

# **A sörgyártás biotechnológiája**

(Dr. Kun-Farkas Gabriella előadása alapján)

Szent István Egyetem ÉTK Sör- és Szeszipari Tanszék)

**Mezőgazdasági iparok technológiája 2021**

# DEFINÍCIÓ

## MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 2-702 IRÁNYELV

### ☞ **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.

# A BIOLÓGIA LEGFŐBB TÖRVÉNYE:

A mikroorganizmusok célja, hogy jól érezze magát, amelynek köszönhetően szaporodik.

A biotechnológusok legfőbb célja a mikroorganizmusba rejlő lehetőségek kiaknázása, vagyis termékek előállítása

## Sörélesztő célja:

Aerob anyagcsere:  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$  **2880 kJ/mól**

Sörgyártó célja: kihasználni a sörélesztőben rejlő lehetőségeket vagyis kellemes aromájú, szén-dioxidot tartalmazó alkoholos ital előállítása.

Anaerob anyagcsere:

$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2 +$  anyagcsere-termékek **234kJ/mól**

# HOGYAN TUDJUK ELÉRNI A CÉLUNKAT?

Megfelelő (kedvező) körülményeket és közeget biztosítunk a sörélesztőnek.

Közeg: sörlé

A sörlé kiváló tápközeg mindenféle mikroorganizmusnak!

Körülmények: Hááát....

Különböző hőmérsékletek a megfelelő cél eléréséhez

Szaporodás: 30°C

Erjesztés: 10-12°C/20-22°C/0-1°C



# FELHASZNÁLHATÓ ANYAGOK

## □ Elsődleges összetevők

- Maláta (árpa, búza és egyéb gabona csíráztatásával előállított termék)
- Víz

## □ Egyéb szokásosan felhasználható összetevők

- Adalékanyagok
- Alkoholmentes sörök sörjellegének kialakításához szükséges aromák
- Ízesítő- és színezőanyagok
- Ízesített sörök ízesítésére és színezésére használt anyagok, aromák
- Komló (*Humulus lupulus*), komlókészítmények
- Karamellmaláta és színezőmaláta
- Pótanyagok  
A sörlé szárazanyag-tartalmának legfeljebb 30%-a származhat pótanyagból, amelyek :  
Sörárpa, csíráztatlanított kukoricaőrlemény, rizs, egyéb szénhidrát-tartalmú termékek

## □ Technológiai segédanyagok

Szén-dioxid, nitrogén, sörélesztő, szűrő- és derítőanyagok, enzimek

## SÖRÁRPA → kétsoros, tavaszi árpa



De miért pont a kétsoros tavaszi árpa?

- ~Nagy keményítőtartalom
- ~Alacsony fehérjetartalom
- ~Nagy, telt, szabályos szemek
- ~Vékony héj:
  - Védi az árpaszemet és jó szűrőréteg
- ~Nem alkalmas kenyér készítésre  
(Jól oldható, nagy enzimaktivitás)

Egyéb árpafajták (hatsoros őszi árpa)

# AZ ÁRPA KÉMIAI ÖSSZETÉTELE

Komponensek	Száranyag %-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

# A MALÁTAGYÁRTÁS MŰVELETEI

Árpa átvétel  
Tisztítás (osztályozás)

Tárolás

**Áztatás**

**Csíráztatás**

**Aszalás**

Malátatisztítás

Malátatárolás



# ELŐKÉSZÍTŐ MŰVELETEK

## ☞ Árpa átvétel

- Mennyiségi és minőségi (nedvesség, fehérje tart.!) ellenőrzés

## ☞ Tisztítás: malátagyártásra alkalmatlan szemek eltávolítása

- Mágnesezhetőség szerint: fém darabok eltávolítása (szikra porrobbanást okozhat!)
- Méret szerint: árpánál kisebb és nagyobb szennyeződések (rög, homok, idegen magvak) eltávolítása
- Alak: árpával azonos méretű, de eltérő alakú szennyeződések eltávolítása (berendezés: tarár)
- Fajlagos tömeg: por és egyéb könnyű szennyeződések eltávolítása (berendezés: triór)

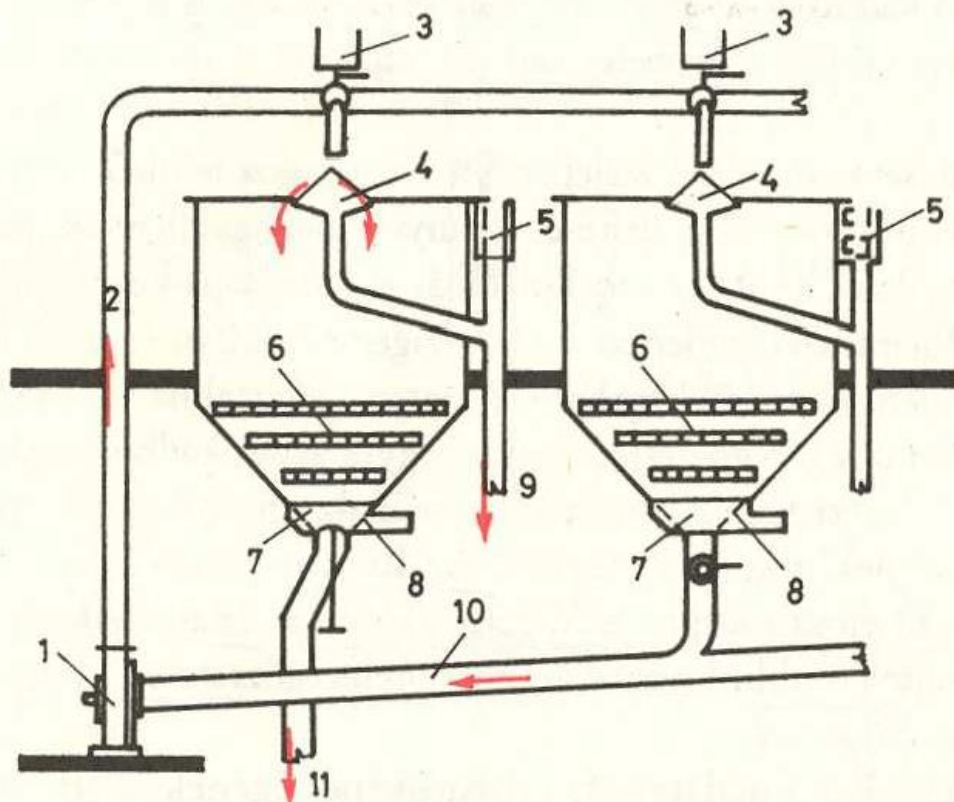
## ☞ Tárolás: frissen rosszul csírázik, csírányugalom állapotáig tárolás

- A csírázókéesség megőrzése, légzési veszteség csökkentése (hőmérséklet szabályozás, CO<sub>2</sub> elvezetés)

# A MALÁTÁZÁS MŰVELETEI: ÁZTATÁS

- ▣ Cél: a csírázás beindítása a kezdeti 12-14%-os nedvességtartalom 44-46 %-ra növelésével.
- ▣ Áztatóvíz hőmérséklete 12-18°C
- ▣ Áztatóvízhez adagolhatnak:
  - NaOH vagy mész: fertőtlenítés
  - Gibberelin sav: csírázás serkentése
- ▣ Vízfelvevő képesség függ:
  - Áztatás időtartama
  - Áztatóvíz hőmérséklete
  - Szem nagysága
  - Árpa fajta és évjárat

