

VEGYÉSZMÉRNÖKI ÉS ANYAGTUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA
Bio-, Környezet-, és Vegyészmérnöki Tudományágban
PANNON EGYETEM
VESZPRÉM

OPPONENSI VÉLEMÉNY
KOVÁCS-BOKOR ÉVA
doktorjelölt

**ISZAPOK NEHÉZFÉM TARTALOM MOBILIZÁCIÓJÁNAK MONITOROZÁSA, A
NEHÉZFÉM TARTALOM CSÖKKENTÉSE KÉMIAI ÉS BIOLÓGIAI
MÓDSZEREKKEL**

c. PhD dolgozatról az értekezés nyilvános vitájához

Opponens: **Prof. Dr. habil. Bayoumi Hamuda Hosam**
Óbudai Egyetem
Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar
Környezetmérnöki és Természettudományi Intézet
Budapest

Bevezetés

A víz kémiai, fizikai, illetve biológiai sajátosságai alapján az élővilág és a társadalom számára a legfigyelemreméltóbb, legalapvetőbb és leginkább nélkülözhetetlen vegyület. Felszín alatti és felszíni vizeink egyaránt egyre nagyobb terhelésnek vannak kitéve. A felszíni vizek minősége a földtani felépítés, a talaj, de legfőképpen a társadalmi tevékenységek függvénye. A felszíni vizek szennyezőit három nagy csoportra oszthatjuk az iparra, a mezőgazdaságra és a különböző kommunális eredetű szennyezésekre. Ezek a negatív tendenciák kedvezőtlen hatással vannak vizeink minőségére és mennyiségére egyaránt.

Az emberi tevékenység során keletkező szennyvizek domináns akadálya a toxikusságát eredményező nehézfém-tartalom, melynek szennyezettségi határérték alá történő csökkentése napjaink fontos kihívása. Alábbi tanulmányunk a nehézfém-eltávolítási módokat tekint át összetett összefüggésekben. Az összehasonlításokban nagy hangsúlyt kapott az a szemlélet, hogy a nehézfém mennyiség ne csak a megengedett határértékre csökkenjen, hanem a lehető legnagyobb mértékű legyen a minimalizálás.

A nehézfémek a szervezetekben komoly egészségügyi akadályokat okozhatnak. A csökkentésnek tudományos, és technológiai feltételei is vannak. Lépést kell tartaniuk a fejlődéssel, és számolnunk kell az egyre nagyobb mennyiségű és folyamatosan változó összetételű ipari és lakossági szennyvizek megjelenésével.

A különböző nehézfémek természetbe jutásának veszélyessége mérgező hatásukból ered, amely már kismértékű légköri, élővízi, valamint a talajban történő felhalmozódás esetén is rendkívül jelentős károsodást idézhetnek elő az élővilág táplálékláncában, illetve az ember egészségében egyaránt.

A különböző természetes vizek természetes forrásból is tartalmaznak egészségre káros anyagokat, azonban a vizek szennyeződésének legfőbb oka a különböző emberi tevékenységek következményeivel azonosíthatók. A városok, az ipar, a közlekedés fejlődése, valamint a különböző foszforműtrágyák alkalmazása a fémek természetes biogeokémiai körforgásban megjelenő mennyiségének sokszorosát termelik ki és juttatják a környezetbe,

illetve a vizekbe. A különböző vízminőségi akadályok egyik legfontosabb kérdése a toxikus fémtartalom mennyisége és minősége.

