

## Sörgyártás – egy enzimes technológia

A keményítóbontó enzimek (amilázok) ismeretében már megérthetjük a sör (és a whiskey, vodka) gyártását.

Több enzim összehangolt használatára van szükség, mégis eredetileg empirikus technológia volt.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

1

## A MALÁTA- ÉS SÖRGYÁRTÁS TECHNOLÓGIÁJA

Mi az a maláta?

A maláta csíráztatott és megszáritott gabona mag (leggyakrabban árpából készül).

Mi köze ennek az enzimekhez?

A maláta egy természetes enzimforrás, többféle enzimet is tartalmaz, amit felhasználunk az erjesztendő sörlé kialakításánál.

Miért kellene az enzimek?

Mert az élesztő csak az egyszerű cukrokat tudja alkohollá erjeszteni, a gabona keményítő tartalmát nem. A keményítőt le kell bontani az élesztő számára. Ugyanez szükséges a gabonapálinkák (vodka, whisky, whiskey, Bourbon, Aquavit, Doppelkorn) gyártásánál is.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

2

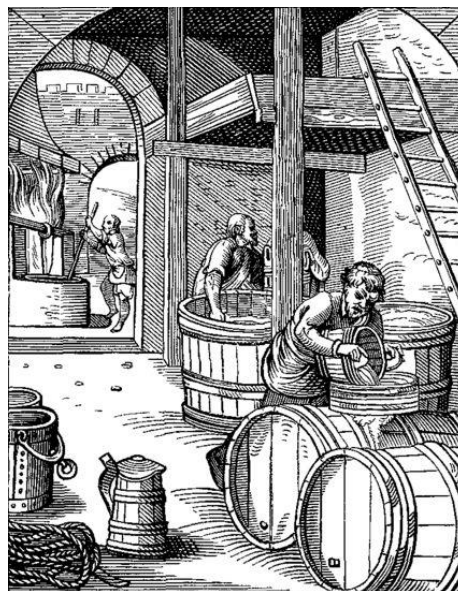
## Miből lesz a sör?

A német sörtisztasági törvény szerint a sörkészítéshez csak árpamalátát, komlót és vizet szabad használni (1516, Bajorország)

(de: Weimar városában ezt már 1363-ban bevezették)

A negyedik komponens, az élesztő nem szerepel, mert azt csak 350 évvel később fedezte fel Pasteur.

(1987-ben az EU miatt feloldották)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

3

## Miből lesz a sör?

De ezt a korlátozást jobb helyeken ma is betartják:

**Eredeti cseh import barna sör. Gyártja: HEINEKEN Česká republika, a.s. Forgalmazza: HEINEKEN Hungária Sörgyárak Zrt, 9400 Sopron Vándor Sándor utca 1. Összetevők: víz, árpamaláta, komló, komló készítmények. Hidegen fogyassza! Hűvös napfénytől védett helyen tartandó! A minőségét megőrzi a doboz alján jelzett időpontig. Vevőszolgálat: 06/99/516-200.**



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

4

## Mai definíciók

MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 2-702 irányelv szerint:

### Sör

Malátából, valamint pótanyagokból vízzel cefrézett, komlóval ízesített, sörélesztővel erjesztett, széndioxidban dús, általában alkoholtartalmú ital.

### Ízesített sör

Olyan sör, amelyhez az íz hatás kialakításához a komló helyett vagy mellett egyéb ízesítőanyagot is felhasználhatnak. Ezen termékek részletes jellemzőit a gyártmánylap rögzíti.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

5

## Mit lehet még beletenni?

### Elsődleges összetevők

Maláta (az árpán kívül búza és egyéb gabona csíráztatásával előállított termék – pl. búzasör: Weizenbier)

Víz

### Pótanyagok:

A sörlé szárazanyag-tartalmának legfeljebb 30%-a származhat pótanyagból, amelyek :

