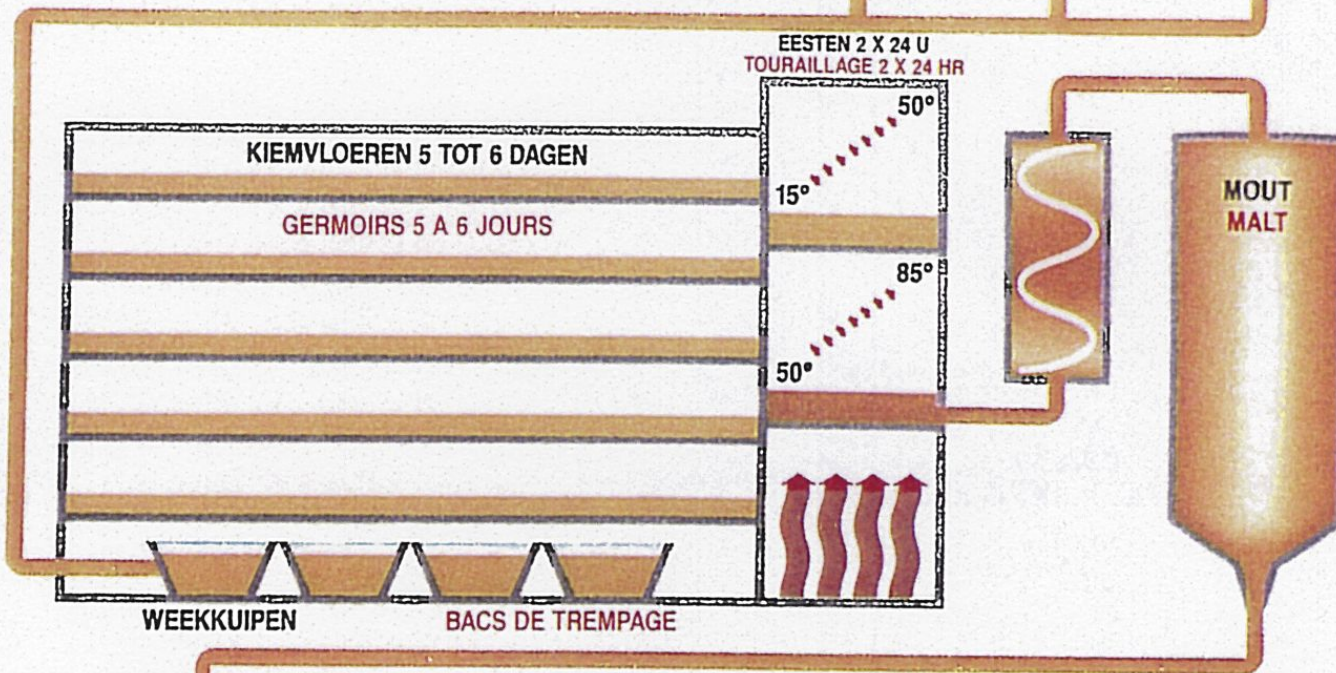
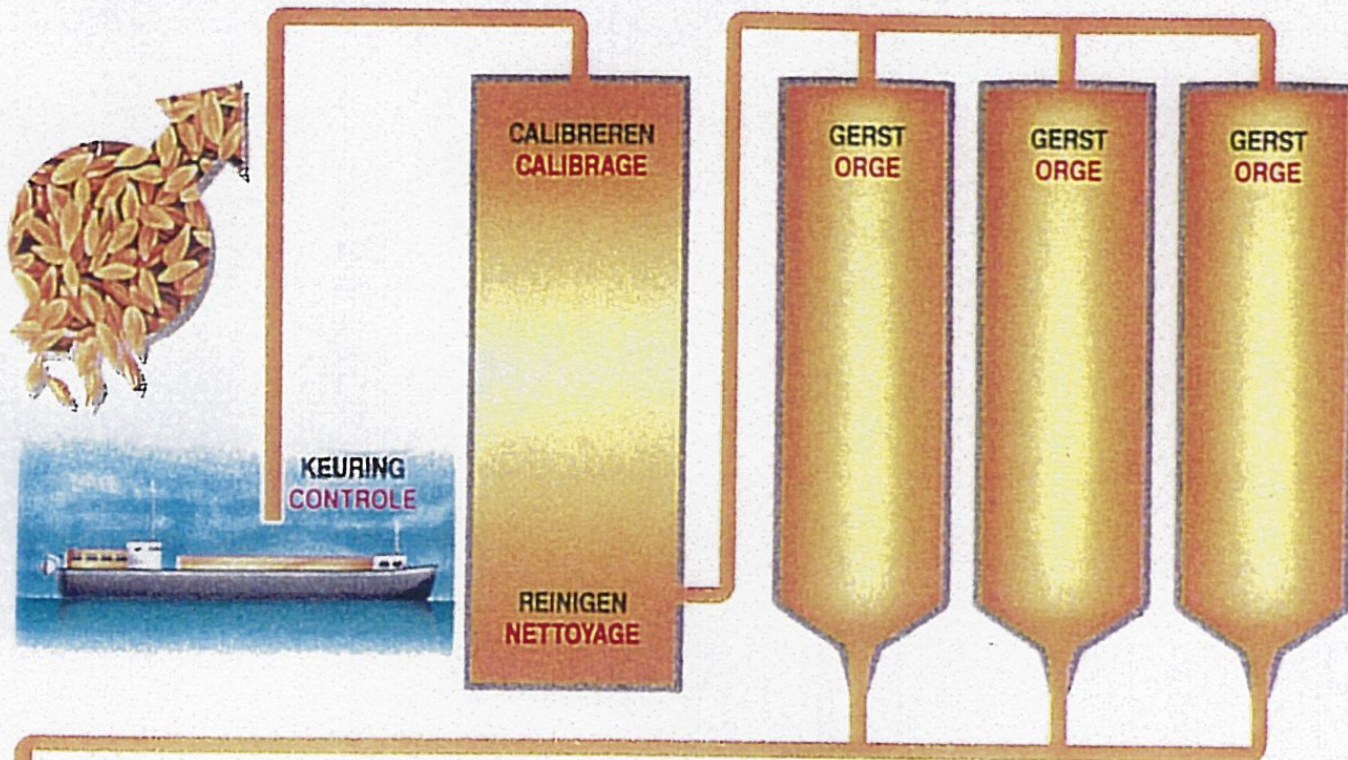


Удаление ростков



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 CO₂
 - 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**

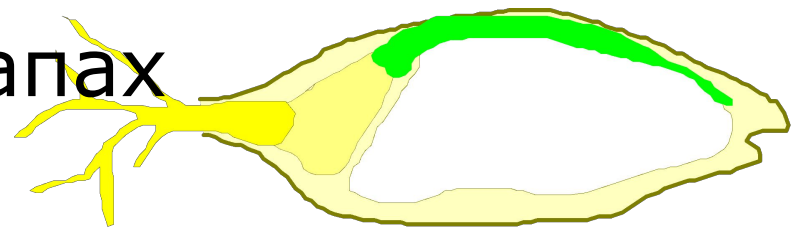
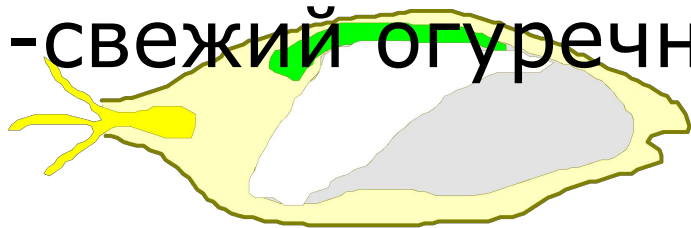
Проращивание

- Проращивание ведут в грядках;
- Температура ращения -18 С (тах);
- 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;
-
- Производство солода**
- Активность ферментов к концу сушки солода снижается.

Производство пива



Этапы производства пива

- Приготовление сусла
 - Брожение
 - Фильтрация
 - Розлив
-

Приготовление сусла

Цель-превратить первоначально нерастворимые составляющие солода в сбраживаемые сахара.

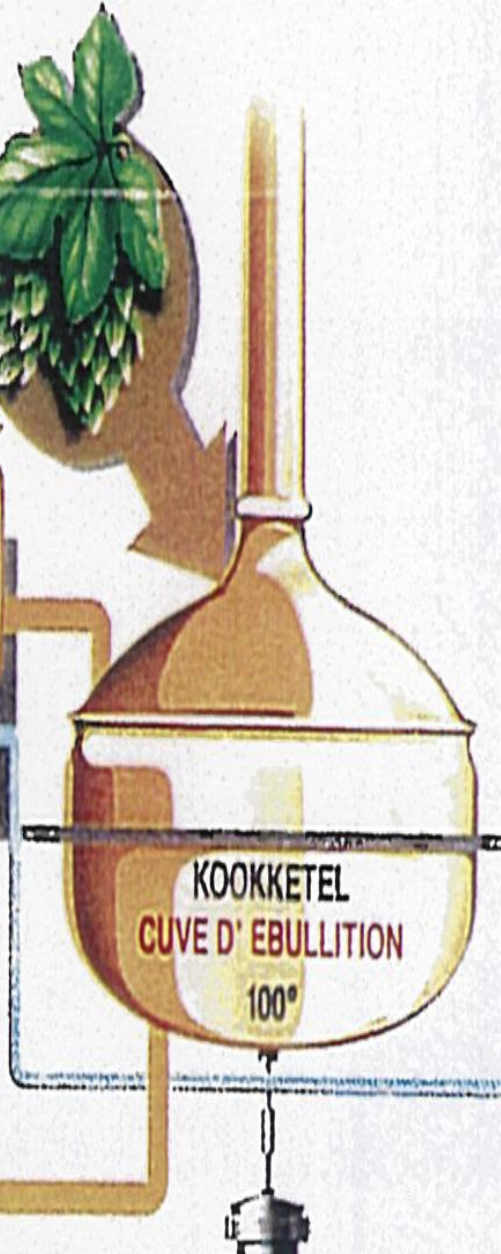
Этапы производства сусла:

