

# **Vörösiszappal kevert talajok környezettoxikológiai elemzése mikrokozmosz kísérletekben**

*Ujaczki Éva*

PhD hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Alkalmazott Biotechnológia és  
Élelmiszertudományi Tanszék

A múlt század közepétől a „jólétünk” érdekében az iparilag fejlett országok folyamatosan veszélybe sodorják földi környezetünket. A rohamosan romló tendenciák megkövetelik, hogy olyan technológiákat dolgozzunk ki, amelyek védik a környezetet. Ez napjaink egyik legfontosabb feladata. Az ipar mellett a mezőgazdaság is nagyléptékű fejlődésnek indult, azért hogy az emberek élelmiszerigényét kielégítse, így egyre nagyobb területen folyik intenzív növénytermesztés és állattenyésztés. Az elmúlt években a talaj szerepe felértékelődött, a társadalmi és gazdasági elvárások megváltoztak. Világossá vált, hogy a talaj különös figyelmet érdemlő természeti erőforrás. A talaj biogeokémiai ciklusokban betöltött szerepe kimagaslóan fontos, mivel a szárazföldi ökoszisztémák tápanyagellátásában, valamint az elemek körforgásának fenntartásában globális szerepe van. Éppen ezért kiemelt feladat a talajok funkciójának és szerkezetének megóvása, helyreállítása és ésszerű használata. Ehhez a felszíni és felszín alatti vizekéhez hasonló talajmenedzsment tevékenység lenne szükséges, mely biztosítja a talajok „fenntarthatóságát” és „ökológiai- vagy környezethatékonyságát”. A fenntartható fejlődés olyan fejlődési folyamat, ami kielégíti a jelen igényeit anélkül, hogy csökkentené a jövő generációk képességét, hogy kielégítsék a saját igényeiket, a környezethatékonyság pedig az ember által létrehozott érték és a felhasznált természeti tőke hányadosát jelenti.

Munkám nem csak a talajok fenntartható menedzsmentjéhez, hanem egy másik időszakos témakörhöz is kapcsolódik, ez pedig az emberi tevékenység során keletkezett hulladékok kezelésével és elhelyezésével foglalkozik.

A hulladékok hasznosítását és a talajok funkciójának és szerkezetének megtartását kapcsolja össze a SOILUTIL Projekt, melynek részét képezi a kutatási témám.

Miután 2010. október 4.-én bekövetkezett Magyarország történetének legnagyobb ipari katasztrófája – átszakadt a MAL Zrt. ajkai iszaptározójának gátja – bekapcsolódtam a kockázatfelmérésbe, majd egy hulladékhasznosítási technológiai kidolgozását tűztem ki célul, amely a vörösiszap talajban történő elhelyezését jelentené. Az ajkai katasztrófa méretét és súlyosságát tekintve világszerte példátlan, első ízben kellett szembenézni a vörösiszap által okozott, nagy területet érintő talajszennyezéssel, a kármentesítés hatalmas feladatával, és mindezek következményeivel. A katasztrófa, az azt követő gyorsintézkedések és az első kárenyhítési feladatok tanulságai egy hasonló katasztrófa esetén máshol is hasznosnak bizonyulhatnak. Hátra van még a terület teljes rehabilitációja, mely minden bizonnyal további értékes tapasztalatok szerzésére ad módot.

