



Összefoglaló

a

2009–2014 Norvég Finanszírozási Mechanizmus Zöld Ipari Innováció Program keretében

TERRA PRETA

HU09-0029-A1-2013 Kutatás-fejlesztési projekt

Bioszén és talajoltóanyag kombinált alkalmazása leromlott talajokra

című

Záró konferenciáról

2016. október 26.

A BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszéke részvételével a *Terra preta* című norvég finanszírozású kutatás-fejlesztési projekt konzorciuma által szervezett záró konferencia a bioszén és a talajoltóanyag talajjavításra történő felhasználását állította a középpontba, és kitért a több szemszögből is értékelt technológia tágabb kontextusára. A kutatás és a konferencia gerincét maga a bioszenekkel és a bioszénhez kevert mikrobiális oltóanyagokkal elérhető talajjavítás, termőképesség-növekedés vizsgálata adta, elsősorban hazánkban nagy területeken előforduló homokos és savanyú homokos talajok esetében.

Szkladányi Sándor, a BIOFIL konzorciumvezető cég ügyvezetője megnyitotta a Goldberger Múzeumban rendezett konferenciát és köszöntötte a mintegy 60 résztvevőt.

Első előadóként, Dr. Gruiz Katalin (BME ABÉT), a konzorcium tudományos vezetője bemutatta a Terra Preta Projekt koncepcióját, céljait és összefoglalta a projekt keretében vállalt és teljesített feladatokat. Az alaptechnológia, a pirolízis, hulladékból állítja elő a talajjavításra használható bioszenet és e mellett széndioxid és metánkibocsátás nélkül termel energiát. A Terra Preta Projekt Magyarország kedvezőtlen adottságú talajai közül a könnyű mechanikai összetételű és a savanyú talajok javítását tűzte ki célul, a termőképesség növelése mellett. A hulladékok alkalmazását kedvezőtlen adottságú és szennyezett talajok javítására a BME valamint az MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézete évek óta vizsgálja és szorgalmazza (SOILUTIL projekt). Ennek a kezdeményezésnek egy környezethatékony és kiugróan jó fenntarthatósági mutatókkal jellemezhető megoldása a bioszén talajra alkalmazása. A bioszén a stabil szénttartalmán kívül, mely a talaj mechanikai, geobiokémiai és élőhely funkciójára egyaránt pozitívan hat, nagy biológiailag hozzáférhető elemfrakcióval rendelkezik, mely a (műtrágyákkal kiegyensúlyozatlanul helyettesített) makro-, mezo- és mikroelemek pótlását szolgálja. A bioszénrel együtt alkalmazott mikrobiális oltóanyagoknak jobb életfeltételeket biztosít a bioszén, az eredmények alapján határozott szinergiát tapasztaltunk egyes esetekben.

Az előadó hangsúlyozta, hogy minden bioszenet és minden leromlott talajt egyedileg kell értékelni és párosítani: ehhez bioszén és talajértékelő rendszert, valamint párosító eszközt javasolnak.

Dr. Gruiz Katalin előadása kiemelte, hogy a bioszénes talajjavítás kifejlesztése a teljes innovációs láncot lefedi, az ötlettől a bioszén alapos jellemzésétől, a léptéknövelt kísérleteken keresztül az első szabadföldi demonstrációig és az alkalmazott technológia jóságának komplex bizonyításáig (verifikáció).

Dr. Szili-Kovács Tibor (MTA ATK TAKI) a talajdegradációt elsősorban a szervesanyag és a biológiai diverzitás szemszögéből tárgyalta és kiemelte, hogy a FAO (Az Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmiszelet és Mezőgazdasági Szervezete) adatai szerint a szárazföld talajainak csak 11%-a megfelelő a mezőgazdasági művelésre.

Mindkét előadó egyetértett abban, hogy a talajdegradáció kompenzálására hosszútávú koncepcióra van szükség Magyarországon is. Ahogy az amazonasi indiánoknak 1500 évükbe került a 6 méter mélységben megtalálható, mai napig stabil fekete föld, a *terra preta* mesterséges előállítása modern mérnöki eszközökkel sem lehet a talajok világszerte tapasztalt leromlását megállítani, mi több, visszafordítani, hogy a talajok hosszú távon biztosítsák az emberi létet, szolgálják a táplálkozást, szolgáltatassák az egészséges élelmiszert. Az utolsó pillanatban vagyunk, hogy megállítsuk a végesen gyorsuló folyamatokat, melyek mind a táplálkozásunkat, mind az egészségünket, mind pedig a földi ökoszisztéma kiegyensúlyozott működését veszélyeztetik.

