Sörfőzés

Előadásunk témája a sörfőzés. A késztés során igyekeztünk minél jobban fókuszálni az enzimatikus folyamatokra, ugyanakkor ahhoz hogy ezeket az enzimatikus folyamatokat érthetően tudjuk magyarázni, meg kell értenünk a technológiai lépéseket, és az egyes lépések körülményeit.

A sör definíció szerint :“A sör malátából, valamint bizonyos pótanyagokból vízzel cefrézett, komlóval, illetve egyéb engedélyezett anyagokkal ízesített, sörélesztővel erjesztett, szén-dioxidban dús, alkohol tartalmú ital. “

A sörfőzés alapanyagait 3 csoportba osztjuk. Elsődleges összetevők, amely a maláta illetve a víz. Malátából rengeteg féle lehet árpa, búza, vagy más gabonák csíráztatásával előállított alapanyag. A technológia rengeteg vizet használ fel, ezért számít elsődleges komponensnek a víz. Másodlagos összetevők a komló, ami a legismertebb és leggyakoribb íz, illat és állagjavító adalék, továbbá opcionálisan lehetnek színezőanyagok, ízesítő anyagok, különböző különleges maláták pl.: karamell maláta, illetve pótanyagok, például sörárpa, vagy kukoricaőrlemény, amelyek növelik a szénhidráttartalmát a kiindulási elegyünknek. Vannak továbbá technológiai segédanyagok, ilyen pl: CO2, N2, élesztő, derítőanyagok, illetve a külső forrásból származó enzimek.

A maláta összetétele (ábra). Az erjesztés alapja, hogy a magas keményítő tartalmat enzimatikusan bontjuk cukrokra , amelyekből az élesztők alkoholt állítanak elő.

Gyors ismertetése a technológiai lépéseknek:

* Malátázás részletezése: hideg vízben, csírázás beindítása, amely indukálja az enzimképzést, endosperm sejtfal lebomlása, keményítő felszabadul
* Aszalás: biokémiai folyamatok leállítása hőmérséklet emelésével, Iz és szín meghatározó Maillard reakciók lejátszódása, fehérjék koagulálódnak.
* Szárítás: 3 lépcsős kíméletes víz elvonás 2,5-3%os víztartalomig
* Őrlés: maláta aprítás, fajlagos felület növelése, könnyebb komponens kinyerés, száraz- nedves típus
* Cefrézés: oldható komponensek oldatba vitele, nem oldhatók enzimes bontása és oldása. Fokozatos hőmérséklet memelés szükséges, hogy a különböző optimummal rendelkező enzimek aktívak legyenek. Fehérjebontás, keményítőbontás,.
* Komlóforralás: alfasavak, cseranyagok, aromaanyagok kioldása, enzim inaktiváció, sörlé sterilizálása, fehérje-polifenol komplexek képzése majd kicsapása, koncentráció beállítása.

* Cefreszűrés: két részre választás: sörlére illetve törkölyre, amelyek kiváló állati takarmány anyag.
* Hűtés: sörlé hűtése a fermentáció hőmérsékletére.
* Erjesztés: kb 20Msejt/ml es beélesztőzéssel indul meg.
	+ Fő erjesztés során szénhidrátok átalakítása alkohollá, nyitott vagy zárt berendezésben, végterméke a fickósör, ami egy kezdetleges, nem harmonikus összeéretlen sör, aminek szüksége van az utóerjesztésre, vagy ászokolásra, amelynek során kialakul a sör ízvilága, zamata és illata. Az utóerjesztés alacsony hőmérsékleten történik ezzel lassítva az enzimatikus folyamatokat.
	+ Felső illetve alsóerjesztésű sörök megkülönböztetése aszerint, hogy a fermentor alján vagy tetején gyűlnek e össze a mikrobák, illetve hogy bontják-e a melbióz nevű diszacharidot.
* Szűrés: szennyeződések eltávolítása(fehérjék, élesztők, nyersanyag maradványok)
* Pasztőrözés: tartósítás, íz, zamat intenzitás csökkenése ugyanakkor jól eltartható less a sör. Alagútpasztőr, illetve pillanatpasztőr.

Az ipari sörgyártásban az enzimeknek négy fő folyamatban van kiemelt szerepük: a csíráztatásban, cefrézésben, fermentációban és a tisztítás során. Használatuk rendkívül nagy enzimológiai tudást igényel. Szükséges tudnunk, hogy az adott enzim milyen paraméterek mellett használható hatásosan, melyek alkalmazhatók egymás mellett, milyen terméket és mellékterméket eredményeznek. A leggyakrabban használt enzimek a sörgyártásban: a glükanázok, proteázok és amilázok. Ezeken felül különféle kereskedelmi enzimeket is alkalmazhatnak a sör minőségének javítására, mint például a szín, az íz, a textúra vagy a tisztaság beállítására. Előfordulhat az is, hogy a csíráztatás nem eredményez kellő mennyiségű enzimet a keményítőlánc megbontásához és hidrolíziséhez. Ilyen esetben szükséges plusz mennyiségű külső forrásból származó enzimet adnunk az elegyhez, hogy elkerüljük a rossz minőségű termék keletkezését és az alacsony hozamot.