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

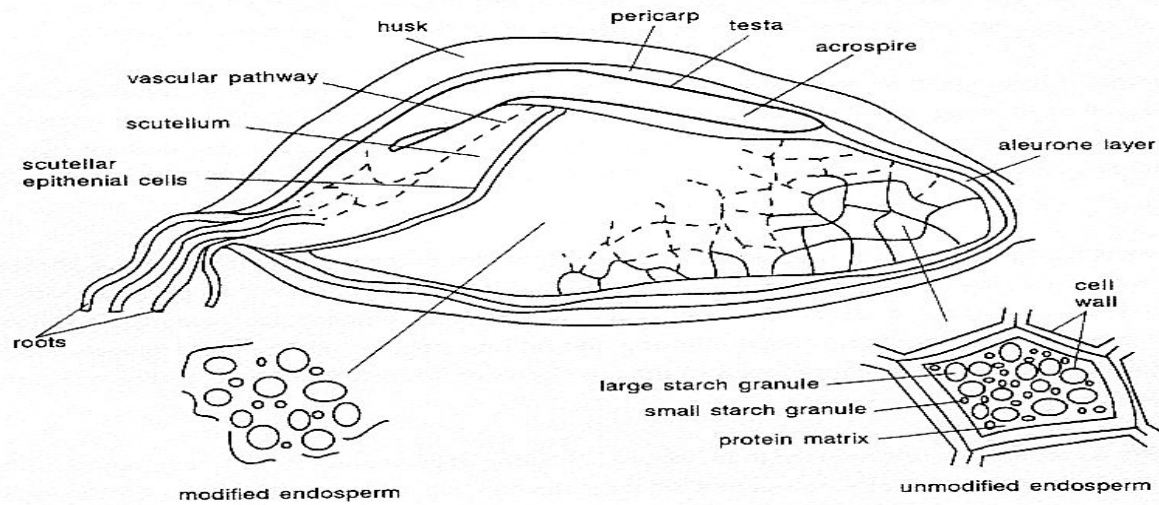
□ Подработка солода:

- 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,

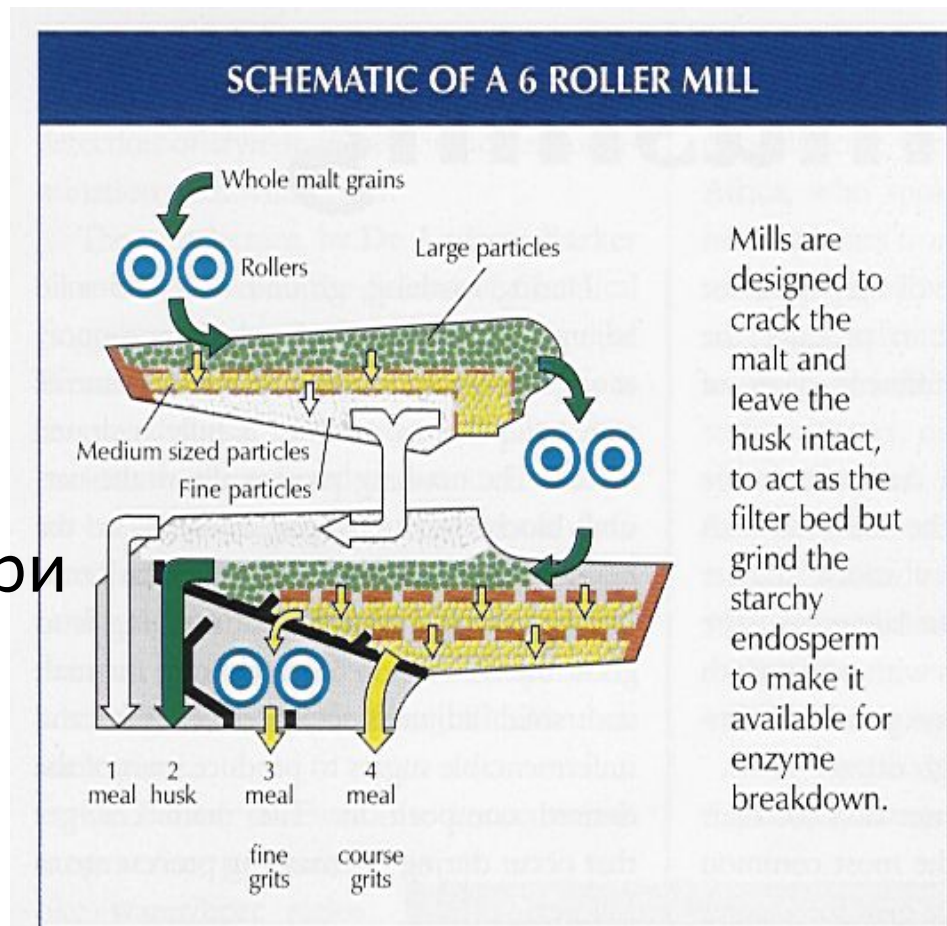
грубый помол и

оставляют оболочку.

Обычно применяется при

фильтровании

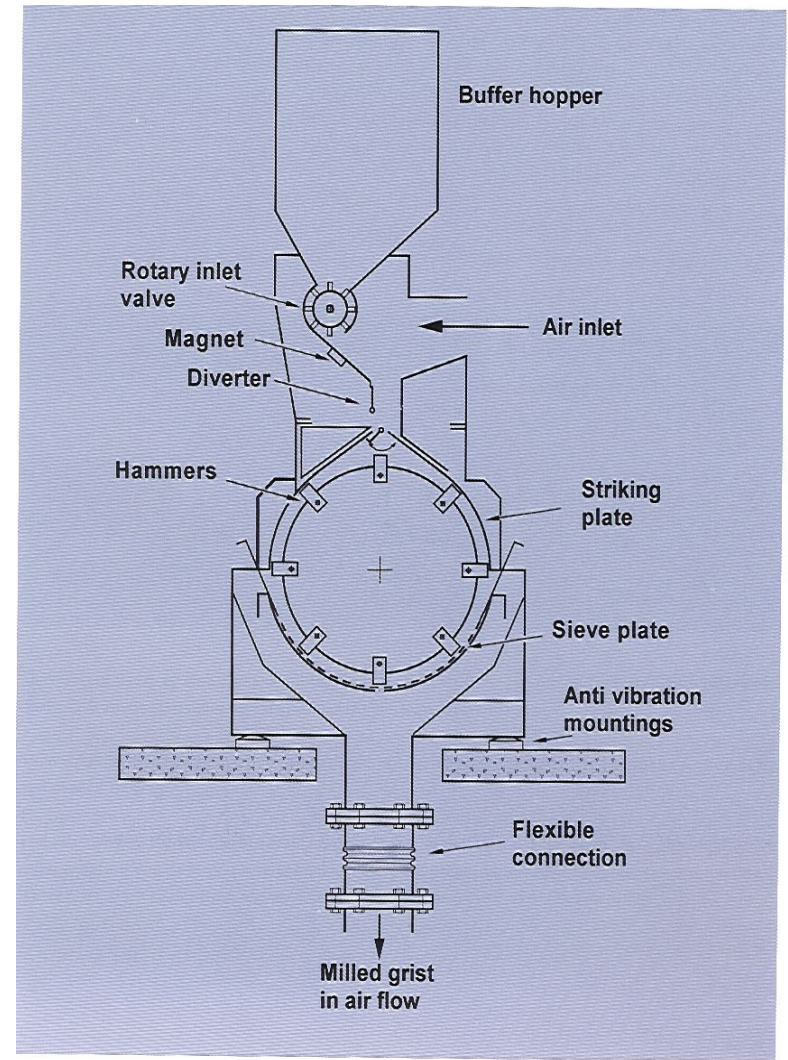
в фильтчане.



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

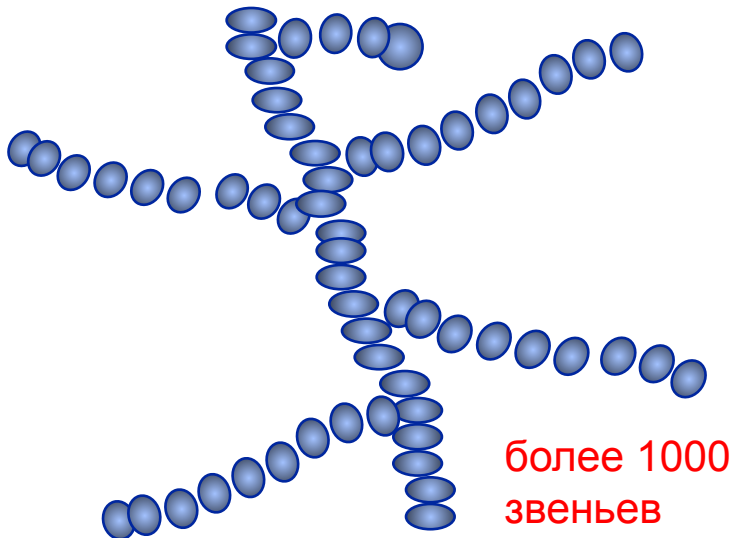
- **Ферментное расщепление крахмала в "сахар"**
 - Самое важное преобразование варки
 - Ферменты: α -амилаза и β -амилаза
 - Образование смеси сахаров: Глюкоза, Мальтоза, Декстрины,...
 - Плотность "Пива"
 - Температура: 60 - 65°C и 70 - 75°C

- **Ферментное расщепление протеинов**
 - Ферменты : протеаза
 - Образование "полипептидов" и "аминокислот"
 - Важно для роста дрожжей, пены и стабильности пива
 - Температура: 45-50°C

**Приготовление
сусла**

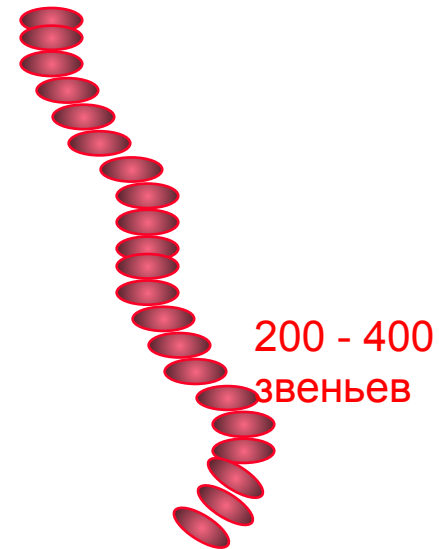
Крахмал

Разветвленная цепочка глюкозы



Амилопектин

Линейная цепочка глюкозы



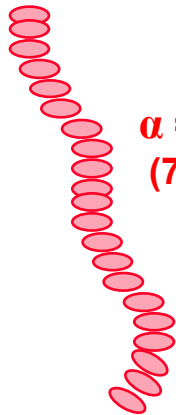
Амилоза

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

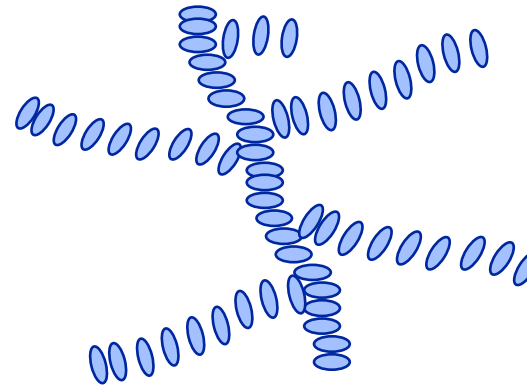
= Ферменты : α -амилаза и β -амилаза



α = Произвольно
(70- 75°C)

β = 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 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

(рН 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 α -амилаза должна дорасщеплять, появляющийся вновь во время фильтрации крахмал.

