

Tolnai Máté

A Yarrowia lipolytica élesztőfaj citromsav szintézisének technológiai elemzése

A citromsav (*citric acid*) piaci területe az egyik legnagyobb és leggyorsabban növekvő szegmense a biotechnológiai iparnak. A citromsav előállítására szolgáló mikrobiológiai eljárások során jellemzően az *Aspergillus niger* fonalgombát alkalmazzák termelő szervezetként. A többi szerves savval ellentétben a citromsavat kizárólag fermentációs úton állítják elő, azonban a citromsav mikrobiális előállítása bonyolult és környezetvédelmi szempontból nem biztonságos folyamat; ugyanis a technológia során nagy mennyiségű, ásványi savakat, szerves ballasztanyagokat és cianidokat tartalmazó szennyvíz keletkezik, valamint szilárd hulladékok (elsősorban gipsz) halmozódnak fel. Az elmúlt években azonban az élesztőgombák kerültek előtérbe. Ennek egyik példája a *Yarrowia* nemzetség modellszervezeteként ismert *Yarrowia lipolytica* élesztőfaj, mint potenciális citromsavtermelő szervezet.

A jelenlegi tanulmány célja, hogy bemutassam a *Yarrowia lipolytica* élesztőgomba citromsav termelésének és fejlesztési irányvonalainak eddigi kutatásait, mind magyar, mind külföldi tanulmányok vonatkozásában. A szakdolgozati kutatómunkám során az alábbi részfeladatokat tűztem ki célul:

- A mikrobiális és kémiai citromsav szintézis összehasonlítása. A termelési lehetőségek előnyeinek és hátrányainak ismertetése.
- A mikrobiális citromsav előállítás termelő szervezetei: a fonalgomba és élesztőgomba fajok termelési profiljának elemzése.
- A fermentációs rendszerek összetétele: szén- és nitrogénforrás hatása.
- A fermentációs rendszerek környezeti tényezőinek: kémhatás, hőmérséklet, oldott oxigén koncentráció stb. hatása.
- A fermentációs technikák összehasonlítása és fejlesztési lehetőségeik.

Nagyüzemi méretekben három módon: *felületi*, *szubmerz* és *szilárd fázisú fermentációval* történhet a citromsav gyártása.

A gyógyszer-, élelmiszer- és vegyipar széles körben alkalmazza a citromsavat, mivel biztonságos anyagként ismerik el, emellett kellemesen savas ízű, magas a vízzoldhatósága,

valamint egyebek mellett jó kelátképző és pufferképző képességgel rendelkeznek. A citromsav széles felhasználási skálája és az új, feltörekvő alkalmazásai indokoltá teszik a globális termelésének éves növekedését, ezáltal a mikrobiális kutatási (és ipari) terület folytonos fejlődést igényel, hogy kielégítse a folyamatosan növekvő keresletet.

Az *A. niger* és a *Y. lipolytica* eltérő módon termelik a citromsavat, valamint ipari felhasználásukban, alkalmazásukban is különbségek mutatkoznak:

Metabolizmus: Az *A. niger* az oxidatív trikarbonsav (TCA) cikluson keresztül termeli a citromsavat, míg a *Y. lipolytica* a glioxilát- és a trikarbonsav (TCA) ciklusokon keresztül.

Szubsztrátumfelhasználás: Az *A. niger* a szénforrások széles skáláját fel tudja használni, beleértve a glükózt, szacharózt, valamint a melaszt a citromsav előállításához, a *Y. lipolytica* viszont a cukrokon kívül zsírsavakat, szénhidrogéneket és glicerint is képes hasznosítani.

Ipari alkalmazásuk: Az iparban a legelterjedtebb citromsavtermelő az *A. niger*, felhasználják az élelmiszeriparban, a gyógyszeriparban, valamint a tisztítószer gyártásához is. Ezzel szemben a *Y. lipolytica* potenciálisan alkalmazható bioüzemanyagok és más egyéb biotermékek előállítására.

A *Y. lipolytica* optimális növekedési hőmérsékletén nagymennyiségben képes többek között citromsavat, izocitromsavat és α -ketoglutársavat termelni, illetve toleráns az alacsony pH-értékkel szemben. Egy ipari, folyamatos technológiai folyamat megvalósítása azonban a mai napig nehézségekbe ütközik. Mivel azon hígítási arányokkal, ahol a *Y. lipolytica* kultúra maximális fajlagos termelékenységgel rendelkezik, ott lehetetlen kinyerni elég magas termékkoncentrációt a közegből.

Annak ellenére, hogy a citromsav nagyüzemi előállítása továbbra is főként *A. nigerrel* történik, a *Y. lipolytica* egy lenyűgöző alternatíva lehet az ipar számára, köszönhetően annak, hogy a fonalgombákhoz képest könnyebb a tenyésztetősége, magasabb a termelékenysége, a felhasznált szubsztrátumokra vonatkozó minőségi követelmények alacsonyabbak (gazdaságilag kedvezőbbek), valamint a *Y. lipolytica* egysejtűségéből adódóan könnyebb a törzsképzés lehetősége. Ezen pozitív tényezők mind hozzájárulnak ahhoz, hogy az élesztőkkel (különösképpen a *Yarrowia lipolytica*-val) történő citromsavgyártás az ipar számára egy kedvező alternatíva legyen.