# ÁZTATÓ BERENDEZÉS



51. ábra. Hagyományos áztatókádak

1. szivattyú, 2. a víz útja az áztatókádakhoz, 3. a beáztatósíló alja, 4. szennyvízelvezető és az árpa egyenletes elosztója, 5. az úszó árpa felfogása a szűrőn, 6. levegőztetőcsövek, 7. kiáztatószelep, 8. szitafenek, 9. elfolyás a csatornába, 10. szivattyúösszekötő vezeték, 11. kiáztató

# A MALÁTÁZÁS MŰVELETEI: CSÍRÁZTATÁS

## ▣ Csíráztatás célja:

- Enzimképzés, enzimaktiválás
- Az endosperm sejtfal-alkotóinak bontása
- Egyéb lebontási folyamatok megindítása

## ▣ Csíráztatás paramétereit:

- Megfelelő nedvességtartalom
  - ▣ a csíráztatás végén 40 % nedvességtartalmú zöldmaláta
- Megfelelő csíráztatási hőfok
  - ▣ 12-16°C
- Megfelelő levegőellátottság
  - ▣ A csírázás kezdetén sok, a végén csökkenő oxigénellátás

# CSÍRÁZTATÁSI TECHNOLÓGIÁK

## ☞ Szérűcsíráztatás: ősi módszer

Az árpát betonlapra fektetik, alulról aknákon keresztül biztosítják a levegőztetést (hőmérséklet, nedvességtartalom állandó, fény kizárása). Szérűket rendszeresen mozgatják. Hét-nyolc nap.

## ☞ Gépi csíráztatás: dobcsíráztatás, szekrénycsíráztatás vagy dobszekrény csíráztatás

- Dobcsíráztatás: zárt , forgó dob, melybe vezetéken keresztül jut be a levegő, aminek szabályozzák a hőfokát és nedvességtartalmát, és légcsatornán ki a használt levegő.
- Szekrénycsíráztatás: az árpa 1 méter magas rétegben helyezkedik el egy hordozólemezen. A zöldmalátát dugóhúzó szerű csigákból álló készülék mozgatja. Levegőztetése szabályozott (hőm., nedvesség, CO<sub>2</sub> tartalom).

# A MALÁTÁZÁS MŰVELETEI: ASZALÁS

## Aszalás célja:

- A malátában zajló biokémiai folyamatok megállítása
- Fehérjekoaguláció
- Íz- és aromaanyagok képzése (Maillard-reakció!)

## Aszalás szakaszai:

- Fonnyasztás: 10% nedvességtartalomig, kíméletes vízelvonás 40-50°C-on
- Aszalás: további vízelvonás 5% nedvesség tart. alá:
  - Szárítás 65-70°C
  - Végszárítás: világos (pilseni) malátáknál 80-85°C, sötét malátáknál 90-95°C (bécsi), 100-105°C (müncheni)

## Végső nedvességtartalom: 2,5-4,5%

# A KÉSZ MALÁTA KEZELÉSE

- ▣ Csíráatlanítás, tisztítás:  
gyökércsíra, por eltávolítása
- ▣ Malátatárolás

## 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 kialakításhoz, enzimeket nem tartalmaz

# SÖRFAJTÁK CSOPORTOSÍTÁSA AZ ALAPANYAG ALAPJÁN





# A SÖRFŐZŐ VÍZ

A víz minősége meghatározza a sör minőségét! A vízben oldott sók meghatározzák

- a sör ízét
- a gyártás során lejátszódó folyamatokat:
  - a cefrézés enzimes folyamatait,
  - a fermentáció lefolyását,
  - az anyagcsere-termékek összetételét

Paraméter	Érték
összkeménység	5 – 7 nk
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	70 – 80 mg/l (3,1 – 3,6 nk)
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0 mg/l
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0 mg/l
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	20 mg/l
Fe	1 mg/l
Mn	1 mg/l
pH	5,4

# KÜLÖNBÖZŐ SÖRFŐZŐ VIZEK ÖSSZETÉTELE

Ionösszetétel (mg/l)	Sörtípus		
	Világos ale Burton	Világos lager Pilsen	Barna lager München
Ca <sup>2+</sup>	268	7	76
Mg <sup>2+</sup>	62	2	18
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	280	14	152
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	638	5	10
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	31	-	-
Cl <sup>-</sup>	36	5	2

# VÍZKEZELÉS

- Ioncsere
  - Kation- és anioncserélő gyanták
- Membrántechnika (reverz ozmózis)
  - A tömény oldat oldalán nagy nyomás – az oldószert a permeátumba nyomja



# VÍZ A SÖRGYÁRTÁSBAN

Felhasználás területe	Vízfelhasználás hl víz/hl kész sör
Főzőház	1,80 – 2,20
Erjesztő és élesztő kezelés	0,50 – 0,80
Ászokpince	0,30 – 0,60
Szűrés	0,10 – 0,50
Palackfejtő (70%)	0,90 – 2,10
Hordófejtő (30%)	0,08 – 0,24
Takarítás (adminisztráció is)	1,00 – 3, 00
Gőzfejlesztők	0,10 – 0,30
Légkompresszorok	0,12 – 0,50
Összesen	4, 90 – 12,64

A söripar  
vízigénye igen  
nagy!

- Alapanyag
- Üzemi víz

plusz:

malátagyártás  
3,1 (3,8) m<sup>3</sup>/ 1  
tonna maláta

Forrás: Kunze (2004) Technology Brewing and Malting

# A KOMLÓ

Keserű komló – nagy  $\alpha$ -sav tartalom

Aromakomló – sok aromaadó vegyület

(cseranyagok, polifenolok)

## Komlókészítmények

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



# PÓTANYAGOK

- ✚ Nagy keményítő tartalmú anyagok
- ✚ A sörlé szárazanyag tartalmának legfeljebb 30 %-a származhat pótanyagból, amelyek:
  - Sörárpa: malátához hasonló összetétel, de rontja a szűrhetőséget, íz és habzás romlik (enzimhasználat!)
  - Kukoricaőrlemény (csíráatlanított): telt, édeskés íz (enzimhasználat!)
  - Rizs: világos sörökhöz
  - Szénhidrát tartalmú termékek: komlóforralásnál adagolják, nagy mennyiségben az erjesztést gátolhatja

# A SÖRGYÁRTÁS MŰVELETI LÉPÉSEI

## ☞ Sörfőzés

- Malátaőrlés
- Cefrőzés
- Cefreszűrés
- Komlóforralás

## ☞ A sörlé erjesztése

- A sörlé kezelése
- Főerjesztés
- Utóerjesztés

## ☞ A sör fejtése

- Szűrés, stabilizálás
- Pasztőrözés
- Üvegbe, dobozba, hordóba töltés

# A MALÁTA ŐRLÉSE

## ☞ Célja:

a maláta aprítása a benne levő komponensek kinyerése érdekében

## ☞ Berendezései:

- száraz őrlés: kettő-, négy-, öt- és hathengeres malátamalmok
- nedves őrlés: kondicionálás vízzel, egy hengerpár



# CEFRÉZÉS

## Célja:

- A maláta oldható komponenseinek oldatba vitele
- A nem oldható komponensek enzimes lebontása, oldása

