

BÍRÁLÓI VÉLEMÉNY

Molnár Miklós

okleveles vegyészmérnök, doktorjelölt

Olajpala hasznosítása a környezeti szennyezők eltávolításában című

doktori (Ph.D.) értekezéséről

A Pannon Egyetem, Kémiai és Környezettudományi Doktori Iskola keretében készült doktori disszertáció témája rendkívül aktuális. A környezeti elemek folyamatos antropogén szennyeződésével, a perzisztens szennyező vegyületek környezetbe jutásával komoly környezeti károk és problémák jelentkeznek, amelyek kezelése jellemzően mesterséges beavatkozást igényel. Az ehhez szükséges környezettechnológiák, különösen a víztisztítás, igénylik a robusztus, olcsó, környezetbarát adszorbensek és katalizátorok használatát. A Jelölt kutatómunkája ennek a területnek a fejlődéséhez és gyakorlati alkalmazásához járul hozzá egy magyarországi lelőhelyről származó maar típusú olajpala és kompozitjának szorpciós és degradációs tulajdonságainak vizsgálatával.

A 173 számozott oldalból álló doktori értekezés logikusan felépített, jól szerkesztett és az apróbb, figyelmetlenségből eredő hibáktól eltekintve rendkívül jó nyelvezetű. A munka rövid összegzését a kivonatban a Jelölt három nyelven (magyar, angol, olasz) közli. A gyorsabb megértésben a dolgozat elején megadott rövidítések jegyzéke segíti az Olvasót. Itt apróbb zavart okozhat, hogy a nem magyar eredetű rövidítések eredeti nyelvükön nem, csak magyarul kerülnek definiálásra.

A dolgozat bevezetése a 6. számozott oldalon kezdődik, amelyet 30 oldal terjedelmű szakirodalmi összefoglaló követ. Az irodalmi összefoglaló alapvetően logikusan felépített és jól átgondolt, a Jelölt 4 alfejezetben (2.1.-2.4.), lényegre törően mutatja be a dolgozat megértéséhez szükséges elméleti ismereteket. A 2.1. fejezetben ismertetésre kerül az olajpala keletkezése, magyarországi relevanciája és fontosabb tulajdonságai, míg a 2.3. fejezetben az olajpala-tartalmú kompozitok ismertetése található. A 2.2. fejeztben az antropogén környezeti szennyezőket, illetve azok, a dolgozat szempontjából is releváns, jellemző eltávolítási módjait ismerheti meg az Olvasó. A szakirodalmi áttekintés végén (2.4. fejezet) pedig a kísérleti részben alkalmazott modellvegyületek bemutatása található. Az értekezés közel 195 szakirodalmi forrást tartalmaz, amelyek alapos és megfelelő színvonalú feldolgozása és ismertetése demonstrálja a Jelölt szakterületi jártasságát.

Az értekezés kísérleti részét 1 oldalas célkitűzés vezeti át. A doktori értekezés kísérleti része a kísérleti körülmények, anyagok és módszer bemutatásával kezdődik. A Jelölt megfelelő alapossággal, alfejezetekbe csoportosítva (4.1.-4.15.) 10 oldal terjedelemben ismerteti a kutatómunkája során felhasznált és alkalmazott anyagokat, vegyszereket, szoftvereket

valamint laboratóriumi eljárásokat és analitikai módszereket. A kísérletes munka során alkalmazott analitikai eljárások korszerűek és a kísérleti célok megvalósítására alkalmasak.

A kísérleti eredmények bemutatása és értékelése az 54. oldalon kezdődik és a 113. számozott oldalig tart. A fejezet elején a Jelölt ismerteti az olajpala valamint az olajpala-kompozitok anyagszerkezeti vizsgálati eredményeit. Az olajpala szerkezeti és felületi tulajdonságai, különösen a kedvező porozitása és a vízdoldható fémtartalmának vizsgálata rávilágít a környezettechnológiai alkalmazás lehetőségére. Az olajpala kedvezőtlen tulajdonságait (pl. porladási hajlam, szervesanyag kioldódás) ellensúlyozandó, a Jelölt 2 eltérő kötőanyaggal (alginát, agar) is eljárást dolgozott ki olajpala kompozitok előállítására. A szintetizált olajpala kompozitok rövid morfológiai ismertetését követően azok adszorpciós tulajdonságát 4 releváns tesztvegyület folyadékfázisú eltávolításán keresztül vizsgálta. A BTEAC¹, DIPNS², fenol és 4-nitrofenol tesztvegyületekkel végzett kísérletek eredményeit megfelelő részletességgel mutatja be és értékeli. Az adszorpciós izotermák mellett a két kompozit diffúziós együtthatóját is meghatározta a Jelölt. Dícséretesnek tartom, hogy a bemutatott eredményeket a Mellékletben közölt jellemző kísérleti bizonyítékokkal támasztotta alá.

