

Eljárás szervesanyag-tartalmú melléktermékek, hulladéknak minősülő anyagok termikus ártalmatlanításánál keletkező hamu foszfor-tartalmának biológiai kinyerésére

A nagy szervesanyag-tartalmú, biológiai eredetű anyagok égetéssel történő ártalmatlanítása során azok veszélyessége csökken, bizonyos ponton teljesen meg is szűnik. A biomassza égetőkből származó hamu alkalmas arra, hogy egyes makro (pl. foszfor) és egyéb mikroelem tartalmát (pl. Mn, Fe, B, Mo...stb.) kivonják. Önmagában a talajba nem keverhető, miután az élő szervezetekre káros nehéz fémeket is tartalmazhat az optimálisnál nagyobb dózisban. Cd-tartalma például szárazanyag kg-ra számítva elérheti az 5-15 mg/kg értéket, Pb-tartalma a 300-850 mg/kg értéket, vagy a Zn-tartalma a 2700-3000 mg/kg körüli értéket is. Ezekon kívül tartalmazhat még Ni-t és további nehézfém vegyületeket is az eredeti összetételtől függő módon. A talajba kerülve így többszörösen meghaladhatja az engedélyezett határértékeket. Speciális (elő)kezelések nélkül a nehézfémeket tartalmazó hamu ezért nem keverhető a talajba.

A hulladékégetőkben keletkezett hamu hasznosítására számos eljárást dolgoztak ki. Kísérleteink célja az volt, hogy az égésből visszamaradt hamu foszfát-formáit oldatba vigyük mikroorganizmusok segítségével. Az így nyert magas  $P_2O_5$  tartalmú vizes oldat kijuttatása, már alkalmas lehet mezőgazdasági termőterületek foszfor utánpótlásának a biztosítására. A foszfor a talajokban igen kritikus elem, felvehetősége korlátozott, de a mikroorganizmusokkal feltárt és oldatba vitt foszfor a talaj eredeti őshonos mikroorganizmusai számára is hasznosítható és így a növénytáplálásban is kedvező hatású lehet.

Mikroorganizmusok hatékonyságának főbb tényezői:

- Természetes mikroba populáció kihasználása
- Mikrobiális konzorciumok működhetnek együtt, ezeknél az összeférhetőséget vizsgálni kell egymással és az alkalmazás helyével
- Élettani, biokémiai tulajdonságok szerepét használhatjuk ki
- A laboratóriumi kísérletek eredménye az adott területen felhasználható, ennek utólagos felskálázásával
- A mikrobiális aktivitás valós hatásfoka működik közre, ami megállapítható
- A keletkező metabolitok hatása is kihasználódik az enzimekre, talajmikrobákra

- Oxigén hiányában is alkalmazhatóknak alternatív elektronakceptorok (nitrát, szulfát, karbonát, klorid, Fe(III)... ) felhasználásával
- A szennyezés összetettsége esetén külön-külön kezelésekkel lehet ezeket felhasználni
- A szennyezés kora befolyásol (talajmátrixhoz kötött anyagok pl. nehezen hozzáférhető), amit szintén lehet célzott kezelésekkel befolyásolni.

Elővizsgálatok szükségessége.