Sörárpa dara, csíráatlanított kukoricaőrlemény, rizs, egyéb keményítőtartalmú termékek

### Technológiai segédanyagok

Szén-dioxid, nitrogén, sörélesztő, szűrő- és derítőanyagok, más eredetű enzimek (= mikrobákkal, fermentációval előállított)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

6

## Mit lehet még beletenni?

### Egyéb szokásosan felhasználható összetevők

#### Adalékanyagok:

- Komló (*Humulus lupulus*), komlókészítmények
- Karamellmaláta és színezőmaláta
- Ízesítő- és színezőanyagok
- Ízesített sörök ízesítésére és színezésére használt anyagok, aromák
- Alkoholmentes sörök sörjellegeinek kialakításához szükséges aromák



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

7

## Mi van a kész sörben?

Víz

Alkohol: 4-5% (0-9%)

Dextrinek (oligoszacharidok, ez adja a sör testességét): 1-5%

Fehérjék: ez adja a habot és a habtartósságot

Aromaanyagok, főleg a komlóból származó keserű anyagok.

Széndioxid (néha nitrogén)



BME Alkalma

## Induljunk a sörgyárba!



9

## Kezdjük a malátával!

Árpa tisztítása, osztályozás

Tárolás: silókban

Innen kerül az árpa a malátázóba. Régen ez is a sörgyárak részeként működött, ma már külön üzemek vannak rá.

A MALÁTAGYÁRTÁS MŰVELETEI:

**ÁZTATÁS**

**CSÍRÁZTATÁS**

**ASZALÁS**

Malátatisztítás

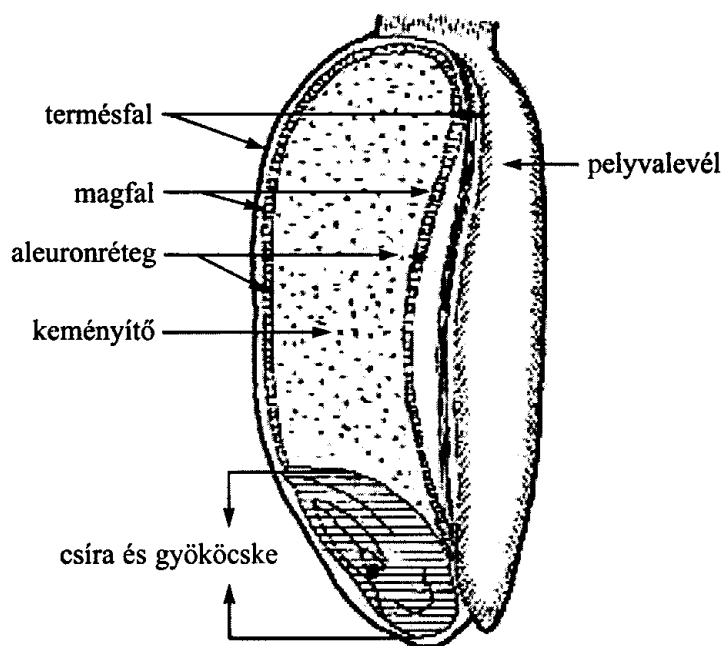
Malátatárolás



BN

)

## AZ ÁRPASZEM SZERKEZETE



11

## AZ ÁRPA KÉMIAI ÖSSZETÉTELE

Komponensek	Szárazanyag %-ában
Keményítő	63-65
Cukrok	1-2
Cellulóz	4-5
Hemicellulóz	8-10
Nyersfehérje	10-12
Lipidek	2-3
Ásványi anyagok	2-2,5
Vitaminok	0,1
Víz	12-18



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

12

## MALÁTÁZÁS

A három művelet berendezéseit egy-ségben telepítik:

