

A sörgyártás biotechnológiája

(Dr. Kun-Farkas Gabriella előadása alapján)

Szent István Egyetem ÉTK Sör- és Szeszipari Tanszék)

Mezőgazdasági iparok technológiája 2022

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, CO₂ 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

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

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

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 ₃ ⁻	70 – 80 mg/l (3,1 – 3,6 nk)
NO ₃ ⁻	0 mg/l
NO ₂ ⁻	0 mg/l
SO ₄ ²⁻	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 ²⁺	268	7	76
Mg ²⁺	62	2	18
HCO ₃ ⁻	280	14	152
SO ₄ ²⁻	638	5	10
NO ₃ ⁻	31	-	-
Cl ⁻	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) m³/ 1
tonna maláta

Forrás: Kunze (2004) Technology Brewing and Malting

A KOMLÓ

Keserű komló – nagy α -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 β -amiláz enzim által
- Keményítóbontás: 70-75°C, nem erjeszhető szénhidrátok képzése α -amiláz enzim által

Technológiái:

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

CEFRÉZÉSI ELJÁRÁSOK

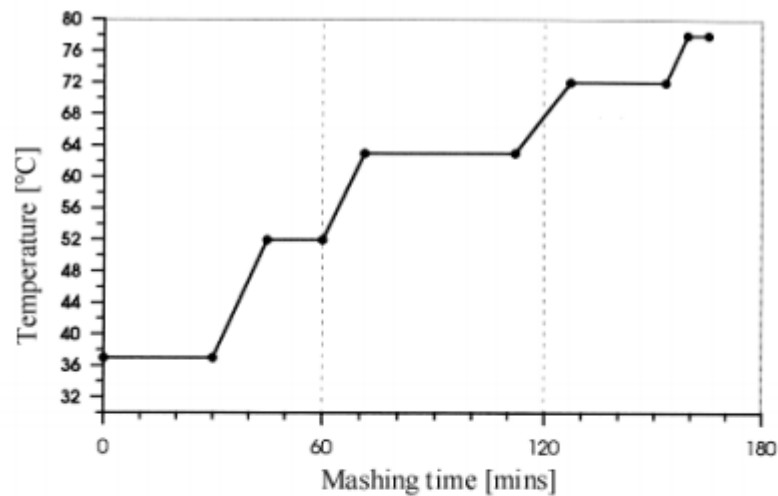


Fig.1 Infusion mashing (mashing-in at 35°C)

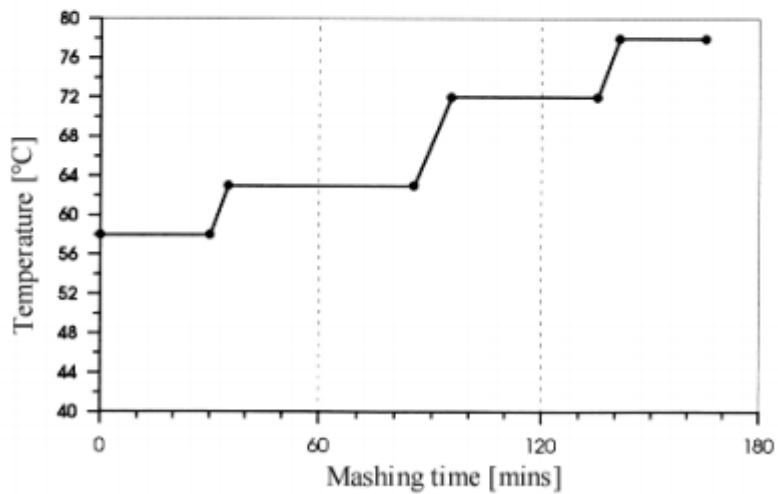


Fig.2 Infusion mashing (mashing-in at 58°C)

