

Vörösiszap felhasználása **talajjavításra**

Tervezési feladat, biomérnök, BSc

Készítette: Vida Lilla

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
2012. november 3.

1. RÉSZ: A VÖRÖSISZAP ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

A vörösiszap a timföldgyártás során keletkezett melléktermék. A bauxit vöröses színű kőzet a vastartalma miatt, melyet első lépéseként megőrölnék és kiszáritanak, majd lúgos feltárással alumínium tartalmú timföldet állítanak elő. Az eljárás mellékterméke a hátramaradó anyagokat tartalmazó vörösiszap. Egy tonna timföld előállításakor közel ugyanannyi vörösiszap keletkezik, melyet alulról és oldalról szigetelt - szerencsésebb esetben fedett - tározókban helyeznek el.

Lehet veszélyes vagy nem veszélyes kategóriába sorolt hulladék, aszerint hogy mekkora a lúgossága. A két fő veszélyforrás: a lúgosság és a finom szemcseméret. Lúgosság miatti káros hatások jelentkezhetnek, a felhasználástól függően.

Bár a magyar szabályozás 2002. január 1. előtt kizárólag veszélyes hulladékként kezelte a vörösiszapot, később minősíthető volt nem veszélyes hulladéknak is, az alkalmazott technológia függvényében.

A legtöbb vörösiszap tartalmaz valamennyi fém szennyezést, de ez nem tartozik a legveszélyesebb tulajdonságai közé. Sőt, a legtöbb fém koncentrációja a vörösiszapban elmarad a hazai talajokban mérhető átlagértékektől. Szemcsemérete miatt veszélyes, kiporzást okozhat, emiatt nedvesen vagy takaróréteg alatt kell tárolni. Ha a por lúgos, annak szem- és bőrirritáló, valamint maró hatásával kell számolnunk. Belégzéssel a légcsőbe és tüdőbe jutva is jelentkezhet a lúg irritáló és maró hatása. [1]

Keletkezése

A timföldet bauxitból állítják elő. A nyersanyagot porrá őrlik, majd nátrium-hidroxiddal (erős lúg) nagy nyomáson, 150–180°C-on főzik. A gőz elengedése után a vizes szuszpenziót vízzel kétszeresére hígítják, majd ülepitőbe töltik. A vizes oldatot a kikeverő medencébe juttatják. A vízoldható nátrium-aluminátot vízzel elhidrolizálják alumínium-hidroxiddá, a keletkező nátrium-hidroxidot újra felhasználják. Egy tonna timföld előállításakor 1,5–2 tonna vörösiszap keletkezik.

Minden, a vízben nem oldódó komponens visszamarad. Mivel a vas-oxid (ferri-oxid) vörösesbarna, erősen színező anyag, ezért nevezik a visszamaradó, vízben nem oldható zagyot vörösiszapnak. Ezt ülepitő berendezésben választják le, majd eltávolítják. Mosóvízzel lehetőleg minél több nátrium-hidroxidot öblítenek ki belőle, hogy a visszanyert lúgot újra felhasználhassák.

A nátrium-hidroxiddal (marónátronnal) ki nem oldott maradék szilárd anyag erősen lúgos marad; pH-ja általában 10–11 közötti, a 12-t ritkán éri el. A pH ennél nagyobb értékei egyértelműen arra utalnak, hogy a vörösiszapot nem mosták át a szokásoknak megfelelően a nátrium-hidroxid visszanyerése és hasznosítása érdekében. Eredeti nedvességtartalma 40–45%; ebben az állapotában még szivattyúzható; így locsolják ki a tározó részmedencéibe (az ún. kazettákba). Víztartalmát hosszú ideig nem veszíti el, emiatt a plasztikussági határ közeli vagy a feletti állapotban van, folyósodásra hajlamos, és a meggyengült gátszakaszokon csuszamlások vagy rogyások esetén az esővízzel feldúsított zagy akár nagyobb távolságra is kifolyhat a tárolótérből.[2]

Összetétel [1]

- izzítási veszteség: 10%
- vas-oxid 24–45%
- alumínium-oxid 15–28%
- titán-dioxid 3–11%
- szilícium-dioxid 5–20%
- nátrium-oxid 5–12%
- kalcium-oxid 1–3%

Környezeti hatások

A lúg erősen maró tulajdonsága révén tesz kárt az élőlényekben, illetve az épített környezetben. Hosszabb távú hatása kérdéses, attól függően, hogy a természetes vízfolyásokba kerülve mennyire hígul fel. Védekezésképpen savat, illetve gipszet öntenek a vízbe, hogy az erősen lúgos pH-t a 7–8 körüli semleges értékre csökkentsék.