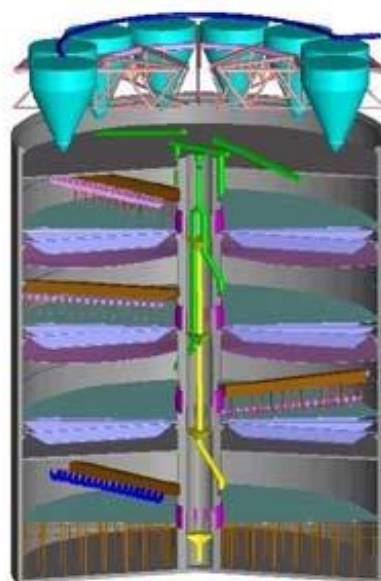
Áztatás →

Csíráztató kamra 1 →

Csíráztató kamra 2 →

Csíráztató kamra 3 →

Aszalás →



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

13

## A MALÁTÁZÁS MŰVELETEI: ÁZTATÁS

Az árpát 1-3 napig 15-20 C-os vízben áztatják nagy, alul kúposan végződő hengerekben, időnként kieresztik alóla a vizet és frissel pótolják, majd alulról nagynyomású levegővel megforgatják az árpát. 2-4 nap alatt az árpa közel 50% vizet vesz föl.

Akkor lehet befejezni az áztatást, ha a szemek körmüket belevájva szétmennek, héjukat le lehet húzni, belsejük közepe fehér és maradt még egy olyan kis része a szemtermésnek amely még nem nedves.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

14

## A MALÁTÁZÁS MŰVELETEI: CSÍRÁZTATÁS

A megduzzadt árpát meleg helyen (szérűk, dobok vagy szekrények) 0,5-1 m vastag rétegben szétterítve hagyják csírázni néhány napig (általában 3-6 nap).

A csíráztatás célja az enzimek termelése, aktiválása

A csírázó gabonát folyamatosan figyelni kell és rendszeresen át kell forgatni. Ezáltal a szemek levegővel érintkeznek, ami biztosítja az oxigénellátást, és elviszi a keletkező hőt (befüledés veszélye). A megfelelő csíráztatási hőfok 12-16°C

Ez a folyamat akkor fejeződik be, ha gyökércsíra hossza eléri a mag hosszának másfélszeresét, a levélcsíra a maghéj alatt van és a mag feléig ér.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

15

## Zöldmaláta





## MITŐL FÜGG A SÖR SZÍNE? - ASZALÁS

Az eltarthatóság érdekében a zöld malátát szárítják, fokozatosan növelve a hőmérsékletet. Az aszalóban, a zöld maláta ágyon keresztül nagy mennyiségű forró levegőt vezetnek át. Szakaszai:

- Fonnyasztás: 10% nedvességtartalomig, kíméletes vízelvonás 40-50°C-on
- Aszalás: további vízelvonás 5% nedvesség tartalom alá
- Szárítás: 65-70°C-on
- Végszárítás: a kész maláta típusa nagyban függ attól, hogy milyen hőmérsékleten szárították: a világos (pilseni) malátáknál 80-85°C, a sötét malátáknál 90-95°C (bécsi), 100-105°C (müncheni). A végső nedvességtartalom: 2,5-4,5%

Az aszalás célja a stabilizálás, a malátában zajló biokémiai folyamatok megállítása, valamint íz- és aromaanyagok képzése.



## A KÉSZ MALÁTA KEZELÉSE

Csíratörés: kíméletes őrléssel, dörzsöléssel leválasztják az összeszáradt csírat.

Tisztítás: a letört csírat és más könnyű szennyezőket levegővel kifúvatják a magok közül

Tárolás: a maláta aktivitása a tárolás első néhány hetében növekedik.