Az amilázok egy olyan enzimcsalád, amely a keményítő cukrokká való bontását végzi. Növényekben, állatokban és gombákban egyaránt megtalálhatók. A sörgyártásban a keményítőt dextrinekre, oligoszacharidokra, maltózra és glükóz molekulákra hidrolizálják. Az eljárás során α-amilázt és β-amilázt használnak az átalakításra. Az α-amiláz a keményítőlánc közbenső, míg a β-amiláz a láncvégi α-(1,4)-glikozidkötéseinek hasítását katalizálja. A malátázás során a keményítő részecskék külső rétegeit glükanáz és xilanáz enzimek megbontják, ezáltal az amiláz enzimek kiszabadulnak a részecskékből és megkezdik annak további hidrolízisét fermentálható cukrokká. Az α-amiláznak a keményítő elfolyósításában, a β-amiláznak főként a cukrosításban van kiemelt szerepe. Az amiláz enzimek szabályozása lényeges a sör minősége szempontjából, hiszen a sör alkohol tartalmát a képződött cukor mennyisége határozza meg – azaz, hogy mennyi keményítő került átalakításra az enzimek által. A szóban forgó két enzim eltérő hőmérséklet és pH optimmummal rendelkezik. Az α-amiláz 70-75°C-on 5 pH-n, míg a β-amiláz 60-65°C-on 5,5 pH-n működik a legeredményesebben. Az enzimek tudnak együtt dolgozni azonos hőmérsékleten, de nem olyan hatásfokkal, mint az optimum hőmérsékletükön, ezáltal hatással vannak a fermentált és nem fermentált cukor mennyiségének arányára. A hőmérséklet és a pH beállításával tehát szabályozhatjuk az amiláz enzimek működésének hatásfokát, ezáltal pedig a végtermék minőségét. A fermentálhatóság kismértékben javítható további amiláz enzimek hozzáadásával – pl. amiloglüközidáz vagy valamilyen ’oldallánctalanító’ enzim (pl.: pullulanáz) hozzáadásával, melyek növelik az oldatban található fermentálható cukrok koncentrációját. Amiloglükozidáz használata a kalóriaszegény sörök előállításában a legelterjedtebb.

A proteázok a fehérjék peptidkötésinek hidrolízisét katalizáló enzimosztály. A sörgyártásban több szempontból is előnyös az alkalmazása, azonban két legfonotsabb funkciója a folyamatban a fehérjék bontása a későbbi tiszítás elősegítésére illetve malátázás megkönnyítése. A proteázok növelik a fehérjék oldhatóságát ezáltal csökkentik a sörlé viszkozitását, valamint az amino nitrogének felszabadításával megfelelő körülményeket teremtenek az élesztők számára a fermentációhoz. Kulcsszerepük van a sejtfal hidrolízisben cefrézéskor, mely által a keményítő amiláz és amilopektin láncai hozzáférhetővé válnak az amiláz enzimek számára. A proteáz enzimek 70-75°C-on inaktiválódnak, azonban széles pH tartományban megőrzik aktivitásuk. Ugyan ezen enzimek természetes úton megtalálhatók csírázáskor is a malátalében, gyakorlatban a sör minőségének javítására még plusz proteáz mennyiséget adagolnak - például ha rossz minőségű keményítő található az alapanyagban. A proteázok túladagolás enzim degradációt és hab instabilitást eredményezhet.

Pluszban alkalmazott proteáz enzimek például az ananász eredetű bromelain és a papajából származó papain, melyek ún. cisztein-proteázok. A fehérjék bontásán túl, megakadályozzák a sör hűtése illetve tárolása közbeni zavarosodását.

A sörgyártás során szintén hozzáadott enzim az α-acetolaktát-dekarboxiláz. Az enzimet Bacillus subtilis kultúrával állítják elő. Az α-acetolaktát acetionná való átalakítását katalizálja, így ezzel elkerülhetjük a diacetil termelődését, mely a sörnek kellemetlen vajas ízt kölcsönöz. A fermentációs folyamatban adják az elegyhez. Ha a fermentáció elején adjuk a cefréhez, akkor 1-5 gramm enzimoldat szükséges hektoliterenként. A cefre fermentorba való töltése közben adagoljuk, így biztosítva a keveredést. Fermentáció után 0,4-1 gramm szükséges hektoliterenként. Az adagolást követően 10-15perces széndioxidos kevertetést végzünk. Az ALDC használatának előnye, hogy csökkenti a diacetil termelődését, csökkenti az érési időt illetve hatásosabb fermentor kihasználtságot tesz lehetővé – így a sör minőségi javulását eredményezi.

A β-glükanáz az egyik legfonotsabb enzim a sörgyártásban – különösen a malátázás és cefrézés folyamatában. A β-1,3-glikozidos kötéseket bontja a glükóz molekulák között a glükánokban – így megbontva a keményítő részecskék rétegeit. Az élesztő sejtfalában és gabonafélékben található. Vízben oldódik. A glükanáz enzim a glükánok hidrolízisével csökkenti a cefrelé viszkozitását, valamint megkönnyíti a cefre szűrését. A fermentáció során is használják a viszkozitás csökkentésére.

A lakkáz enzim a réztartalmú polifenol-oxidázok, az ún. ’multicopper’ oxidázok közé tartozik. Négy réz iont tartalmaz. Optimum hőmérséklete 50°C. Optimum pH-ja 5.

Polifenolokkal oxigén megkötése mellett alkot komplexet, így a tárolt sör oldott oxigéntartalmát lecsökkentve megnöveli az eltarthatóság idejét. Mivel polifenolokkal alkot komplexet így a sör ’felhősödését’ küszöböli ki. (Angliában haluszonyból készített zselatinszerű anyagot alkalmaznak erre a célra (isinglass finings)). A cefréhez és a végtermékhez is adható. Az enzimet továbbá használják alma- és szőlőlevek előállításakor illetve a textiliparban is. Szűréssel könnyen eltávolítható.