

Bírálati vélemény

Hodúr Cecília: „Élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok hasznosításának új irányai” című MTA doktori értekezéséről

Fenti értekezés 120 oldal terjedelmű, egy gépelt oldal 50 sorból és 110 leütésből áll, a papír mindkét oldalára nyomtattak, így felkért bírálóként kellemes meglepetést okozott a viszonylag vékony kivitelű művet kézbe venni.

Formai szempontból az értekezés szerkezete az előírásoknak megfelel, a Szerző mondanivalóját tartalmazó kézirat terjedelme 100 oldal, mely szerkezetileg 5 fejezetből áll:

1. Bevezetés és célkitűzés
2. Irodalmi háttér
3. Elméleti megfontolások, kísérleti eszközrendszer
4. Vizsgálati eredmények, adatfeldolgozás
5. Összefoglalás – Új tudományos eredmények

Számozás nélkül 20 oldalon további fejezetek tartalmazzák az irodalomjegyzéket, mellékleteket, jelmagyarázatot és köszönetnyilvánítást.

Az értekezés 3.-4. oldalán található Tartalomjegyzékből látható, hogy a Szerző a 4. fejezetben négy decimális részletességgel, 2-3 oldalas alfejezetekkel tárgyalja a kombinált membrán-szeparációs eljárásokat, míg a többi négy fejezetnél a három decimálisra bontással tagolja a kézirat szövegét alfejezetekre.

A doktori értekezés olvashatóságát jelentősen elősegíti, hogy a kéziratban 65 ábra és 16 táblázat van, ezeken kívül még 8 oldalon az I-XII. római számokkal ellátott mellékletekben is találunk ábrákat, műszerekről és berendezésekről készített fényképeket, valamint táblázatokat. A kézirat olvasását 4 oldalon felsorolt jelmagyarázat segíti, mely különösen jó szolgálatot tesz a kéziratban található 53 matematikai képlet értelmezésénél.

A doktori értekezésben idézett 196 publikáció felsorolása 8 oldalt vesz igénybe. Az irodalomjegyzékben túlnyomó többségében az elmúlt 10 évben nemzetközi folyóiratokban megjelent angol nyelven írt szakcikkek találunk, így a 3. fejezetet (Irodalmi háttér) tulajdonképpen egy kitűnően szerkesztett és összefogott monográfiának tekinthetjük, melyet a Szerző később akár külön is publikálhat. Az értekezés szűkebb szakterületéről (membránszűrés, mikrohullámú hőkezelés) magyar nyelven megjelent cikkek hivatkozások azonban rendkívül hiányzanak. A magyar nyelven megjelent könyvekből idézéskor elmaradt a hivatkozott szöveg oldalszáma, viszont a Szerző érdemének tudható be, hogy csak két esetben, kormányrendeletek idézésekor alkalmazza az internetre hivatkozást.

A Szerző a kéziratban és külön füzetben 6 oldalon 15 tézispontban foglalta össze új tudományos eredményeit, melyek többségéhez saját közleményeket rendelt, összesen 31 publikációt. Ezek a közlemények 2006 és 2012 között kerültek kiadásra, a PhD fokozata megszerzése (1997) óta eltelt időszak második felében, elsősorban többszerzős művekben, mely a Szerző kiterjedt hazai és nemzetközi tevékenységét is bizonyítja.

Tartalmi szempontból a Szerző az értekezés bevezető részében két csoportra osztva ismerteti azokat a tudományos kutató munkájában alkalmazott eljárásokat, melyeket sikerrel alkalmazott a mezőgazdaságban és az élelmiszeriparban. Az első csoportba a membrántechnika tartozik, mellyel már egyetemi doktori értekezésében és PhD munkájában is foglalkozott, míg a második csoportban a mikrohullámú energiaközlés jelenti a központi műveletet. Az első 5 tézis gyümölcslevek, valamint hús és tejipari eredetű szennyvizek membránszűrési folyamataival foglalkozik, míg 5 további tézis a membránszűrésnél általa alkalmazott vibrációs és az ózonos előkezelésre vonatkozó megállapításokat tartalmazza, végül az utolsó 5 tézis a mikrohullámú kezelésben elért eredményeit foglalja össze.