Ha az iszap megszárad, a keletkező finom por belégzése a benne található nehézfémek és radioaktív részecskék miatt egészségügyi problémákat okozhat. Ezért lényeges az iszappal borított terület mielőbbi megtisztítása.

A szennyezés a talajba is beszivárog, ezért szükségessé válhat a felső talajréteg elszállítása, a helyére pedig új, tiszta talajt kell lerakni. A mélyebb rétegekbe is eljutó bizonyos nehézfémeket a növények kisebb-nagyobb mennyiségben felveszik. A termőföldek védelme érdekében ezért fontos a szennyezés terjedésének mielőbbi megállítása.

A természetben okozott kár nagysága tehát nagyban függ a probléma kezelésére szolgáló rövidtávú környezetvédelmi intézkedések hatékonyságától.

Szerencsére radioaktív hatása mérsékelt (a normál talajénak 10–20-szorosa); gyakorlatilag veszélytelen, illetve az iszap nehézfém-tartalma (ólom, higany, arzén, kadmium, tallium) nem túl jelentős, az iszap nem mérgező, sőt a bányászati-nehézipari hulladékokkal szennyezett talajok vizsgálata igazolta, hogy a vörösiszap hozzáadása jelentősen csökkenti a nehézfémek fölvehetőségét: a vörösiszap ezen anyagok jelenleg ismert egyik leghatékonyabb stabilizáló szere.[3]

Általános felhasználási lehetőségei [1]

Építőipari hasznosítás, építőanyagként történő hasznosítás

- Cementgyártás
- Aggregátorok előállítása
- Téglagyártás adalékanyaga
- Geopolimerek, alumíniumszilikát alapú geopolimerek a cement kiváltására: Si-Ol-Al-O-Si-O-váz

Vegyipari felhasználás

- Katalizátorok
- Szorbensek
- Kerámia
- Bevonat
- Műanyagok
- Pigmentek gyártása

Környezettechnológia

- Szennyvíz és más elfolyó vizek kezelése
- Savas bányavizek kezelése
- Szennyezett talaj kezelése
- Savas füstgázok és véggázok kezelése: SO₂ elnyelés lúgos vörösiszapban semlegesítés céljából, CO₂ elnyelés lúgos vörösiszapban: karbonizáció semlegesítés és szilárd-ságjavítás

Agráripari felhasználás

- Általános talajadalék
- Talajok pH-normalizálása
- Foszforháztartás javítás, foszforvisszatartás
- Szennyezett talajokra
- Bórhiány pótlására

Fémipar, fémfeldolgozás

- Fémvisszanyerés, kinyerés vörösiszapból
- Acélgégyártás
- Mikrokomponensek kinyerése

Egyéb:

- Savanyú talajok javítása;
- Nehézfémek megkötése a talajban;
- Tápanyagok, mint foszfor megtartása mezőgazdasági talajokban;
- Kerámiák (csempe és padlólap) gyártása;
- Téglagyártás;
- Útépitésnél; különösen a vörösiszap durva frakciója
- Összetevő a cementiparban;
- Adalékanyagként vaskohászatban;
- Töltőanyag a gumi- és műanyagiparban;
- Pigment a festékgégyártásban;
- Füstgázok CO₂, illetve SO₂ tartalmának megkötésére
- Adsorbensek és katalizátorok gyártása során nyersanyag
- Víz- és szennyvízkezelésre szolgáló szerek nyersanyaga

2. RÉSZ: VÖRÖSISZAP FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI TALAJJAVÍTÁSRA

Szemponatok

1. Terület neve, hol található, mekkora területről van szó?
2. Mi a talajprobléma?
3. Milyen technológiát választottak a probléma megoldására?
4. Hogyan alkalmazták a hulladékot?
5. Laboratóriumi, szabadföldi demonstrációs vagy teljes léptékű alkalmazás volt?
6. Hogyan követték nyomon a technológiai kísérleteket?
7. Mi volt a technológia alkalmazás eredménye?