A PhD értekezés bírálatával kapcsolatban:

1. Az értekezés témájának újszerűsége, aktualitása, tudományos jelentősége:

A doktorjelölt értekezése a folyóvízi üledékek és az azon gyökerező növényfajok nehézfém-tartalmának vizsgálatát, a növényfajok bioakkumulációs és transzlokációs potenciáljának értékelését, az ipari iszapok közül a konverter iszap magas ólom és cink koncentrációjának csökkentését, valamint a folyóvízi környezetben és a konverter iszap-talajkeverékeken szinergiában fejlődött növényfajok toxikus elem-akkumulációjának meghatározását foglalja magába. Az értekezés témaválasztása ígéretes, amely ötvözi egyrészt a terepen, másrészt pedig a laboratóriumban végzett kutatást. A téma tudományosan igen jelentős, mivel a toxikus elemekkel elszennyeződött talajok és üledékek jelentős környezeti kockázatot hordoznak magukban.

2. A szakirodalom feldolgozásának színvonala:

A témával kapcsolatos szakmai irodalom áttekintése megfelelő, a jelölt az értekezésben 101 irodalmat és 24 internetes hivatkozást használt fel. Az irodalmak többsége angol nyelvű, és az elmúlt 10-15 éven belül publikálták őket. Az Irodalmi áttekintés fejezet tartalmazza a disszertáció témájával összefüggő fontosabb tudományos előzményeket.

3. A kísérleti módszerek helyessége:

Az értekezésben bemutatott kutatások során használt módszerek alkalmasaknak tekinthetők a meghatározott célkitűzések vizsgálatára. A kísérletek során alkalmazott vizsgálati módszerek bemutatása jó.

4. A munka során alkalmazott vizsgálati módszerek korszerűsége, megbízhatósága:

Általánosságban elmondható, hogy a leírt szakirodalmi áttekintés, módszertan és az eredmények bemutatásának módja logikailag elfogadható, és megfelel a jó tudományos gyakorlat nemzetközi szabványainak és szabályainak. A célok és módszerek világosan le vannak írva; a szerző kellő elméleti háttérrel képviseli az elképzeléseket, ismereteket. Ennek eredményeként a célok teljesültek; a kutatási munka módszerei megfelelnek az értekezésben megfogalmazott céloknak és hipotéziseknek.

5. A kutatási eredmények feldolgozásának színvonala, az eredmények értékelése:

A kísérleti eredmények alapján megfogalmazott következtetések valós kutatáson alapulnak, a jelölt következtetései a saját kutatásának eredményei és a gyakorlatban is alkalmazhatók. A terepi és laboratóriumi eljárásoknál korszerű infrastruktúrát és módszereket alkalmazott. A célkitűzései, módszerei, eredményei és a következtetések összhangban állnak egymással. A jelölt az értekezésben összeveti a saját eredményeit más szakirodalmakban kapott eredményekkel. A jelölt publikációs jegyzékét megtekintve látható, hogy az értekezés témájával kapcsolatos hazai és idegen nyelvű publikációs tevékenysége megfelelő mértékű volt az elmúlt évek során.

6. A jelöltnek az értekezéssel összefüggő publikációs tevékenysége:

A) Külföldi folyóiratban megjelent publikációk:

3 db

1. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Biró, Borbála: *Toxic metal phytoextraction potential and health-risk parameters of some cultivated plants when grown in metal-contaminated river sediment of Danube, near an industrial town*; ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY AND HEALTH 43: 6 pp. 2317-2330., 14 p. (2021); IF = 4,609
2. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre: *Phytoextraction potential of wheat and study on the applicable ratio of converter sludge in some soil-sludge mixtures*; JOURNAL OF APPLIED TECHNICAL AND EDUCATIONAL SCIENCES, 9: 4 pp. 88-100., 13 p. (2019)
3. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kiss, Endre: *Effect of industrial sludge-soil mixtures on germination of white mustard and wheat*; JOURNAL OF APPLIED TECHNICAL AND EDUCATIONAL SCIENCES, 9:1 pp. 66-78., 13 p (2019)

B) Haza folyóiratban megjelent publikációk:

6 db

1. Kovács-Bokor, Éva; Kiss, Endre: *Vízparti növények nehézfémakkumulációjának meghatározása a dunai üledékekben*; DUNAKAVICS, 9:4 pp. 57-73., 17 p. (2021)
2. Kovács-Bokor, Éva; Kiss, Endre: *Folyóvízi iszapok szennyezettségének hatása a fehér mustár csíráképeségére*; DUNAKAVICS, 8: 12 pp. 43-51., 9 p. (2020)
3. Kovács-Bokor, É.; Domokos, E.; Kiss, E.: *Folyóvízi üledékek nehézfém tartalmának akkumuláció vizsgálata növényekkel*; INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING AND MANAGEMENT SCIENCES / MŰSZAKI ÉS MENEDZSMENT TUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK, 4:2 pp. 46-53., 8 p. (2019)
4. Kovács-Bokor, Éva; Kiss, Endre: *Dunai iszapos üledék nehézfém tartalmának akkumuláció vizsgálata növényekkel: Determination of the Accumulation of the Heavy Metal Content of the Sediment of River Danube by Plants*; INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING AND MANAGEMENT SCIENCES / MŰSZAKI ÉS MENEDZSMENT TUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK, 3:1 pp. 163-170., 8 p. (2018)
5. Kovács-Bokor, Éva; Kiss, Endre: *Dunai üledék nehézfém tartalmának akkumuláció vizsgálata réti lósóskával (Rumex obtusifolius L.)*; DUNAKAVICS, 5:7 pp. 5-22., 18 p. (2017)
6. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kovács, Zsófia: *Folyóvízi üledékek összehasonlítása nehézfém-tartalom alapján*; DUNAKAVICS, 4:12 pp. 27-46., 20 p. (2016)

C) Konferencia részvétel, csak kivonatos megjelenéssel:

13 db

1. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kiss, Endre: *Konverteriszapos talaj keveréken nevelt növények fitoextrakciós potenciáljának vizsgálata*; In: Kővári, Attila; Pázmán, Judit; Szabó, Attila (szerk.) MŰSZAKI KONFERENCIA 2021 „Tudomány: iránytű az élehető jövőhöz” Dunaújváros 2021. november 9.: programfüzet és absztraktkötet, Dunaújváros, Magyarország: DUE Press (2021) 33 p. pp. 27-28., 2 p.
2. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kiss, Endre: *Vízparti növények fitoextrakciós potenciál-vizsgálata dunai iszapok esetén*; In: Kővári, Attila; Pázmán, Judit; Szabó, Attila (szerk.) Műszaki Konferencia 2020 Jövőformáló tudomány: programfüzet és absztraktkötet Dunaújváros. 2020. november 9.; Dunaújváros, Magyarország: DUE Press (2020) 38 p. pp. 33-34., 2 p.
3. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kiss, Endre: *Assessment of the phytoextraction experiments of industrial sludges - soil mixtures and wheat (Triticum aestivum)*; In:

- Diána, Koponicsné Györke; Róbert, Barna (szerk.) Abstracts of the International Conference on Sustainable Economy and Agriculture; Kaposvár, Magyarország Kaposvár University (2019) 153 p. pp. 142-142., 1 p.
4. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kiss, Endre: *Újabb növényi kísérletek ipari iszapokkal (2019)*; Matematikát, Fizikát és Informatikát Oktatók 43. Országos Konferenciája (MAFIOK 2019) (Dunaújváros, 2019. augusztus 26-28), Dunaújvárosi Egyetem, F310 terem, 2019. augusztus 28.
 5. Kovács-Bokor, Éva, Domokos, Endre: *Iszapok nehézfém tartalom mobilizációjának monitorozása, a nehézfém tartalom csökkentése kémiai és biológiai módszerekkel (2019)*; Green Solution Conference (veszprém 2019. december 11.), Pannon Egyetem, Környezetmérnöki Intézet
 6. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kiss, Endre: *Determination of the accumulation of heavy metals of river sediment by plants*; In: Bayoumi Hamuda, Hosam (szerk.) Proceedings Book of 9th ICEEE -2018 International Conference on Climate Change and Environmental (Bio) Engineering; Budapest, Magyarország: Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar (2018) pp. 228-238., 11 p.
 7. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kiss, Endre: *Iszapok nehézfém tartalom mobilizációjának monitorozása, a nehézfém tartalom csökkentése kémiai és biológiai módszerekkel (2018)*; I. Régiós Környezettoxikológiai PhD Konferencia, (Veszprém, Pannon Egyetem, 2018. december 12.)
 8. Kovács-Bokor; Éva, Endre, Domokos; Endre, Kiss: *Determination of heavy metal concentration in perilla (Rumex patientia) and perennial rye-grass (Lolium Perenne) (2017)*; Workshop on Environmental Sciences and Engineering 2017, (Budapest, 2017. november 24.), Óbuda Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar.
 9. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kiss, Endre: *Növényi kísérletek ipari iszapokkal (2018)*; Tudományos Hét, III. East-West Cohesion Conference (Dunaújváros, 2018. november 12-15), EFOP-3.6.2.-16-2017-00018 Termeljünk együtt a természettel – az agrárerdészet, mint új kitörési lehetőség projekt workshop
 10. Kovács-Bokor, Éva; Kiss, Endre: *Felszíni vízfolyások iszapos üledékének nehézfém tartalom vizsgálata, valamint az üledéken gyökerező növények nehézfém akkumulációjának meghatározása (2017)*; VI. Kari Tudományos Konferencia, Agroerdészeti szekció, (Sopron, 2017. október 24.), (Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar, 2017. október 24.).
 11. Kovács-Bokor, Éva; Kiss, Endre: *Dunai iszapos üledék nehézfém tartalmának akkumuláció vizsgálata növényekkel (2017)*; Az Ipar napjai Debrecenben 2017 Környezetmérnöki Konferencia és Szakmai Nap, (Debrecen, 2017. október 12-13.), (Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 2017. október 12.)
 12. Kovács-Bokor; Éva, Endre, Domokos: *Determination of heavy metal content of river sediment and analysis of the accumulation of heavy metals by plants (2016)*; „Global Environmental Changes and Environmental Health: Environmental and Economic Impact on Sustainable Development”: 7th ICEEE - 2016 International Conference, Óbuda University (Budapest, 2016. november 17-19.)
 13. Kovács-Bokor, Éva: *Folyóvízi üledékek összehasonlítása nehézfém tartalom alapján (2016)*; Tudományos Hét előadásai - Természetudományi és környezetvédelmi szekció, (Dunaújváros, 2016. november 8.)