### MALÁTAFAJTÁK

- Világos vagy pilseni maláta: világos színű, enzimekben gazdag
- Sötét vagy bajor maláta: sötét színű, aromás, a világosnál kevésbé enzimgazdag
- Különleges maláták: karamell, festő: aroma és szín kialakításához, enzimeket nem tartalmaz



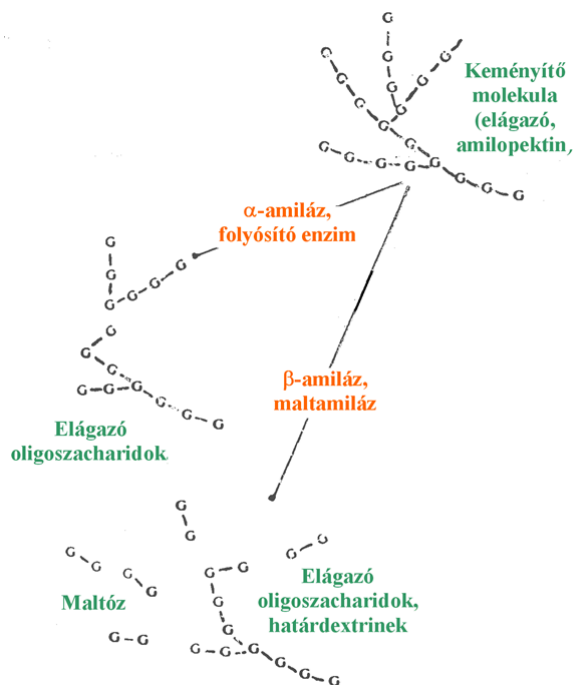
## A MALÁTA ENZIMEI

**Amilázok:** keményítőt bontó enzimek

**$\alpha$ -amiláz,** folyósító enzim: endo-amiláz, a láncok belsején, véletlenszerűen kötéseket hasít, rövidebb láncokat, dextrineket termel

**$\beta$ -amiláz,** maltamiláz: a láncok nem-redukáló végéről maltóz egységeket választ le. Határdextrinek maradnak.

**Proteázok:** a fehérjéket bontó enzimek



BME Alkalmazott Bio

## PÓTANYAGOK

Nagy keményítő tartalmú anyagok, a sörlé szárazanyag tartalmának legfeljebb 30 %-a származhat pótanyagból, amely lehet:

**Sörárpa dara:** malátához hasonló összetétel, de rontja a szűrhetőséget, íz és habzás romlik (nincs enzimtartalma, enzimek hozzáadása szükséges)

**Kukoricaőrlemény (csíráatlanított):** telt, édeskés íz (nincs enzimtartalma, enzimek hozzáadása szükséges)

**Rizsliszt:** világos sörökhöz

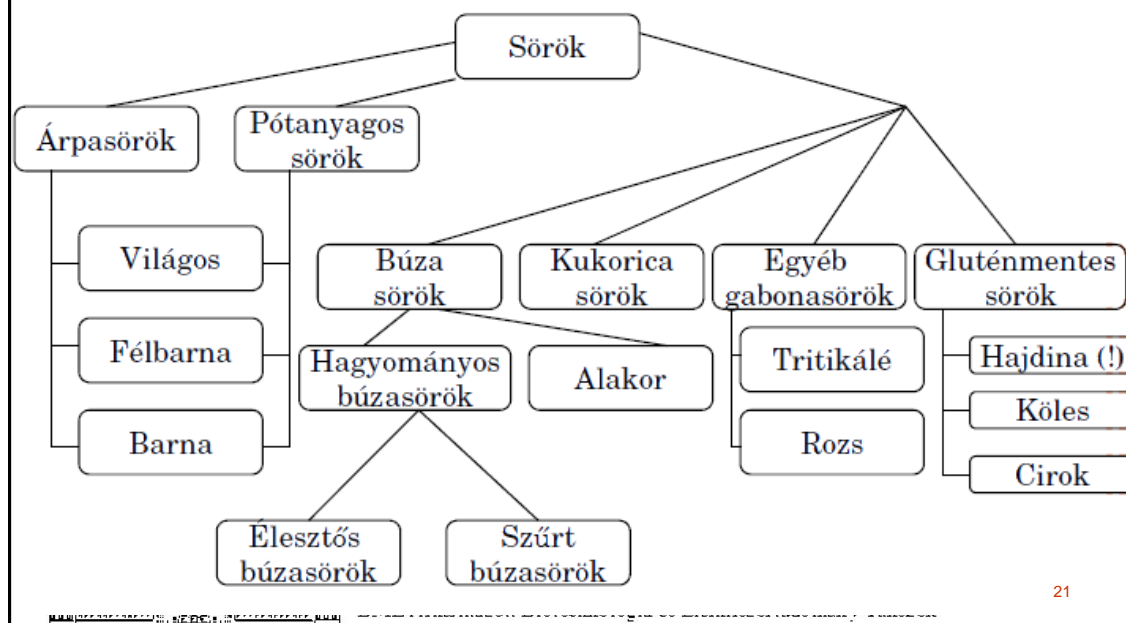
**Cukortartalmú termékek:** komlóforralásnál adagolják, az alkohol tartalmat növeli, nagy mennyiségben az erjesztést gátolhatja



