



## OPPONENSI VÉLEMÉNY

Berta Kinga Manuéla

**„Vörösiszap másodnyersanyagként történő hasznosítása ipari/lakossági  
hulladékok segítségével”  
című Ph.D. értekezéséről**

*PANNON EGYETEM, VEGYÉSZMÉRNÖKI- ÉS ANYAGTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA*

### **Témaválasztás, célkitűzések**

A körforgásos gazdaság korában a hulladékok és melléktermékek visszaforgatása kardinális kérdéssé vált. Az alumíniumgyártást, a hozzákapcsolódó bányászati tevékenység hatását és a vörösiszap környezeti és egészségre gyakorolt jelentőségét már hosszú évtizedek óta kutatják a Pannon Egyetemen. A vörösiszap talajjavítóanyagként való alkalmazása, már csak a rendelkezésre álló mennyiség miatt is fontos célkitűzés. A jelölt több laboratóriumi kísérletre, módszertani kidolgozásra és mérésre alapozta doktori munkáját és 5 tézist állított fel a dolgozat végén a kapott eredmények alapján. A dolgozatot tudományos érdeklődésre számot tartónak ítélem.

### **A dolgozat szerkezete, nyelvezete, kiállítása**

A 135 oldal terjedelmű dolgozat a viszonylag rövid Bevezetés és célkitűzés után 4 fő fejezet tagolódik: Szakirodalmi áttekintés, Kísérleti rész, Eredmények és Diskusszió. Bevezetés végén szó esik a célokról, illetve nem hangsúlyosan, de „hipotézis” állítás is történik. Jó, hogy a szerző röviden részletezi, hogy milyen előre megalapozott feltevései voltak a munka kezdetén. A diskusszió után jó lett volna egy rövid összefoglalással és következtetés résszel lezárni a dolgozatot, mert az olvasóban egy kis hiányérzet támad. Ez a hiány pótolható lett volna, ha a téziseket nem a dolgozatot követő irodalomjegyzék után olvashatjuk.

A fő tartalmi fejezeteket tekintélyes irodalom lista (142 tétel) zárja. A leírtak 3 melléklettel záródnak, melyben bemutatásra kerültek olyan képek, táblázatokat, mérési jegyzőkönyveket, ami a jelölt által végzett munkát még jobban hangsúlyozzák. A dolgozatban a fő fejezetek a klasszikus tudományos munkák felépítését szem előtt tartva logikus sorrendben követik egymást. A korábbi változathoz képest már csak kevés helyen fordul elő, hogy a részek összekötés nélkül követik egymást. Ennek oka lehet, hogy bizonyos részek kissé elnagyoltak és hiányoznak a részletezések, magyarázatok. Ezenkívül továbbra is úgy gondolom, hogy maga a vörösiszap vizsgálata elég lett volna, hogy mélyebb összefüggések szülessenek és alapos, megbízható vizsgálati eredmények jelenjenek majd a tézisekben, hiszen a szennyvíziszapok visszaforgatása önmagában nagy téma és sok kutatási lehetőséget rejt.

A disszertáció nyelvezete jó, kisebb helyesírási hibák, elütések, néhány felesleges szóköz található a dolgozatban. A szöveg néhol nehezen érthető, ahol magyarázó, hosszú mondatok és megfogalmazások vannak. A dolgozat tördelése megfelelő. A 39 ábrát és 27 táblázatot tartalmazó értekezésben az ábraanyag összességében esztétikus, jól szerkesztett. Nehézséget okozhat a rengeteg rövidítést tartalmazó szöveg, ezért lapozgatni kell a függelékbe, ami nagyon jó, hogy van és a dolgozat elejére került. Az ábrajegyzék és táblázatjegyzék a disszertáció végére helyeződött át.

### **A témakör szakirodalmának feldolgozása és az irodalomjegyzék**

A közel 142 tételt számláló irodalomjegyzék több mint fele 2010 utáni irodalmakból áll és 18 irodalom 2020-as vagy frissebb, ami bizonyítja a hallgató témában való aktuális jártasságát. Ezen irodalmak bemutatása támpontul szolgál az olvasó számára, hogy miért választotta a szerző a később bemutatott módszereket. A jelölt a szövegközben az MDPI által is használt számozást választotta forrásmegjelölésre, ami kicsit nehezíti az olvasást. Az irodalomjegyzék maradt néhány apró pontatlanság, de összességében igényes kivitelű.

A feldolgozott szakirodalmak behivatkozására értelemszerűen a dolgozat bevezető fejezeteiben kerül sor, de a disszertáció saját eredményeket összefoglaló fejezeteiben is találunk néhány hivatkozást, ami arra utal, hogy a szerző saját eredményeit megkísérelte összehasonlítani a téma hazai és nemzetközi irodalmával. A szerző saját eredményeit jórészt külföldi, de magyar vonatkozású tapasztalatokkal is alátámasztotta.

