

Elek Vanda

Ultrahangos kezelés hatása a kukoricacsutka őrlemény enzimes bonthatóságára

Az elmúlt években a közlekedés ágazat és a fogyasztói igények rohamos növekedése az üzemanyagok iránti keresletet lényegesen növelte. A fosszilis üzemanyagok ilyen mértékű kitermelése és elégetése a klímaváltozást erősíti. A környezetszennyezés visszaszorítása érdekében egyre nagyobb teret nyernek a bioüzemanyagok. A bioüzemanyagok körében az egyik ígéretes alternatíva a bioetanol. A bioetanol előállítására ma már többféle technológia áll rendelkezésre, ugyanakkor még ezek fejlesztésével sokat foglalkoznak a kutatók. A technológiák terén a másodikgenerációs irányvonal alapanyagkészleteként cellulózban gazdag növényi maradványokat hasznosítanak. Ilyen maradványok nagymennyiségben keletkeznek mezőgazdasági, erdészeti, agro-ipari tevékenységek során. Hazánkban a gabonafélék között a kukoricát termesztik nagyobb arányban és betakarítása során igen nagy mennyiségben maradnak vissza szár- és gyökérmaradványok. Emiatt úgy döntöttem a szakdolgozati munkám során, hogy az etanolfermentáció folyamatát kukoricacsutka szubsztrátumon modellezem. Az alapanyag enzimes hidrolízise és alkoholos erjesztése előtt nélkülözhetetlen technológiai lépés az előkezelés. Az ultrahangos előkezelés egy olyan fizikai módszer, amely megfelelő körülmények között a növényi sejtszerkezet töredezettségét eredményezi az akusztikus hullámok energiájának köszönhetően. A kukoricacsutka jobb kezelhetősége érdekében őrléssel finom őrleményt készítettem elő. Ezt követően többféle beállítással: töltési aránnyal, kezelési időtartammal, ultrahangos közeggel indítottam ultrahangos előkezeléseket (40 kHz frekvencián) és enzimes hidrolízist. A kezeléseket az enzimes hidrolízis során odlatba vitt szénhidráttartalom alapján rangsoroltam. A továbbiakban a kiválasztott előkezelési technikával léptéknövelt ultrahangos kezelést és enzimes hidrolízist indítottam el, az így nyert hidrolizátumon pedig próbaerjesztést végeztem. A hidrolizátum leoltása 5 % (v/v) rehidratált *Saccharomyces cerevisiae* élesztővel történt. A redukáló cukortartalom mérését Somogyi-Nelson módszerrel, a szénhidráttartalom és az etanolhozam alakulását HPLC technikával követtem nyomon. A kísérleteim során az alábbi főbb eredményeket értem el:

- Megállapítottam, hogy az ultrahangos kezelés közegének aránya és a kezelés időtartamának növelése a kukoricacsutka őrlemény enzimes bonthatóságát javította. A pufferelt

rendszerben (Na-acetát, pH 5) indított ultrahangos kezelés 1/45 (g/ml) töltési arány és 50 perc kezelési időtartam esetén 40 kHz frekvencián eredményezett nagyobb oldott szénhidrát hozamot. A szénhidrát tartalom 150 mg/g, a konverzió 14-15 % körül alakult.

- A szerves oldószeres (etanol és víz 1:20 arányú elegye) rendszerben indított ultrahangos kezelést (1/30 g/ml töltési arány, 50 perc) követően a szerves oldószer eltávolítása (mosási szakasz) az enzimes hidrolízis az oldatba vitt DP2 (39,63 mg/g) és DP3 (31,22 mg/g) frakciót csökkentette, a glükóz (76,34 mg/g) mennyiségét növelte. Megállapítottam, hogy a szerves oldószer segítette az aromás vegyületek extrahálását, aminek köszönhetően az enzim jobban ki tudta fejteni az aktivitását. A mosási szakasz azonban a rendszerből értékes szénhidrátokat távolított el, amely csökkentett a módszer hatékonyságát.
- A Tween 40 poliszorbát esetén igazoltam, hogy az enzimes hidrolízis hatékonyságát segíti. A szerves oldószerben ultrahangosan kezelt minták hidrolízise során ugyan sikerült növelni a glükóz hozamot, azonban ennél jobb eredményeket a vizes rendszerben (mosás nélküli) ultrahangos kezelt kukoricacsutka hidrolízise eredményezett. Ekkor 30 és 50 perces kezelési időtartammal az oldott szénhidrát tartalom 330-374 mg/g között alakult. A konverzió elérte a 33-37%-ot.
- A szeparált és szimultán módon indított ultrahangos előkezelés és enzimes hidrolízis közül a szeparált módszer kedvezőbb eredményeket adott. Az enzimek dózisának növelése nem fejtett ki lényegi hatást. Az oldott szénhidrát tartalmat 386 mg/g értéket (249 mg/g glükóz) ért el.
- Az etanolfermentáció során használt nedves, valamint szárított kukoricacsutka őrlemények esetében megállapítottam, hogy nem célszerű szárítást alkalmazni a kezelése előtt (vagy kíméletesebb szárítás ajánlott), mert az alapanyag összetétele módosulhat, kedvezőtlen hatású inhibitorok keletkezhetnek, amelyek a rendszer teljesítményére negatívan hatnak. Az enzimek keverékek használatával részben fokozható volt a glükóz és az etanol hozam. Szárított kukoricacsutka esetében ez 1,97 (m/v)% glükóz és 0,58 (v/v)% etanol koncentrációt, míg nedves kukoricacsutka esetében 2,49 (m/v)% glükóz és 0,71 (v/v)% etanol koncentrációt jelentett.

Az eredmények alapján az ultrahangos előkezelés hatást fejtett ki a növényi rostszerkezetre, az etanolfermentációs technológia működőképes, azonban a rendszer hatékonyságának növelése érdekében az további optimalizációs műveleteket igényel. A továbbiakban célszerűnek tartanám szerves oldószeres lignin extrakció tanulmányozását, az ultrahangos kezelés frekvenciájának és hőmérsékletének vizsgálatát, valamint más ipari enzimek keverékek tesztelését is.