A projekt témaválasztását, és koncepcióját alátámasztó két előadás után Dr. Molnár Mónika (BME ABÉT) beszélt a bioszén jellemzésére, értékeinek és veszélyeinek, pozitív és esetleges negatív hatásainak mérésére és talajjavításra való alkalmasságának előrejelzésére szolgáló felmérő és monitoring módszer-együttessel. Bemutatta a bioszén kiválasztására kidolgozott félkvantitatív eredményeken alapuló multikritériumos előszűrő metodikát; valamint ismertette a csoport által kidolgozott eljárás alkalmazását az elő-kísérletekben tesztelt bioszén rangsorolására és a további technológiai kísérletekhez történő kiválasztására.

Budai Alice (NIBIO) a Norvég Biogazdasági Kutatóintézet képviselőjeként a bioszén minőségének mérésére alkalmazott, általuk a módszer típusa szerint három csoportba sorolt – alfa, béta és gamma – módszerekről beszélt, különös tekintettel a szerkezeti mérési módszerekről és azok indikátorairól, melyek információt adnak a bioszén stabil széntartalmáról.

A mikrokozmosz és tenyészedényes kísérleteket bemutató szekcióban Dr. Feigl Viktóriától (BME ABÉT), a különböző bioszén összehasonlító értékeléséről és hatékonyságának jellemzéséről hallhattunk. A szabadföldi alkalmazást megelőző kisléptékű kísérleteket un. mikrokozmoszokban végezték. Ezek a mikrokozmoszok kis léptékben is jól szimulálják a szabadföldi körülményeket, így az eredmények alapján kiválaszthatóak az alkalmas bioszén, oltóanyagok, a kettő kombinációja és tervezhetőek a szabadföldi kísérleti paraméterek. A több száz eredmény közül a bioszén, a komposzt és a műtrágya kombinált, savanyú homoktalajra történő alkalmazásának vizsgálati eredményei kerültek bemutatásra. Az előadó kiemelte, hogy a fizikai-kémiai hatások vizsgálata mellett különös figyelem irányult a talajra, mint élőhelyre. A mikrokozmosz kísérletek rámutattak arra, hogy rövidtávon a gabona maghéj és papírgyártási szennyvíziszapból előállított bioszén a legkedvezőbb hatású a savanyú homokos talajra. A pH 1 egységnyit nőtt, a víztartó képesség 30%-os, a felvehető foszfor- 1,7-szeres, a káliumtartalom pedig 2-szeres növekedést mutatott. Kétszeres növekedést érték el a talajlakó mikroorganizmusok élősejt koncentrációjában, és ami a legfontosabb, semmiféle toxikus hatást nem mértek a tesztorganizmusként alkalmazott érzékeny baktérium-, növény- és állatfajokra. A talaj élőhely funkciója egyértelműen javult: az ugróvillás *Collembolá*kat alkalmazó teszt és a növényteszt is 20–40%-os serkentő hatást mutattak.

Dr. Uzinger Nikolett (MTA ATK TAKI) kutatócsoportja a bioszén, szennyvíziszap komposzt és mikrobiális oltóanyag hatását tenyészedény kísérletekben tanulmányozta két modelletalaj (nyírlúgosi savanyú homoktalaj és őrbottyáni enyhén bázikus homoktalaj) talajkémiai és talajbiológiai mutatóira. A kísérletek során követték a bioszén, az oltóanyag, a bioszénre oltott oltóanyag, a bioszén melletti oltóanyag és a komposzt hatását különböző kombinációkban a talaj pH értékére, humusztartalmára, tápanyagtartalmára, és biológiai aktivitására, továbbá mérték a megtermelt biomassza mennyiségét és minőségét. Javulást mutatott mindkét talaj a kezelések hatására. A legjobb eredményeket a 2%-ban alkalmazott bioszén, a 10 kg/ha oltóanyaggal és 5 t/ha komposzttal együttes alkalmazása adta, de már 1%-nyi bioszén is eredményesnek bizonyult.