D) Konferencia részvétel, teljes szövegű (legalább 4 oldal) megjelent: 6 db

1. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kiss, Endre: *Növényi kísérletek ipari iszapokkal*; In: Kővári, Attila; Kiss, Endre; Németh, István Péter (szerk.) Termeljünk együtt a természettel: az agrárerdészet mint új kitörési lehetőség 3. kötet; Dunaújváros, Magyarország: DUE Press (2020) 111 p. pp. 59-70., 12 p.
2. Kovács-Bokor, Éva; Kiss, Endre: *Folyóvízi iszapok szennyezettségének hatása a fehér mustár csírázóképeségére*; In: Kővári, Attila; Kiss, Endre; Németh, István Péter (szerk.) Termeljünk együtt a természettel : az agrárerdészet mint új kitörési lehetőség 2. kötet; Dunaújváros, Magyarország: DUE Press (2020) 111 p. pp. 69-77., 9 p.
3. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kiss, Endre: *Konverteriszapos talajkeveréken nevelt angolperje fitoextrakciós potenciáljának vizsgálata*; In: Kővári, Attila; Kiss, Endre; Németh, István Péter (szerk.) Termeljünk együtt a természettel: az agrárerdészet mint új kitörési lehetőség 2. kötet; Dunaújváros, Magyarország: DUE Press (2020) 111 p. pp. 59-68., 10 p.
4. Kovács-Bokor, Éva; Domokos, Endre; Kiss, Endre: *Újabb növényi kísérletek ipari iszapokkal*; In: Kővári, Attila; Kiss, Endre; Németh, István Péter (szerk.) Termeljünk együtt a természettel: az agrárerdészet mint új kitörési lehetőség 1. kötet; Dunaújváros, Magyarország: DUE Press (2020) 103 p. pp. 79-91., 13 p.
5. Kovács-Bokor, Éva; Kiss, Endre: *Felszíni vízfolyások iszapos üledékének nehézfém-tartalom vizsgálata, valamint az üledékeken gyökerező növények nehézfém-akkumulációjának meghatározása*; In: Bidló, A; Facskó, F (szerk.) Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VI. Kari Tudományos Konferencia; Sopron, Magyarország: Soproni Egyetem Kiadó (2018) 266 p. pp. 74-80., 7 p.
6. Kovács-Bokor, Éva; Endre, Domokos: *Determination of heavy metal content of river sediment and analysis of the accumulation of heavy metals by plants*; In: Bayoumi Hamuda Hosam (szerk.) Proceedings of International Conference on Global Environmental Changes and Environmental Health: Environmental and Economic Impact on Sustainable Development: 7th International Conference of ICEEE; Budapest, Magyarország, Óbuda University (2017) 230 p. pp. 33-40., 8 p.

E) Könyvrészlet: 3 db

1. Kovács-Bokor, Éva: *Folyóvízi és konverter iszap hatása a fehér mustár csírázóképeségére*; In: Petrovickijné Angerer, Ildikó; Tóth, Tamás; Szántó, Krisztina; Tóth, László - Tóth, Tamás (szerk.) TÁJÉKOZTATÓ Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról: 2020; Dunaújváros, Magyarország: Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata (2020) 137 p. pp. 122-130., 9 p.
2. Kovács-Bokor, Éva: *Dunai iszapos üledékek hatása a fehér mustár (Sinapis alba) csírázására*; In: Petrovickijné, Angerer Ildikó; Tóth, Tamás; Szántó, Krisztina; Tóth, László - Tóth, Tamás (szerk.) Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról: 2019; Dunaújváros, Magyarország, Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata (2019) 124 p. pp. 109-117., 9 p.
3. Kovács-Bokor, Éva: *Dunai iszapos üledék nehézfém tartalmának akkumuláció vizsgálata réti lósóskával (Rumex obtusifolius L.) és keserűfűvel (Persicaria)*; In: Petrovickijné, Angerer Ildikó; Tóth, Tamás; Szántó, Krisztina; Tóth, László - Tóth, Tamás (szerk.) TÁJÉKOZTATÓ Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról: 2018; Dunaújváros, Magyarország, Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata (2018) 114 p. pp. 106-113., 8 p.

7. Új tudományos eredmények

I. Folyóvízi iszapok nehézfém tartalmának csökkentése fitoextrakciós módszerrel:

1. Megerősítettem, hogy a folyóvízi iszapok nehézfém tartalma csökkenthető természetes növényi vegetációval.
2. A terepi kísérletek alapján megállapítottam, hogy a folyóvízi üledékek nehézfém tartalma kultúrnövényekkel csökkenthető.

II. Ipari iszapok nehézfém tartalmának csökkentése fitoextrakciós módszerrel:

3. A fehér mustármag csírázási eredményei alapján megállapítottam, hogy a vizsgálatokba bevont talajok közül a konverter iszap ártalmatlanítására a legjobban alkalmazható talajtípus a lösz és a csernozjom.
4. A konverter iszap és lösz talaj, valamint virágföld keverékekben az ólom és cink tartalom eredményesen csökkenthető fitoextrakcióval.