Кипячение сусла

Цель:

- *Извлечение горечи и аромата из хмеля*
(α -кислоты, содержащиеся в хмеле переходят в изомеризованные соединения α -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**

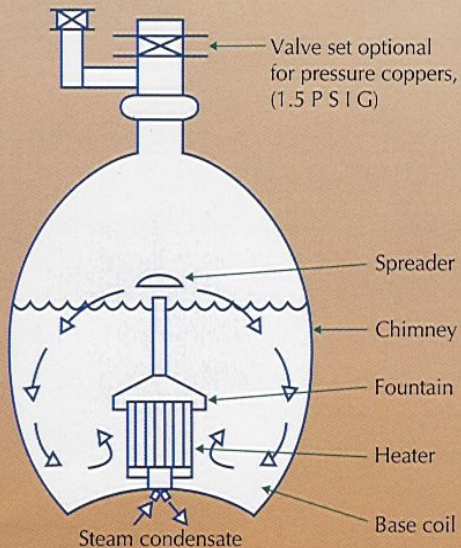
□ 2 стадия

- *Испарение ДМС.*

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

Различные типы сусловарочных котлов

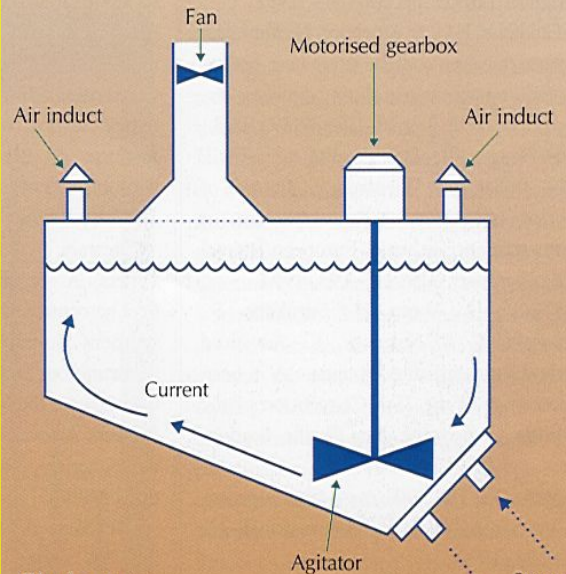
Figure 5: TRADITIONAL COPPER
MORTON STYLE INTERNAL HEATER



Disadvantages:

- difficult to clean
- low natural turbulence
- high energy – high evaporation
- limit on kettle size

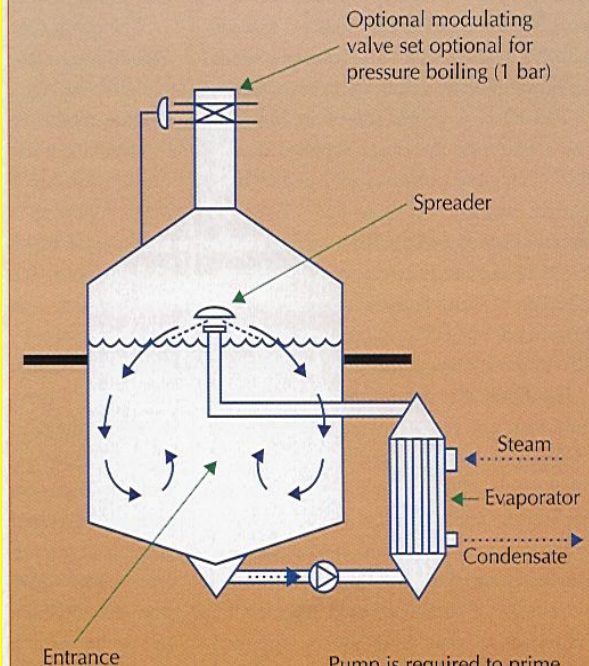
Figure 6: ASYMMETRIC COPPER



Disadvantages:

- Oxygen used to suppress foam
- Agitator mixing
- Poor turbulence
- High energy – High evaporation

Figure 7: EXTERNAL WORT BOILER



Pump is required to prime system and for casting kettle

Используемые ферментные препараты

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



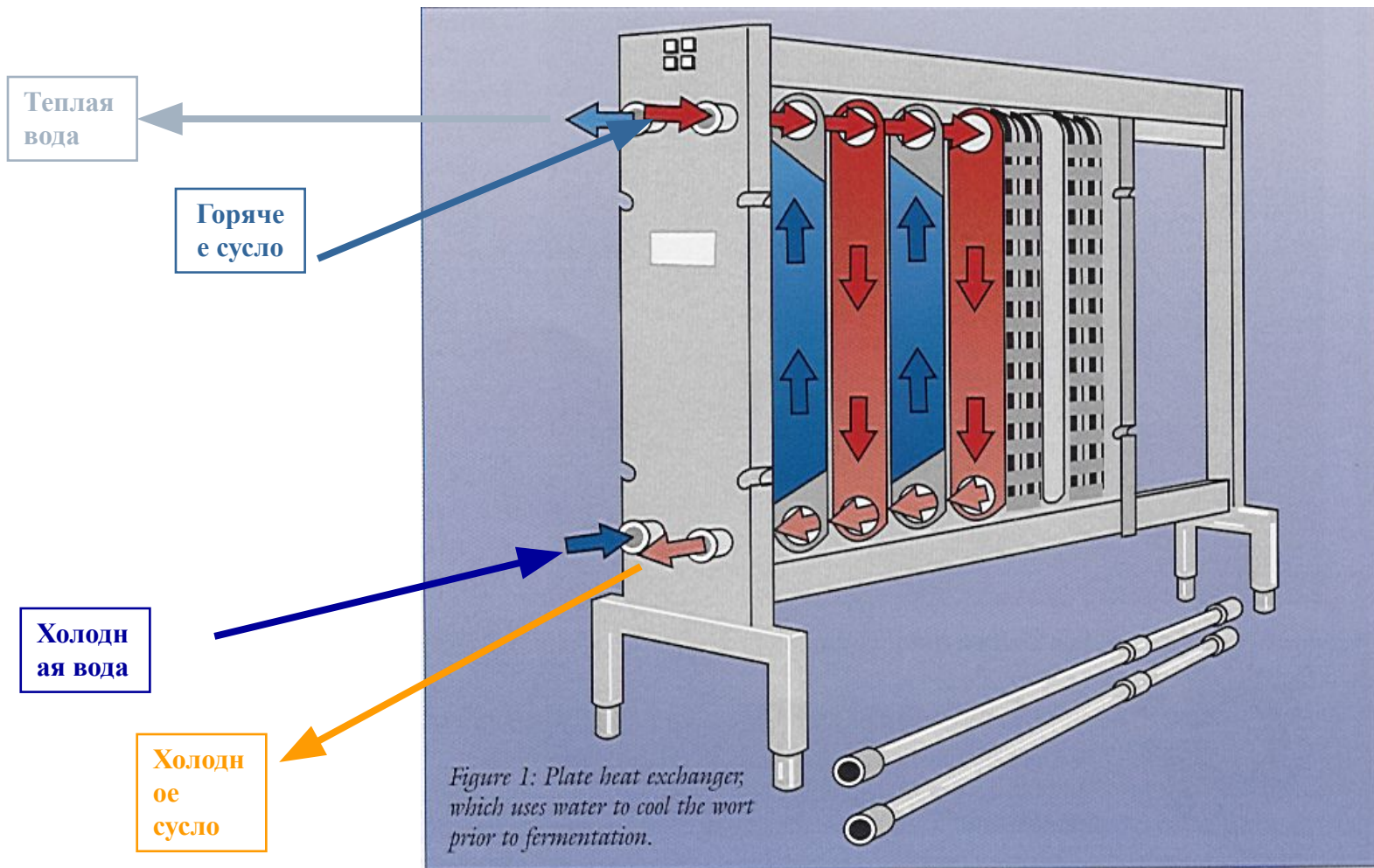
Задача дрожжей

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

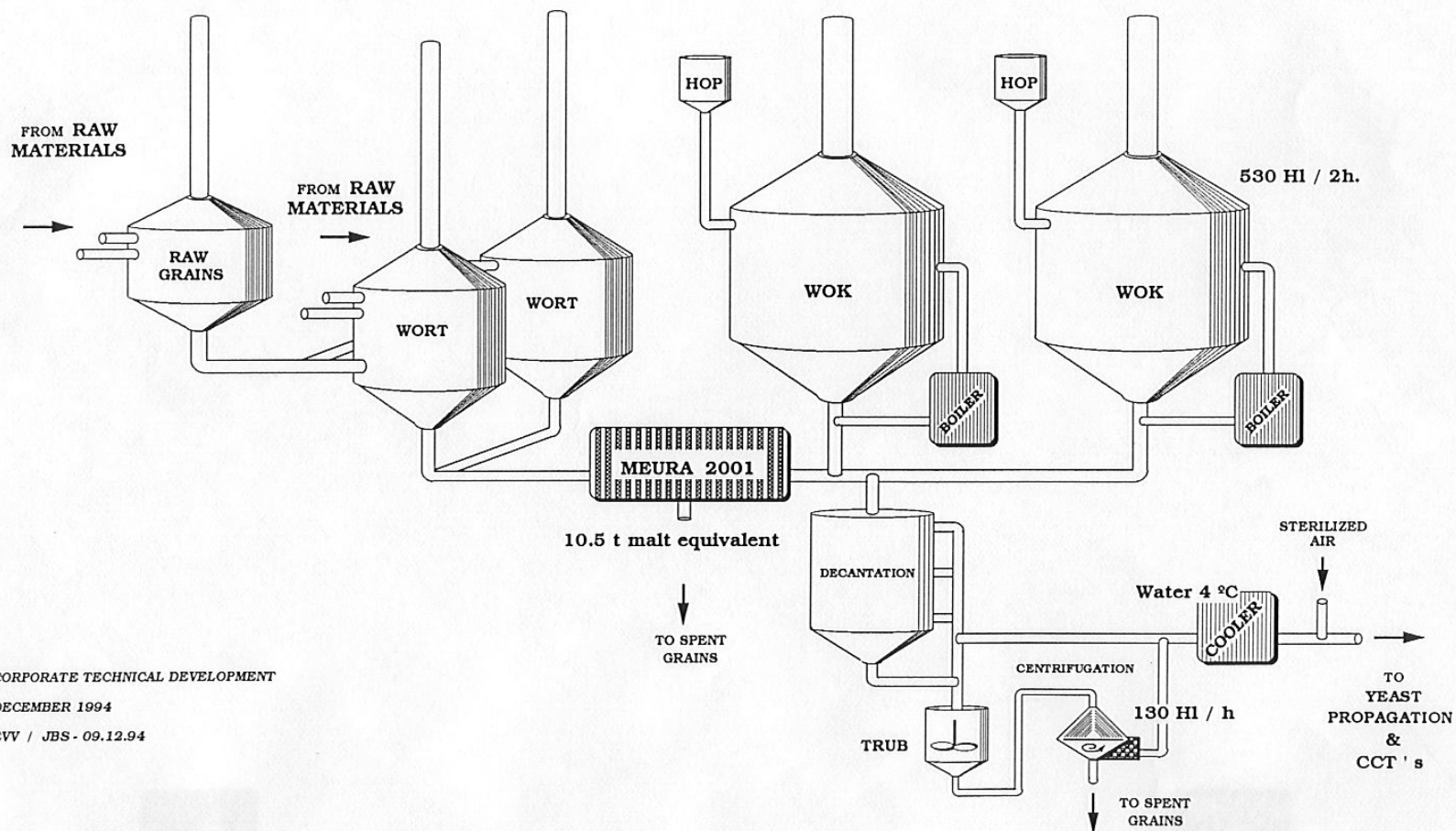
3 Аэрация

- Среды для аэрации : преимущества и недостатки O₂ 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**
-