A kockázatfelmérés szakaszos, amelynek első lépése a veszélyek azonosítása, ami alapján már felvázolhatjuk a koncepciómodellt, ezután következik a fokozatos adatbeszerzés a kockázat minél pontosabb felmérése érdekében. A területen az elsődleges szennyezőforrás a tározó, de emellett a mélyebb fekvésű területeken és a folyómederben összegyűlt vörösiszappal is kell számolnunk, innen kiindulva további szennyezőanyag-terjedés és káros hatások várhatóak, melyek másodlagos szennyezőforrásnak számítanak<sup>1</sup>. Ezek eltávolítása feltétlen kívánatos, hogy az emberek és a környezet veszélyeztetettsége csökkenjen. A kockázat felismerését és kvantitatív jellemzését követően következik a kockázatsökkentés, amit a legkockázatosabb tételekkel kell kezdeni. Elsődleges veszélynek az emberi életet, a sérülések veszélyét tekintjük és az ezekből adódó kockázatot teljesen ki kell zárni. Ezt követően a sorrendben következő veszélyforrások kiiktatását és az azokból adódó kockázat csökkentését kell elvégezni. A katasztrófa helyszínén az emberéletet a felszíni vizekbe került vörösiszap kockázatának csökkentése követte a fontossági sorban: itt a fő veszélyforrásnak a vörösiszap lúgosságát tekintették, ezért került sor a szulfát és a savak vízbe adagolására. A kárelhárítás következő lépése a másodlagos szennyezőforrások megszüntetése lenne, vagyis a koncentráltan lerakódott vörösiszap lerakódási helyeinek azonosítása és vörösiszap eltávolítása. Az előntött lakott területek, a házakhoz tartozó kertek és a szántóföldek remediációja alapvető fontosságú a kockázat nagysága és az ott élő emberek miatt<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> **Gruiz Katalin** (2011) Vörösiszap-katasztrófa környezeti kockázatmenedzsmentje, KÖRINFO Tudásbázis, <http://www.korinfo.hu/drupal/node/7417>. Letöltve 2011-10-06

A kiömlött, nagy mennyiségű vörösiszap talajra gyakorolt hatásának, az általa okozott környezetszennyezés környezeti kockázatának felméréséhez szükség van a vörösiszappal szennyezett talajok, illetve a vörösiszap mikrobiológiai és környezettoxikológiai vizsgálatára. Ezért két kísérletsorozatot indítottam, az elsőben a vörösiszap toxicitását szerettem volna meghatározni, a másodikban a növényekre gyakorolt toxikus hatására helyeztem a hangsúlyt. Nagyon fontos információ, hogy a növényekre milyen hatással van ez az anyag, hiszen a katasztrófa által érintett terület mezőgazdasági vonatkozású. Legfőbb célom az volt, hogy meghatározzam azt a károsan még nem ható vörösiszap arányt, amely bekeverhető a talajba.

Az első, **rövidtávú** kísérletben 0–100% között egyre növekvő arányú vörösiszap–talaj keverékeket készítettem, és egy hét elteltével vizsgáltam a vörösiszapnak a talaj fizikai-kémiai illetve biológiai jellemzőire gyakorolt hatását biológiai és környezettoxikológiai tesztmódszerekkel. Az alkalmazott módszerek a következők voltak: 1) aerob heterotróf telepképző baktériumok és gombák számának meghatározása húslé és maláta tartalmú táptalajon, 2) aerob és anaerob sejtek meghatározása határhígításos eljárással, 3) *Vibrio fischeri* lumineszcencia gátlási teszt, 4) *Sinapis alba* gyökér- és szárnövekedés gátlási teszt, valamint 5) *Folsomia candida* mortalitási teszt.

Az első sorozat tapasztalatai alapján terveztem meg és állítottam össze a **hosszútávú** kísérletsorozatot, amelyben 0–40%-os vörösiszap-tartalmú mikrokozmoszokat készítettem, melyeket 7 hónapon át gondoztam és négy időpontban vizsgáltam a mikrokozmoszokat biológiai aktivitás és toxicitás szempontjából. A kísérletet integrált metodikával követtem, a fizikai-kémiai analitikai módszereket (melyeket a MTA-TAKI-ban végeztek el) integráltam a biológiai állapot és a toxicitás vizsgálatával és az eredményeket egymással összefüggésben értékeltem ki.