III. Szinergia vizsgálatok

5. Laboratóriumi vizsgálatok során megállapítottam, hogy az őszi búza és az angol perje együttes fejlődése esetén mindkét növényen belül megnő az Pb és Zn akkumulációja.
6. Folyóparti környezetben gyökerező baracklevelű keserűfű és parti sás együttélése következtében a keserűfű fém akkumulációs képessége elemtől függően 2-10%-kal, a sásé pedig 5-37%-kal csökkent.

A jelölt kutatási munkája során különböző eredetű iszapok toxikus elem tartalmának csökkentése érdekében eredményesen alkalmazta a fitoextrakciós módszereket.

Az eredmények közül fontosnak tartom a konverter iszappal végzett kísérleteinek eredményeit, valamint a szinergia kísérletek megállapításait.

A jelölt tézispontjait elfogadom, és elfogadásra javaslom.

8. A dolgozat szerkezeti felépítése, tagoltsága:

- A dolgozat 138 oldal hosszú, szerkezeti felépítése hagyományosnak tekinthető.
- A tartalomjegyzék: 3 oldal
- A kivonat (2 oldal), abstract (2 oldal) és zusammenfassung (3 oldal)
- A bevezetés és célkitűzés: 2 oldal
- Az Ábrajegyzék: 2 oldal
- Táblázatjegyzék: 1 oldal
- Ezeket a Rövidítések jegyzéke (1 oldal), majd az irodalmi áttekintés (43 oldal), az anyag és módszer (20 oldal), a kísérleti eredmények (37 oldal) és végül az összefoglalás és az új tudományos eredmények rész követi.
- Összefoglalás: 3 oldal
- Új tudományos eredmények és Theses: 4 oldal
- Köszönetnyilvánítás: 1 oldal
- Felhasznált szakirodalom jegyzéke: 9 oldal
 - 77 db 2000 – 2022
 - 24 db 1982 – 1999
 - 2 db rendelet
 - Internetes irodalom: 24 db
- A szerkezeti felépítés elfogadható.

9. A dolgozatban szereplő ábrák és táblázatok használata:

- Ábrajegyzék: 80 db
- Táblázatjegyzék: 23 db
- A dolgozatban bemutatott táblázatok és ábrák egyértelműek.
- Az ábrák és táblázatok szövegközi hivatkozása megfelelő.

10. Az irodalmi hivatkozások szabályossága:

A szövegben említett irodalmi hivatkozások szabályosak, valamint szerepelnek a szakirodalom jegyzékben.

11. A dolgozat stílusa, nyelvezete, megjelenése:

Az értekezés szövege jól érthető, stílusa és megjelenése megfelelő.

12. A dolgozat külső megjelenése:

Általánosságban elmondható, hogy a disszertációt tudományosan elfogadom, a végső nyilvános védésre javaslom. A PhD értekezés elérte a szükséges fokozat tudományos szintjét.

13. A Jelölt számára feltett kérdések, megjegyzések:

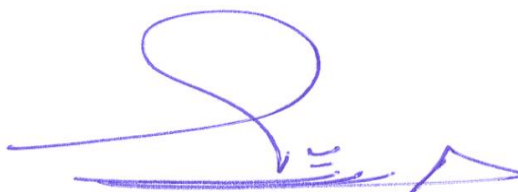
Az áttekintés után a bíráló néhány kérdést szeretne feltenni a jelöltnek:

1. Hogyan tervezi tovább folytatni a kutatásait?
2. Milyen kutatásokat ismer a konverter iszapban található cink és/vagy ólom tartalom kivonására?
3. Volt-e hatása a konverter iszap bekeverésének a teszt növények hajtásnövekedésére?
4. Jelenleg mi történik az acélgyártás során keletkező konverter iszappal?

14. Nyilatkozat:

Az értekezést a doktorjelölt önálló, tudományos munkájának fogadom el, nyilvános vitára bocsátását, illetve a fokozat odaítélését támogatom és javaslom.

Budapest, 2022. július 8.



Opponens:

Prof. Dr. habil. Bayoumi Hamuda Hosam
Óbudai Egyetem