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

20

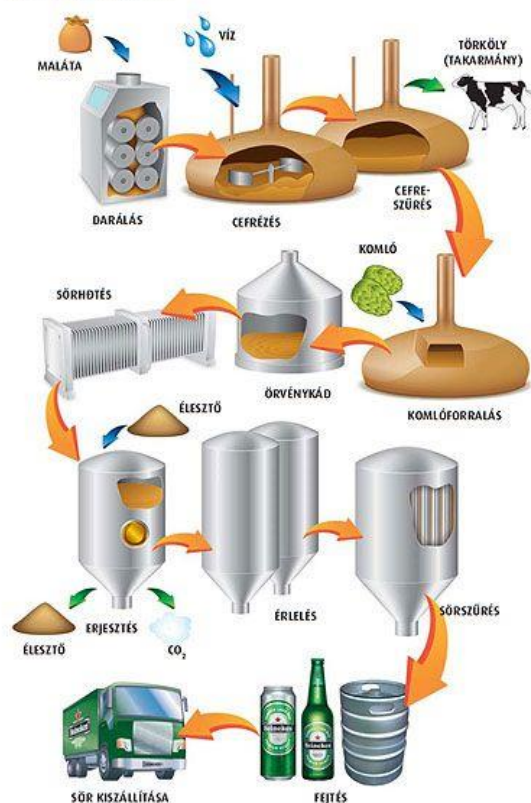
## Sörfajták csoportosítása az alapanyag alapján



## A SÖRGYÁRTÁS MŰVELETI LÉPÉSEI

- Sörfőzés**
  - Malátaőrlés
  - Cefrőzés
  - Cefreszűrés
  - Komlóforralás
- A sörle erjesztése**
  - A sörle kezelése
  - Főerjesztés
  - Utóerjesztés
- A sör fejtése**
  - Szűrés, stabilizálás
  - Pasztörözés
  - Töltés üvegbe, dobozba, hordóba

A sörfőzés folyamata



BME Alkalmazott Biotec

## A MALÁTA ŐRLÉSE

### Célja:

a maláta aprítása a benne levő komponensek jobb kinyerése érdekében

### Berendezései:

száraz őrlés:

kettő-, négy-, öt- és hathengeres malátamalmok

nedves őrlés:

kondicionálás vízzel, egy hengerpár



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

23

## CEFREFŐZŐ ÜSTÖK



24

# CEFRÉZÉS, CEFREFŐZÉS

## Célja:

A maláta oldható komponenseinek oldatba vitele

A nem oldható komponensek enzimes lebontása, oldása

A maláta enzimei, a főbb lebontási folyamatok:

Fehérjebontás: optimális hőmérséklet:  $\sim 50^{\circ}\text{C}$

Keményítőbontás  $\beta$ -amiláz enzimmel, optimális hőmérséklet :  $60-65^{\circ}\text{C}$ , keményítőtől maltóz, azaz erjeszhető cukor képzése