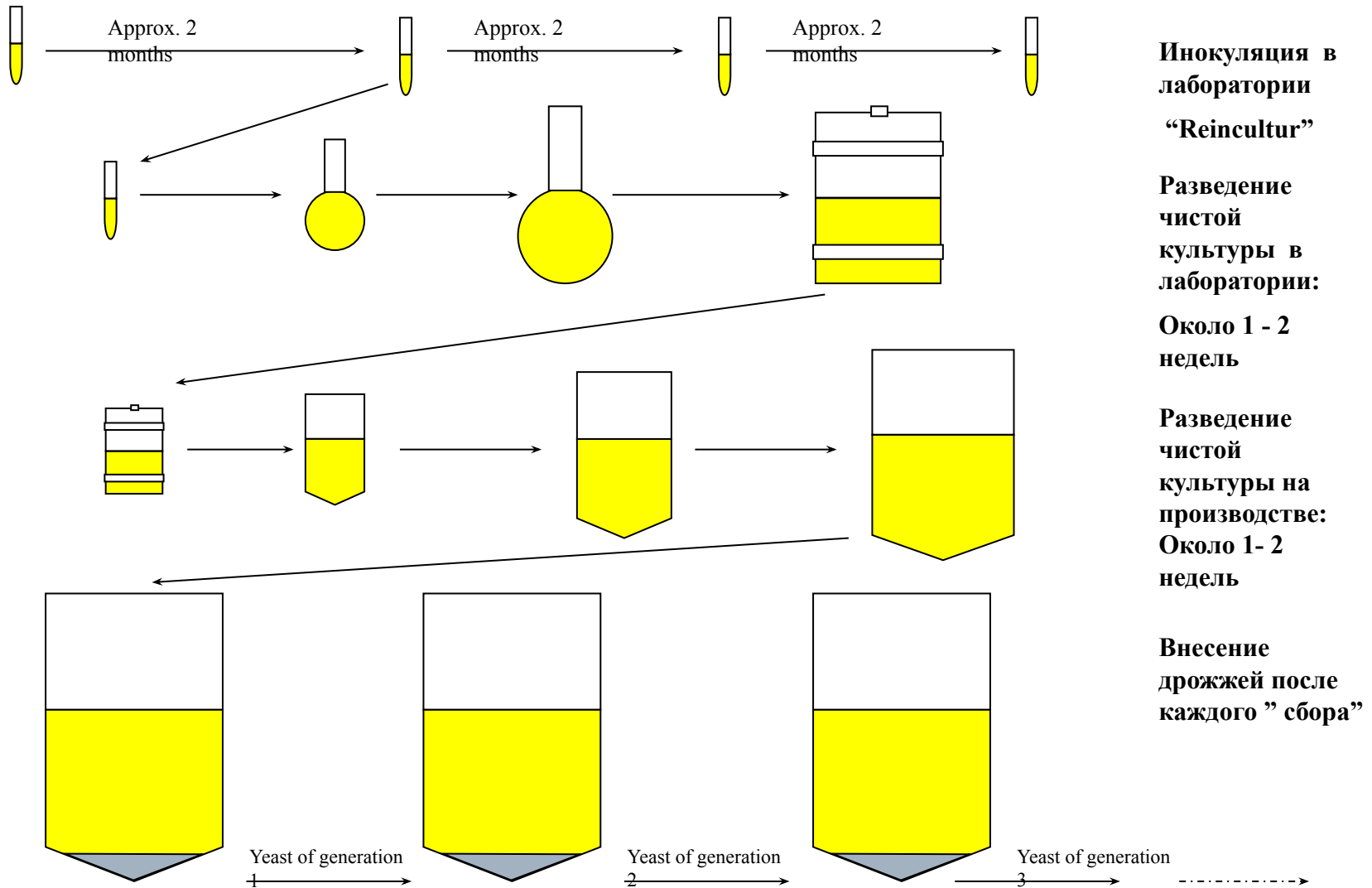
Производство чистой культуры дрожжей

- 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 + O₂ →
CO₂ + H₂O + Тепло (674 ккал)

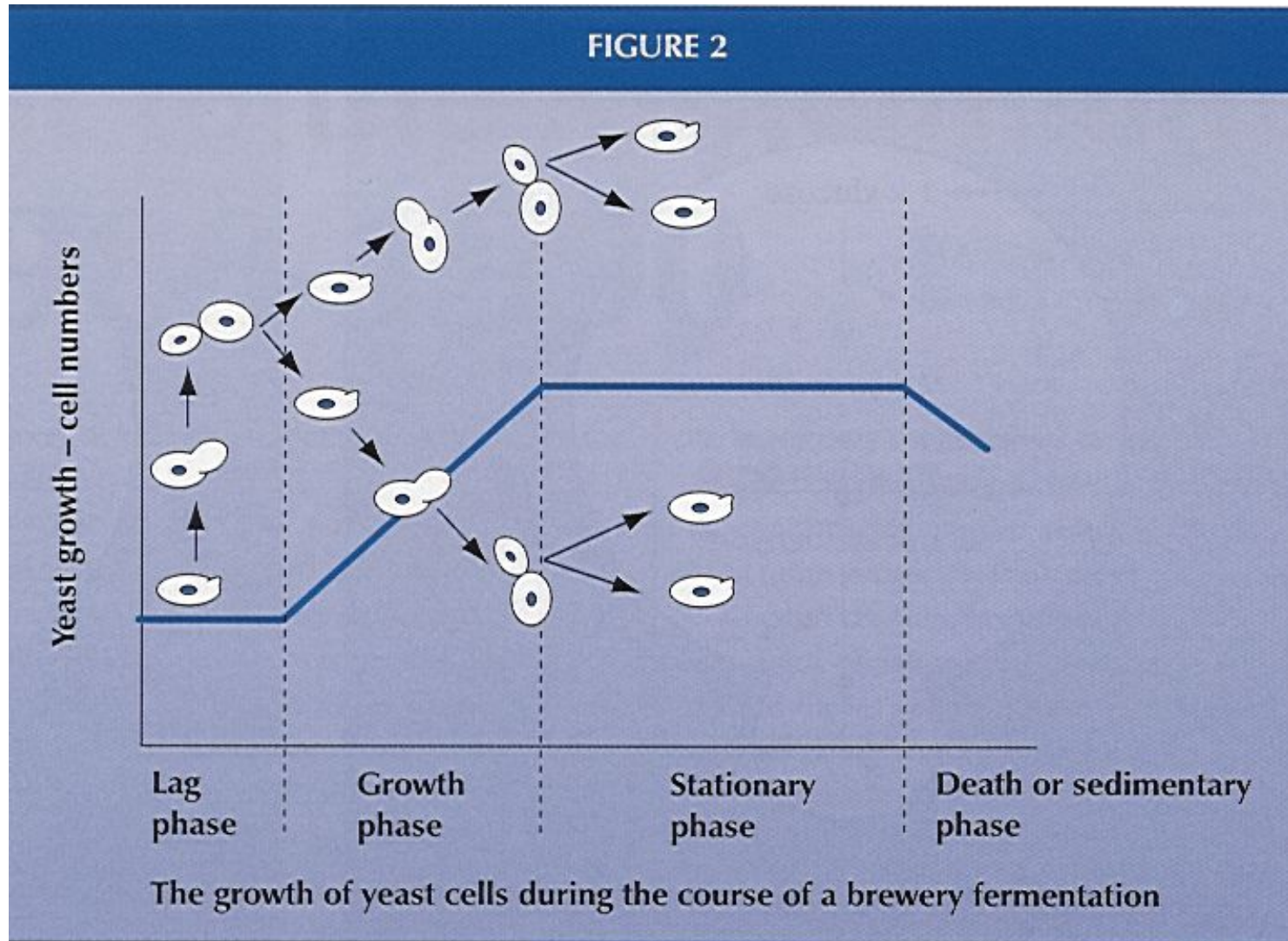
Биохимические преобразования при брожении

□ Этап 2 : Образование алкоголя

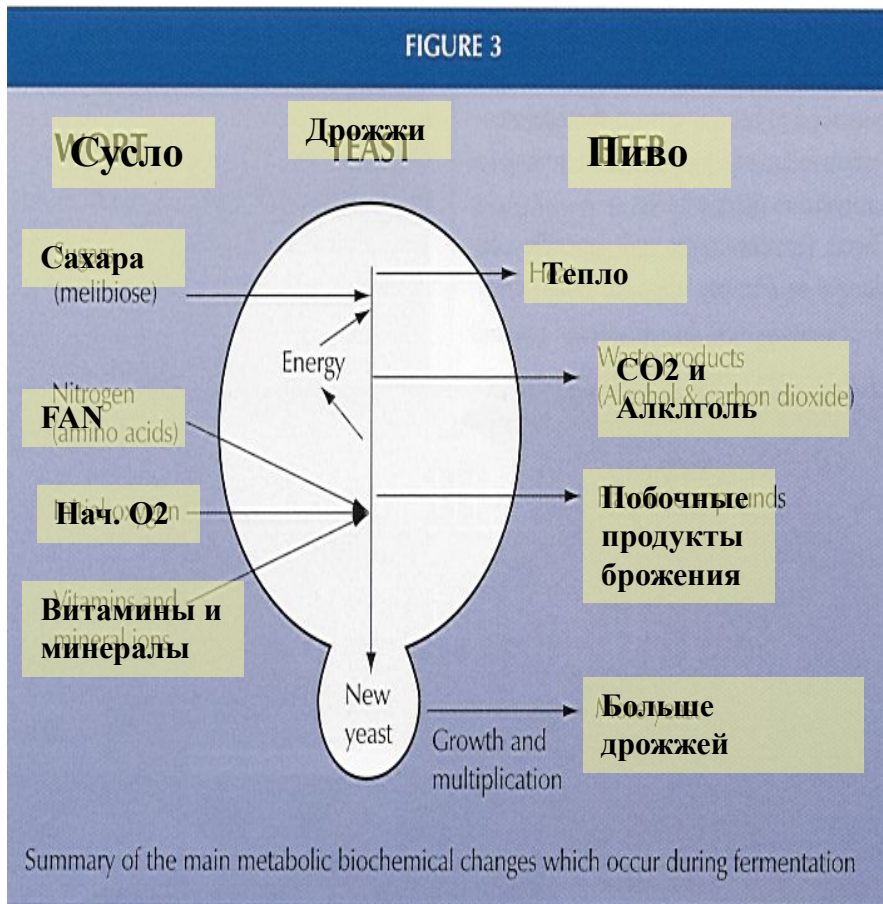
Без кислорода (анаэробно)