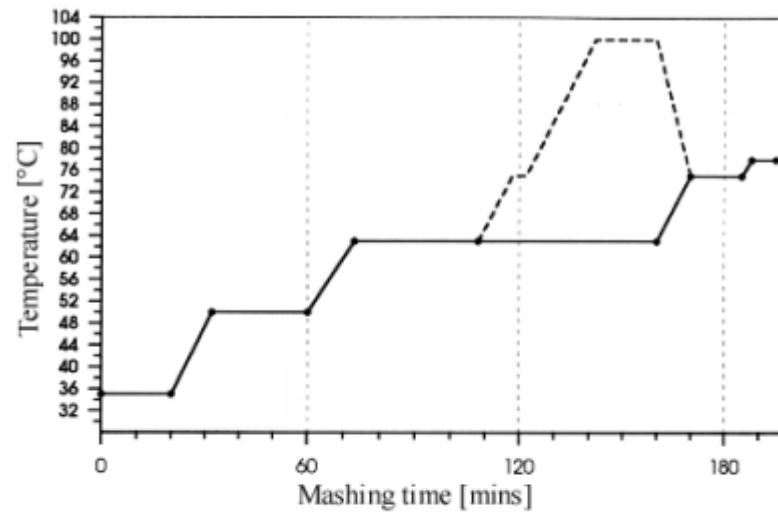


Fig.3 Single mash process

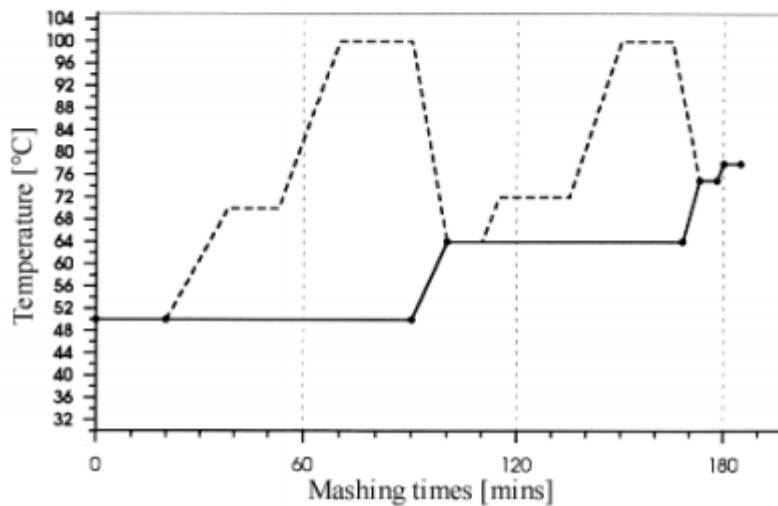


Fig.4 Two mash process

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: α -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 ₁ -vitamin	150-750 µ/l
Nátrium	30 mg/l	B ₂ -vitamin	300-500 µ/l
Kalcium	35 mg/l	B ₆ -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
 - Cefrészés
 - Cefreszórés
 - Komlóforralás
- **A sörlé erjesztése**
 - **A sörlé kezelése**
 - **Főerjesztés**
 - **Utóerjesztés**
- **A sör fejtése**
 - Szűrés, stabilizálás
 - Pasztórozás
 - Üvegbe, dobozba, hordóba töltés

A FORRÓSEPRŐ ELTÁVOLÍTÁSA

Méret: 30 – 80 μm

Mennyiség: 400 – 800 mg/l

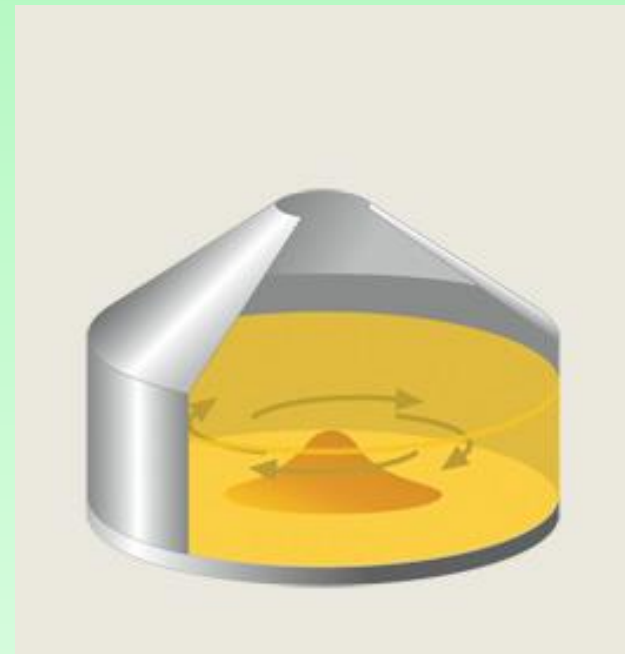
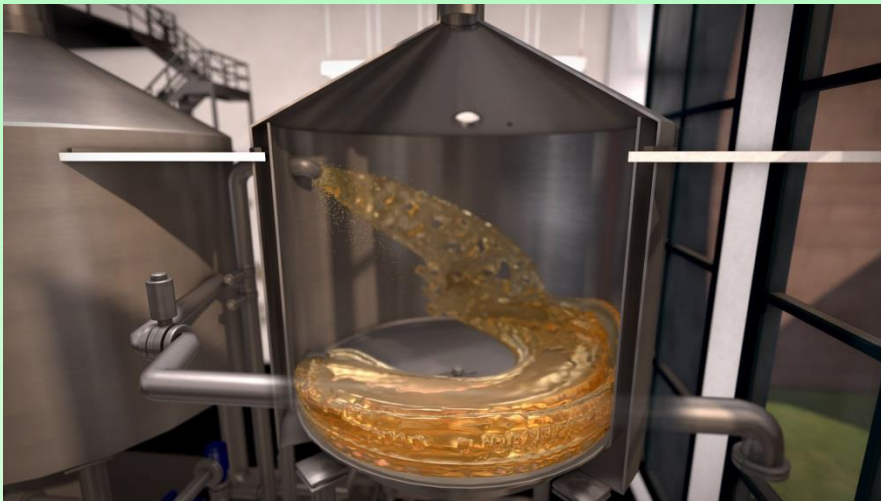
Összetétel :