A Szerző minden egyes tézisének megadja azokat a folyóiratokban, illetve konferencia kiadványokban megjelent közleményeit, melyekre támaszkodva a téziseket megfogalmazta. Az összesen 31 téziséből 14 tézisének feltűnteti, hogy ezek nemzetközileg elfogadott, jelentős impakt faktoros (IF) folyóiratban kerültek publikálásra. Ezek általánosan összeadott értéke $IF=30,723$, melyből az első csoportba tartozó membránszűrési eljárásokra (elsősorban a gyümölcslevek kezelésére) $10,960$, a membránszűrésnél alkalmazott vibrációs és ózonos előkezelésekre $4,904$, míg a második csoportba tartozó mikrohullámú kezelésben publikált eredményekből készült tézisekre $14,859$ esik. A két csoport publikációi közel egyformán részesedtek az IF értékekből, mely jól tükrözi a Szerző két irányban és mégis összefüggően vezetett tevékenységét.

A nemzetközi folyóiratokban közlésre került eredményeit tanulmányozva elismerésre méltónak találom, hogy a Desalination and Water Treatment című folyóiratban 6 publikációjukat közölték, a nagyobb IF értékkel megjelenő Desalination című folyóiratban pedig 5 közleményt sikerült megjelentetni. Lehetséges, hogy a 2009 évben közölt két publikációjuk (SP 9 és SP 12) csak azért nem kaphatott IF számot, mert a Desalination and Water Treatment folyóirat akkor még nem haladt túl a 10. évfolyamán?

A harmadik nemzetközi folyóirat, a Food and Bioprocess Technology, melyben a Szerző 3 publikációja került közlésre. A 2012-ben közölt kettőben jelentős IF=4,115 értékű közleményekben a bogyós gyümölcsökből pektinek, illetve értékes színezékek (anthocyaninok) kivonásának (extrakciójának) megnövelt hatékonyságát bizonyítják, melyet a mikrohullámú kezelés révén értek el (SP 22 és SP 23). Legnagyobb IF értéket (4,980) azonban a 2011 évben a Bioresource Technology folyóiratban a húsipari és tejipari szennyvizek iszapjának mikrohullámú besugárzásakor elért, megnövelt biodegradáció révén kapott eredményük közlésekor kapták (SP 27).

A Szerző mikrohullámú kezeléssel kapcsolatos publikációiban a következő angol nyelvű kifejezéseket olvastam: microwave associated (SP 22 és SP 23), microwave pretreatment (SP 26, SP 29 és SP 28), microwave irradiation (SP 27 és SP 28), valamint microwave conditioning (SP 30). Van ezekre megfelelő magyar kifejezés, mellyel az eljárások szétválaszthatók, egymástól megkülönböztethetők?

Az élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok biológiai eredetű anyagok, így természetes igény, hogy feldolgozásuknál, átalakításuknál biotechnológiai eljárásokat is alkalmaznak. A Szerző két biotechnológiai eljárást is bevont az általa kapcsolódó műveleteknek és eljárásoknak elnevezett területbe: az enzimes feltárást és a biogáz termelést. Az elsőnél pektinbontó és cellulózbontó enzimekkel végzett előkezelés (hidrolízis), míg a másodiknál a mikrohullámú kezelés után élő mikroorganizmusok révén történő szervesanyag átalakítás (biodegradáció) játszhat szerepet.

Szerző az enzimes előkezelés lehetőségét és hatását vizsgálta gyümölcslevek sűrítésénél. Merte az alkalmazott enzim mennyiségének és a kezelési paramétereknek a hatását az előkezelést követő ultra-, nano- és hiper-szűrés esetében. A gyümölcsleves préselésekor visszamaradó törkölyök vizes extrakciójából nyert folyadék membránszeparációjával besűrítést is végzett. Az 1. számú tézisben igazolta, hogy „a szeparációs folyamatot a hőmérséklet jelentősebben javítja, mint az enzim mennyisége”.

1. kérdés: Az enzimek készítmények alkalmazásánál a hőmérséklet emelése milyen hatással volt az enzimek aktivitására?

Szerző az élelmiszeripari szennyvíziszapokkal közölt mikrohullámú energiának tulajdonítja a biogáz (elsősorban metán) kitermelés hatékonyságának növelését. Az értekezésben és a tézisekben említett magyar szabadalmi bejelentés bogyós gyümölcsök présleplevényének mikrohullámú kezelésével elért biogáz termelés és biogáz lebonthatóság növeléséről szól. A témával kapcsolatos publikációk (SP 25-SP31) tejipari és húsipari szennyvizek iszapjának mikrohullámú előkezeléséről számolnak be, mely megnövelte a vízzoldható szerves anyagot és abból a biogáz termelést (biodegradálást). A 13. tézisben a Szerző és munkatársai „bizonyították, hogy a mikrohullámú energiaközlés biológiai lebontást és metántermelést növelő hatása a mikrohullámú energia bevitel és a mikrohullámú fajlagos teljesítmény értékétől együttesen függ”. Az értekezés 113. oldalán a IX. mellékletben egymás alatt ábrázolt a) tejipari és b) húsipari szennyvizek esetén a kontrol és a kisebb energiaszintek egymástól erősen eltérnek, míg a nagyobb energiaközlésnél közel megegyeznek.