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** : pH понижается: окисление (pH 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
- **Верхнее 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
-

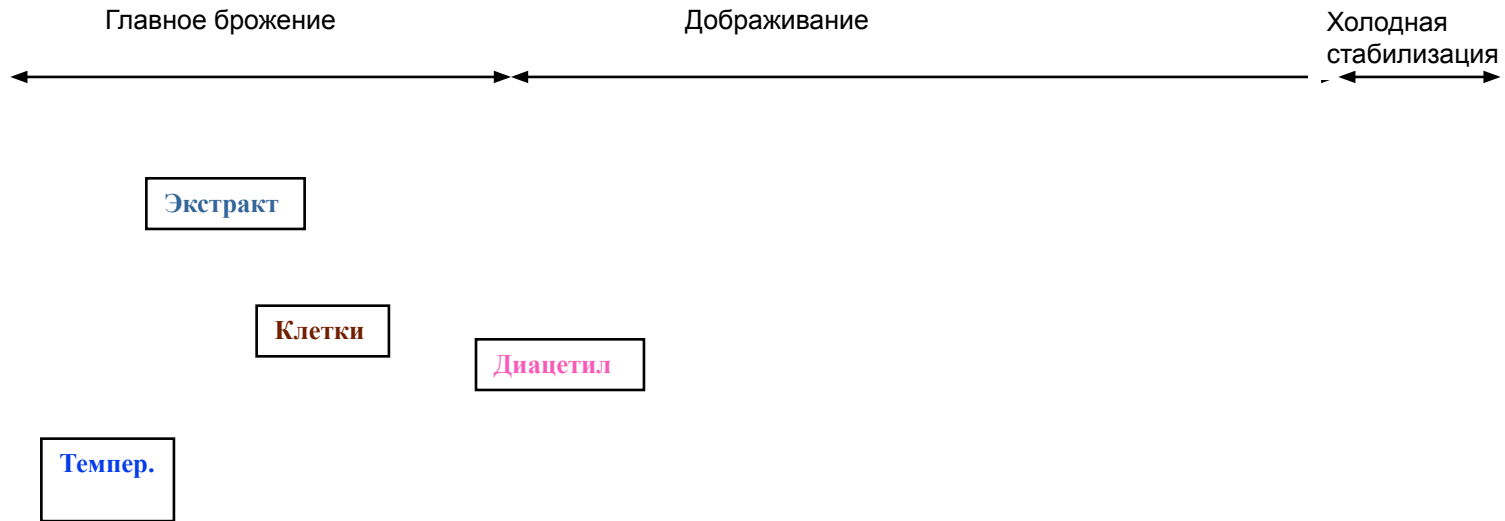
Дображивание и Холодная стабилизация

- Сбраживание “оставшегося” экстракта
- “Ослабление” посторонних ароматов
 - Диацетил (Масло)
 - Серный (Протухшие яйца)
- Охлаждение пива до -1°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 км²
- 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°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

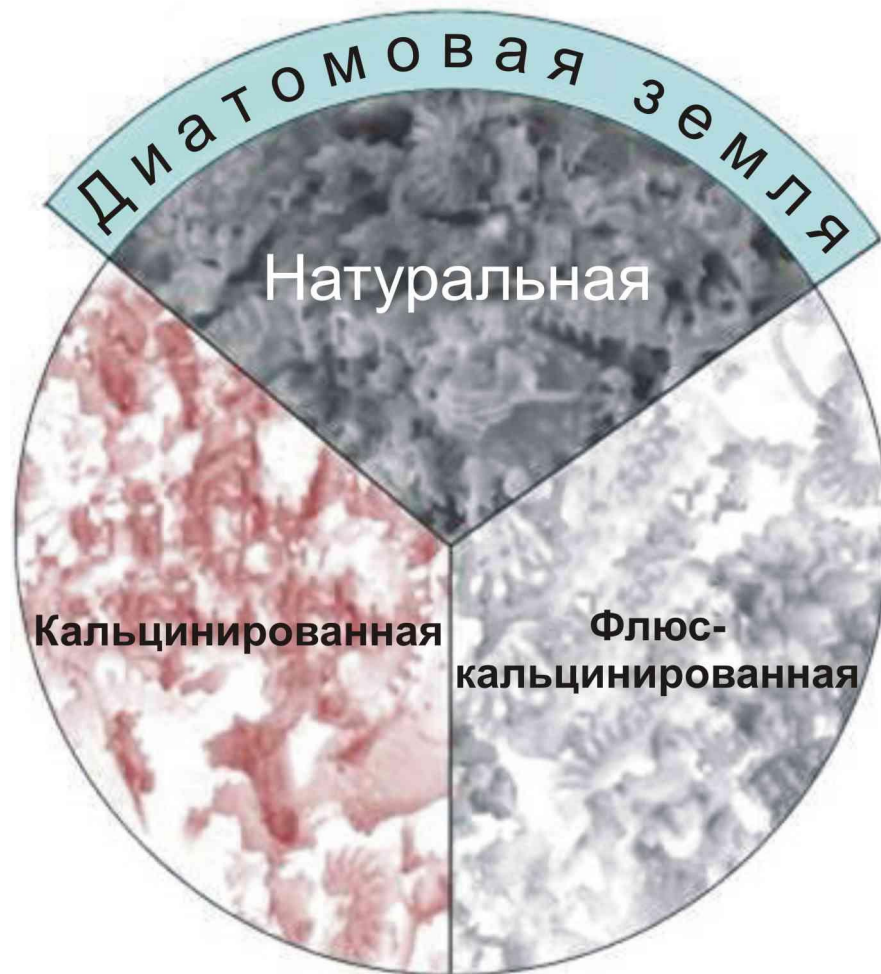
пива

Фильтрация

- Кизельгуровый фильтр (Диатомитовый)
 - Kieselguhr = Диатомитовая земля = Диоксид кремния (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

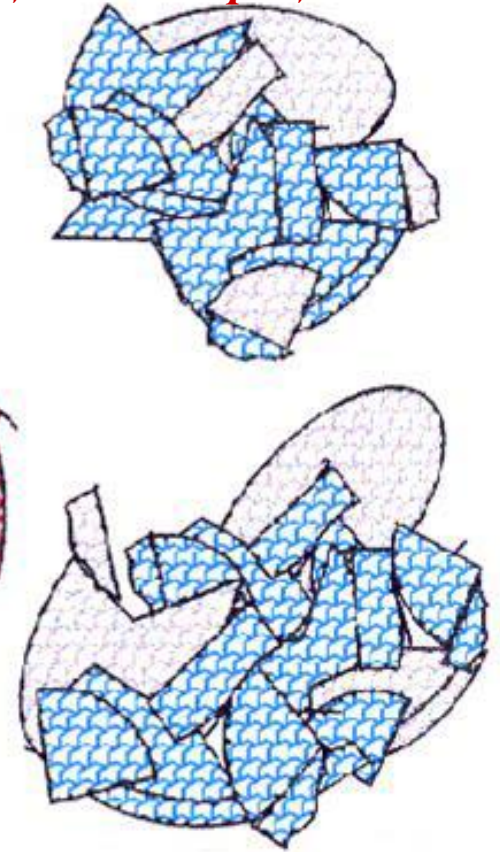
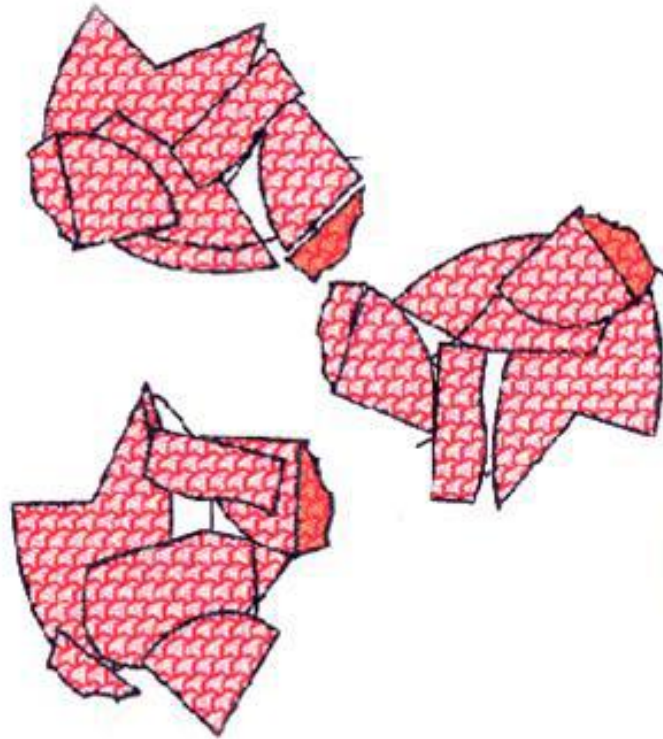
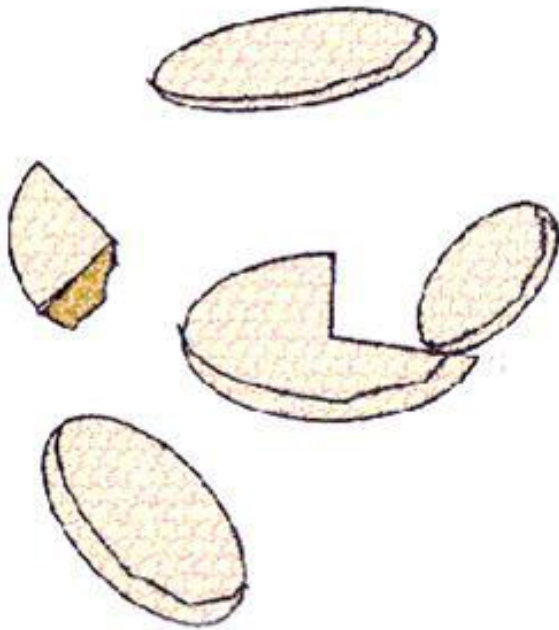
пива