Talaj – adalékanyag a toxikus fémekkel szennyezett területeken [4]

1. Ausztria; Karintia, Tirol
 2. Toxikus fémekkel való szennyezettség jelentős mértékű volt ezeken a területeken a hosszantartó ipari szennyezés miatt; Karintia – Zn, Cd, Pb, Tirol – Cu, Zn
Mezőgazdasági területek pontos helye: Alsó-Ausztria → Untertiefenbach, Weyersdorf, Reisenberg
Szennyezett ipari területek → Arnoldstein, Brixlegg
 3. *In situ* technológiát, a fémek immobilizálását vörösiszappal
 4. 15 cm mélyre 3 w% friss vörösiszapot helyeztek a remediálni kívánt cinkkel, ólommal, vagy kadmiummal szennyezett és savanyú területre.
 5. Teljes léptékű alkalmazás volt
 6. Folyamatosan megfigyelték a talajok szennyezettségének fokát a vörösiszappal való kezelés után, amit a kontroll területekhez hasonlítottak (azon nem alkalmaztak vörösiszapot). A megfigyelés és kezelés 5 évig tartott, talajból, pórusvízből és növényi mintákból kapták az eredményeket.
 7. Szennyezettség csökkent: Cd ~ 50%
Ni ~75%
Zn ~30%
- Viszont maximum 5 w%-os vörösiszappal lehet dolgozni, mert efelett a benne lévő As, V és Cr káros.

Savanyú talajok javítása [5]

1. USA, Nyugat-Pennsylvania, közel 3,6 hektáros terület
2. A szénbányászati tevékenység miatt egy Mather Mine-i meddőhányót savas bányahulladék borított. Az ottani talajt savasság, szervesanyag és tápanyag hiány, illetve rossz vízmegtartóképesség és szegényes talajszerkezet jellemezte, ami ellehetetlenítette a talajon való növénytermesztést.

3. Talajjavítás vörösiszappal és komposzttal
4. 0,3 hektár nagyságú területeket alakítottak ki: 1. kontroll, 2. meddőt + 10% vörösiszapot keverték össze 46 - 61 cm mélységben, 3. ami a másodikonban + komposzt, 4. meddő lefedve 35% mészkővel. A talajt bevetették és szalmával takarták, hogy védjék a magokat.
5. Szabadföldi demonstráció
6. pH méréseket végeztek az összekeverést követően azonnal, három nappal később és 30 nappal később, emellett figyelték a szerves-anyagtartalom és vízmegtartó-képesség változását
7. Megállapították, hogy a vörösiszap hatására pH növekedés jelentkezett a talajokban. Egy hónapon belül a kettes és hármas területen elindult a vegetáció. Mindkettőn gyorsabban és sűrűbben nőttek a növények, mint a négyes számú területen. A kontroll területen pedig szinte semmi nem hajtott ki. Kora 2010-es felmérések szerint a hármas parcellán érték el a legjobb eredményeket.

CO₂ megkötése vörösiszappal szennyezett és gipszsel kezelt fészini vízi üledékben [6], [7]

1. Magyarország, Ajka, Az érintett mezőgazdasági kultúrák: 300 ha gyep, kb. 310 ha előkészített szántó, 30 ha lucerna, 150 ha kukorica, 15 ha cirok. A szennyezés összesen mintegy 810,5 hektár termőföldet érintett [8]
2. Ajkán vörösiszappal történő szennyezettség
3. A gipsz felszíni vizekbe való adagolásával a zagyba juttatott Ca²⁺ ionok helyettesítik a vörösiszapzagy Na⁺ ionjait, ugyanakkor pufferozzák a vörösiszap által létrehozott nagyon lúgos közeget. A hiperlúgos környezetben a légköri CO₂ reagál a zagy hidroxil-ionjaival, melynek eredményeképpen bikarbonát keletkezik.
4. Ennél a „technológiánál” ez nem egy jól megválaszolható kérdés, hiszen itt a katasztrófa megtörténte után vizsgálták a CO₂ megkötődést, vagyis nem szándékosan árasztották el a területet vörösiszappal. Ennek a következtében vizsgálták a gipsz hatását felszíni vizekbe adagolva.
5. Szabadföldi demonstrációk
6. Elemanalízissel és stabil izotóp analízissel
7. A vörösiszapos zagyba adagolt gipsz szabad Ca²⁺ ionokat biztosít, mely elősegíti a kalcium-karbonát kicsapását. Mivel a vörösiszapzagy nem tartalmaz oldott Ca²⁺ és Mg²⁺ ionokat, a gipsz adagolása a vörösiszapba elősegíti a karbonátosodás általi légköri CO₂ megkötőképességét.