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

A SÖRLÉ KEZELÉSE ÉS BERENDEZÉSEI

Forró seprő elválasztás

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



A SÖRLÉ HŰTÉSE

A sörlé hűtése az erjesztés hőmérsékletére

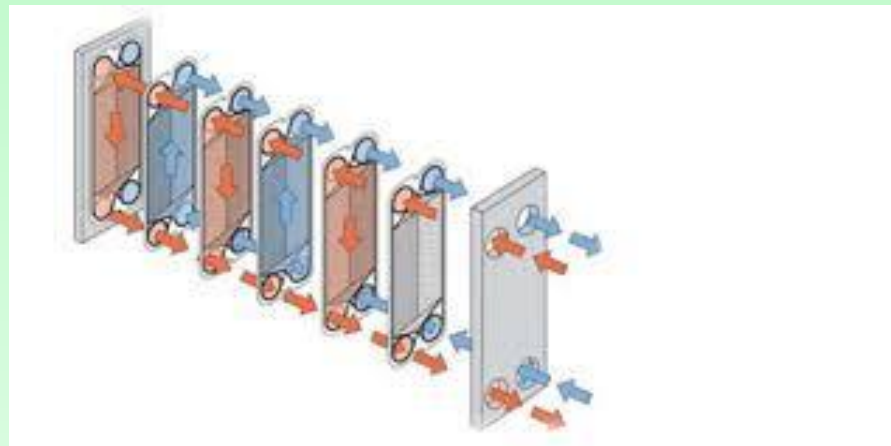
☞ felsőerjesztésű élesztő: 15-22°C

☞ 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 elnyeletése 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 erjeszthető szénhidrátok alkohollá alakulása
- Utóerjedés, ászokolás, kondicionálás
 - A sör érése, az íz finomodása, szén-dioxid elnyeletés, tisztulás

