

Növényvédőszerrel szennyezett talaj kezelése bioszénnel

Tervezési feladat, BME, 2015

Készítette: Szabó Dóra

1. A szennyezett terület bemutatása

Az általunk választott, vizsgálni kívánt terület Magyarország keleti része. Ezen belül növényvédőszerrel szennyezett területek jellemzően Szabolcs- Szatmár- Bereg megyében vannak, hiszen itt meghatározó a mezőgazdasági tevékenység. Ennek következtében pedig nagy mennyiségű növényvédőszer halmozódhat fel a talajban.

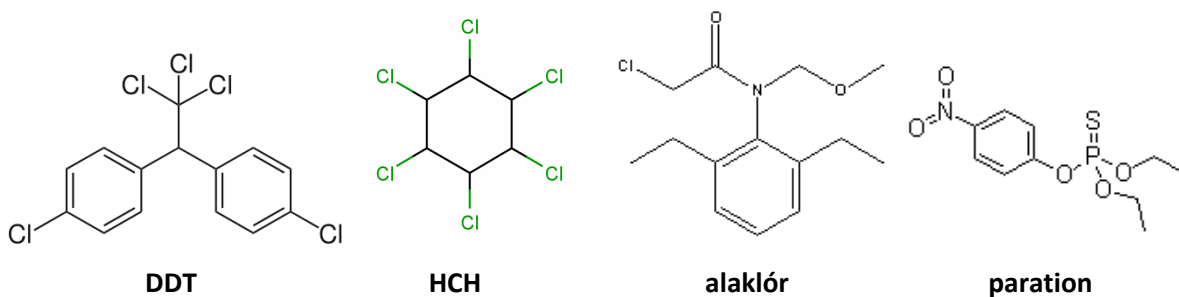


1.kép: Szabolcs- Szatmár- Bereg megye, a szennyezett terület

Az általam vizsgált szennyezett talaj barna erdőtalaj (fiktív terület és szennyezettség), melyre az alábbiak jellemzőek: nagy víztartó képesség, szemcsés vagy morzsás szerkezet, illetve savas pH (az avartakaró bomlása során a mikroorganizmusok humuszsavakat termelnek, ezért állandó sav tartalmú oldatok szivárognak lefelé).

A szennyezett terület 5 hektár nagyságú.

A szennyezett terület feltérképezésekor talált szennyezőanyagok a DDT (1,28 mg/kg), HCH (1,97 mg/kg), alaklór (4,52 mg/kg), metil-paration (3,86 mg/kg).