Три типа

ДИАТОМОВ

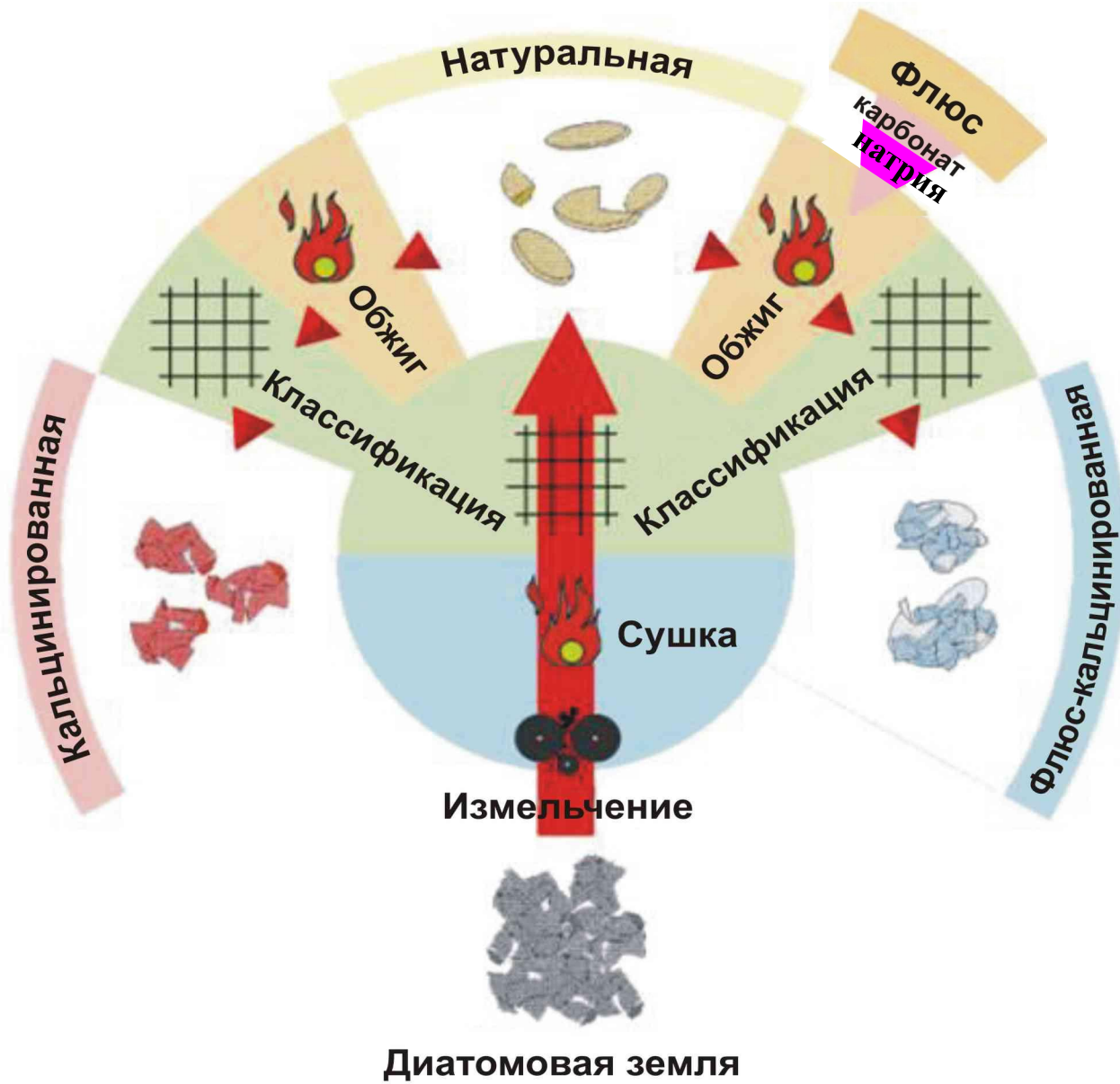
В большинстве случаев натуральные диатомы слишком мелкие для использования их в промышленности. Размер частиц увеличивается с помощью агломерации: частицы размягчаются под действием температуры, и затем «склеиваются».



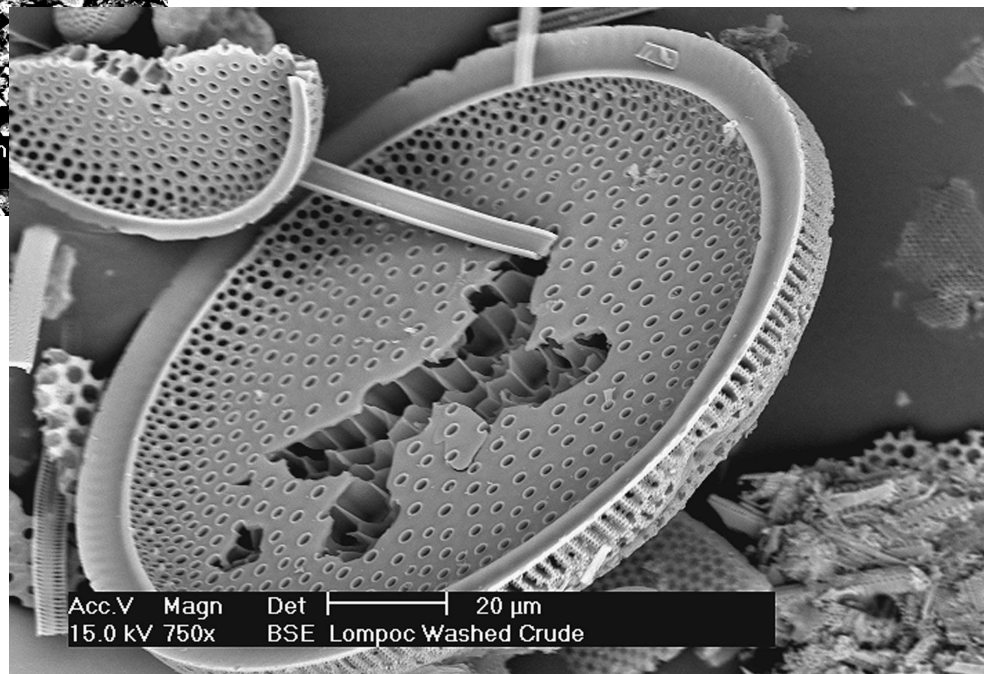
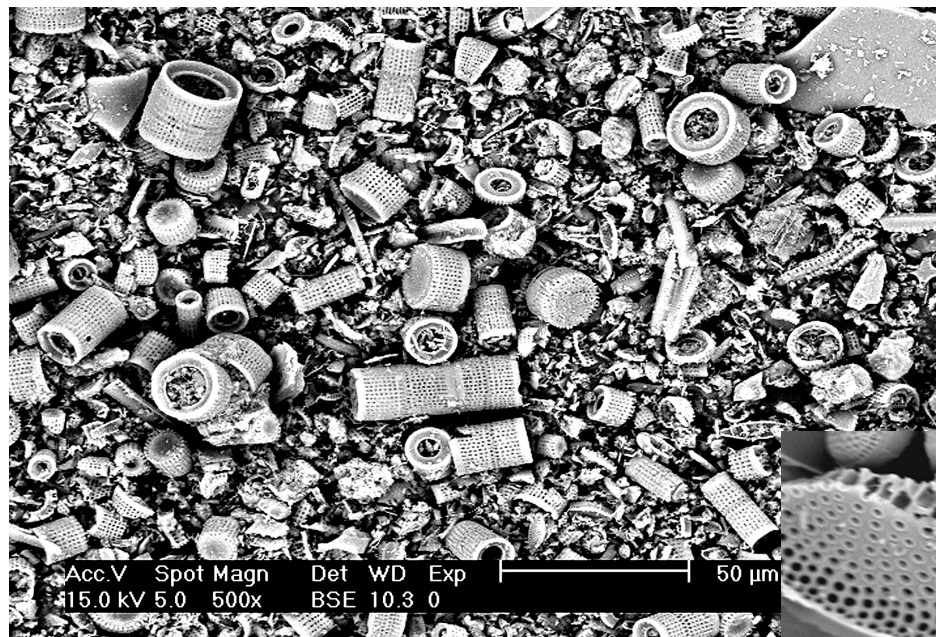
натуральные
мелкие

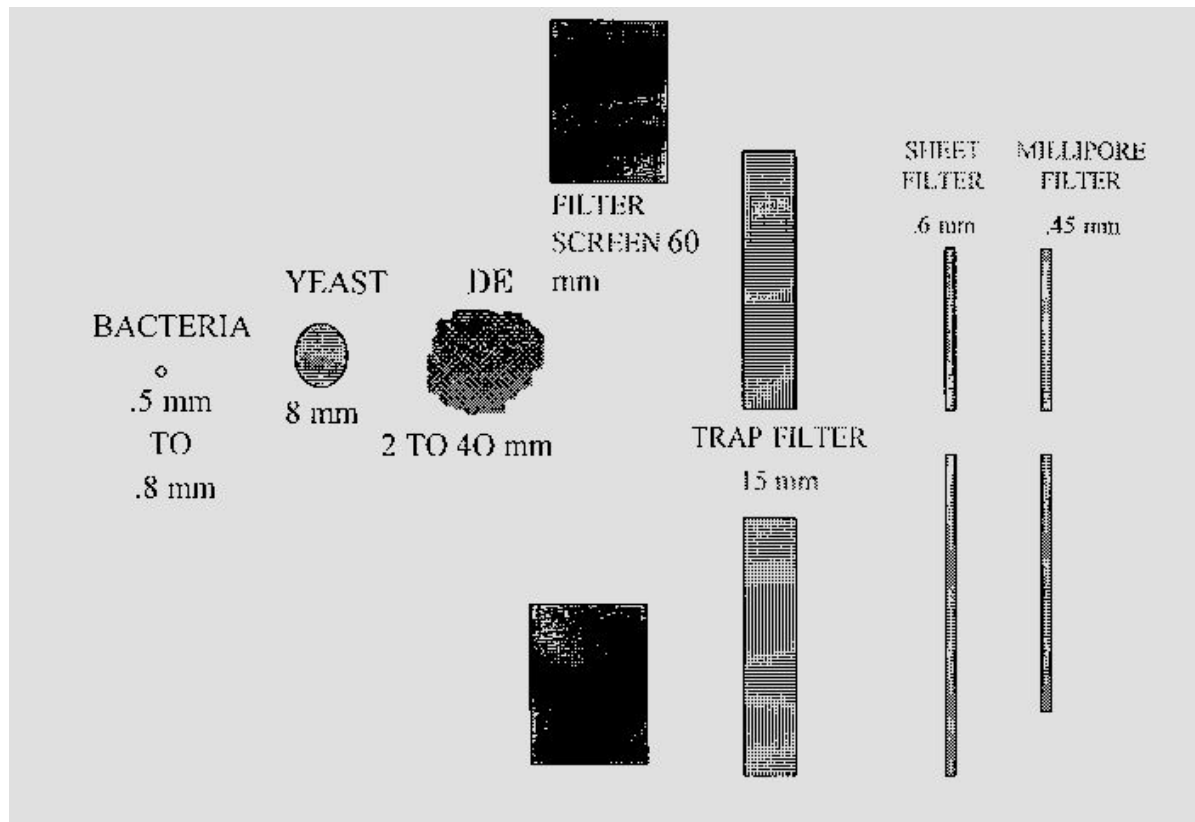
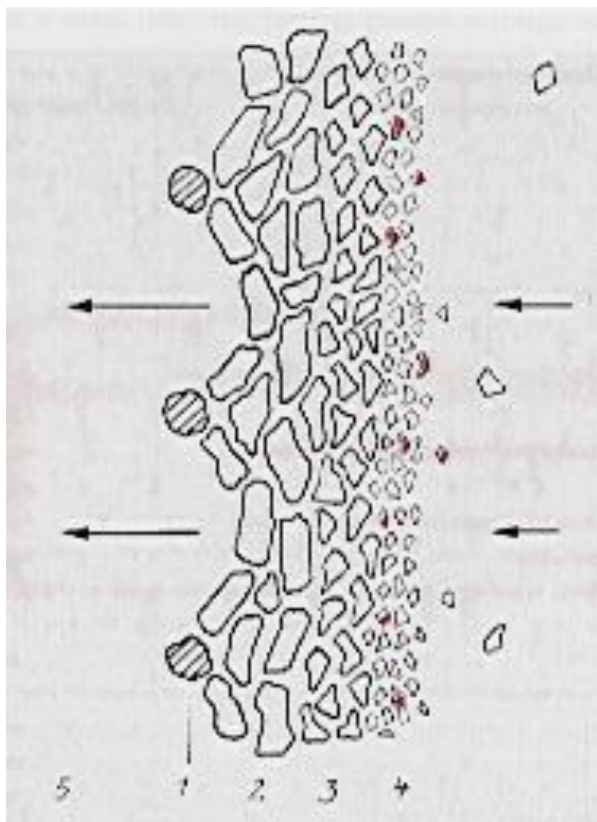
кальцинированные
средние