## Főbb enzimes lebontási folyamatok:

- Fehérjebontás: 50°C
- Keményítóbontás: 60-65°C, erjeszhető szénhidrátok képzése  $\beta$ -amiláz enzim által
- Keményítóbontás: 70-75°C, nem erjeszhető szénhidrátok képzése  $\alpha$ -amiláz enzim által

## Technológiái:

- Infúziós: hőmérséklet fokozatos növelése, egyszerű, de kisebb kihozatal
- Dekokciós: nagyobb kihozatal, 2 edény használatát igényli

# CEFRÉZÉSI ELJÁRÁSOK

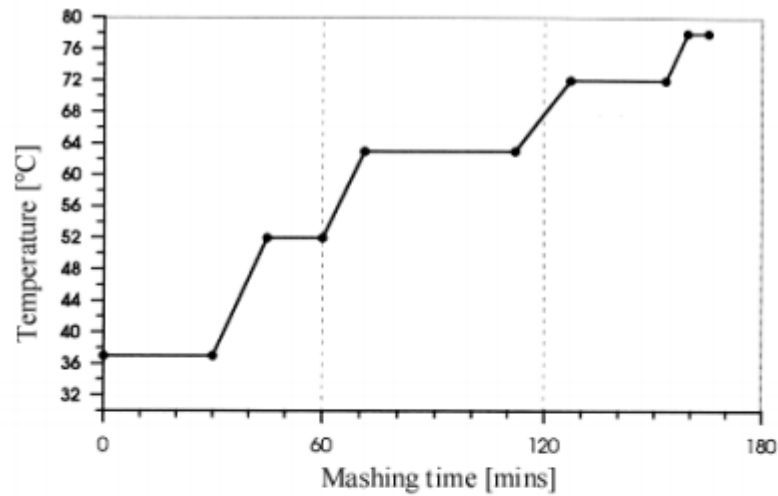


Fig.1 Infusion mashing (mashing-in at 35°C)

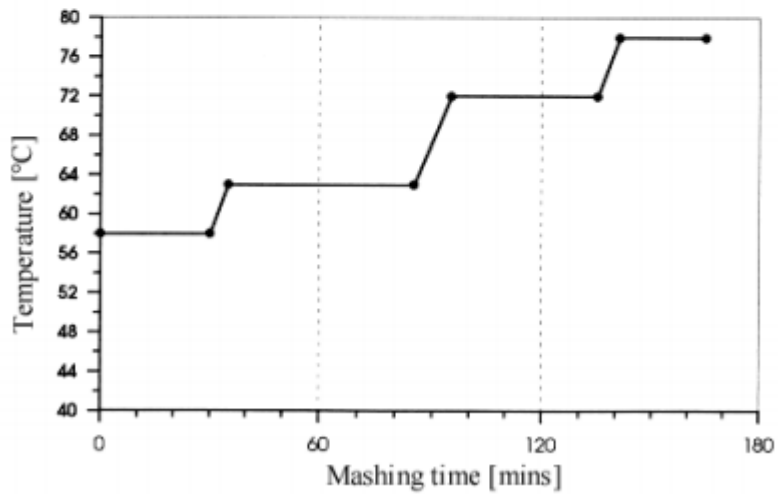


Fig.2 Infusion mashing (mashing-in at 58°C)

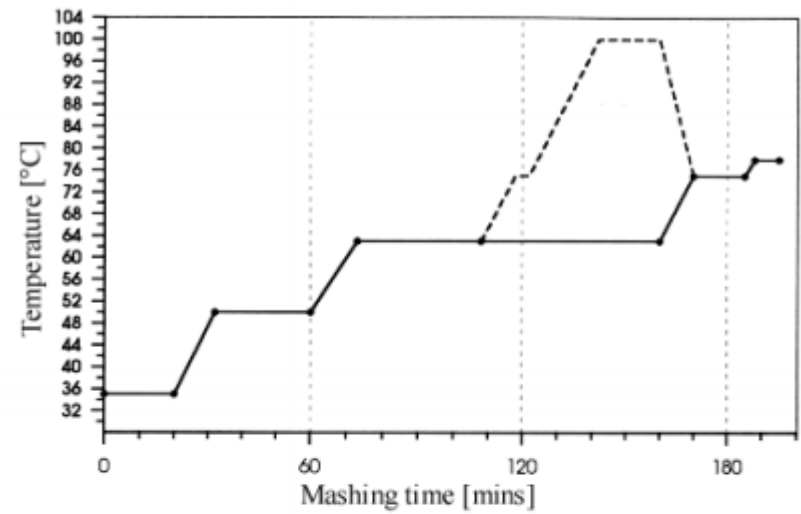


Fig.3 Single mash process

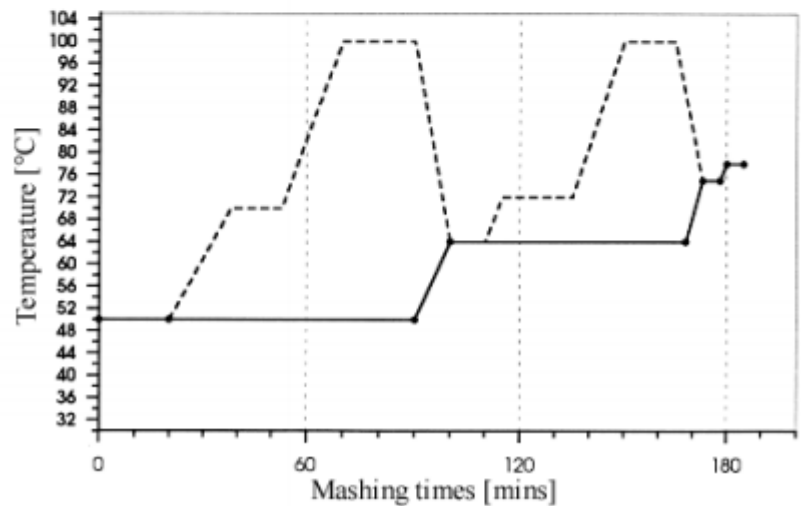


Fig.4 Two mash process

# CEFRESZŰRÉS

## ☞ Célja:

az oldott komponenseket tartalmazó **sörlé** és az oldhatatlan komponenseket tartalmazó **törköly** szétválasztása

## ☞ Fő lépései:

- Színsörlé elválasztás
- Másolás

## ☞ Berendezések:

- Szűrőkád
- Szűrőprés

# KOMLÓFORRALÁS

## Célja:

- ✧ A komló értékes komponenseinek kioldása:  $\alpha$ -savak izomerizálódnak
- ✧ A sörlé összetételének rögzítése: enzimek inaktiválódnak
- ✧ A sörlé sterilizálása
- ✧ A koagulálható fehérjék kicsapása: fehérje-polifenol komplexek képződése
- ✧ A koncentráció beállítása: a sörlé 10% párolog el a komlóforralás során