Foszfor visszatartása talajban [9]

1. Nyugat-Ausztrália, Perth-től 60km-re délre, kb 8000 hektáros, sekély torkolati rendszer, part menti síkság
1. Ez a talaj savas, durva és homokos, túlnyomórészt kvarc található benne, illetve alacsony vas-és alumínium-tartalma, és nem tartja a foszfort. A foszfor kioldódása pedig eutrofizációhoz vezetett.

2. Gipsszel semlegesített vörösiszappal kezelték a talajokat a foszfor mobilitásának csökkentése céljából.
3. Az egyik kísérletben a Meredith vízgyűjtőjében kb. 1600 hektáros területet kezeltek 20 t/ha mennyiségben vörösiszappal (wagerupi Alcoa alumíniumfinomítóból). A terület nagy része műtrágyázott legelő. A másik kísérletben a Meredith vízgyűjtőjén belül található, két homokos területen végezték a mérést, az egyik kezeletlen volt, a másikat a már foszfát- iparból származó hulladékkal, gipsszel semlegesített vörösiszappal kezelték 80 t/ha mennyiségben, a helyszínen. [10]
4. Teljes léptékű alkalmazás
5. 12 hónapig vizsgálták a vizek és a talaj szennyezettségét (Cd, Al, Fe, As, F, SO_4^{2-}), elektromos vezetőképességét, pH-ját és foszfortartalmát. További 5 évig végeztek esőszimulációt, és figyelték a foszfor változását. Termelés növekedését is nyomon követték
6. Az eredmények azt mutatták, hogy a vörösiszap sikeresen csökkenti a foszfor kilúgozását, és képes homokos talajon tápanyag-gazdálkodási alternatívaként szolgálni.

3. RÉSZ: FOSZFOR VISSZATARTÁSA VÖRÖSISZAPPAL - ESETTANULMÁNY[9]

I. Fő technológia áttekintése

1. Terület neve, hol található?
2. Mekkora területről van szó?
3. Mi a talajprobléma?
4. Milyenek a talaj jellemzői?
5. Milyen technológiát választottak a probléma megoldására?
6. Hogyan alkalmazták a hulladékot?

1. The Peel Inlet and Harvey Estuary, Nyugat – Ausztrália, Perth-től 60km-re délre
2. kb 8000 hektáros, sekély torkolati rendszer, part menti síkság
3. Ez a homokos, durva szemcséjű talaj savas, túlnyomórészt kvarc található benne, illetve alacsony a vas-és az alumínium-tartalma és nem tartja a foszfort. A kioldódás pedig eutrofizációhoz vezetett a környező vizekben.
4. – rendkívül érzékeny ökoszisztéma
 - alacsony foszfor megtartás
 - alacsony szervesanyag-tartalom, alacsony kationcserélő és víztározó kapacitás
 - mély szürke homokos és agyagos talaj
 - durva, savanyú, nagy kvarctartalmú, kis vastartalmú
 - forró, mediterrán terület, nyáron kevés csapadékkal
 - szemcseméret: 2–0,063 mm
 - termőréteg 0–10 cm; alsó talajréteg 40–50 cm
 - összességében nagy hidraulikus vezetőképesség, azonban a felső talajréteg alsóhoz viszonyított értéke kisebb → termőrétegben 0,56–2,85 m/nap alsó rétegben 3.41–6.38 m/nap [10] [14]
5. Vörösiszappal kezelték a talajokat, azaz kémiai úton próbálták meg a problémát kezelni.
6. Az egyik kísérletben a Meredith vízgyűjtőjében kb. 1600 hektáros területet kezeltek 20 t/ha mennyiségben vörösiszappal (wagerupi Alcoa alumíniumfinomítóból). A terület nagy része műtrágyázott legelő. A másik kísérletben a Meredith vízgyűjtőjén belül található, két homokos területen végezték a mérést, az egyik kezeletlen volt, a másikat a már foszfát- iparból származó hulladékkal, gipsszel semlegesített vörösiszappal kezelték 80 t/ha mennyiségben, a helyszínen. A vörösiszapot a föld felszínére helyezték műtrágya szóró berendezéssel. 12 hónapig vizsgálták a vizek és a talaj szennyezettségét (Cd, Al, Fe, As, F, SO_4^{2-}), elektromos vezetőképességét, pH-ját és foszfortartalmát. További 5 évig végeztek esőszimulációt, és figyelték a foszfor változását. Termelés növekedését is nyomon követték. [11]