**флюс-
кальцинированные**
крупные



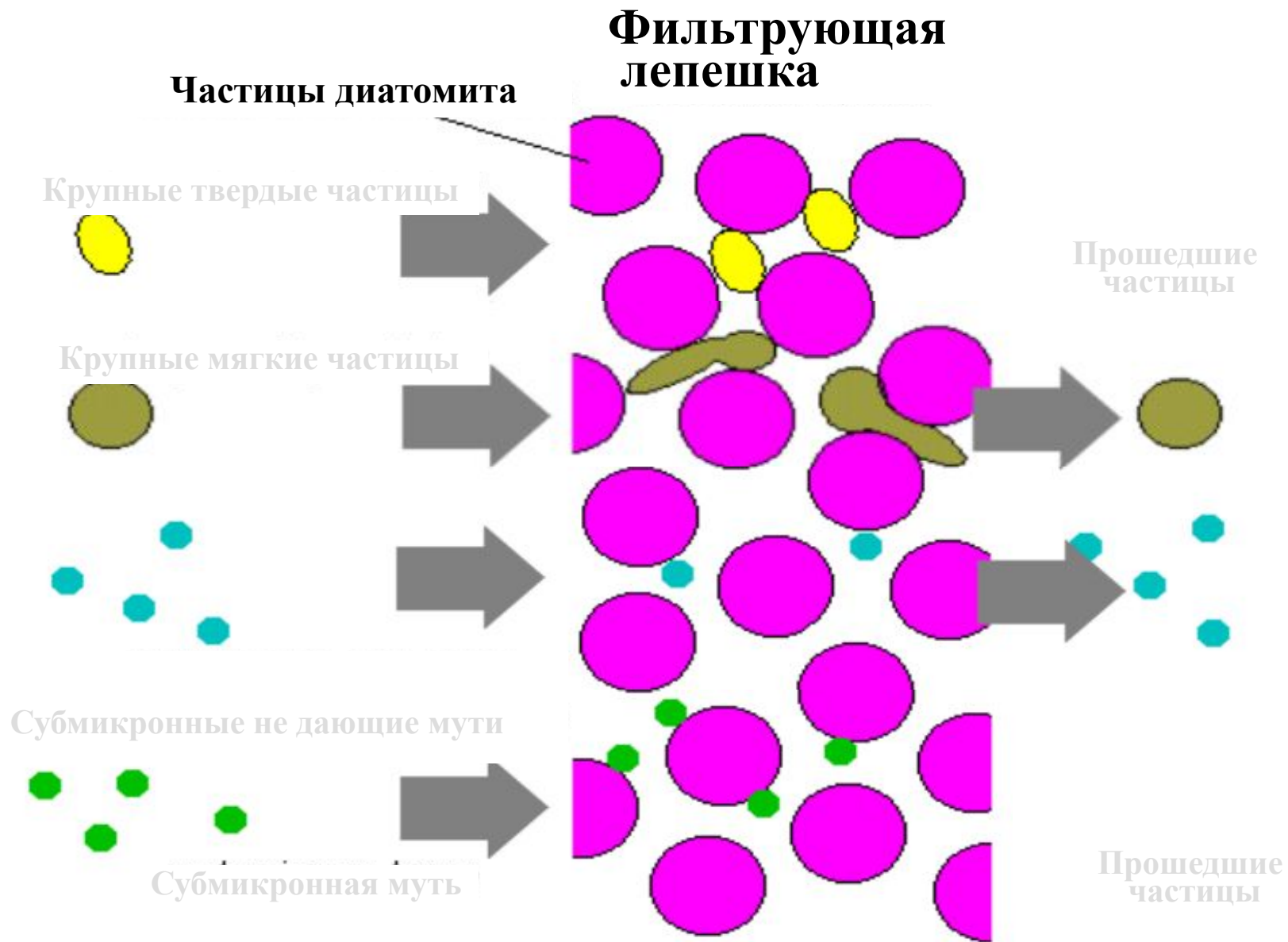
Строение диатомитов





Фильтрация

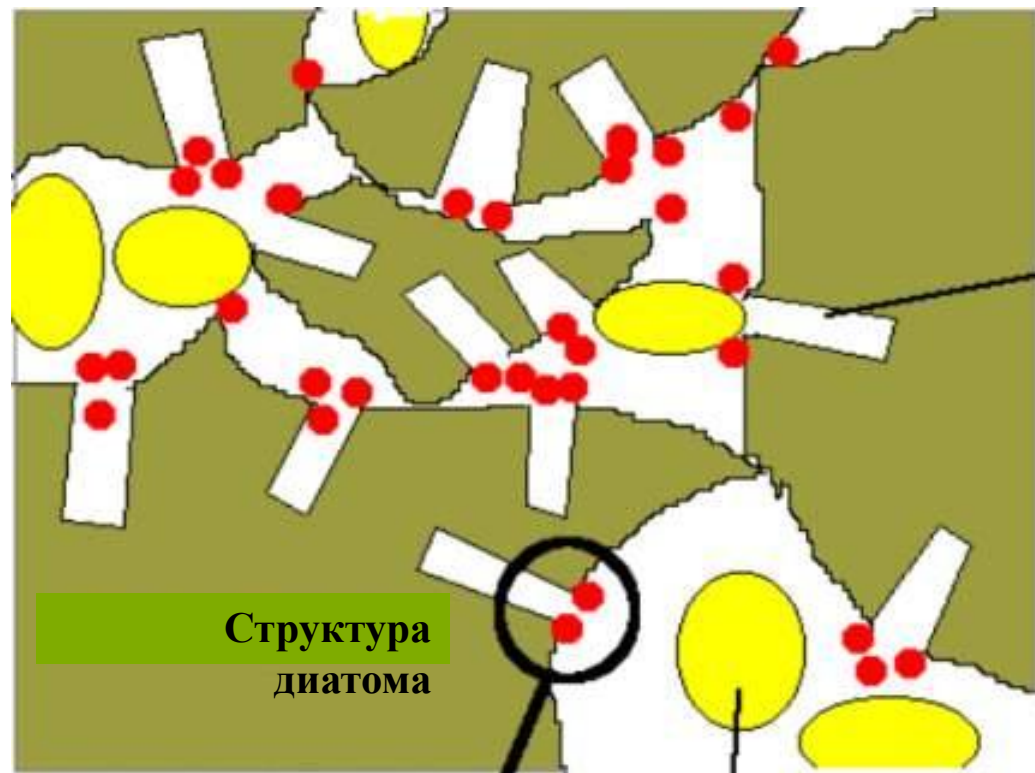
ПИВА



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

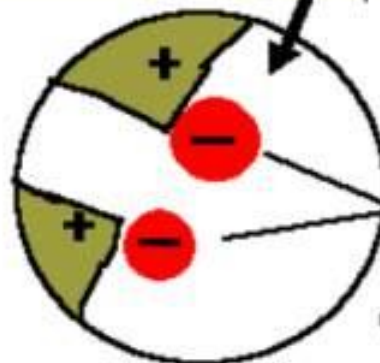
Механизм улавливания частиц

Диатомовая земля улавливает частицы, используя два механизма одновременно



Поры

Структура диатома



Крупные частицы (>2 μ m) задерживаются механически

Мелкие частицы за счет возникающего статического напряжения

1. Экран

...сам по себе экран не способен фильтровать

**Экран в
разрезе**

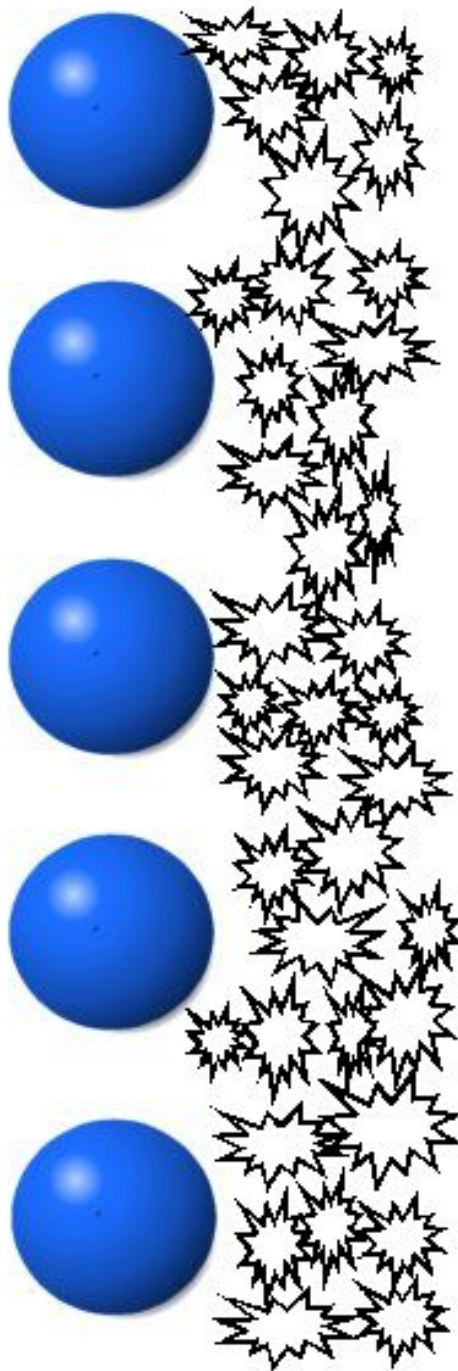


Если ячейки экрана слишком крупные, то частицы будут проскакивать сквозь него.