## **Kísérleti rész és vizsgálati módszerek**

Az elvégzett kísérletek és a vizsgálati módszerek jól össze lettek foglalva. A tesztnövények bemutatása eléggé részletes. Továbbra is fenntartom, hogy egy a csomagoláson található általános összetétel leírás kevésnek tűnik számomra, főleg bizonytalan összetételű toxikus iszapok esetén. Valamely anyag esetén hiányzik, hogy honnan származik az alapanyag. Továbbá ezen anyagok kijuttatásának jogi kereteiről is csak érintőlegesen esik szó.

Az előkísérletek elvégzése értékes része a dolgozatnak. A 41. oldalon szerepel az, hogy csapvízzel kerültek öntözésre a növények (a méretnövelt már esővízzel). Az első melléklet már tartalmazza az öntözésre használt csapvíz pH értékeit, további összetevőit nem. Bennem továbbra is ott maradtak a kérdések az értékeket látva, hogy mekkora hatással van ez a kioldódásra, mivel tovább lúgosítja a közeget?

Az adatok kezelése, az eredmények kiértékelésének módszere és statisztikai értékelés módszerének leírása pótolva lett ebben a fejezetben.

Szó esik Collembola fajok vizsgálatáról a módszertanban, de a dolgozatban semmiféle dokumentációját nem találtam az elvégzett teszteknek és eredményeknek. Érdeemes lett volna legalább egy mondattal megindokolni a collembola vizsgálatok hiányát.

A 17. ábraként beillesztett kép nem került kicserélésre vagy átalakításra, se az ábra aláírás pontosításra, így még mindig olyan érzetet kelt, hogy a kísérlet egy tető alatt zajlott. Jó lett volna információt adni a méret növelt kísérlet körülményekről (öntözés gyakoriság, csapadék viszonyok – nem az 53. oldalon taglalt általános leírásra, hanem konkrétumokra gondolok, volt-e vihar, ami feldöntötte a csemetéket és kimosta keveréket...).

## **Eredmények és diszkusszió**

Ez a fejezet a dolgozat legértékesebb része. Az ábrák szép kivitelűek, különösen a statisztikai ábrák tetszetősek.

A szerző sokféle eredményt kapott a sok vizsgálatnak köszönhetően, de néhol lelhetők fel bizonytalanságok vagy következetlenségek (információhiány). Bekerült a módszertanba a 6/2009-es (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet, melynek határértékeire a szerző több helyen hivatkozik. Itt jegyezném meg, hogy a rendelet határértékeit salétromsavas-hidrogénperoxidos roncsolással kezelt, ICP készülékkel mért talajmintákra határozták meg, így a szerző XRF készülékkel mért értékei csak fenntartásokkal összehasonlíthatók.

Örvendetes, hogy a jelölt nem csak laboratóriumi körülmények között tesztelte a kísérleti eredményeit, hanem méretnövelt szabadföldi közegben is. Lúgos közegben (a vörösiszap nyilván magas

pH-jú, bekeverve is) a fémek kötődtek, de ha változik a pH (természetben megesik- pl. csapadék kilúgzó hatása...), ha tolódik a pH alacsonyabb értékek felé, savas közegben már jobban kell ezzel számolni. Tehát ha a keverékekre kapott eredmények nem győztek meg teljesen a szerző 96. oldalán tett állításáról, de a méretnövelt kísérletek igen. A tézisekben megjelenik, hogy "ellenőrzött körülmények között" kapta a jelölt az eredményeit, ezt nagyon fontos hangsúlyozni, mert a toxikus fémek mobilitása a talajkörnyezetnek is a függvénye.

### **A doktori értekezés téziseiről**

Új tudományos eredmények, tézisek címmel a szerző újnak vélt tudományos eredményeit 5 tézisben foglalta össze, melyeket megjelent publikációkkal is alátámasztott. A dolgozat összességében nagyon hasznos és gyakorlatias. Az olvasottak és a korábban javasolt változtatásaim beépítése alapján az 1, 2, 3, 4. és 5. téziseket változtatás nélkül elfogadom.

### **Kérdéseim**

1. A dolgozat rengeteg eredményt tartalmaz, de talajjal való bekeveréssel nem foglalkozik? Gondolt rá, hogy előkísérletként tajjal is elvégzi a folyamatot?
2. Mit gondol arról, hogy méretnövelt kísérletek mintájára létrehozott ültetvényeket az ország mely részein lehetne alkalmazni? Milyen végfelhasználást javasol a fásszárú egyedek esetén?

Bár opponensi véleményemben több bíráló megjegyzést is tettem, de értékelem a dolgozatban összefoglalt munkát, a mögötte álló laboratóriumi tevékenységet.

A disszertációt elfogadom és sikeres védelem esetén jó szívvvel támogatom a tudományos fokozat odaítélését.

Sopron, 2024.05.24.

**Soproni Egyetem**  
Erdőmérnöki Kar  
Környezet- és Természetvédelmi Intézet  
8400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.  
+36-99-518-176 kti@uni-sopron.hu



**Dr. Banadics Adrienn**

egyetemi adjunktus

SOE-EMK-KTI