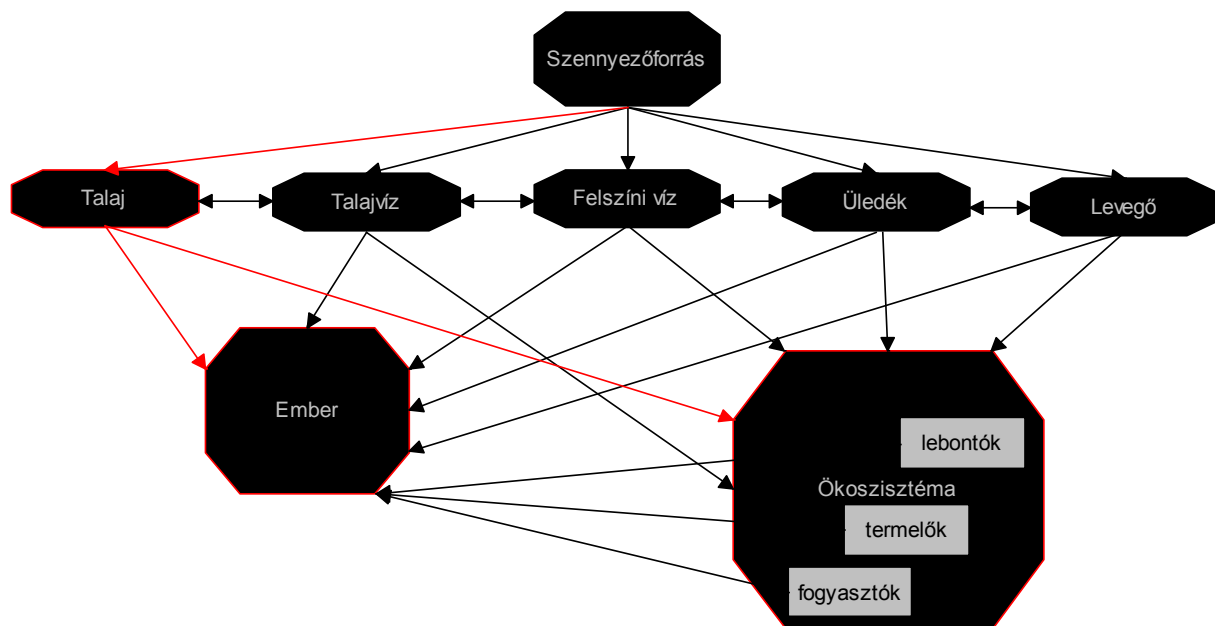


2. Növényvédőszer, és az általuk okozott talajszennyezés

Magyarországon az alábbi peszticid hatóanyagok tiltottak, korlátozottak illetve szigorúan korlátozottak:

Alaklór	korlátozott
Metil- paration	korlátozott
Poliklórozott- terfenilek	korlátozott
Nikotin	szigorúan korlátozott
Paraquat- diklorid	szigorúan korlátozott
2,4,5- T	tiltott
Aldrin	tiltott
Arzén	tiltott
DDT	tiltott
Dieldrin	tiltott
Dinoszeb	tiltott
Dinoszeb- acetát	tiltott
Hexaklorobenzén	tiltott
Hexaklorociklohexán	tiltott
Kaptafol	tiltott
Klorobenzilát	tiltott
Monokrotofosz	tiltott

A peszticideket viszonylag nagyobb mennyiségben a talaj felső 10-15 cm-es rétegébe keveredve vagy a növény föld feletti részére permetezve alkalmazzák, azonban a csapadék hatására a mélyebb rétegekbe mosódhatnak, és esetleg elérhetik a talajvizet. A jó adszorpciós képességű talajok a felső rétegben majdnem teljesen visszatartják a herbicideket. A talajba kerülő növényvédőszer-hatóanyag, különböző okok miatt (szemcseméret, permetezés-technika, talajszerkezet) a legtöbbször egyenlőtlenül oszlik el a felszínen és a mélyebb rétegekben. Ebből eredően igen nagy koncentrációkülönbségek jönnek létre horizontálisan és vertikálisan. A talajba jutott növény védőszer-hatóanyagot különböző környezeti hatások érik. A hatóanyag gőzteniójától függően kisebb vagy nagyobb hatóanyag-mennyiség kerülhet erózióval a felszíni vizekbe.



2.kép: A szennyezőanyag (növényvédőszer) terjedési modellje

3. Bioszén alkalmazása a szennyezett talaj kezelésére

3.1. Lehetséges bioszén alapanyagok

Búzaszalma, kukoricaszalma, repceszalma, fakéreg.

Ezen anyagok 500- 600 °C- on történő pirolízisének eredményeként kapjuk meg a bioszén.

3.2. A bioszénrel történő talajkezelés technológiai háttere

A technológia rendkívül egyszerű. A bioszén bekeverik a talajba, amelynek a felületén megkötik a szennyezőanyagokat. Ezt tehát egy immobilizáláson alapuló technológia, mert a szennyezőanyagot nem távolítjuk el a talajból csak megkötjük, ezáltal megakadályozzuk a transzportját akár a legkörbe vagy a felszíni és felszín alatti vizekbe.