A mikrokozmosz kísérlet eredményei alapján azt mondhatjuk, hogy 5% alatti vörösiszap-bekeverés tartósan nem jelent kockázatot a talajra nézve. 10% bekeverés rövidtávon némileg káros lehet, hosszabb távon azonban ez a hatás mérséklődik. 10% feletti vörösiszap-bekeverés után viszont a talajnál már hosszabb távú károsodások jelentkeznek, melyeknél 30% alatt még van remény a javulásra, de 30% felett már nem tekinthető talajnak ez a vörösiszapos keverék. A kutató munka során elvégzett tesztekkel sikerült bizonyítanom, hogy 5 és 10%-os koncentrációban indokolható a vörösiszap bekeverése a katasztrófa által érintett mezőgazdasági talajokba. Ez a kis mennyiségű vörösiszap lehetővé teszi a talaj felső, termékeny rétegének megőrzését anélkül, hogy a talaj környezeti kockázatát számottevően

növelné, a mikroorganizmusokat és a növényeket nem befolyásolja károsan, esetenként a foszforra és más tápanyagokra gyakorolt mobilizáló hatása, ugyanakkor ionos toxikus fémekre gyakorolt stabilizáló hatása miatt kedvező is lehet a talajra. Az elárasztott terület rehabilitálása során jelentős energia- és költségmegtakarítás érhető el ez által. Következtetéseink helyességét az eddig rendelkezésre álló szabadföldi adatok is igazolják, ám a továbbiakban is javasolható a gyorsintézkedések által érintett területen a talajok és a talajon nőtt növények környezeti monitoringjának folytatása.

Miután megbizonyosodtam a kis mennyiségű vörösiszap környezetre gyakorolt hatásáról, a talajban történő hasznosíthatóságára helyeztem a hangsúlyt és újabb kísérletsorozatot terveztem. A vörösiszap talajban történő elhelyezése kapcsán, mind a vörösiszap tározóban tárolt anyaggal, mind az elárasztott területekről, a kárenyhítés során eltávolított vörösiszap-talaj keverékkel lehet számolni. Magas pH-jú, lúgos anyag lévén mindenképpen savanyú talaj javítására alkalmas, ezért a kísérletekhez a Nyírségből származó savas, homokos talajt szeretnék felhasználni. A mikrokozmoszokat úgy állítottam össze, hogy vörösiszapot, illetve vörösiszappal kevert talajt helyeztem homokos talajba, illetve a kárenyhítés során leszedett vörösiszapos talajkeverékbe különböző hulladékokat helyeztem.

A mikrokozmoszokat laboratóriumi körülmények között 2 kg-os cserépedényekbe kevertem össze és jelenleg is így tárolom. A savanyú, homok talaj javíthatóságát célzó kísérleti összeállítás a következő: vörösiszap 5-50%-ig homok talajba keverve; vörösiszappal szennyezett talaj 10-50%-ig homokos talajba keverve. A vörösiszappal szennyezett talaj javítását célzó kísérletsorozatban a következő hulladékokat kevertem a mikrokozmoszokba: fermentlé, búzaszalma, faforgács, napraforgómaghéj, kukoricaszár, kenderpozdorja, közetgyapot, aprított PET és napraforgó olajos aprított PET palack.

Az ajkai katasztrófa méretét és súlyosságát tekintve világszerte példátlan, első ízben kellett szembenézni a vörösiszap által okozott, nagy területet érintő talajszennyezéssel, a kármentesítés hatalmas feladatával, és mindezek következményeivel. A katasztrófa, az azt követő gyorsintézkedések és az első kárenyhítési feladatok tanulságai egy hasonló katasztrófa esetén máshol is hasznosak bizonyulhatnak. Hátra van még a terület teljes rehabilitációja, mely minden bizonnyal további értékes tapasztalatok szerzésére ad módot. Továbbá nagyon fontos feladat, hogy az ott, nagy mennyiségben keletkezett hulladékokra alkalmas technológia kidolgozásra kerüljön.