Erjedést befolyástoló 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

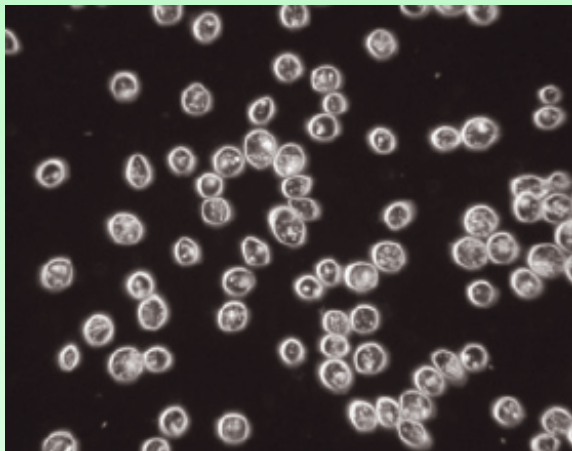
Korszerű erjesztési technológiák

- 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

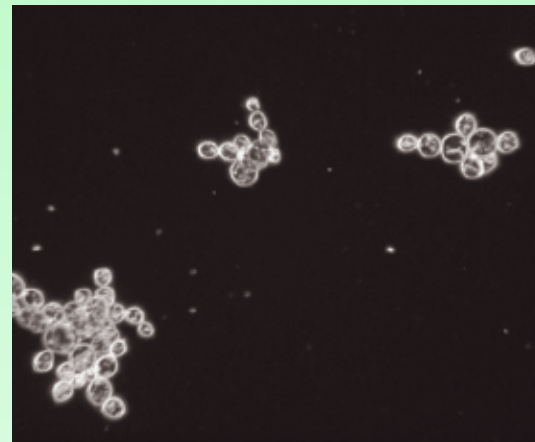
Felsőerjesztésű

- ✚ 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

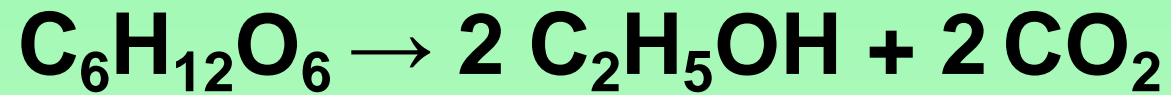
- Kén: szerves és szervetlen formában is
- Kálium, magnézium, vas, mangán, kalcium, réz, kobalt, bór, nikkel, molibdén, *cink*

MIRE VAN SZÜKSÉGE A SÖRÉLESZTŐNEK?

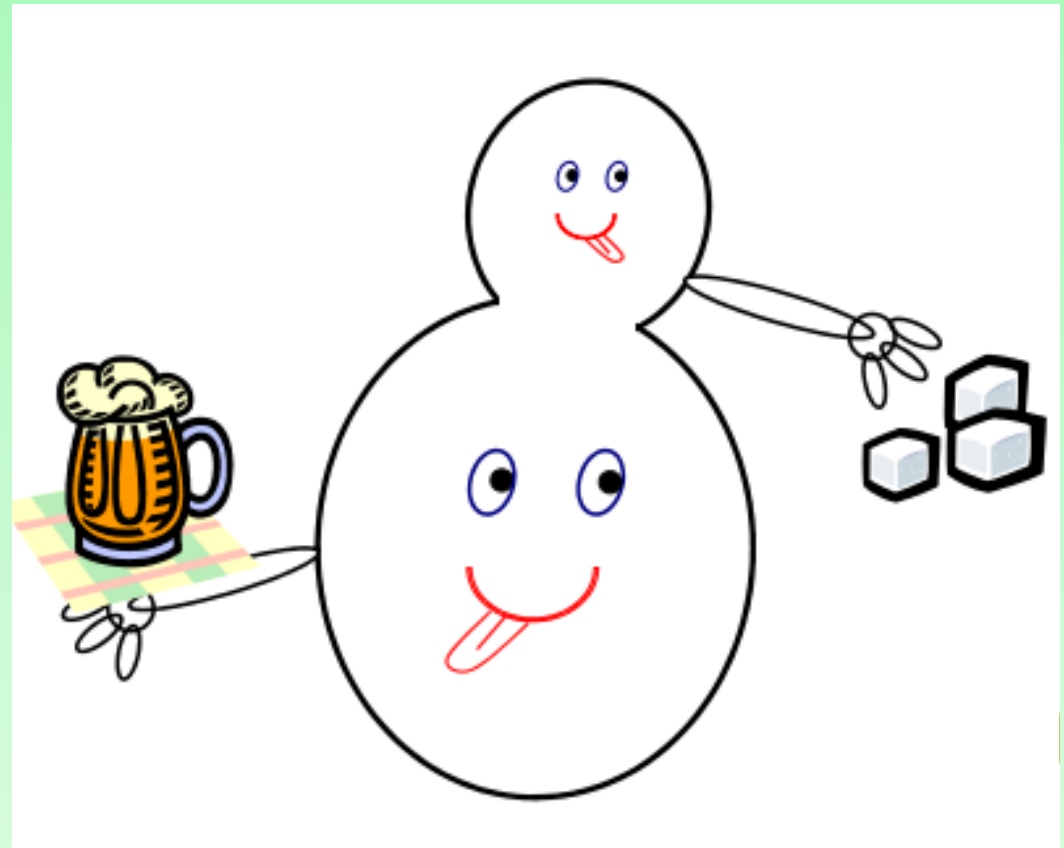
Növekedési faktorok

- **Minden sörélesztő törzsnek szükséges:**
 - biotin
 - pantoténsav
- **Felsőerjesztésű sörélesztő törzseknek szükséges:**
 - B₁ vitamin (tiamin)
 - p-aminobenzoésav
- **Szigorúan anaerob körülmények között szükséges:**
 - ergoszterin
- **Egyes sörélesztő törzseknek szükséges:**
 - inozit
- **Nem szükséges:**
 - nikotin sav, B₂ vitamin (riboflavin), B₆ vitamin (piridoxin), folsav