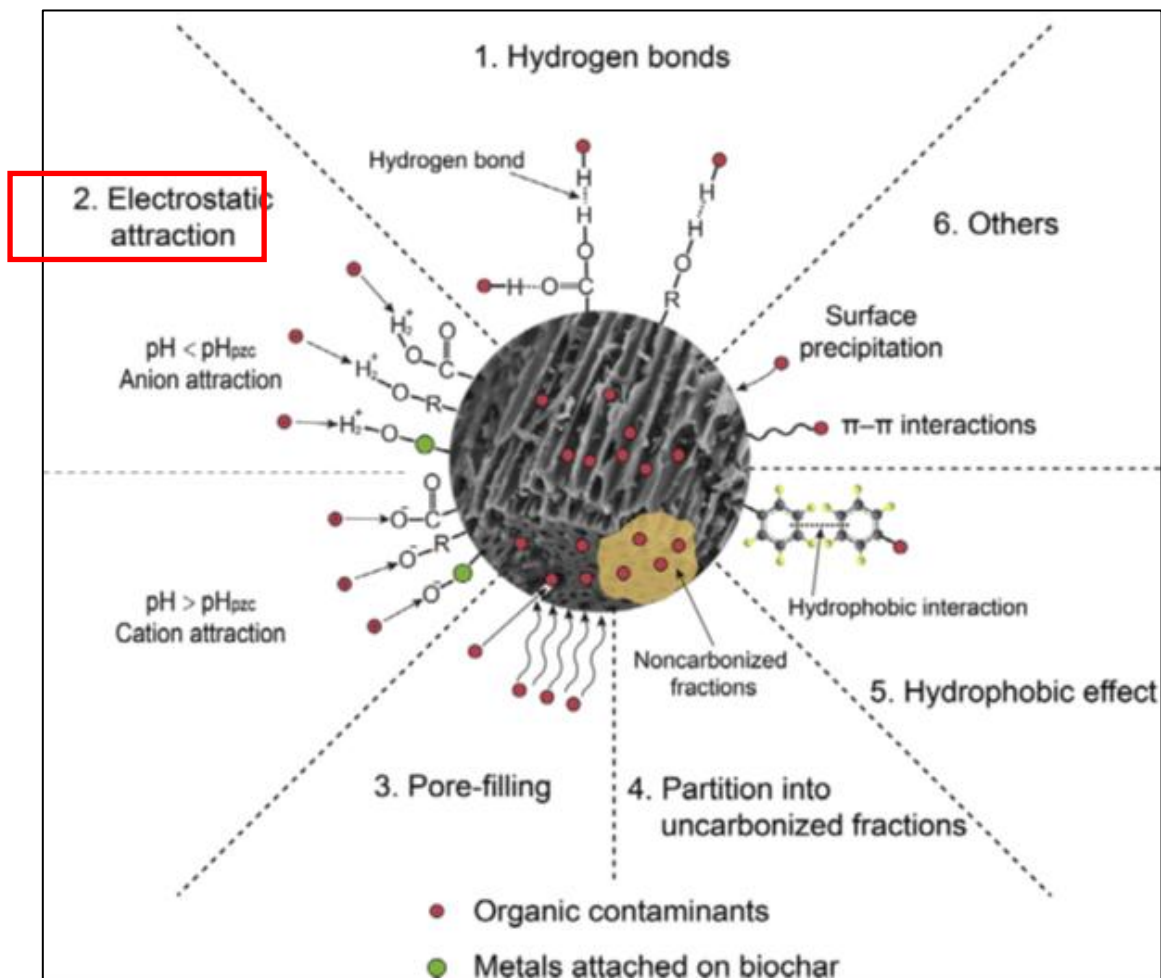
A bioszén lebomlási ideje több évtized. A bioszén lebomlásával azonban nem szabadulnak fel a szennyezőanyagok, a talajban lévő mikroorganizmusok biodegradáló képességének köszönhetően. A talajban élő élőlények közvetlenül vagy közvetett módon fejtik ki biodegradáló hatásukat. Közvetlen biológiai bontás során a biodegradálható szerves szennyezőanyag szubsztrátként szolgál az élőlény számára. Ilyenkor az élőlények enzimjeik segítségével energiát termelnek a bontható vegyületből, vagy kometabolizmus során bontják le azokat. Környezetünk élő szervezetei a