Kísérlet és nyomonkövetése

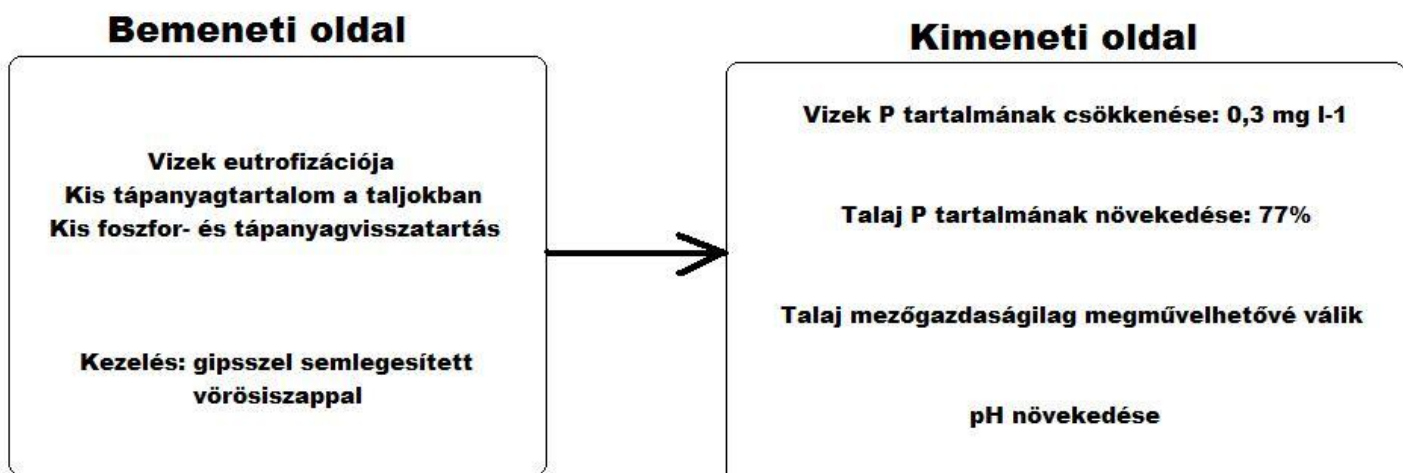
- Meredith vízgyűjtő területe
Naponta, automata mintavevő segítségével vettek vízmintát. Kéthetente manuális mintavétel történt a nehézfémek, foszfor és nitrogén analizálása céljából. Emellett vizsgálták a pH-t, a zavarosságot, a színt, és a vezetőképességet.
- Két szomszédos vízgyűjtő
Nyomon követték a tápanyag veszteséget, illetve a P tartalmat egy vörösiszappal kezelt és egy kontroll, vagyis kezeletlen területen egy „V” alakú bemetszésben automata mintavételezéssel. Foszforkoncentrációt, nehézfém tartalmat, pH-t, és a vezetőképességet mérték.

