

OPPONENSI VÉLEMÉNY

Réczey Istvánné Csorba Katalin: Lignocellulózok biofinomítása és konverziója második generációs üzemanyag-etanolra” című doktori értekezéséről.

Az értekezés terjedelme 171 oldal, melyből az irodalmi áttekintés 23 oldal, a felhasznált anyagok és alkalmazott módszer 15 oldal, míg az eredmények és következtetések 81 oldal, melyekhez az összefoglalás, a tézisek, valamint az értekezés alapjául szolgáló közlemények járulnak. A bőséges irodalomjegyzék további 20 oldalt tesz ki. A dolgozat olvasását segíti a 3 oldalt kitevő rövidítések jegyzéke, valamint 58 ábra és 62 táblázat. Megjegyezni kívánom, hogy egy oldalon több mint 4000 leütés található (például 82 betű van 53 sorhelyen a 8. oldalon) és nem ritka, hogy a Jelölt 4. 6, 8 ábrát zsúfolt össze, így az értekezés jóval meghaladta a bírálatra küldött szokásos olvasnivalót.

Az értekezés aktuális, de nagyon szerteágazó téma köré épül, a Szerző 50 publikációjának főbb mondanivalóit foglalja össze. Az érintett közleményeket külön jegyzékben mutatja be, sorolja fel, ezek közül a legkorábban (1996-ban) megjelent a 19-es számot viseli. Az értekezés 8. fejezetében, a 148-151 oldalakon felsorolt közlemények közül összesen 4 magyar nyelvű (a Műszaki Kémiai Napok 2003, 2004, 2008 és 2009 évi konferencia kiadványában, Veszprémben jelentek meg), míg a többi angol nyelvű publikáció. Ezekből megállapítható, hogy a Szerző és munkatársai a mezőgazdasági és erdészeti biomasszára épülő üzemanyag-gyártás megújuló nyersanyagforrásait tanulmányozták, melyeknek hasznosíthatóságát biotechnológiai (enzimes és fermentációs) eljárásoktól várják.

A Szerző és munkatársai 15 év alatt (1996-2011) 50 publikációt jelentettek meg, melyek önmagukban is tiszteletreméltó kutatói tevékenységről adnak számot és erősítik hazánk nemzetközi tudományos elismertségét. A Szerző által összeállított irodalmi áttekintés az értekezés 11-33. oldalán egy tudományos igényű monográfia, melyben 243 kutató eredményeire hivatkozik az értekezés irodalomjegyzékében az értekezés 152-171. oldalán felsorolt 304 közleményből. Ez a kiváló tudományos teljesítmény már önmagában is elismerésre méltó és igazolja a Szerző kvalitásait a hazai és a nemzetközi szakirodalom átfogó ismeretéről.

Formai szempontból az értekezés kitűnően szerkesztett és gondosan átnézett kéziratból áll, összesen 3 gépelési hibát, elütést találtam: 9. oldal első sorában etanol helyett etanol-t ír, a 11. oldal alulról 3. sorában „mellet”, valamint a 14. oldal második bekezdés utolsó sorában „emellet” egy t-vel végződik.

Tartalmi szempontból a Szerző és munkatársai sokrétű kísérleti munkáját ismerhetjük meg a felhasznált anyagok és alkalmazott módszerek, valamint az eredmények és következtetések fejezetekből. Az értekezés 33. oldalán a Szerző összesen 6 pontban röviden megfogalmazva leírja célkitűzéseit, melyekre az összefoglalás 134-139. oldalán 5 csoportban ad választ, A kandidátusi dolgozatában ismertetett béta-glükózidáz enzimkomponenssel kapcsolatos kutatásainak folytatása (3), az enzimes hidrolízist befolyásoló lényegesebb tényezők vizsgálata (4) egy alfejezetet kapott. A Szerző által legfontosabbnak tartott tudományos eredményeiből megfogalmazott 5 tézis dőlt betűs formában, 5-13 sorban került kiemelésre és ezt követően állóbetűs hosszabb szövegben a 140-147. oldalon részletezésre. A röviden megfogalmazott tézisekkel egyetértek, mindegyiket elfogadásra javaslom, míg a 147. oldal végén a legfontosabb tudományos eredményei mellett a Szerző által feltétlenül említésre méltónak tartott megállapítással kapcsolatban kételyemet fejezem ki, ezért a védésen megvitatásra az alábbi 3 kérdést teszem fel:.

