

Sörgyártás – egy enzimes technológia

A keményítőbontó 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 gabonapálínkák (vodka, whisky, whiskey, Bourbon, Aquavit, Doppelkorn) gyártásánál is.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

2

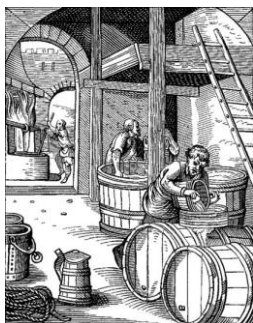
Miből lesz a sör?

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, s.s. Fongalmazza: HEINEKEN Hungária Sörgyártó Zrt, 9480 Sopron Vándor Sándor utca 1.
Összetevők: víz, árpamalátó, komló, komló készítmények.
Hűden fogyasztás! 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, sörlesztővel 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

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

Víz

Pótanyagok:

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

Sörárpa dara, csíráztatott kukoricaőrlemény, rizs, egyéb keményítőtartalmú termékek

Technológiai segédanyagok

Szén-dioxid, nitrogén, sörlesztő, szűrő- és derítőanyagok, más eredetű enzimek (= mikroóakkal, 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



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)



Induljunk a sörgyárba!



Kezdjük a malátával!

Árpa tisztítása, osztályozás

Tárolás: silókban

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

A MALÁTAGYÁRTÁS MŰVELETEI:

ÁZTATÁS

CSÍRÁZTATÁS

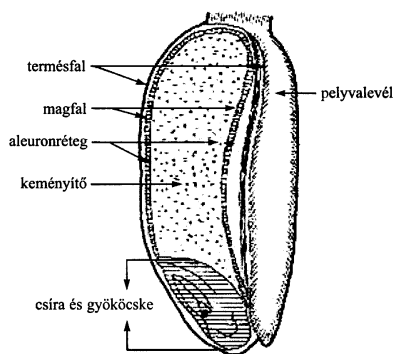
ASZALÁS

Malátatisztítás

Malátatárolás



AZ ÁRPASZEM SZERKEZETE



11

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



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

12

MALÁTÁZÁS

A három művelet berendezéseit egy-séggben 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 körműnkét belevá-
va 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 szekré-
nyek) 0,5-1 m vastag rétegben szétterítve hagyják csírázni né-
hány 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 bizto-
sítja az oxigénellátást, és elviszi a keletkező hőt (befűlledés
veszélye). A megfelelő csíráztatási hőfok 12-16°C

Ez a folyamat akkor fejeződik be, ha gyökérsíra hossza eléri a
mag hosszának másfélszeresét, a levécsíra a magháj alatt van
és a mag feléig ér.

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

15



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, kéméletes 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.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 17

A KÉSZ MALÁTA KEZELÉSE


Csíratorés: kéméletes őrléssel, dörzsöléssel leválasztják az összeszáradt csírát.

Tisztítás: a letört csírát 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



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 18

A MALÁTA ENZIMEI

Amilázok: keményítőt bontó enzimek

α-amiláz, folyósító enzim: endo-amiláz, a láncok belsején, véletlenszerűen kötéseket hasít, rövidebb láncokat, dextrineket termel

β-amiláz, maltamiláz: a láncok nem-redukáló végéről maltóz egységeket választ le. Határdextrinek maradnak.

Proteázok: a fehérjéket bontó enzimek

Keményítő molekula (elágazó, amilopektin)

α-amiláz, folyósító enzim

β-amiláz, maltamiláz

Elágazó oligoszacharidok

Maltóz

Elágazó oligoszacharidok, határdextrinek

BME Alkalmazott Bio

PÓTANYAGOK

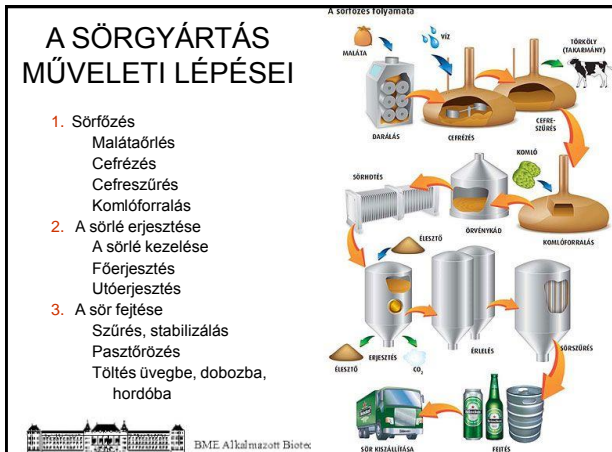
Nagy keményítő tartalmú anyagok, a sörlé szárazanyag tartalmának legfeljebb 30 %-a származhat pótnanyagból, amely lehet:

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

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék
21



A MALÁTA ŐRLÉSE

Célya:
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



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



Infúziós és dekokciós cefrőzés hőfokprofilja

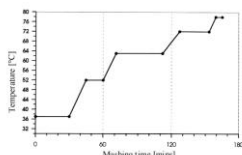


Fig. 1 Infusion mashing (mashing-in at 35°C)

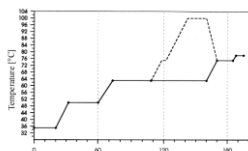


Fig. 3 Single mash process

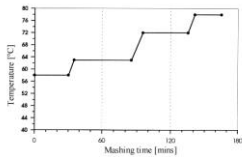


Fig. 2 Infusion mashing (mashing-in at 58°C)

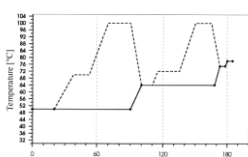


Fig. 4 Two mash process

DEKOKCIÓS CEFRÉZÉS

A dekokciós cefrőzés lényege, hogy a hőkezelés során a lé felét vagy egyharmadát egy másik edényben felmelegítik, majd visszátólítik. 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 $\sim 64^{\circ}\text{C}$, ezen a lépcsőn is kiveszik a cefre egyharmadát, két lépcsőben felmelegítik, majd egyesítik a főtömeggel. A hőfokok váltogatásával és ismétlésével lehet a legjobban kihasználni a maláta anyagait.



Infúziós és dekokciós cefrézés



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 egyesítik a sörlével.

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



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

29

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 komplexek képződése
- A koncentráció beállítása: a sörlé ~10%-a párolog el a komlóforralás során



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

30

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 levélkéből áll, a formája miatt tévesen nevezik kömlőtoboznak.

A natúr kömlőt ma már ritkán használják, inkább feldolgozzák standardizált minőségű kömlőporrá, kömlőpelleté vagy kömlő kivonattá.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

32

A KOMLÓ FŐBB KOMPONENSEI

FŐBB KOMPONENSEK:

Keserű anyagok: α -savak

Aromaanyagok: illékonyak

Cseranyagok: polifenolok

KOMLÓTÍPUSOK:

Keserű kömlő – nagy α -sav tartalom

Aromakömlő – sok aromaadó vegyület

KÉSZÍTMÉNYEK:

- Natúr kömlő - Préselt kömlő - Kömlőpor

- **Kömlőpellet** - **Kömlő kivonat**



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

33

A SÖRLÉ KEZELÉSE

1. A forralás után elválasztják a SEPRŐT, a forralás során kivált csapadékot.
2. Hűtés: a forró sörlevet (~90 °C) le kell hűteni az erjesztés optimális hőfokára (~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



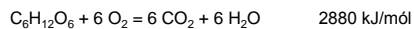
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

34

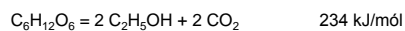
A SÖRÉLESZTŐ

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:



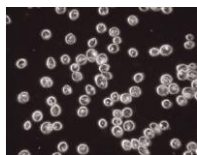
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

35

A SÖRÉLESZTŐK TÍPUSAI

Felső erjesztésű

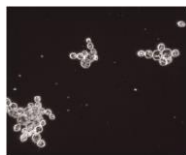
15-25°C-on erjesztenek, az erjesztés végén a felszínen gyűlnek össze a sejtek



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 elnyelés, 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

UTÓÉRJESZTÉS, ÁSZOKOLÁS

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

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

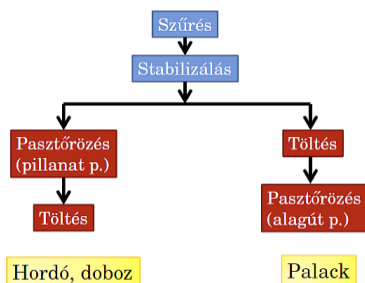
Az ászokolás során a sör összeérik, valamint számos vegyület kiválik és némi élesztő kiüleszik az erjesztőtornyony kúpos aljába.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

40

A SÖR KEZELÉSÉNEK LÉPÉSEI



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

41

A SÖR KIDÁSA

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

STABILIZÁLÁS

Az oxigén mennyiségének csökkentése (öblítés szén-dioxiddal)

Mikrobiológiai stabilizálás: pasztörözéssel (pillanat vagy alagút)

Fényvédelem: fémdobozba vagy színes (zöld, barna) üvegbe

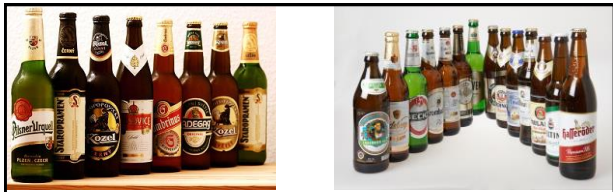
A SÖR FEJTÉSE

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



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

42



A sörrel kapcsolatos további teendőket nem magyarázom el!



43

Fogyassza felelősséggel!



44