Technológia alkalmazásának eredménye

Mindkét kísérlet esetében a vízgyűjtők foszfortartalma jelentősen csökkent. A Meredith vízgyűjtő esetében ez az érték 32% volt. A vízminőségi értékek a többi területtel megegyeztek vagy kisebbek voltak. A pH 7,5–8-as értékű, a zavarosság nagy volt. [9]

A kezeletlen és kezelt vízgyűjtők összehasonlításában is jóval kisebb volt a vörösiszappal kezelt terület foszfortartalma, az átlagos csökkenés 77%-ot ért el. [9]

Anyagmérleg



Kockázatok

- nehézfémek kerülhetnek a talajba, talajvízbe
- pH növekedés túlzott mértéke a talajban megengedettnél nagyobb koncentráció alkalmazásakor
- lúgos hatása túl nagy mennyiség alkalmazása esetén veszélyes a környezetre, élővilágra, de ha túl keveset alkalmazunk, akkor pedig nem lesz hatékony az eljárás, azaz pénzkidobás a művelet
- be kell tartani a megfelelő előírásokat tárolásra, szállításra vonatkozóan
- mivel veszélyes anyag, az elvégzendő kémiai műveletek során a dolgozók fokozott kockázatnak vannak kitéve
- intenzíven használt mezőgazdasági területen a talajban nagy mennyiségű foszfor halmozódhat fel. Ilyen esetben a kezelés kevésbé hatékony, hatása csak később jelentkezik
- ügyelni kell, hogy a kezelendő területen kívül ne kerüljön máshova gipszsel semlegesített vörösiszap → meg kell akadályozni esetlegesen környező területekre való átjutását
- szállítását veszélyes anyagnak megfelelő szabályok szerint kell végrehajtani
- amennyiben nem vízzel kevert vörösiszapot, hanem szárazat alkalmazunk, ügyelni kell az esetleges kiporzásra, védőmaszk állandó használatára

II. Költségbecslés a fő technológiára vonatkozóan

Beruházási költség: 50.000 – 100.000 HUF

Fajlagos működtetési költség: 10.000 – 20.000 HUF

Fajlagos energia költség: 10.000 – 20.000 HUF

- sem a laboratóriumi, sem a földeken végzett munkához nincs szükség jelentős mértékű energiabefektetésre

Fajlagos anyagköltség: 5.000 – 10.000 HUF

- mind a gipsz, mind a vörösiszap nemkívánatos melléktermék, melytől a tulajdonosok is szívesen megválnak

Fajlagos munkaerőköltség: 100.000 – 200.000 HUF

- ha monitoring is van, akkor nagyobb a munkaerőköltség, mivel például a vegyészlaboránsok átlagos havi keresete 140.000 HUF [15], illetve egy környezetvédelmi mérnökök átlagos havi keresete (nem pályakezdőként) 180.000 HUF
- ha nincs monitoring része a kivitelezésnek, akkor csupán a berendezés által elfogyasztott benzin, illetve a gépet kezelő munkás bére tartozik ide

Fajlagos összköltség: 100.000 – 200.000 HUF

III. Egyéb technológiai alternatívák foszforvisszatartásra, illetve az eutrofizáció megakadályozására

✓ *Talaj kezelése foszfortartalmú szennyvíziszappal*

A talaj foszfortartalmú szennyvíziszappal való kezelését célzó kísérleteket végeztek Floridában. Alumínium-, és vas-oxidokat tartalmazó szennyvíziszapokat alkalmaztak két területen, ahol egyszeres, kétszeres, illetve négyszeres mennyiségű szennyvíziszapot adagoltak a föld felszínére, melyet azután összekevertek. A kísérlet 4 évig tartott, az ellenőrzésekkor véletlenszerűen talajmintákat vettek, melyeket megvizsgálva tapasztalták, hogy a foszfor tartalom növekedett. A homokos talajokon különösen megnövekedett a szorpciós készség. [12]

Kockázatok

- megnövekedett foszfortartalom bejutván a talajvízbe, bekerülhet a környező felszíni vizekbe, ahol eutrofizációt okoz
- kémiaileg kezelt szennyvíziszapokban lévő esetleges vegyszerek káros hatása
- a szennyvíziszapnak nincs hatása nagy oxaláttal kiextrahálható vas- és alumínium-tartalmú talajokban, melyek foszforvisszatartó-képessége alapból nagy
- különböző szennyvíziszapok hatásának ideje nem egységes, függ a mennyiségtől is
- hatásuk 1 - 3 évig tart
- mivel rövid ideig hat, a nagy területek ily módon való kezelése költséges és állandó problémát jelent