Dr. Takács Tünde (MTA ATK TAKI) a bioszén arbuszkuláris mikorrhiza gomba, valamint a gomba–gazdanövény rendszer működésére gyakorolt hatását kutatta. Ő is savanyú homoktalajokkal dolgozott: 60 napos talajinkubációs kísérleteket végzett növekvő mennyiségű bioszénrel (0; 0,5; 1,0; 1,5%). Az eredmények alapján a növekedési paraméterek közül a szárvastagság reagált a legérzékenyebben a bioszénre, pozitív hatása az 1,0 és 1,5%-os kezeléseknél volt jelentős a kontroll növényekhez képest. A bioszén csökkentette a szárazságstressz növény-növekedésre gyakorolt kedvezőtlen hatását, növelte a tesztnövények gyökérkolonizációját. Kiugróan nagy kolonizációs értékeket mutatottak mind a mesterségesen szárazságstresszelt, mind az optimális vízkezelésű egyedek, 1,5%-os bioszén alkalmazás mellett.

Két előadás hangzott el a talajoltóanyagokkal kapcsolatban: a keverék oltóanyag összeállításáról és a bioszénrel történő együttes alkalmazás által megkívánt feltételekről, az oltóanyag bioszénhez adaptálásáról. Dr. Kutasi József (BIOFIL) a bioszénre adaptált, savanyú és lúgos homoktalajokra specifikus mikrobiális talajoltó készítmények kutatás-fejlesztéséről, formázásáról és kombinált használatáról beszélt. Kétféle, lúgos és savanyú talajban szaporodóképes 5-5 oltótörzset tartalmazó, lúgos homokos és savanyú homokos talaj oltására alkalmas törzskompozíciót állítottak össze. Megkülönböztette a bioszénrel kevert alkalmazást a bioszénre kötött oltóanyag alkalmazástól. A 10 törzs fermentációs tenyészetéből készült, bioszénrel kevert és bioszénhez kötött, formulázott talajoltóanyag prototípusokat tenyészedényes és szabadföldi kísérletekben tesztelték kukorica tesztnövényen. A tenyészedényes és szabadföldi kísérletek során, a teljes vegetációs időszakból vételezett talajmintákból végzett populáció genetikai vizsgálatok a talajoltó törzsek jelenlétét és felszaporodását erősítették meg a megfelelő DNS mintázatok alapján. A lúgos talajoltó prototípus formula alkalmazásánál a bioszén + por oltóanyag (BLP és az LP por) kombinációban kimutatható volt az *Azospirillum*, *Kocuria* és *Pseudomonas* törzsek fokozott szaporodása, részarányuk növekedése a kezelt talajok baktériumközösségében. Ez szabadföldön a BLP és LP oltóanyagoknak a növényi növekedés serkentésére, fejlődésére és a terméseredményekre gyakorolt pozitív hatásában is visszatükröződött. A savanyú talajoltó prototípus folyadék (SF formula) kombináció alkalmazásánál az *Azospirillum* és az *Arthrobacter* törzsek arányának növekedése volt észlelhető a bioszénrel kezelt talajokban, ami szabadföldön elsősorban a terméseredmények növekedésében volt kimutatható. Az *Azospirillum* törzsek közösségen belüli legnagyobb arányát a bioszénre vitt por oltóanyag (BSP prototípus) kezelés esetében sikerült kimutatni.

Kovács Rita ezek után bemutatta a bioszénre adaptált talajoltóanyagként alkalmazható törzsek szelektálási módszerét, különös tekintettel a baktériumok stressztűrő-képességének és a növényi növekedésserkentő (PGP) hatások paramétereinek vizsgálatára. Beszélt a szilárd hordozóra kötési módszerről, valamint az oltóanyag-kombinációk összeállításáról, a lúgos és savas talajokra adaptált törzsek szelektálásáról. Pilóta kísérletek alapján a bioszén lúgos körülményei között szaporodni képes PGPR törzseket gyűjtöttek a TVR - Talajbaktérium Válogató Rendszer törzsgyűjteményből. 92 db