# SÖRLÉ ÖSSZETÉTEL (12 % EXTRAKT TARTALMÚ)

Komponens	koncentráció	Komponens	koncentráció
Fruktóz	3,9 g/l	Foszfát	575 mg/l
Glükóz	14,7 g/l	Klorid	45 mg/l
Szacharóz	4,6 g/l	Citromsav	170 mg/l
Maltóz	57,8 g/l	Glükonsav	50 mg/l
Maltotrióz	14,6 g/l	Almasav	60 mg/l
Össz nitrogén	700-1000 mg/l	Piruvát	< 10 mg/l
Lipid	10-80 (140)mg/l	D- és L-laktát	< 10 mg/l
Kálium	550 mg/l	B <sub>1</sub> -vitamin	150-750 µ/l
Nátrium	30 mg/l	B <sub>2</sub> -vitamin	300-500 µ/l
Kalcium	35 mg/l	B <sub>6</sub> -vitamin	150-200 µ/l
Magnézium	100 mg/l	Niacin (PP)	1500-2500 µ/l
Réz, vas	0,1 mg/l	Folsav	50-100 µ/l
Mangán, cink	0,15 mg/l	Biotin	5-10 µ/l
Kén	90 mg/l	Pantoténsav	150-250 µ/l

# A SÖRGYÁRTÁS MŰVELETI LÉPÉSEI

- **Sörfőzés**
  - Malátaórlés
  - Cefrőzés
  - Cefreszórés
  - Komlóforralás
- **A sörlé erjesztése**
  - **A sörlé kezelése**
  - **Főerjesztés**
  - **Utóerjesztés**
- **A sör fejtése**
  - Szűrés, stabilizálás
  - Pasztörözés
  - Üvegbe, dobozba, hordóba töltés

# A FORRÓSEPRŐ ELTÁVOLÍTÁSA

Méret: 30 – 80  $\mu\text{m}$

Mennyiség: 400 – 800 mg/l

**Összetétel :**

(80-85% víztartalom), fehérjék (50-60%), keserőanyagok (20-30%), polifenolok (15-20%)

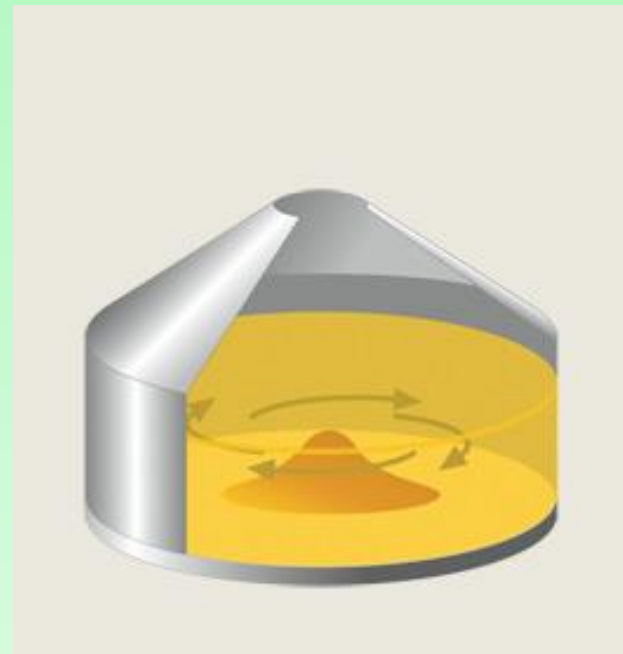
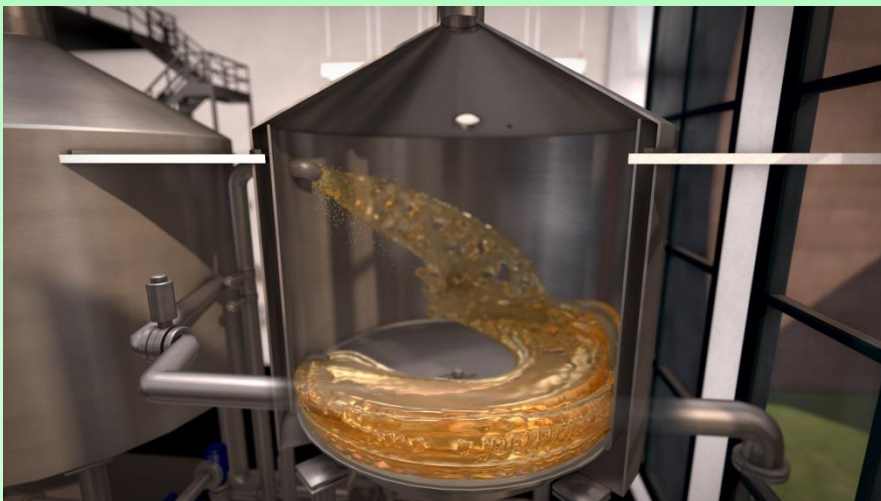
**Sörlé kinyerése a forróseprőből:**

75% víz +25% csapadék: visszavezetik a következő főzetbe (cefrézőbe vagy a szűrőkádra).

# A SÖRLÉ KEZELÉSE ÉS BERENDEZÉSEI

## Forró seprő elválasztás

- célja: a forralás során kivált csapadék eltávolítása
- berendezése: örvénykád, szeparátor, ülepitőkád





# A SÖRLÉ HŰTÉSE

A sörle hűtése az erjesztés hőmérsékletére

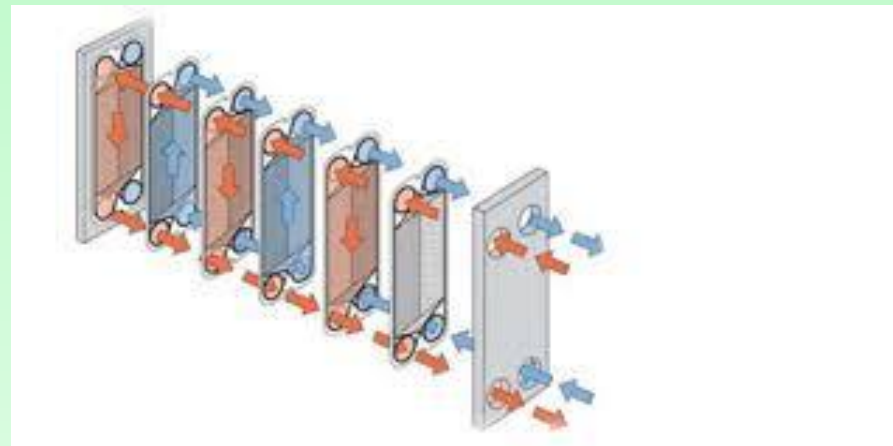
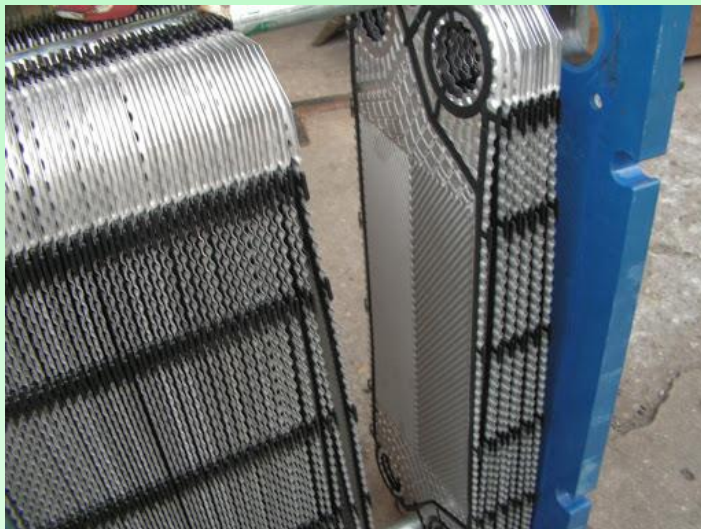
☞ felsőerjesztésű élesztő: 15-22°C

☞ alsóerjesztésű élesztő: 6-12°C

Gyorsan (kémiai folyamatok leállítása) és aszeptikusan (szennyező mikróbák kizárása) történjen!