Az értekezés 2. Bevezetés fejezetének 10. oldalán a Szerző közli, hogy „Kanada, USA, Svédország, Dánia, Norvégia, Finnország, Spanyolország már rendelkezik működő kísérleti üzemmel”, valamint az 3. Irodalmi áttekintés című fejezet 11. oldalán leírja, hogy „kutatómunkánk nagy részét skandináv együttműködésben folytattuk, az ott rendelkezésre álló nyersanyagokat (fűzfa, fenyőfa) is felhasználtuk”. Hazánk a Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervében 14,65%-os megújuló energiarészesedést vállalt a teljes bruttó energiafelhasználásban, elsősorban erdészeti biomassza felhasználásával. Ez azonban korlátokba ütközik fenntarthatósági és gazdaságossági szempontokat figyelembe véve. Az erdőgazdálkodás ügye hazánkban fokozatosan felértékelődik, az erdőterület évről évre növekszik. Az ország erdőgazdálkodás alá vont területe 2011-ben meghaladta a 2 millió hektárt, a faállománnyal borított területet alapul véve az ország erdő-területe 20,7%-volt. A szántóföldi mezőgazdasági művelésre használt terület ugyanakkor lényegesen nem változott, így 2011-ben gabonából (valamivel több, mint 2,6 millió hektárról, a szántóterület feléről) összesen 13,8 millió tonna terményt (magtermést) takarítottak be, melyhez még legalább ugyanennyi melléktermék és hulladék járult. Erre vonatkozóan a Jelölt a 2. ábrában közölt KSH adatokat, melyek szerint a 1990-2010 közötti években búzaszalmából 3 és 6 millió tonna között, míg kukoricaszárból 7 és 17 millió tonna között becsülték a hazánkban megtermelt mennyiséget. Az évente változó mennyiséget összegyűjteni, feldolgozó helyre szállítani nagyon költséges, ezért egy kísérleti üzem létrehozása hazánkban még várat magára.

1. Kérdés: Van-e hazánkban olyan régió, megye vagy tájegység, mely alkalmas és elegendő (homogén vagy heterogén) nyersanyag-forrást biztosít lignocellulóz-bázison etil-alkohol előállítására?

Doktori disszertációjában a Szerző olyan rosnövények, kemény- és tűlevelű fák, valamint különböző mezőgazdasági, agrár-ipari melléktermékek vizsgálatával kapcsolatos eredményeket foglalta össze, melyek közös vonása lignocellulóz tartalmuk, azaz főtömegükben cellulózból, hemicellulózból és ligninből állnak. Az Irodalmi áttekintés című fejezet elején a Jelölt 4 különböző külföldi szerzőtől kapott adatokból összeállítást készített a fűzfa (keményfa), lucfenyő (tűlevelű), kukoricaszár és búzaszalma 5 különböző szénhidrát-összetevőjéről, illetve lignin tartalmáról. Ez utóbbi 23 és 27% közötti érték, 100% szárazanyagra vonatkoztatva. A Jelölt azonban saját munkájában ennél sokkal több rostos anyagot vizsgált és érdemes lett volna a jobb áttekinthetőség céljából a saját méréseire vonatkozóan is hasonló táblázatot készíteni. A Szerző még az irodalmi rész 13-14. és 16. oldalán megállapítja, hogy a „másodlagos sejtfalban 3 fő komponens lehet megkülönböztetni: cellulózt, hemicellulózt és lignint.”. Egyetért azzal a véleményével, hogy „a cellulóz a lignocellulózokban hemicellulózzal és ligninnel átszőve van jelen, enzim hidrolíziséhez a szerkezetet fel kell lazítani az előkezelés révén.” Lényegre törekvő további megállapítása, hogy „a savak elsősorban a hemicellulózt viszik oldatba, míg a lúgok inkább a lignint.” Ebből viszont az következik, hogy „a gőzrobbantásos eljárásnál (enzim) inhibitor komponensek (furfurol, HMF) keletkeznek.”

2. Kérdés: Van-e olyan technológia, mely az általa vizsgált minden lignin tartalmú nyersanyagra egyaránt használható mind a feltárási, mind pedig a fermentációs lépésben?

A környezetbarátnak tartott bio-üzemanyagok iránti kereslet jelentősen megnövekedett az utóbbi években és ez maga után vonta az energianövények termesztését. A kutatók sorra fejlesztették ki a második generációs bio-üzemanyagok újabb termelési eljárásait, azonban kiderült, hogy a mezőgazdasági terményekből származó bioüzemanyag hozzájárul ugyan az üvegházhatású gázok

mértékének csökkentéséhez, de mégis szennyezi a környezetet, hiszen túl sok, kezelhetetlen vegyszer kerül a folyókba, tavakba és a földbe. Az értekezés 10. oldalán a Szerző megállapítja, hogy „az enzimes technológiák előnye, hogy a környezetet kevésbé terhelik, azonban a bizonyításával adós marad. Általános környezetvédelmi elvárás, hogy vegyük figyelembe az egyéb környeztkárosító hatásokat is és ezek együttesének ismeretében alakítsuk a termelést. A melléktermékek, hulladék anyagok felhasználásának legjobbak a gazdasági mutatói, ha ezeket bio-üzemanyagok előállítására szánjuk. Az erdészeti, mezőgazdasági vagy háztáji hulladék előnyös lehet a bio-üzemanyagok előállítására, ha ezeket egyébként nem használják fel más módon illetve a természetes körforgásból (például az üzemésített komposztálásból) kivonásukkal nem csökken a talaj termőképessége. Az első generációs etil-alkohol előállításánál több trópusi illetve mérsékelt égövi országban ma már mérlegelni szükséges, hogy a mezőgazdasági művelés alól kivont területen bio-üzemanyagokhoz szükséges növényeket termesztünk, vagy élelmiszer-termelésre hasznosítjuk.

3. Kérdés: Milyen környezetvédelmi előírásoknak lehet eleget tenni egy második generációs etil-alkoholt előállító üzemengedélyezéséhez a hagyományos nyersanyagokkal dolgozó fermentációs üzemmel összevetve?

Budapest, 2012. november 19.

Biacs Péter a kémiai tudomány doktora

(az MTA doktora)