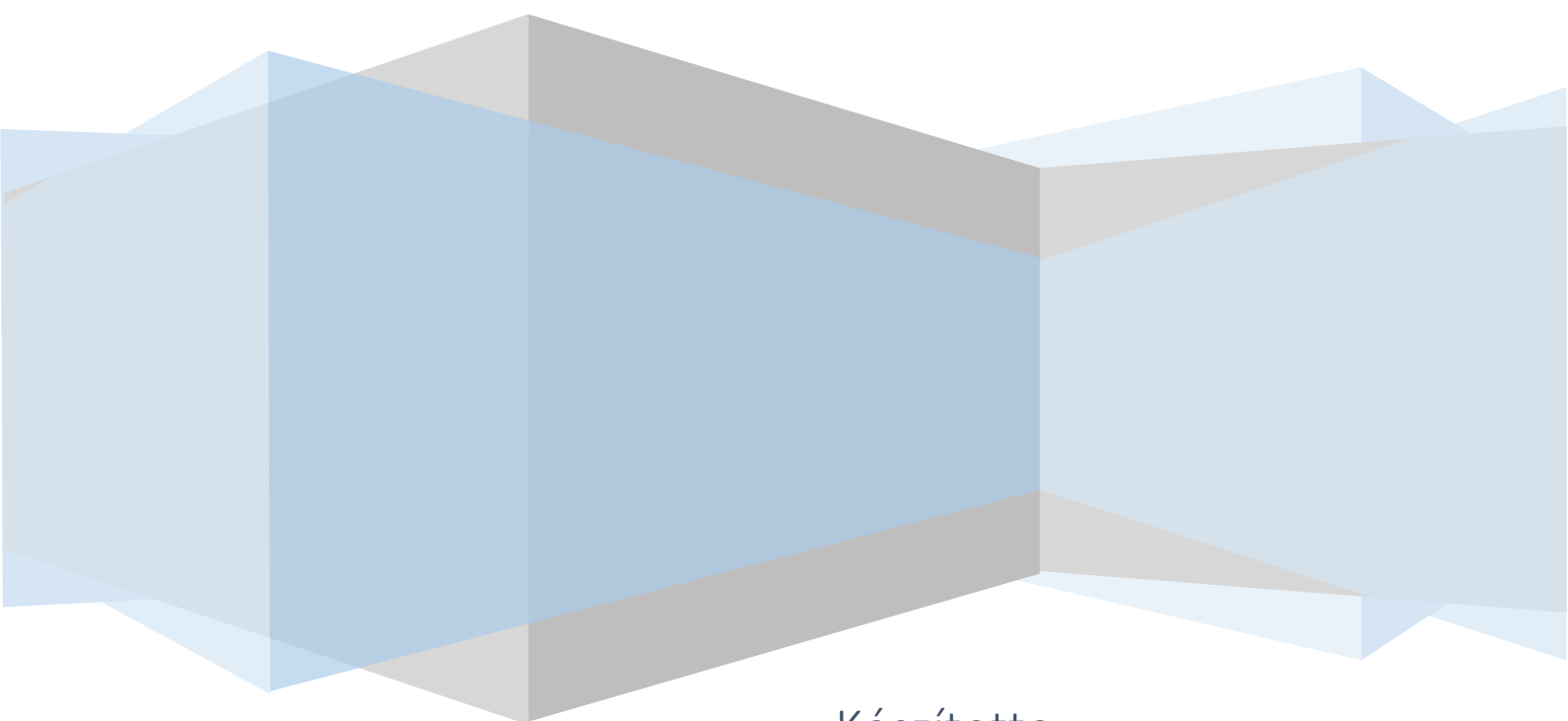


Savanyú homokos talaj javítása bioszénnel és talajoltóanyaggal

Biomérnöki technológia - tervezés

2015/2016/2



Készítette:

Témavezetők:

Farkas Éva

Feigl Viktória

Birtalan Csilla
Bombolya Nelli Blanka
Csaplár Marianna
Cser Gréta Villő
Dénes Lilla
Kovács Kinga
Kónya Ádám Mihály
Magyar Nóra
Szabó Borbála
Sámy Lilla
Török Ádám Benjámin