Hidegseprű keletkezése!

Berendezések: lemezes hőcserélő



## A SÖRLÉ KEZELÉSE ÉS BERENDEZÉSEI II.

- Levegőztetés
  - célja: az élesztő szaporodásához az oxigén biztosítása
  - megoldás: steril levegő vagy oxigén bevitele a sörlébe levegőztető gyertyán
- Hideg seprő elválasztás
  - Célja: a hűtés során kivált csapadék eltávolítása
  - Berendezése: kovaföldes szűrő vagy flotációs tank

# A SÖRLÉ LEVEGŐZTETÉSE

8 – 9 mg/l oxigén elnyelése szükséges,  
amihez elméletileg 3 liter levegő / hl sörlé,  
gyakorlatilag ennek 10-szerese kell (nem elnyelődik el,  
illetve egyenetlen az eloszlása).

A sörlé hűtése után!

(Forró sörlé levegőztetése → oxidáció=szín  
mélyül, nemkívánatos ízanyagok keletkezése)

Cél: élesztő szaporodásának elősegítése.

Levegő sterilizálása szóréssel, kontamináció  
kizárására.

## A HIDEGSEPRŐ ELVÁLASZTÁSA

Keletkezése 60°C alatt kezdődik. Melegítés hatására részben visszaoldódhat. Teljes elválasztása nem lehetséges.

**Méret:** 0,5 – 1,0 μm

**Mennyiség:** 150 – 300 mg/l

**Összetétel:** fehérjék (50%), polifenolok (15-25%), szénhidrátok (20-30%), fehérje-polifenol komplexek, keserűanyagok

**Berendezések:** ülepitőkád (45-50%)\*, szeparátor (50%)\*, kovaföldes vagy perlites szűrő (75-85%)\*, flotáló berendezés (60-65%)\*

\*hatékonyság

## A HIDEGSEPRŐ...

...hasznos, mert stimulálja az élesztő szaporodását Zn hiányos vagy rosszul levegiztetett sörlében.

... káros, mert túl nagy mennyiségben (1) ízhibákat eredményezhet a sörben, (2) szennyezi az erjesztés végén elvett élesztő tömeget és (3) gyengíti a derítés hatékonyságát.

...szignifikánsan gyorsítja az erjedést.

...nincs hatással az erjedési sebességre.

...eltávolítása jó hatással van a világos, friss, „tisztá” ízvilágú sörökre.

A sörüzemek nagy része nem választja el a hidegseprűt.

# AZ ERJESZTÉS SZAKASZAI

- Főerjedés
  - Jellemző változás az erjeszhető szénhidrátok alkohollá alakulása
- Utóerjedés, ászokolás, kondicionálás
  - A sör érése, az íz finomodása, szén-dioxid elnyelés, tisztulás

Erjedést befolyásoló tényezők:

A sörlé összetétele

A levegőztetés mértéke

Az élesztőadag nagysága

Élesztőtörzs

Erjesztési és ászokolási hőmérséklet

Nyomás

A berendezések geometriai felépítése



# AZ ÉLESZTŐADAG HATÁSA

Erjesztési idő	Élesztőadag	Élesztő szaporulat
9 nap	0,5 l/hl *	4-szeres
7 nap	1,0 l/hl	2-3-szoros
4 – 5 nap	2,0 l/hl	1,5-szeres

\* „normál” adag;  $15-20 \times 10^6$  sejt/ml

- Gyorsabb erjedés
- Kisebb élesztőszaporulat
- Nagyobb keserűanyag veszteség
- Nagyobb acetolaktát képződés
- Kevesebb erjedési anyagcsere-termék
- Megnövekedett élesztő autolízis:

élesztős mellékíz

# ERJESZTÉSI TECHNOLOGIÁK 1.

## Hagyományos erjesztési technológiák

- Főerjedés: nyitott erjesztőkádákban
  - Erjesztési idő: 8 -10 nap
  - Hőmérséklet: 5 – 9°C
- Utóerjesztés, ászokolás: zárt, nyomástartó tankokban
  - Ászokolási idő: 6 – 8 hét
  - Hőmérséklet: 0°C

## Korszerű erjesztési technológiák

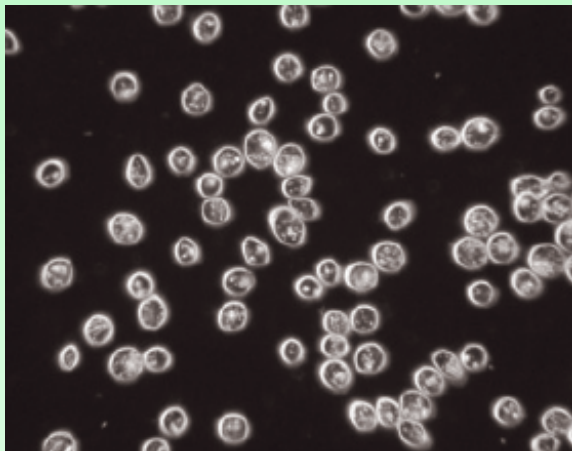
- Cilinderkónikus erjesztőberendezések
- Unitankos vagy két tankos eljárás
  - **Főerjesztés** hőmérséklete: 12 - 16°C
    - Időtartama: 5 – 6 nap, diacetil redukció
  - **Kondicionálás**
    - Változó hőmérsékletvezetés és időtartam



# A SÖRÉLESZTŐ TÍPUSAI

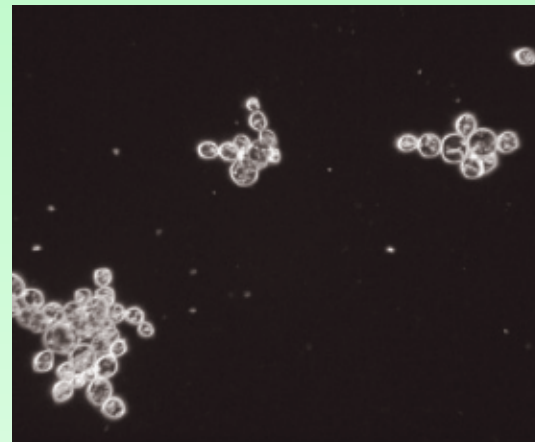
## Felsőerjesztésű

- ✚ erjesztés végén a felszínen gyűlnek össze a sejtek
- ✚ 15-25°C-on erjesztenek
- ✚ melibiózt nem bontják



## Alsóerjesztésű

- ✚ erjesztés végén az erjesztő tank aljára kiülepszik
- ✚ 5-10°C-on erjesztenek
- ✚ melibiózt bontják



# MIRE VAN SZÜKSÉGE A SÖRÉLESZTŐNEK?

## Szénhidrátok

- monoszacharidok: glükóz, fruktóz
- diszacharidok: maltóz, szacharóz
- triszachardiok: maltotrióz, raffinóz
- mannóz, galaktóz, xilulóz