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 alkohokok)

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

α -acetolaktát, α -acetohipoxi 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

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.

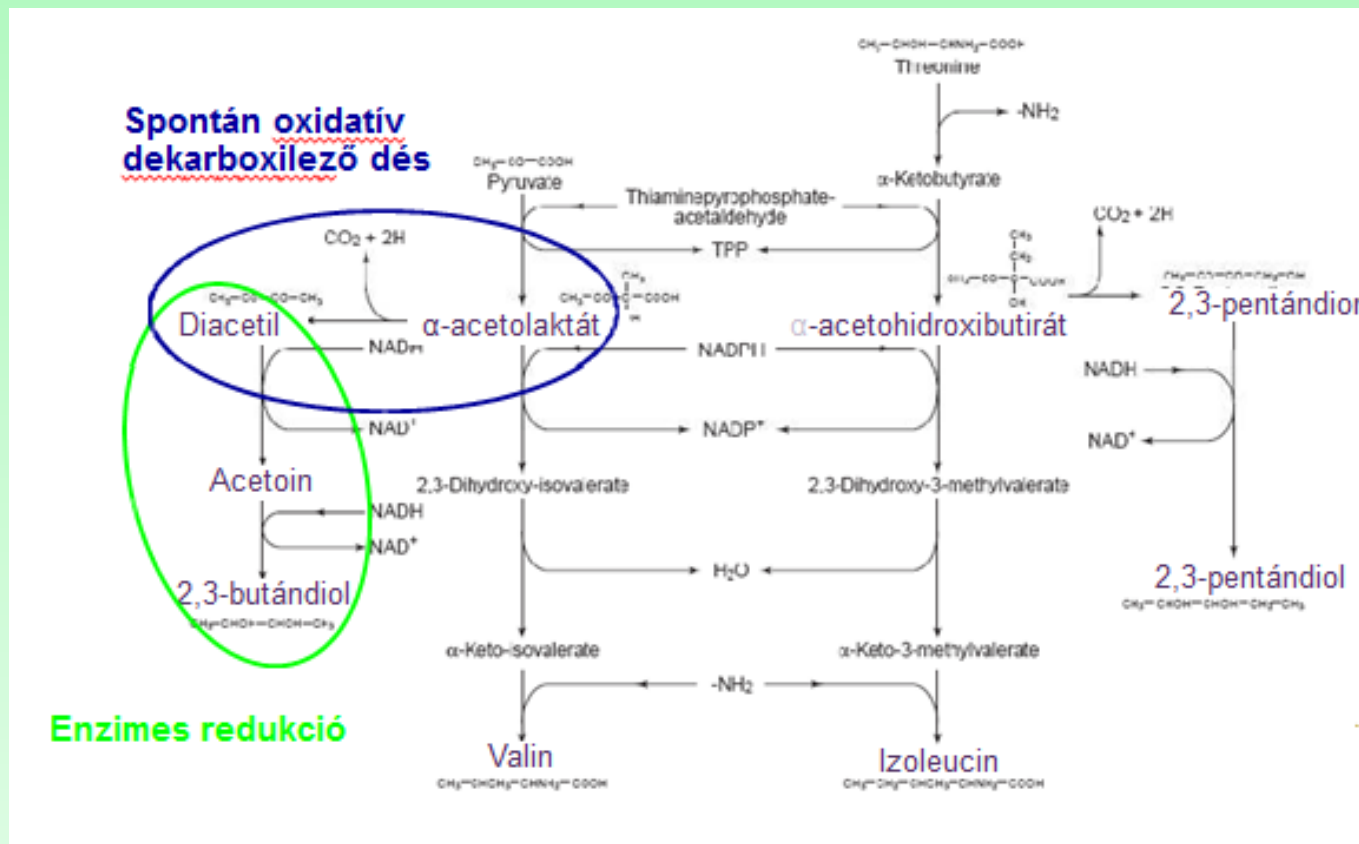
Az etanol toxikusságának egy részéért is valószínűleg az acetaldehid felel. Bizonyíték: tápközeghez adott etanol kevésbé toxikus, mint a sejt által termelt.