biodegradálódó szubsztrátok nagy részét, főként a nagyobb méretű molekulákat a környezetbe kibocsátott exoenzimjeik segítségével bontják. A sejtől kibocsátott vagy a sejt pusztulásával a környezetbe kerülő enzimek bizonyos ideig működőképesekek maradnak az élőlények jelenléte nélkül is, és katalizálják a biodegradációs folyamatokat.

Az alkalmazott technológia tehát az adszorpció.

Az adszorpció több módon is történhet:

- Hidrogén hidakkal
- **Elektrosztatikus vonzással** (kutatási eredmények alapján ez a legjobb módszer szalmafélekből készült bioszén esetén)
- Póruskitöltéssel
- Az el nem szenesedett frakcióba való beépüléssel
- Hidrofób kölcsönhatással
- Egyéb (π - π kölcsönhatással, felszíni rákapcsolódással)



3.kép: Az adszorpció lehetséges mechanizmusai

3.3. A technológiához szükséges eszközök

A bioszenet a szennyezőanyag elhelyezkedésének megfelelően kb. 0,5 m mélységbe kell a talajba keverni. A szennyezés mértékének megfelelően 15 m³ bioszenet keverünk a talajba.

A bioszén talajba keveréséhez az alábbi mezőgazdasági eszközökre van szükség:

traktor, rakodó gépek, kotró gépek, ekés gépek.

4. Az alkalmazott technológia eredményei

4.1. A bioszenes kezelést megelőző környezeti kockázatelemzés

A bioszenes kezelés előtt mért koncentráció értékek:

DDT: 1,28 mg/kg

HCH: 1,97 mg/kg

Alaklór: 4,52 mg/kg

Metil- paration: 3,86 mg/kg

Magyarországon hatályos rendelet szerinti határértékek a fenti anyagokra:

[6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet]

DDT: 0,1 mg/kg

HCH: 0,1 mg/kg

Alaklór: 0,1 mg/kg

Metil- paration: 0,1 mg/kg

A kockázati tényező (RQ) számítása kezeletlen talaj esetén:

$$RQ = \frac{PEC}{PNEC}, \text{ ahol PEC: a helyszínen mért érték}$$

PNEC: a határérték

RQ	Veszély
<0,001	elhanyagolható
0,001-0,1	kicsi
0,1-1	enyhe
1-10	nagy
>10	igen nagy

$$RQ_{DDT} = 1,28/0,1 = 12,8$$

$$RQ_{HCH} = 1,97/0,1 = 19,7$$

$$RQ_{alaklór} = 4,52/0,1 = 45,2$$

$$RQ_{metil-paration} = 3,86/0,1 = 38,6$$

4.2. A bioszenes kezelést követő környezeti kockázatelemzés

Ezeket a méréseket a különböző szalmák keverékéből előállított bioszén alkalmazása után végezték.

A kezelést követően monitoring kutakat telepítettek a kezelt területre. A monitoring kutakból pontmintákat vettek. Ennek segítségével vizsgálhatták a szennyezőanyag esetleges transzportját a felszín alatti vizekben. Magának a talajnak a szennyezettségét is vizsgálták. Bizonyos pontokon furatokat készítettek 0,5-1 m mélységben és innen vettek üvegcskébe mintákat, amikben mérték a növényvédőszer koncentrációját.