*A sörélesztők nem erjesztik a laktózt!*

## Nitrogén

- szervetlen: ammónium sók
- szerves: aminosavak, peptidek, aminok, pirimidinek, purinok

*A sörélesztők nem hasznosítják a nitrítet és nitrátokat!*

## Ásványi anyagok

- Kén: szerves és szervetlen formában is
- Kálium, magnézium, vas, mangán, kalcium, réz, kobalt, bór, nikkel, molibdén, *cink*

# MIRE VAN SZÜKSÉGE A SÖRÉLESZTŐNEK?

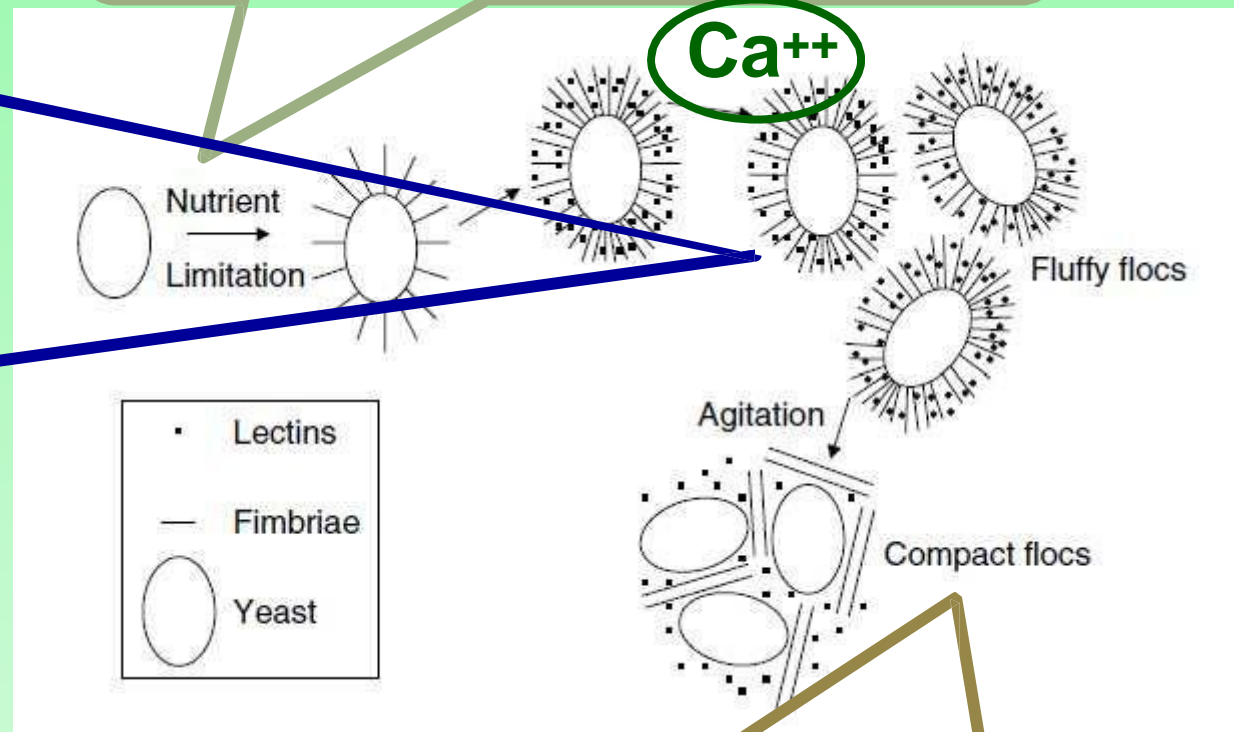
## Növekedési faktorok

- **Minden sörélesztő törzsnek szükséges:**
  - biotin
  - pantoténsav
- **Felsőerjesztésű sörélesztő törzseknek szükséges:**
  - B<sub>1</sub> vitamin (tiamin)
  - p-aminobenzoésav
- **Szigorúan anaerob körülmények között szükséges:**
  - ergoszterin
- **Egyes sörélesztő törzseknek szükséges:**
  - inozit
- **Nem szükséges:**
  - nikotin sav, B<sub>2</sub> vitamin (riboflavin), B<sub>6</sub> vitamin (piridoxin), folsav

# FLOKKULÁCIÓ

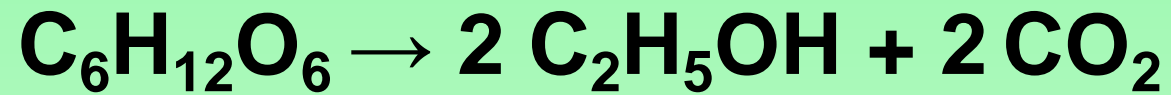
Flokkuláció kiváltója: oxigén és tápanyagok korlátozott jelenléte.

1. Fimbria-szerő képletek megjelenése a sejtek felszínén
2. Flokkulinok (fehérjék) szintézise (FLO01 gén)
3. Lektinek (mannán-specifikus) felszabadulása a sejtől

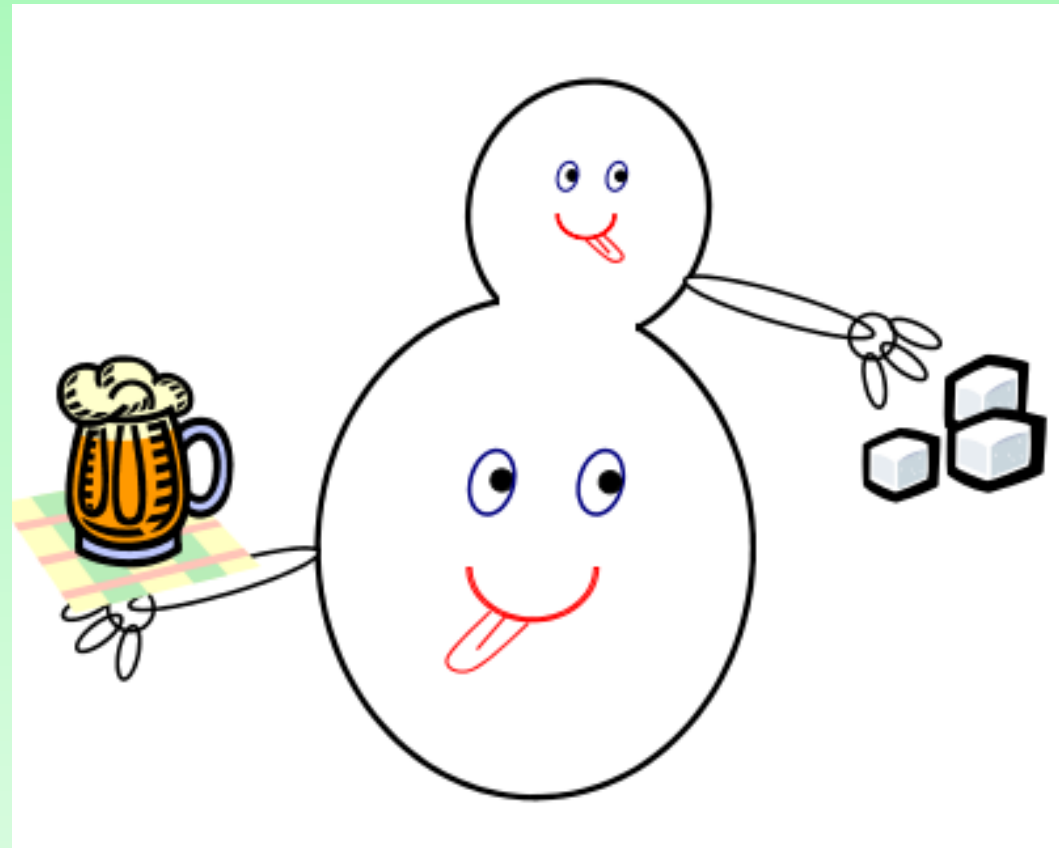


Agitáció hatására a fimbriák leszakadnak a sejtekről és újrarendeződnek, így tömörebb csomók képződnek.