Az olajpala minta jelenlétében 4 tesztvegyület biológiai eredetű bontását vizsgálva a Jelölt megállapította, hogy BTEAC, DIPNS esetén a biodegradáció elhanyagolható mértékű, azonban a fenol és 4-nitrofenol tesztvegyületek esetén azok koncentráció csökkenését figyelte meg. Figyelemre méltó, hogy a teljes mértékű biológiai bomlás már 9 nap (fenol) és 12 nap (4-nitrofenol) alatt következett be, amely egyes fém sók hozzáadásával, az enzimaktivitás fokozása következtében, lerövidíthetőnek talált. Kiemelendő, hogy a biológiai aktivitást abiotikus kontroll alkalmazásával erősítette meg, valamint javaslatot tett a két tesztvegyület biológiai bomlásának mechanizmusára. Az olajpala és kompozitjainak regenerálhatósága és újrahasználatossági vizsgálatai kiemelten értékes részei a munkának. Ugyanakkor felmerülhet a kérdés, hogy többszörös felhasználás esetén a hatékonyság megőrzéséhez szükség lehet-e külső tápanyagok adagolására? Az eredmények alapján a természetes biológiai degradációs képesség kiaknázása különösen ígéretes lehetőség a környezeti elemek kármentesítésében. Erre vonatkozóan, hogyan látja a Jelölt, mennyire befolyásolhatja a természetes olajpalák illetve azok kompozitjainak alkalmazhatóságát az olajpalák lelőhelytől függő, összetételbeli változatossága?

A rövid kitekintésként bemutatott biológiai bomlás és a heterogén fotokatalízis kombinálási lehetősége igen érdekesítő, az eredményekkel a Jelölt demonstrálja a szinergizmus előnyeit a DIPNS tesztvegyület degradációjának jelentős hatékonyság növekedésében. Ugyanakkor a fotokémiai kísérletben megfigyelt pH csökkenés kapcsán felmerülhet a kérdés, hogy ez

¹ BTEAC: Benzyltriethylammonium chloride (benzil-trietil-ammónium-klorid)

² DIPNS: Sodium 2,3-diisopropyl naphthalene-1-sulfonate (nátrium-2,3-diizopropil-naftalin-1-szulfonát)

okozhat-e nem kívánt hatást (pl. toxikus fémek kioldódását) az azt követő biológiai degradáció során?

Az eredmények bemutatása, azok értékelése és a következtetések levonása alapvetően jól követhető és logikus. A dolgozatban bemutatott eredmények rendkívül értékesek és kiválóan rávilágítanak a vizsgált anyagok kedvező adszorpciós és degradációs képességére. A dolgozatot 30 oldal terjedelmű Melléklet egészíti ki, ahol a dolgozat megértését segítő és a megfigyeléseket alátámasztó információk találhatók.

A Jelölt munkájának új tudományos eredményeit magyar és angol nyelven is közölt 5 tézispontban foglalta össze, amelyek alapjául 2 db elsőszerezős publikáció és 8 db konferencia előadás/poszter munka szolgál. A tézispontok elfogadhatók új tudományos eredményekként. A téma gyakorlati relevanciáját jól jelzi a benyújtott szabadalmi igény, amelyben a Jelölt társszerző. A Jelölt publikációs tevékenysége megfelel a Pannon Egyetem Kémiai és Környezettudományi Doktori Iskola doktori fokozat elnyeréséhez szükséges követelményeknek.

Összességében elmondható, hogy Molnár Miklós doktorjelölt munkája teljesíti a doktori értekezésekkel szemben támasztott követelményeket és eredményeivel hozzájárul a tudományterület fejlődéséhez, valamint a gyakorlati felhasználás megvalósulásához.

Sikeres nyilvános védés esetén elfogadásra javaslom a doktori értekezését.

Veszprém, 2022. szeptember 1.

.....

Dr. Zsirka Balázs

tudományos munkatárs

Analitikai Kémia Kutatócsoport

Természettudományi Központ

Pannon Egyetem