törzset választottak ki további vizsgálatra, melyek képesek széles pH tartományban szaporodni és kiszáradástűrők – tehát formulázhatók, illetve rendelkeznek valamilyen PGP hatással. Az oltóanyagok alkalmas törzsek kémhatás optimum görbéi alapján kiválasztották a húsféle bioszén fajtán tesztelhető törzseket, melyek képesek lúgos kémhatáson is növekedni. Vizsgálták, hogy a bioszén vizes vagy tápelemekkel dúsított oldata tartalmaz-e a megfelelő szén, illetve nitrogén forrást, így elegendő-e a PGP talajbaktérium törzsek szaporodásához, illetve tartalmaz-e a baktériumok szaporodását gátló anyagot. Az eredmények alapján rangsorolták a bioszén mintákat és a tesztelt törzseket. A tesztelt törzsek közül 34 db-t találtak megfelelőnek bioszén kezelés mellett alkalmazható oltóanyagok. A bioszén screening végső eredményeként – a szántóföldön kipróbált 5-5 talajoltó törzset tartalmazó prototípusok mellett – további négy új, szintén savanyú és lúgos talajkörülményeket toleráló kombinációt is kipróbáltak tenyészedényes kísérletekben, amelyek közül kettő a kukorica növény növekedésének serkentésére alkalmas prototípus formulának bizonyult

A bioszén és mikrobiális oltóanyag homoktalajokon történő szabadföldi alkalmazását Dr. Rékási Márk (MTA ATK TAKI) a nyírlugosi és az őrbottyáni szabadföldi kísérletek eredményei alapján tárgyalta. A talajtulajdonságokban bekövetkezett változások elsősorban a bioszén hatására vezethetők vissza. A bioszén megemelte a savanyú talaj pH értékét és szervesanyag tartalmát. A bioszén NPK tartalmánál fogva javította a talaj tápanyagszolgáltató-képességét, savanyú talajon elősegítette a nitrifikációs folyamatokat. Fokozta a talajélet intenzitását és a mikrobiális biomassza mennyiségét. A kukorica termésére a bioszénnel együtt alkalmazott oltóanyagot használó kezelés volt a legjobb hatással savanyú homoktalajon; több mint tízszeres szemtermés növekedést mértek. Ez a nagyfokú növekedés a kukorica igen alacsony kontroll termésátlaga miatt következett be. A kis hozam az átlagnál csapadékszegényebb időjárással magyarázható, vagyis a kedvezőtlen talajtani adottságokhoz járuló szárazság-stresszel. A bioszén kezelés hatására általános vízháztartás javulást és fokozott talajrespirációt mértek.

Végül Dr. Gruiz Katalin ismertette a talajjavító technológiák jóságának, hatékonyságának mérésére kidolgozott technológiaverifikáció elvét és területeit, így a technológiai, környezeti, gazdasági, társadalmi és kulturális szempontok szerinti hatékonyság mérését, számszerűsítését. Beszélt a holisztikus szemléletű környezetmenedzsment követelményének megfelelő komplex értékelés szükségességéről, és a különféle területek hatékonysági mutatóinak aggregálásáról. Kiemelte a talajok szerepét a földi geobiokémiai ciklusokban és a talajökoszisztéma szolgáltatásainak túlhasználatából adódó problémákat, például az élelmiszereinkből hiányzó mezo- és mikroelemek, valamint a vitaminok egészségkárosító hatását.

Dr. Gruiz Katalin felhívta a figyelmet, hogy bár a talaj hosszú időn keresztül képes kompenzálni a romlásból adódó károkat, de mára kimerült a talajok puffer-kapacitása, mely óriási kockázatot jelent mind az emberi mind az ökoszisztéma egészségre. Az ENSZ és az EU is felhívta a figyelmet a talajromlások megállításának fontosságára és a problémák közül kiemelten kezeli a talajok szervesanyag-tartalmának és biodiverzitásának csökkenését. A bioszénes talajkezelés, a hulladékok hatékony hasznosításával, biológiai újrahasználatával összekötve képes mind a talajok szervesanyag tartalmát, mind pedig biodiverzitását javítani.

2016. november 14.

Készítette: Dr. Gruiz Katalin, Dr. Molnár Mónika és Vaszita Emese