# A SÖRÉLESZTŐ „FELADATA”



- savak
- észterek
- kozmaolajok
- „egyebek”



## AROMAANYAGOK EREDETE

Meghatározó: *maláta*- és *komló*eredetű vegyületek

Legfontosabb: **sörélesztő** tevékenységéből eredő vegyületek.

- etanol: „melegítő, felmelegítő”
- szén-dioxid: „nyelv bizsergető, szúrós”
- élesztő anyagcsere-termékek,

amelyek *észlelhető koncentrációban* vannak jelen (=„ízaktív”)

Képződő aroma vegyületek egyensúlyát az élesztő törzs típusa és a sörlé összetétel kombinációja adja.

.

# AROMAANYAGOK A SÖRBEN

Több száz detektált vegyület.

Ízérvékelési küszöb: az a koncentráció, amit az esetek 50%-ban detektálnak.

## Pozitív vegyületek

1. etanol
2. komló keserűség
3. szén-dioxid
4. izoamil acetát („banán” észter)
5. etil acetát („alma” észter)
6. kozmaolajok (magasabb rendű alkoholok)

## Negatív vegyületek

1. kénes (dimetil szulfid+hidrogén szulfid)
2. vajkaramellás (diacetil)
3. állott (transz-2-nonenal)

Fontossági sorrend!

## SZERVES SAVAK

- Savanyú és sós ízt kölcsönöznek a sörnek
- Hozzájárulnak a pH csökkenéshez
- Forrásuk: citrát kör vagy az aminosavak lebontása

Szerves savak a sörben: piroszőlősav, citromsav,  
borkósav, tejsav, almasav

### Oxo savak

$\alpha$ -acetolaktát,  $\alpha$ -acetohiproxi sav: diacetil és 2,3-pentándion elővegyületei!

## ZSÍRSAVAK

- Kellemetlen ízt okoznak és gátolják a habképződést
- Sörlében a közepes szénláncú zsírsavak ( $C_{16}$ - $C_{18}$ ) vannak jelen, amit felváltanak a rövidebb szénláncúak ( $C_6$ - $C_{10}$ ) a sörben.
- Alkohol stressz vagy sejthalál, autolízis eredményeként kerülhetnek a sörbe.



# KOZMAOLAJOK = MAGASABB RENDŐ ALKOHOLOK

A sörben több, mint 40 féle kozmaolajat azonosítottak.

Érzékszervileg fontos kozmaolajak, ízérzékelési küszöb feletti koncentrációban vannak jelen:

n-propanol, izo-butanol, amil-alkohol (2-metilbutanol),  
izoamil-alkohol (3-metilbutanol)

Az alkohol ízét és aromáját teszik intenzívebbé, különösen a „melengető” hatást.

Főleg az élesztőtörzs megválasztása befolyásolja

Alsóerjesztésű vs. Felsőerjesztésű

Erjesztési körülmények- kisebb mértékben

Észterek elővegyületei

# ÉSZTEREK

A sör fő aromahordozói. Gyümölcsös, oldószeres ízük-aromájuk van.

Több, mint 100 féle észter vegyületet azonosítottak sörből.

- etil-acetát: gyümölcs, oldószeres (8-12 ppm)
- izoamil acetát: banán, alma (1-1,5 ppm)
- izobutil acetát: banán, gyümölcs (0,03-0,05 ppm)
- etil kaproát: alma, ánizs
- 2-feniletil acetát: rózsa, méz, alma

# ÉSZTEREK

## Képződésük

Elméletileg: etanol/magasabb rendű alkohol + szabad zsírsav

Gyakorlatilag: alkohol + zsírsav acil KoenzimA észter vagy észterbontó enzimek (észterázok) reverz reakciója

Szintézisük energiafelhasználással jár a sejt szempontjából, ami fontosságára utal.

Befolyásoló tényezők (enzimaktivitás): Sörlé összetétel, sörlé alkotók, oxigén tartalom, beélesztőzés, hőmérséklet

# KARBONIL VEGYÜLETEK: ALDEHIDEK ÉS VDK

Mintegy 200 féle karbonil vegyületet azonosítottak sörökből.

Főbb képviselői:

acetaldehid

egyéb aldehidek

vicinális diketonok

Kellemetlenek a sör minőségének szempontjából, ezért fontos szabályozni a képződésüket és elősegíteni a redukciójukat.

# ALDEHIDEK

Az aldehidek ízérzékelési küszöbe lényegesen alacsonyabb, mint az azonos szénatom számú alkoholé.

Kellemetlen ízt okoznak: fő jellegő, gyümölcsös, zöld levél, kartonpapír. A sörlé aromájára jellemző az aldehides jelleg, ezért az alkoholmentes és szegény sörök egyik jellegzetessége.

## Acetaldehid

A fickósör jellegzetes aromáját adja.