Keményítőbontás  $\alpha$ -amiláz enzimmel, optimális hőmérséklet  $70-75^{\circ}\text{C}$ , dextrinek, nem erjeszhető oligoszacharidok képzése

## Technológiái:

Infúziós: a hőmérséklet lépcsőzetes növelése, egy üstben

Dekokciós: hőkezelés a lé 2 vagy 3 részre osztásával



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

25

## Infúziós és dekokciós cefrézés hőfokprofilja

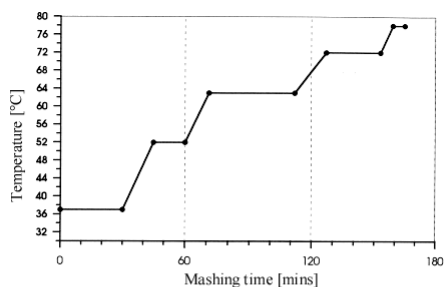


Fig.1 Infusion mashing (mashing-in at 35°C)

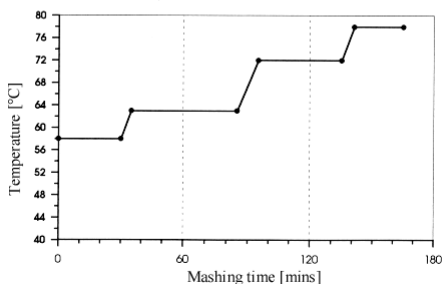


Fig.2 Infusion mashing (mashing-in at 58°C)

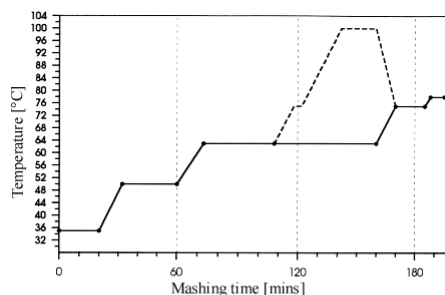


Fig.3 Single mash process

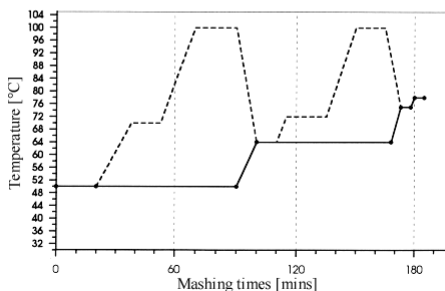


Fig.4 Two mash process

techt

## DEKOKCIÓS CEFRÉZÉS

A dekokciós cefrőzés lényege, hogy a hőkezelés során a lé felét vagy egyharmadát egy másik edényben felmelegítik, majd visszátöltik. Ettől a közös hőmérséklet megemelkedik.

Kétcefrés eljárás: a harmadik hőmérsékleti lépcsőnél, 64 °C-on a cefre felét átviszik egy másik üstbe, lassan felmelegítik 100 fokra, majd visszakeverik. A közös hőmérséklet ~72 fok lesz.

Háromcefrés eljárás: az 50 °C-os hőntartásnál elvezetik a cefre egyharmadát, ennek a hőmérsékletét 68, majd 100 fokra emelik, azután visszavezetik. A közös hőmérséklet itt is ~64 °C, ezen a lépcsőn is kivesszik a cefre egyharmadát, két lépcsőben felmelegítik, majd egyesítik a főtömeggel. A hőfokok váltogatásával és ismétlésével lehet a legjobban kihasználni a maláta anyagait.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

27

## Infúziós és dekokciós cefrőzés



28

## CEFRESZŰRÉS

= az oldott komponenseket tartalmazó **SÖRLÉ** és az oldhatatlan komponenseket tartalmazó **TÖRKÖLY** szétválasztása szűréssel.  
Forrón szűrik.