✓ *Foszfortartalom növelése talajban műtrágyával*

Talaj foszforvesztését műtrágyával javították, mely kísérletet Peel-Harvey homokos vízgyűjtőn végezték Nyugat-Ausztráliában. Az eljárást laboratóriumban és terepen egyaránt tesztelték annak érdekében, hogy megértsék azokat a mechanizmusokat, amik a foszforvesztéshez vezetnek a talajban. Arra a következtetésre jutottak, hogy a víz általi kimosódás a legfőbb oka a foszfor mennyiség csökkenésének. Éppen ezért alacsony vízoldható foszfortartalmú műtrágyát alkalmaztak. A kísérletek igazolták a feltevést, miszerint ez a terület nem alkalmas mezőgazdasági megművelésre alacsony foszformegkötő képessége miatt. [13]

Kockázatok

- eutrofizáció a környező vizekben
- nemcsak a haszonnövények gyökeresedését és virágzókéességét erősíti, hanem a károsakét, gyomnövényekét is
- foszforvisszatartást nem növeli, csupán lecsökkenti a kivitt foszfor mennyiségét és formáját
- hosszú távú stratégiára, és annak betartására van szükség: racionális műtrágya felhasználására és alternatív mezőgazdasági módszerekre

- az átállítás a hagyományos módszerekről alternatívra drága és hosszadalmas folyamat
- műtrágya előállítási költsége magas, ezért a beszerzése is
- mivel manapság a bio-élelmiszereknek nagy kereslete van, a műtrágyával is kezelt területeken termesztett növények eladhatósága lényegesen lecsökkent

✓ *Talajjavítás ipari hulladék és műtrágya keverékével*

Szintén Nyugat-Ausztráliában vizsgálták homokos talajokon a talajjavíthatóságot ipari hulladékkal kevert műtrágyával pl.: zúzott mészkő, gipsz, pernye, szerves komposzt, illetve agyag. Ezt a keveréket helyezték 10 cm-es, 30 cm mély szántásokba, majd mintavételek sorozatával ellenőrizték a talaj minőségét. Ezzel a módszerrel is sikeresen növelték a talaj foszformegtartó képességét, illetve csökkentették a talaj-, és esővíz által elvezetett foszformennyiséget. Azokon a területeken, ahol szerves talajmódosítást is végeztek (komposzt), ott növekedett a talaj vízkapacitása, azonban a tápanyag export minden esetben csökkent. A talajok stabilitása növekedett, a szennyezőanyagok lassabban haladtak át rajtuk, ezáltal egy plusz védelmet jelentettek a felszín alatti vizek számára a nehézfém szennyezéssel szemben. [14]

Kockázatok

- nem lehet akármilyen ipari hulladékot alkalmazni, mivel kockázatosak és eltérő a foszforvisszatartó-képességük
- városi területeken nem alkalmazható
- vízbázisok környezetében sem alkalmazható
- anaerob körülmények között az általa kezelt talaj a kötött foszfort „ismét elengedi”
- ha a pH 5 érték alá csökken, a foszforvisszatartás is csökken
- savas talajokon nem alkalmazható, illetve lúgos, mobilizálható nehézfém tartalommal rendelkezőkön sem
- kezelés hatására csökkenhet a talaj permeabilitása → felszín alatti vízszint csökken
- nehézfém, radioaktív anyagok, kórokozók általi szennyezés veszélye fennáll
- nem alkalmazható olyan talajon, ahol zöldséget termesztenek, illetve állatokat legeltetnek/tartanak és gyerekek is a közelébe juthatnak