2. kérdés: Minek tulajdonítja ezeket a kezdetben eltérő értékeket, majd az energia bevitel nagymértékű növelésekor egymáshoz jobban közelítő mérési eredményeket?

Összefoglaló értékelés:

Az értekezés az élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok hasznosításának új irányai címet viseli, azonban nem derül ki, hogy a Szerző a már ismert membránszűrés és mikrohullámú hőkezelésen kívül milyen más új irányok felé törekedett. Tudományos kutató-fejlesztő munkájára leginkább az értekezésben fentiekhez „kapcsolódó műveletek és eljárások” kifejezés illik, ezekkel a kombinációkkal ért el kimagasló eredményeket mind az elméleti (modellezési) munkában, mind a gyakorlati alkalmazásban. Ezeket az eredményeit leíró tézisekben a „kidolgoztam, meghatároztam, bizonyítottam és igazoltam” szavakat használja, sőt a 8. tézispontban hangsúlyozza, hogy „elsőként bizonyítottam”, majd a 12. tézispontban, hogy „elsőként vizsgáltam”.

Megítélésem szerint elsősorban az alábbi tudományos eredmények tekinthetők tézisnek:

1. gyümölcslevek hatékonyabb membrán-szeparációja pektinbontó és cellulózbontó enzimekkel előkezelés révén (1. és 2. tézisek összevonhatóan),
2. bogyós gyümölcsök és présmaradékaik mikrohullámú feltárása után végzett, megnövelt pektin és antocianin kivonása (15. tézis)

3. húsupari és tejipari eredetű szennyvizek membránszűrést megelőző ózonos előkezelése (10. tézis)
4. vibrációs membránszűréssel jobb elválasztást eredményező és energia-takarékos eredmények (7. 8. és 9. tézisek összevonva)
5. az élelmiszeripari szerves anyagokat tartalmazó szennyvizekből mikrohullámú kezeléssel végzett feltárás után megnövelt biológiai lebonthatóság és biogáz kinyerés (11., 12., 13., és 14. tézisek összevonva).

A Szerző kutató-fejlesztő munkája során új fogalmakat, kifejezéseket, szakmai meghatározásokat vezetett be, melyekkel való munkához matematikailag leírható összefüggéseket talált, használatukkal a gyakorlatban alkalmazható számításokat dolgozott ki.

A módszerek fejlesztésében és az eljárások vezetésében elért eredményei a következők:

1. a 3. tézisben húsupari szennyvizek reverz ozmózissal történő sűrítését írja le modell egyenletekkel (4. és 5. egyenletek),
2. a 4. tézisben a szétválasztások jellemzésére bevezette az ellenállási index mutatót,
3. az 5. tézisben a húsupari szennyvízből fémionok (cink) szelektív eltávolítását kolloid micellákkal segített ultraszűréssel oldotta meg,
4. a 6. tézisben bizonyította, hogy a fluxus csökkenés mérséklésére adagolt mikro-részecskék a helyi turbulenciát jelentősen befolyásolják,
5. a 9. tézisben ismertet egy új mérőszámot, a fajlagos energiaigényt, melynek révén meghatározható a transzmembránnomás határérték,
6. a 11. tézisben ismertet két jelzőszámot (szerves anyagok oldékonysága jellemzésére illetve a biológiai lebonthatóság kifejezésére (6. és 7. egyenletek),
7. a 12. tézisben élelmiszeripari szennyvíziszapok mikrohullámú kezelésénél meghatározta az oldékonysági indexre vonatkozó optimum függvényt (8. egyenlet),
8. a 14. tézisben meghatározta biogáz által képviselt kihozatali energia érték és a mikrohullámú kezeléssel közölt beviteli energia érték különbségét leíró függvényt (9. egyenlet).

Az értekezés és a tézisek alapján Hodúr Cecilia doktori munkájának tudományos eredményeit az MTA doktora cím megszerzéséhez alkalmasnak tartom, a nyilvános védés kitűzését javaslom.

Az értekezéssel kapcsolatban tett észrevételeim, felvetődött kérdéseim nem érintik a mű alapvető értékeit.

Budapest, 2014. augusztus 4.

Biacs Péter

a kémiai tudomány doktora (az MTA doktora)