A szűrőn maradó törköly sok folyadékot tart vissza, ezt mosással és préssel vonják ki. A kapott folyadék a **MÁSLÁS**, ezt egyestítik a sörlével.

A sörtörköly nagyon értékes állati takarmány, régen a sörgyárakhoz hízlalda is tartozott. (→ Sörgyári capriccio)



## KOMLÓFORRALÁS

A szűrt sörlevet forrásig melegítik, hozzáadják a komlót (0,1-0,5%) és 40-120 percig forralják.

A forralás szerepe:

- A komló aroma komponenseinek kioldása,
- A sörlé összetételének rögzítése: az enzimek inaktiválódnak
- A sörlé sterilizálása
- A koagulálható fehérjék kicsapása: fehérje-polifenol komplex-szek képződése
- A koncentráció beállítása: a sörlé ~10%-a párolog el a komlóforralás során



## KOMLÓÜLTETVÉNY ÉS KOMLÓ"TOBOZ"



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

31

## A KOMLÓ

= egy kúszónövény (3-4 m magas állványokra futtatják).

A sörhöz éretlen nőivarú virágait használják. Ez kis zöldes levélkékből áll, a formája miatt tévesen nevezik koplótoboznak.

A natúr koplót ma már ritkán használják, inkább feldolgozzák standardizált minőségű koplóporrá, koplópelleté vagy kopló kivonattá.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

32



## A KOMLÓ FŐBB KOMPONENSEI

### FŐBB KOMPONENSEK:

Keserű anyagok:  $\alpha$ -savak

Aromaanyagok: illékonyak

Cseranyagok: polifenolok

### KOMLÓTÍPUSOK:

Keserű komló – nagy  $\alpha$ -sav tartalom

Aromakomló – sok aromaadó vegyület

### KÉSZÍTMÉNYEK:

- Natúr komló
- Préselt komló
- Komlópor
- **Komlópellet**
- **Komló kivonat**



## A SÖRLÉ KEZELÉSE

1. A forralás után elválasztják a SEPRŐT, a forralás során kivált csapadékot.
2. Hűtés: a forró sörlevet ( $\sim 90$  °C) le kell hűteni az erjesztés optimális hőfokára ( $\sim 10$  °C) → régen *léhűtő*, ma: hőcserélő
3. Levegőztetés  
célja: az élesztő szaporodásához az oxigén biztosítása  
megoldás: steril levegő vagy oxigén befúvatása a sörlébe
4. Hideg seprő elválasztás: még egy szűrés, a hűtés során kivált csapadék eltávolítása

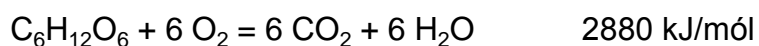


## A SÖRÉLESZTŐ

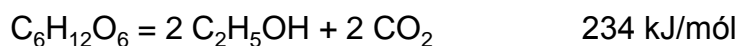
*Saccharomyces cerevisiae* (a közönséges sütőélesztő változatai), *Sacch. pastorianus*, *Sacch. carlsbergiensis*

Az élesztők fakultatív anaerob szervezetek = oxigén jelenlétében és anélkül is szaporodnak.

Aerob anyagcsere:



Anaerob anyagcsere:



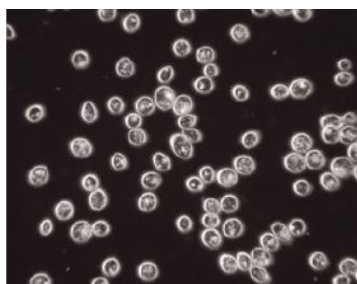
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

