

Kémiai kísérletek középiskolásoknak

IV. rész

Etilalkoholos erjesztés

Az erjedés vagy erjesztés, idegen szóval fermentálás vagy fermentáció olyan kémiai folyamat, amelyben valamilyen szerves anyagot egy enzim hatásának teszünk ki. Általában a szénhidrátok (cukrok) mikroorganizmusok (élesztők, penészek, baktériumok) általi lebontását jelenti. A fermentáció során a mikroorganizmusok saját élettevékenységükhöz energiát termelnek. (Az enzimek hatásmechanizmusáról a FIRKA 1999-2000./6. számában is olvashatsz.)

A fermentáció (erjesztés) folyamatának empirikus ismerete több ezer évre nyúlik vissza. Történelem előtti időktől készít az ember fermentációval élelmiszereket, mint kenyeret, sajtot, sört és bort. Közel-Keleten i.e. 6000-ben már ismerik a sajtkészítést kecsketejből és tehéntejből, az egyiptomiak i.e. 4000-ben már készítenek kenyeret és bort élesztővel. A sumérok i.e. 1750-ben sört készítenek árpából.

A fermentáció kifejezést az erjesztési folyamat habzása ihlette, mivel a latin *fervere* (forr) igéből származik. A „habzást” a folyamatos gáztermelés okozza, ugyanis az élesztő a fermentálás során az alkoholtermelés melléktermékeként CO₂-ot szabadít fel. Bár a fermentáció alkalmazási lehetőségeit már az ősi időktől ismerik, az ehhez kapcsolódó tudományos magyarázatok, csak jóval később születtek. A holland Leeuwenhoek a saját találmányú mikroszkópjával már 1680-ban észrevette, hogy a szeszes erjedésben lévő folyadékban apró, kerek szemcsék (élesztősejtek) vannak. Buchner 1897-ben kísérletet végzett, mellyel bebizonyította, hogy az erjesztést az élesztőgombák által termelt zimáz enzim végzi. Legelőször Gay-Lussac állapított meg mennyiségi összefüggést az erjesztés során keletkező alkohol és szén-dioxid tömege között. Több típusú fermentációs folyamat ismeretes (etilalkoholos, tejsavas, propionsavas, vajsavas, butanolos, ecetsavas) a különböző mikroorganizmusok anaerob körülmények között kifejtett hatása szerint. Számos ipari folyamat a fermentáción alapszik. Fermentációs folyamattal állítják elő a fermentációs italokat (sör, bor, whisky) és számos gyógyszeripari hatóanyagot (antibiotikumok, C vitamin, tejsav stb.).

Az alábbiakban a szénhidrátok élesztővel (*Saccharomyces cerevisiae*) történő etilalkoholos fermentációját tárgyaljuk.

Az etilalkoholos erjedés olyan szénhidrát-lebontási folyamat, amelyben az élesztő gomba végtermékként etilalkoholt és szén-dioxidot képez a szénhidrát molekulából, pl. a glükóz esetén:



Az élő sejtekben ez az oxidációs folyamat az energiatermelési változások része. Ez a többlépéses folyamat biztosítja az ATP képződést:



Kísérletek az erjesztési folyamat tanulmányozására

A szénhidrátok fermentációs folyamatának követése: az etilalkohol és a széndioxid képződésének kimutatásával végezhetjük. Kísérletileg a gázhalmazállapotú széndioxid mutatható ki egyszerűbben.

Szükséges anyagok, eszközök:

- étkezési cukor – szacharóz (répacukor, nádcukor), glükóz – kereskedelemben beszerezhető
- sörélesztő (friss vagy szárított) – kereskedelemben beszerezhető
- víz, $Ca(OH)_2$ -oldat, színes vizes oldat
- Erlenmeyer-lombikok, Berzelius-pohár, mérőhenger, egyfuratú gumidugó, kétszerhajlított üvegcső, hosszúszerű U alakú üvegcső manométernek, léggömbök, vízfürdő, hőmérő, mérleg

A fermentáció bemutatására a következő berendezést állítjuk össze:

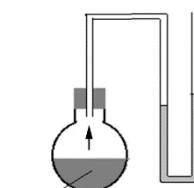
Kísérlet menete:

Egy 250 mL-es lombikba 150 mL vizet töltünk, amiben 5 g cukrot oldunk, majd hozzáadunk 5 g sörélesztőt. A lombikot rögtön zárjuk egy egyfuratos dugóval (lásd 1. ábra), amelyben egy kétszer meghajlított csövet kapcsolunk egy manométerhez. A manométer két szárában eredetileg azonos magasságban levő színes folyadékszint elmozdulásával követhetjük a gázfejlődést. Amennyiben a gázkivezető cső és a manométer közé beiktatunk egy kalcium-hidroxid (vagy bárium-hidroxid) híg vizes oldatát tartalmazó gázmosót (2. ábra) akkor az oldat zavarodásából igazolhatjuk, hogy az erjedés során keletkező gáz szén-dioxid. Ennek a berendezésnek az elvén az erjedés során képződő termékek mennyiségi meghatározása is elvégezhető.

Az erjesztés menetének tanulmányozása a reakció paramétereinek (szénhidrát-oldat koncentrációja, hőmérséklet) függvényében.

Kísérlet menete:

Három Erlenmeyer-lombikba töltünk sorra az előre elkészített 2%-os, 5%-os és 15%-os cukoroldatokból 100 mL-t, és mindegyik oldatba tegyünk 5g élesztőt. A lombikok nyakára húzzunk egy-egy léggömböt. Szobahőmérsékleten (20°C) tart-

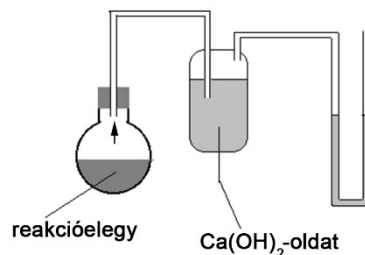


reakcióelegy

az erjesztés folyamatának kimutatása

1. ábra

Az erjesztés során keletkező gáz képződésének kimutatása



reakcióelegy

$Ca(OH)_2$ -oldat

2. ábra