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 μm
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

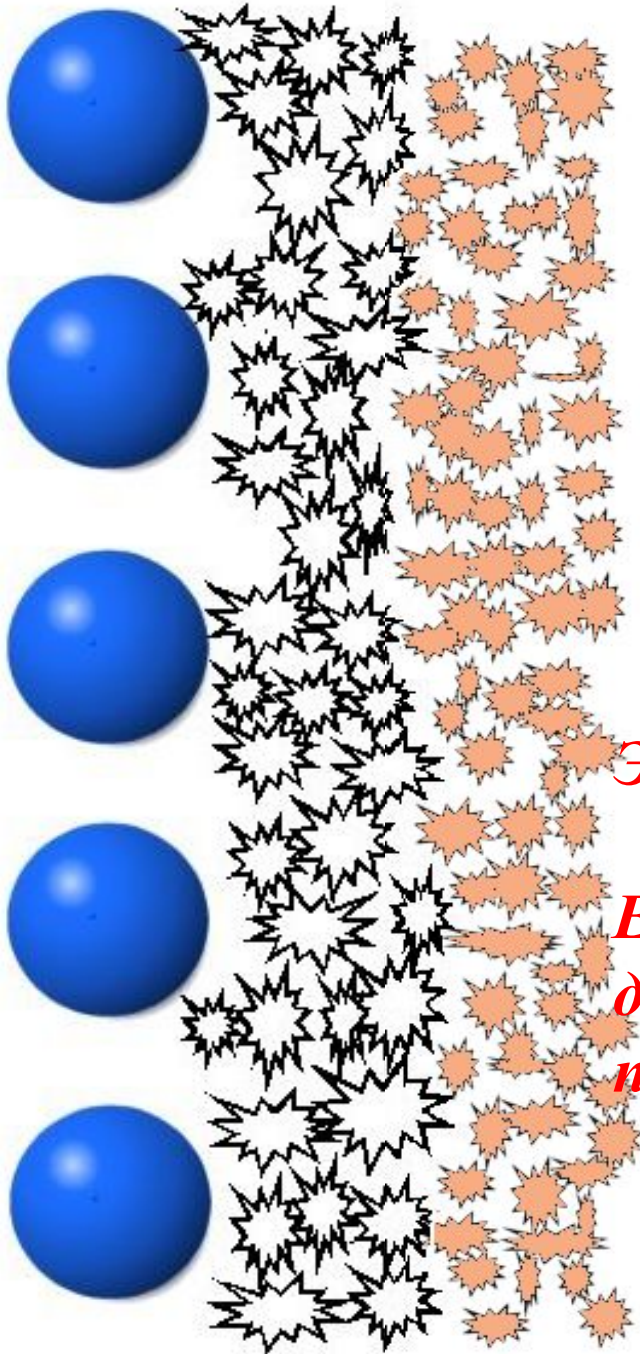
2. Второй намыв

*Более тонкие марки
кизельгура*

**SECOND
PRECOAT**

Эта стадия может быть пропущена:

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

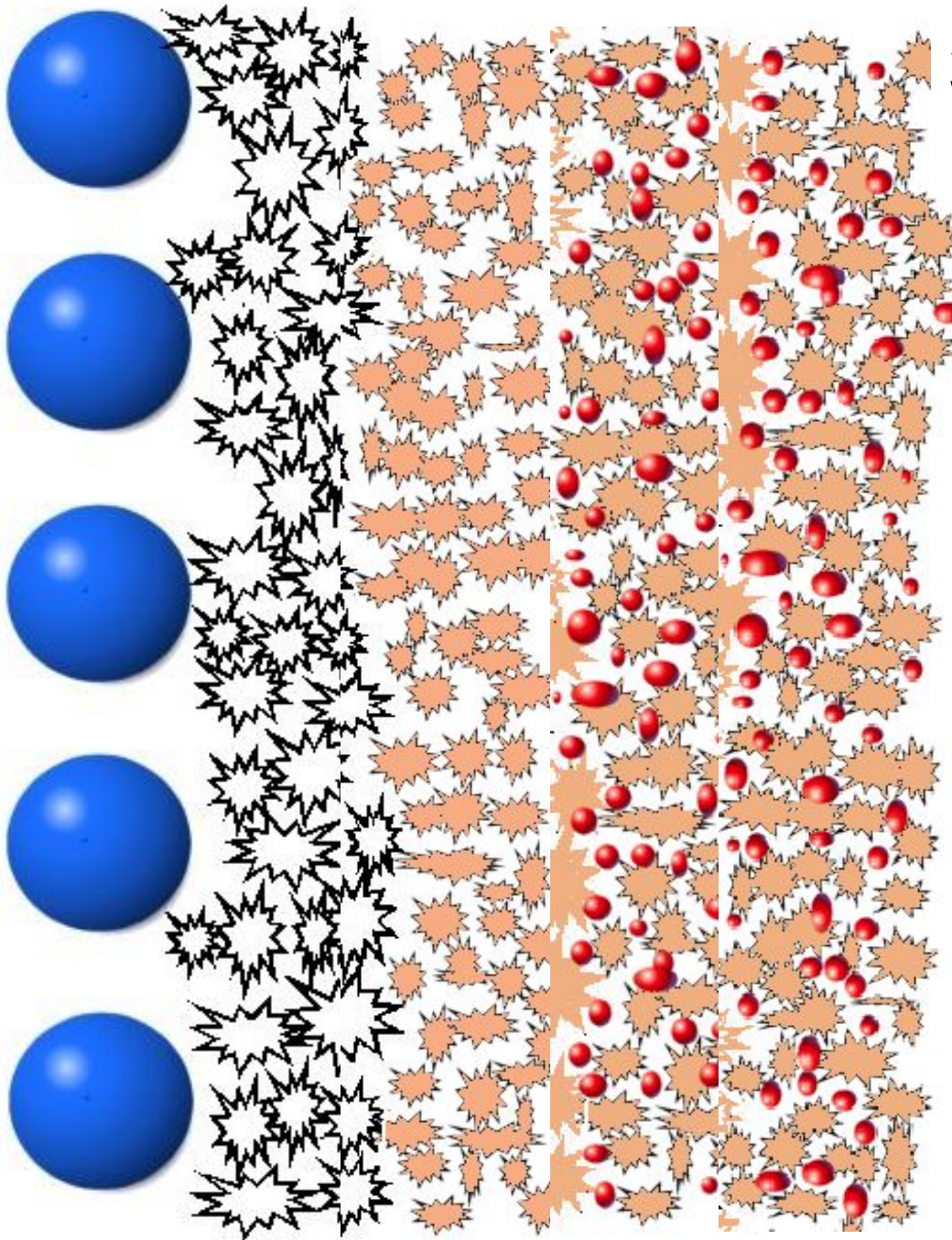


3. Текущая дозация

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

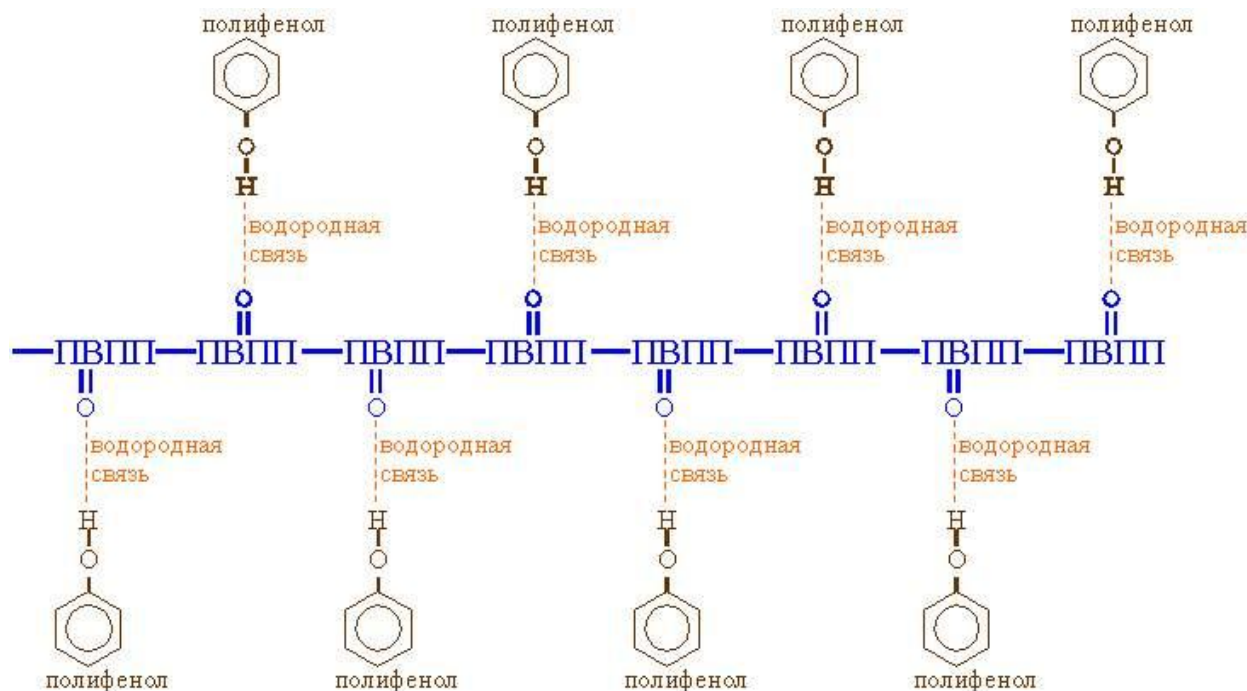
Суспендированные частицы (обозначены красным цветом) задерживаются в слое текущей дозации который формируется в процессе фильтрации. При этом слой остается проницаемым для прохождения жидкости.

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 O₂)*




Последствия подхвата кислорода

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



В форфасе содержание O₂ 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 CO₂
 - 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.**