A bioszenes kezelés után mért koncentráció értékek:

DDT: 0,192 mg/kg

HCH: 0,177 mg/kg

Alaklór: 0,226 mg/kg

Metil- paration: 0,502 mg/kg

A kockázati tényező (RQ) számítása kezelt talaj esetén:

$RQ_{\text{DDT}} = 0,192/0,1 = 1,92$

$RQ_{\text{HCH}} = 0,177/0,1 = 1,77$

$RQ_{\text{alaklór}} = 0,226/0,1 = 2,26$

$RQ_{\text{metil-paration}} = 0,502/0,1 = 5,02$

A fenti eredmények jól mutatják, hogy a kezelés hatására nagy mértékben csökkent a környezeti kockázat, viszont a határértékeket nem sikerült elérni, még így is nagy kockázatot jelent a visszamaradó szennyezettség.

A technológia hatékonyságát növelhetjük, ha más remediációs eljárásokkal kombináljuk. Jó eredmény érhető el például in situ kémiai oxidációval. A permanganáttal történő oxidáció során nem keletkeznek szabad gyökök (közvetlen elektron transzferen alapul). A reakciós során nincs hőtermelés és bármilyen pH-n alkalmazható. Ezen technológia alkalmazásával azonban nagymértékben megugranak a költségek, valamint nagy a munkaerő igénye és nem környezetbarát eljárás, mert az alkalmazott vegyszerek veszélyesek lehetnek (például a kálium-permanganát oxidálja a sejtek DNS-ének pirimidin bázisait, ezáltal megromosítja az örökítőanyag szerkezetét).

Az előbb említett kémiai eljárás helyett in situ és ex situ biológiai eljárásokkal is növelhetjük a bioszenes technológia hatékonyságát.

- In situ: speicálisan bontó mikroorganizmusokkal

Az egyik mikroba által degradált végterméket a másik mikroba tápanyagként hasznosíthatja.

- Ex situ: pl. a talaj prizmás kezelésével

A prizmák 1,5-2 m magas csurgalékvíz elvezető rendszerrel ellátott, szilárd vízzáró felületen elhelyezett műtárgyak. Bennük a nedvességtartalom, pH, hőmérséklet, oxigén- és tápanyag ellátás kontrollált. A prizmákban a talajt baktériumkultúrával beoltva kezelik.

4.3. A kezelés hatékonyságának meghatározása – ANYAGMÉRLEG

DDT megkötés hatásfoka

kezelés előtti koncentráció: 1,28 mg/kg

kezelés utáni koncentráció: 0,19 mg/kg



85 %- os megkötés

HCH megkötés hatásfoka

kezelés előtti koncentráció: 1,97 mg/kg

kezelés utáni koncentráció: 0,18 mg/kg



91 %- os megkötés

Alaklór megkötés hatásfoka

kezelés előtti koncentráció: 4,52 mg/kg

kezelés utáni koncentráció: 0,23 mg/kg



95 %- os megkötés

Metil- paration megkötés hatásfoka

kezelés előtti koncentráció: 3,86 mg/kg

kezelés utáni koncentráció: 0,50 mg/kg



87 %- os megkötés

4.4. Költségbecslés

Állapotfelmérés	munkadíj	100.000 Ft
	mintavétel	50.000 Ft
	analitikai vizsgálat	75.000 FT
Technológia	bioszén	1.350.000 Ft
	munkagépek + munkadíj	50.000 Ft
	szállítás	50.000 Ft
Utómonitoring		100.000 Ft
Összköltség: 1.775.000 Ft		