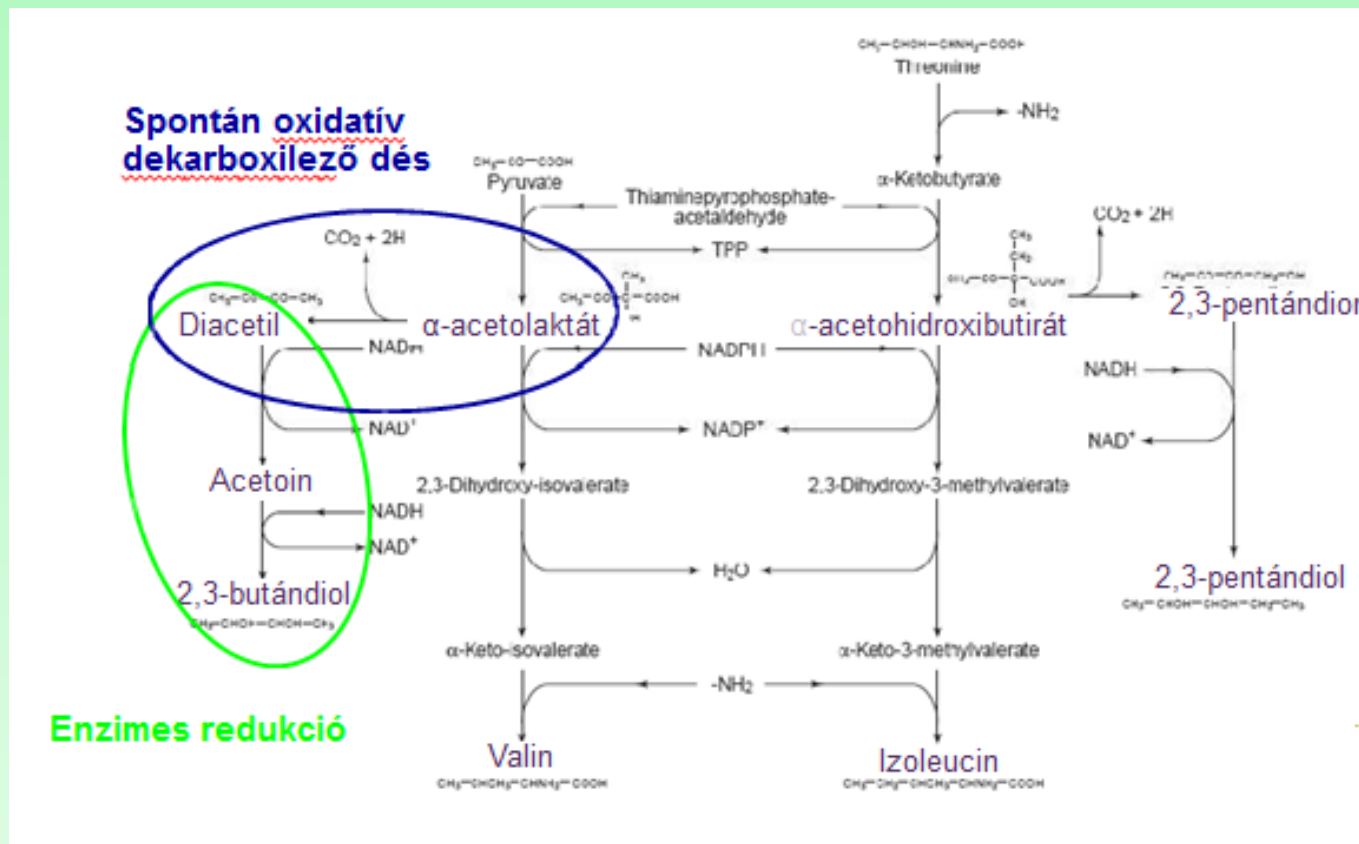
Az etanol toxikusságának egy részéért is valószínűleg az acetaldehid felel. Bizonyíték: tápközeghez adott etanol kevésbé toxikus, mint a sejt által termelt.



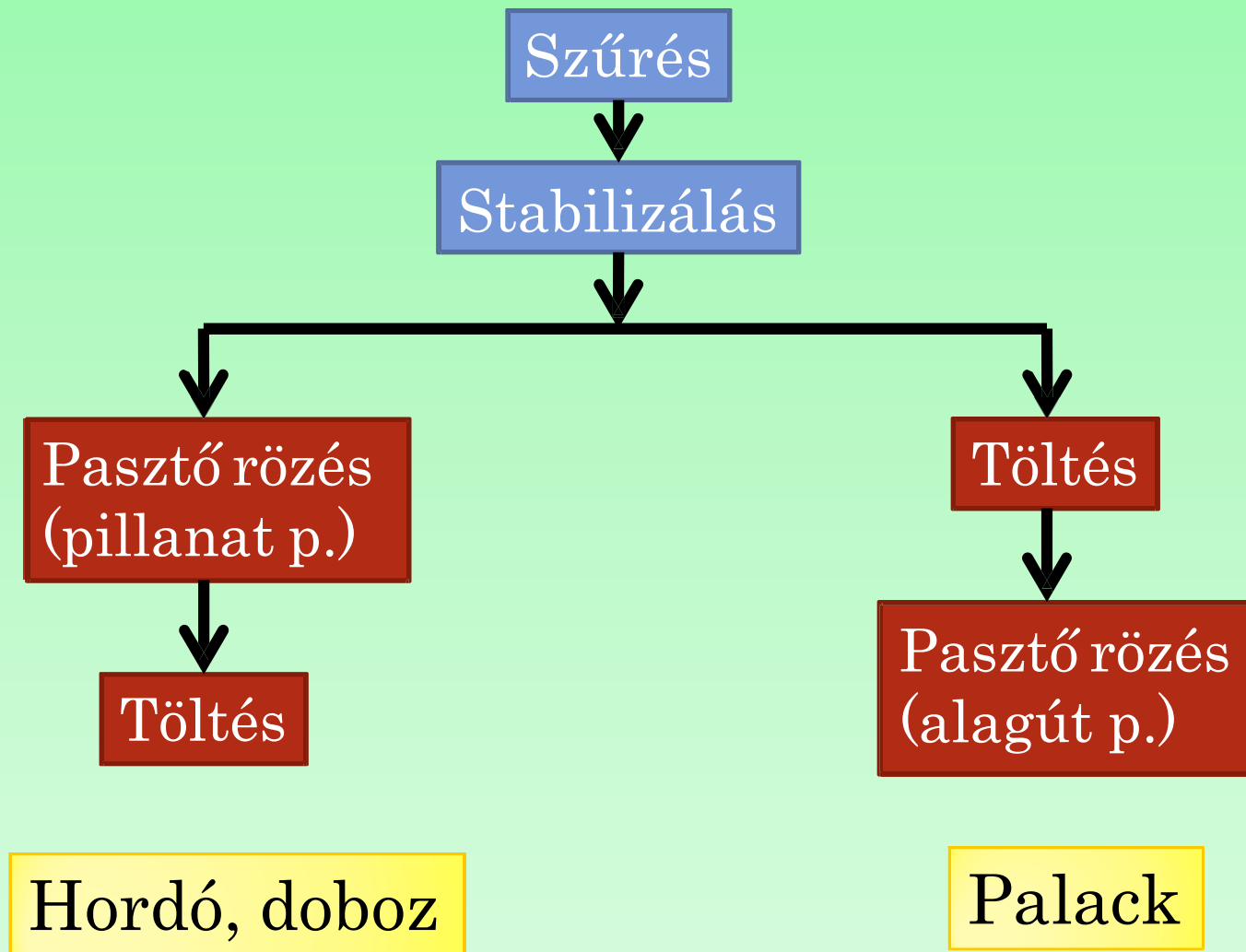
# VICINÁLIS DIKETONOK: DIACETIL ÉS 2,3-PENTÁNDION

Kellemetlen édes, vajkaramellás ízt adnak, ami rendkívül idegen a sör ízétl.

Alacsony az ízküszöb értékük: (0,15 és 0,9 ppm)



# A SÖR KEZELÉSÉNEK LÉPÉSEI



# SZŰRÉS

## ☞ Célja:

a sörben lévő szennyeződések (élesztő, fehérje stb.) eltávolítása

## Berendezései:

kovaföldes szűrők (gyertyás, keretes, tányéros)

# STABILIZÁLÁS

## ☞ Ízstabilizálás

- Az oxigén mennyiségének csökkentése

## ☞ Kolloidstabilizálás

- Fehérjestabilizálás – tannin, bentonit, enzim
- Polifenolok csökkentése – poliamidok, PVPP (polivinil-polipirrolidon)

## ☞ Mikrobiológiai stabilizálás

- (Steril szűrés)
- Pasztőrözés (pillanat vagy alagút pasztírözés)



# SÖR FEJTÉSE

Ellennyomásos töltőberendezéseken

☞ Palack: egy- és kétutas

☞ Hordó: többutas

☞ Doboz: egyutas

☞ Műanyag palack: egy- és kétutas