35

## A SÖRÉLESZTŐK TÍPUSAI

### Felső erjesztésű

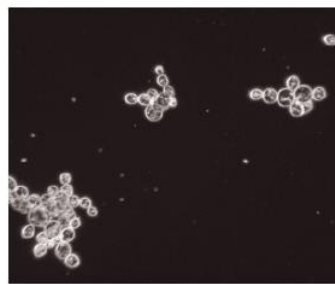
15-25°C-on erjesztenek, az erjesztés végén a felszínen gyűlnek össze a sejtek



Ale, porter és búzasörök

### Alsó erjesztésű

5-10°C-on erjesztenek, az erjesztés végén az erjesztő tank aljára ülepszik le



Pilseni, lager sörök



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

36

## ERJESZTÉS

**Beélesztőzés** (= beoltás, inokulálás): ~20 millió sejt/ ml koncentrációban

**Főerjedés** (fermentáció)

Jellemző változás az erjeszhető szénhidrátok alkohollá alakulása

Berendezés: nyitott vagy zárt, hőfokszabályzással ellátott tartály

**Utóerjedés, ászokolás, kondicionálás**

A sör érése, az íz finomodása, szén-dioxid elnyeletés, tisztulás

Berendezés: nyomástartó, hőfokszabályozással ellátott tartály



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

37

## FŐERJEDÉS

Berendezés: régi megoldás a nyitott tartály („úszómedence”), benne a hűtőcsövek



38

# FŐERJEDÉS

Berendezés: zárt tartályok



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

39

# UTÓERJESZTÉS, ÁSZOKOLÁS

A főerjedés végén kapott sör, a „FICKÓ”, még nem tökéletes ízű.

Ezért még egy hideg utóérlelésnek, ászokolásnak vetik alá. 0-3 fok között tárolják 5 héttől 5 hónapig terjedő ideig. Az érlelést zárt tartályokban, széndioxid túlnyomás alatt végzik.

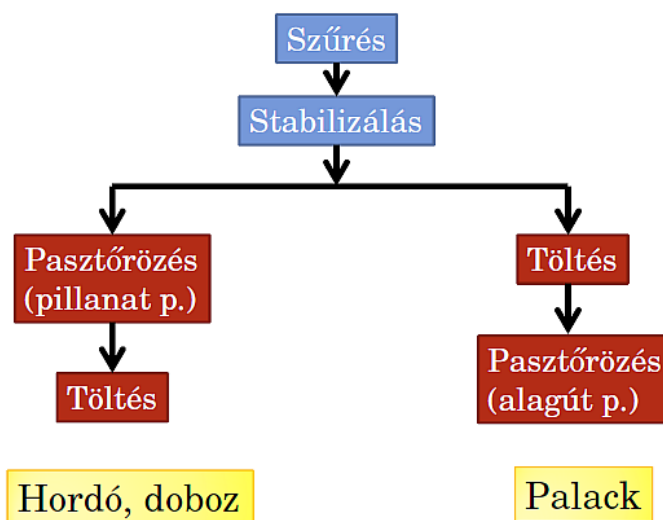
Az ászokolás során a sör összeérik, valamint számos vegyület kiválik és némi élesztő kiülepszik az erjesztőtorny kúpos aljába.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

40

## A SÖR KEZELÉSÉNEK LÉPÉSEI



## A SÖR KIDÁSA

**SZŰRÉS:** a zavarosságot okozó szennyeződések (élesztő, fehérje stb.) eltávolítása kovaföldes szűrőkön

### STABILIZÁLÁS

Az oxigén mennyiségének csökkentése (öblítés szén-dioxiddal)

Mikrobiológiai stabilizálás: pasztőrözéssel (pillanat vagy alagút)

Fényvédelem: fémdobozba vagy színes (zöld, barna) üvegbe

### A SÖR FEJTÉSE

- Palackba: egyszer vagy többször használható
- Hordóba: többször használható
- Dobozba: egyszer használható
- Műanyag palackba: egyszer vagy többször használható





A sörrel kapcsolatos további teendőket nem magyarázom el!



43

Fogyassza felelősséggel!



44