4.5. SWOT- analízis

ERŐSSÉGEK <ul style="list-style-type: none">- A technológia során hulladékokból készült anyagokat használunk, vegyi anyagokat nem.- Nincs szükség bonyolult berendezésekre, illetve folyamatokra.	GYENGESÉGEK <ul style="list-style-type: none">- A bioszén egyszeri alkalmazásával nem sikerült a koncentráció értékeket a határérték alá szorítani, ezért egyéb technológiai lépésekre van szükség.- Nem kiforrott technológia.
LEHETŐSÉGEK <ul style="list-style-type: none">- Más, nem szalmafélekből készült bioszén hatékonyságának vizsgálata.- Egyéb talajkezelő eljárásokkal kombinálva növelhető a hatékonyság.- A technológia rutinszerűvé válásával az időigény nagymértékben csökkenthető.	VESZÉLYEK <ul style="list-style-type: none">- Mivel a technológia hatékonysága nem 100%-os, így előfordulhat a peszticidek bemosódása a talajvízbe, esetleg por formájában a légkörbe is kerülhetnek.- A bioszénnel nehézfém szennyezést vihetünk a talajba.

5. Zöld remediáció

5.1. Energia felhasználás

- A pirolízis során felhasznált energia mennyisége.
- A mezőgazdasági gépek működtetése.
- A monitoring kutak telepítése, üzemeltetése.
- Kombinált technológia esetén az in situ kémiai oxidációt biztosító berendezések telepítése, üzemeltetése.

5.2. Levegőszennyezés

- A bioszén talajba való bekeveréséhez alkalmazott mezőgazdasági gépek levegőszennyezése.
- A munkaerő helyszínre szállításával okozott légszennyezés (minimális).

A benzin és a dízelolaj helyett lehetőség nyílik bioüzemanyag használatára. Bioüzemanyag előállítható etanolból valamint növényi olajokból egyaránt, bioetanol és biodízel.

A bioetanol alapanyagai olyan növények, melyeknek magas a cukortartalmuk, vagy amelyek olyan vegyületeket tartalmaznak, amiket kémiai- biológiai reakciók segítségével glükózzá lehet alakítani (pl. kukorica, burgonya, búza, szalma, fafélék).

A biodízel alapanyagai növényi olajat tartalmaznak (pl. repceolaj, napraforgó olaj, pálmaolaj vagy szójaolaj). Előállítása ezen olajok, valamint az étolaj és állati zsiradékok átészterezésével történik.

- A bioszén által meg nem kötött vegyületek esetleges kikerülése a légkörbe.

Ezen anyagok megkötésére adszorber telepítése megoldható. Ezzel csökkentjük a levegőszennyezés mértékét, de megemeljük a költségeket, valamint a tájba való beavatkozás mértékét is.

5.3. Tájba való beavatkozás

- Mezőgazdasági gépek megjelenése a kezelendő területen (időszakos változás, nem állandósult állapot).
- Monitoring kutak telepítése.
- Kombinált technológia esetén az oxidálószerket a talajba juttató kutak, csövek telepítése.

5.4. Hulladékképződés

Nincs hulladékképződés, hiszen a technológia alapja, hogy hulladékból készült anyagokat használunk.

6. Felhasznált irodalom

1: Xiaokai Zhang, Hailong Wang, Lizhi He, Kouping Lu, Ajit Sarmah, Jianwu Li, Nanthi S. Bolan, Jianchuan Pei, Huagang Huang: Using biochar for remediation of soils contaminated with heavy metals and organic pollutants. *Environmental Science and Pollution Research*, 20, 12, 8472–8483, 2013

2: Xiaofei Tan, Yunguo Liu, Guangming Zeng, Xin Wang, Xinjiang Hu, Yanling Gu, Zhongzhu Yang: Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions. *Chemosphere*, 125, 70–85, 2015

3: Olga Muter, Andrejs Berzins, Silvija Strikauska, Iveta Pugajeva, Vadims Bartkevics, Galina Dobeles, Jaak Truu, Marika Truu, Christoph Steiner: The effects of woodchip- and straw- derived biochars on the persistence of the herbicide 4-chloro-2-methylphenoxyacetic acid (MCPA) in soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 109, 93–100, 2014

4: www.chemnet.com

5: <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/2452>

6: <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/5723>

7: <http://www.enerea.eu/esemenyek/Szenegetolaszlo.pdf>