1. A foszforoldásra képes baktérium törzsek izolálásához mezőgazdasági 4,0 % Humusz-tartalmú, szerves-anyagban gazdag talajt használtunk.
2. A talajkeverékből reprezentatív mintát állítottunk elő.
3. A talajkeverék 1 g-jából 10-es alapú hígítási sort készítettünk, egészen a 10(8) értékig.
4. Szelektív táplemezeket használunk a specifikus foszfor-oldó mikroorganizmusok izolálására.
5. A foszforoldásra (mobilizálásra) képes baktériumok esetében kétféle megoldást használunk.
  - Izolálhatunk nem spórás heterotróf baktériumokat, amely esetben a hígítási sor meghatározott tagját, a 10(4)-től a 10(7)-ig tartalmazó egységeket oltjuk ki.
  - a spóraképző baktériumok izolálásához az adott hígítási sort tartalmazó szuszpenziót előbb 10 percig 80 °C-on vízfürdőben inkubáljuk.
6. A foszformobilizáló képesség alapján az adott táplemez az enzim-tevékenység hatására kitisztul.
7. Az adott baktériumokat a táplemezek kitisztult zónájából mint önálló tiszta kolóniákat izoláljuk.
8. A mennyiben a törzs nem tiszta úgy további in vitro tisztítás után tegysejtes és infekciómentes tiszta törzseket állítunk elő.
9. A tiszta törzseket használjuk ezt követően a további foszfor-oldó képesség tesztelésére.

Az előzetes vizsgálatok során három jó foszforoldó-képességgel rendelkező tiszta törzshöz jutottunk.

A foszformobilizáló képesség ellenőrzéséhez három darab, saját törzsgyűjteményből származó izolátumot használtunk fel.

A három foszformobilizáló mikroba törzsön teszteltük a Biofive cégtől kapott, égetéses eljárással előállított ipari eredetű hamu anyagokból a foszfor-kioldó képességet.

Az eljárás során:

1. A három baktérium törzset folyékony nutrient táplevesben (továbbiakban 1-es szuszpenzió) 24 órás rázó-termosztátban inkubáltuk 27 °C-on. Ennek során a baktérium-tenyészet stacionáris szakaszba került, csíraszama maximális értéket ért el az adott táplevesben.
2. A kapott hamu terméket sterilizáltuk majd 10% koncentrációban minimál táplevesbe kevertük (továbbiakban 2-es szuszpenzió), így biztosítottuk, hogy az egyetlen foszforforrás a hamu legyen.
3. Az 1-es szuszpenzióból 1 ml átpipettáztunk az addig steril 2-es szuszpenzióba, majd egy hétig rázó-termosztátban 27 °C-on inkubáltuk.
4. Az 1-es szuszpenzióból MPN (Most Probable Number) módszerrel meghatároztuk a beoltási sejtszámot, amelynek el kell érnie a  $10^8$  sejt/ml értéket.
5. Egy hét inkubálás után a mintákat szűrőpapíron átszűrtük és a szűrletből 10%-os AL-es (ammónium-laktát) kivonatos eljárással visszamértük az oldatok foszfortartalmát.
6. A mérést spektrofotométer segítségével valósítottuk meg.

Vizsgálati eredmények:

1. táblázat: Foszfátoldó mikroorganizmusok hatékonysága *in vitro* laboratóriumi körülmények között.

törzs neve	oldatba vitt P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/l)	hamu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)
Kontroll*	80,73	278,5
P-mobilizáló baktérium 1: Pseudomonas sp. PS0010	117,25	218,12
P-mobilizáló baktérium 2: Pseudomonas sp PF0013	121,75	205,85
P-mobilizáló baktérium 3 Bacillus sp., BA0001	122,5	223,98

Kontroll: mikroba kezelés nélküli táplevesben történő ráztatás

Az eljárás segítségével egy káros melléktermékből olyan hasznosítható anyagot tudunk előállítani, amely a talaj felvehető foszfát-tartalmát növeli.

Nem szükséges a káros anyagokat tartalmazó hamut egy külön ártalmatlanító berendezésbe szállítani, hanem az eljárással a kioldódást külön izolált baktériumok segítségével lehet megoldani.

Az így előállított oldat a talajok foszfáttartalmának növelésére használható.

Megjegyzés:

További összehasonlító vizsgálatok szükségesek:

- a hamuanyagok közötti különbségek tisztázására és a kioldódás kiindulási alapanyagoktól való függőségére.
- az oldatok egyéb elem-tartalmának a vizsgálatára
- a kioldódási arány értékszám növelésének a lehetőségére