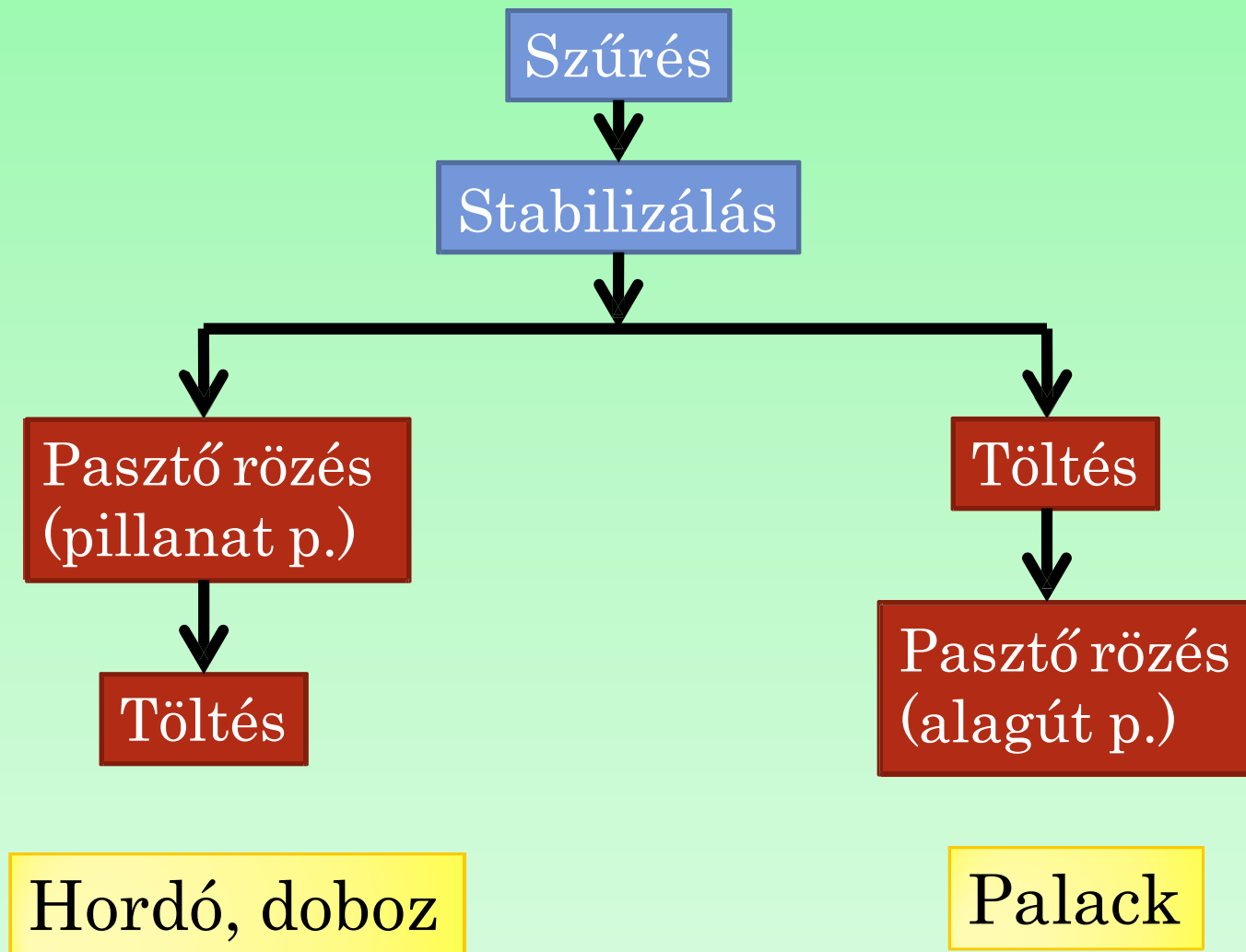
VICINÁLIS DIKETONOK: DIACETIL ÉS 2,3-PENTÁNDION

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

☞ 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