IV. SWOT analízis

ERŐSSÉGEK	GYENGESÉGEK
<ul style="list-style-type: none"> - környezettudatos, hisz a vörösiszap alapvetően egy környezetre káros hulladék, mely így pozitívan hasznosítható - kis nehézfém-tartalmú és nem radioaktív vörösiszap biztonságosan alkalmazható nem okoz határértéken felüli nehézfém koncentrációt a talajban - a hasonló célokra alkalmazott technológiákkal szemben kevesebb kockázat - viszonylag egyszerű eljárás - hatása gyorsan érzékelhető, kimutatható - nemcsak a veszélyes vörösiszap, hanem az esetlegesen más iparágakban keletkező gipsz, mint melléktermék is hasznosítható - alacsonyak a költségek 	<ul style="list-style-type: none"> - kényesen ügyelni kell a vörösiszap koncentráció beállítására - külön kémiai lépésben kell kezelni, semlegesíteni a vörösiszapot, mielőtt az adott területen alkalmazzák - nagy nehézfém-tartalmú vagy radioaktív vörösiszap nem alkalmazható
LEHETŐSÉGEK	VESZÉLYEK
<ul style="list-style-type: none"> - savanyú talajok pH növelése - talaj–adalékanyagként való alkalmazás a toxikus fémekkel szennyezett területeken - CO₂ megkötése - talaj mikroelem-tartalmának növelése 	<ul style="list-style-type: none"> - előírások szállításra, tárolásra vonatkozóan - veszélyeket rejt a vörösiszappal való munkavégzés pl.: bőrkontaktus, belélegzés - ügyelni kell, hogy csak a kezelendő területre kerüljön az anyagból - nem hozzáértő szakemberek hibái miatt a technológia többet érthet, mint használ - száraz vörösiszap esetén nagy a kiporzás veszélye

Irodalomjegyzék

- [1] <http://hu.wikipedia.org/wiki/V%C3%B6r%C3%B6siszap>
- [2] <http://www.doksi.hu/news.php?order=ShowArticle&id=1525>
- [3] <http://www.egeszsegkalauz.hu/orvosmeteorologia/a-vorosizsap-jellemzoi-es-hatasa-a-kornyezetre-105682.html>
- [4] W. Friesl, O. Horak, W.W. Wenzel: Immobilization of heavy metals in soils by the application of bauxite residues: pot experiments under field conditions, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 167, 54–59, 2004
- [5] Bauxite Residue Proving Successful in Acid Mine Reclamation, http://www.alcoa.com/sustainability/en/case_studies/2010_USA_mather_mine.asp
http://www.mokkka.hu/db1/rec_list.php?db_type=mysql&lang=hun..&sheet_type=39&datasheet_id=954&sorszam=954&order=sorszam&sheet_type_filter=0&sheet_lang_filter=HU&alluser_filter=
http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/CO2%20megk%C3%B6t%C3%A9s_0.pdf
- [6] P. Renforth, W.M. Mayes, A.P. Jarvis, I.T. Burke, D.A.C. Manning, K. Gruiz: Contaminant mobility and carbon sequestration downstream of the Ajka (Hungary) red mud spill: The effects of gypsum dosing, *Science of the Total Environment* 421–422, 253–259, 2012
- [7] Anton Á., Vörösiszappal szennyezett talajok remediációja: Adalékanyagok hatásának vizsgálata modellkísérletben <http://soilutil.hu/sites/soilutil.hu/files/Anton%20%C3%81ron%20szakdolgozat%20%C3%B6sszefoglal%C3%B3.pdf>
- [8] R.N. Summers, J.D. Pech: Nutrient and metal content of water, sediment and soils amended with bauxite residue in the catchment of the Peel Inlet and Harvey, Estuary, *Western Australia , Agriculture, Ecosystems and Environment* 64, 219-232, 1997
- [9] R. B. Salama, R.Silberstein and D. Pollock: Soils Characteristics of The Bassendean and Spearwood Sands of the Gngangara Mound (Western Australia) and their Controls On Recharge, Water Level Patterns and Solutes of The Superficial Aquifer , *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* 5, 3–26, 2005
- [10] R.N. Summers, N.R. Gusie, D.D. Smirk: Bauxite residue (red mud) increases phosphorus retention in sandy soil catchments in Western Australia, *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 34, 85-94, 1993
- [11] P. Lu, G. A. O'Connor: Biosolids Effects on Phosphorus Retention and Release in Some Sandy Florida Soils, *JEQ* 30, 1059-1063, 2002
- [12] G.S.P. Ritchie & D.M. Weaver: Phosphorus retention and release from sandy soils of the Peel-Harvey catchment, *Fertilizer Research* 36, 115-122, 1993
- [13] Non-structural controls Best Management Practice Guidelines: Stormwater Management Manual for Western Australia: Non-structural controls, Technical Report 02/13, 51-58, 2002
<http://www.clearwater.asn.au/sites/clearwater.asn.au/files/resources/CRC%20Life%20Cycle%20Costing%202002.pdf>
- [14] http://www.epalya.hu/media/mappa_kieg/Vegyeszlaborans.pdf
- [15]