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

TARTALOM

Bevezetés.....	5
A terméket előállító üzem tervezése, a gyártás terve.....	6
I. Bioszén.....	6
I.1. Bioszén alapanyag beszerzése	6
I.2. Bioszén előállítása.....	7
I. 3. Bioszén csomagolása.....	9
I. 4. Bioszén tárolása	9
II. Talajoltóanyag.....	9
II.1. Talajoltóanyag előállítása.....	9
II.2. Talajoltóanyag csomagolása, tárolása.....	11
III. Munkaerő.....	12
Technológia hatékonyságának jellemzése	13
I. Javasolt kezelések	13
II. Fizikai és kémiai paraméterek vizsgálata.....	13
II.1. Vízretartóképesség.....	13
II.2. A pH és vezetőképesség.....	14
II. 3. Izzítási veszteség	16
III. Biológiai aktivitás vizsgálata	17
III.1. Baktériumszám	17
III.2. Gombaszám	18
IV. Környezettoxikológiai tesztek eredményei	19
IV.1. Növényi gyökér-, és szárnövekedés-gátlás	19
V. Bioszén és oltóanyag savanyú homoktalaj javítására.....	21
VI. Összesítés	23
Környezettoxikológia	24
I. A bioszén hatása a talaj tulajdonságaira	24
II. Növényekre és talajlakó állatokra, mikroorganizmusokra gyakorolt hatás	26
III. Esettanulmányok	26
IV. A bioszén potenciális toxikus hatásai-környezeti kockázatok	27
V. A SuperSoil bioszén minősítése	28
V. 1. Talajoltóanyag hatásai	28
VI. Összefoglalás – bioszén és talajoltóanyag együttes alkalmazása.....	30
Költségekalkuláció	32

I. Alapanyag	32
II. Szállítás	32
II.1. Papírgyártási szennyvíziszap szállítása Miskolcraól Nyíregyházára	32
II.2. Gabona-maghély szállítása a Tiszapalkonyai malomból (Goodmills) Nyíregyházára	33
III. Pirolízis, kész-termék gyártása (csomagolás)	33
IV. Tárolás	33
IV. 1. Alapanyag tárolása	33
IV. 2. Bioszén tárolása	34
V. Talajoltóanyag fermentációjának költségei	34
VI. Csomagolás költségei	34
VII. Költségek összesítése	34
VIII. Bevételek számítása	35
VIII.1. Oltóanyagból származó bevétel	35
VIII. 2. Bioszénből származó bevétel	35
IX. 1. Talaj-javító anyagok alap költségei	35
IX. 2. A kapcsolódó egyszeri költségek	36
X. A technológia pozitív anyagi hozadékai – egy ciklusra	36
A technológia használatával létrehozható társadalmi hasznok	38
I: Költség-haszon elemzés logikai folyamata	38
II. Petelina és munkatársainak módszere: A társadalmi haszon vizsgálatának egy másik lehetséges módja	39
SWOT elemzés	41
I. S: erősségek	41
II. W: gyengeségek	41
III. O: lehetőségek	42
IV. T: veszély	43
V. Technológia zöldebbé tétele	43
LCA analízis	44
I. Műtrágya szénlábnyomának számítása	44
I.1. Műtrágyagyártás	44
I. 2. Szállítás	44
I.3. Műtrágya felhasználás	44
I. 4. Biomassza előállítás	45
I. 5. Biomassza felhasználás	45

II. Bioszén gyártás szénlábnyoma.....	46
II. 1. Pirolizálás	47
II. 2. Szállítás.....	47
II. 3. Bioszéntalajba keverése	48
II. 4. Bioszén talajban:	48
III. Összefoglalás	48
IRODALOMJEGYZÉK	49
I. A TERMÉKET ELŐÁLLÍTÓ ÜZEM TERVEZÉSE, A GYÁRTÁS TERVE.....	49
Ábrajegyzék.....	49
Felhasznált irodalom, linkek.....	49
II. Technológia hatékonyságának jellemzése	50
III. Környezettoxikológia.....	50
Linkek.....	50
Felhasznált irodalom.....	50
IV. Költségkalkuláció	52
V. A technológia használatával létrehozható társadalmi hasznok.....	52
VI. SWOT elemzés	52
VII. LCA analízis	52

BEVEZETÉS

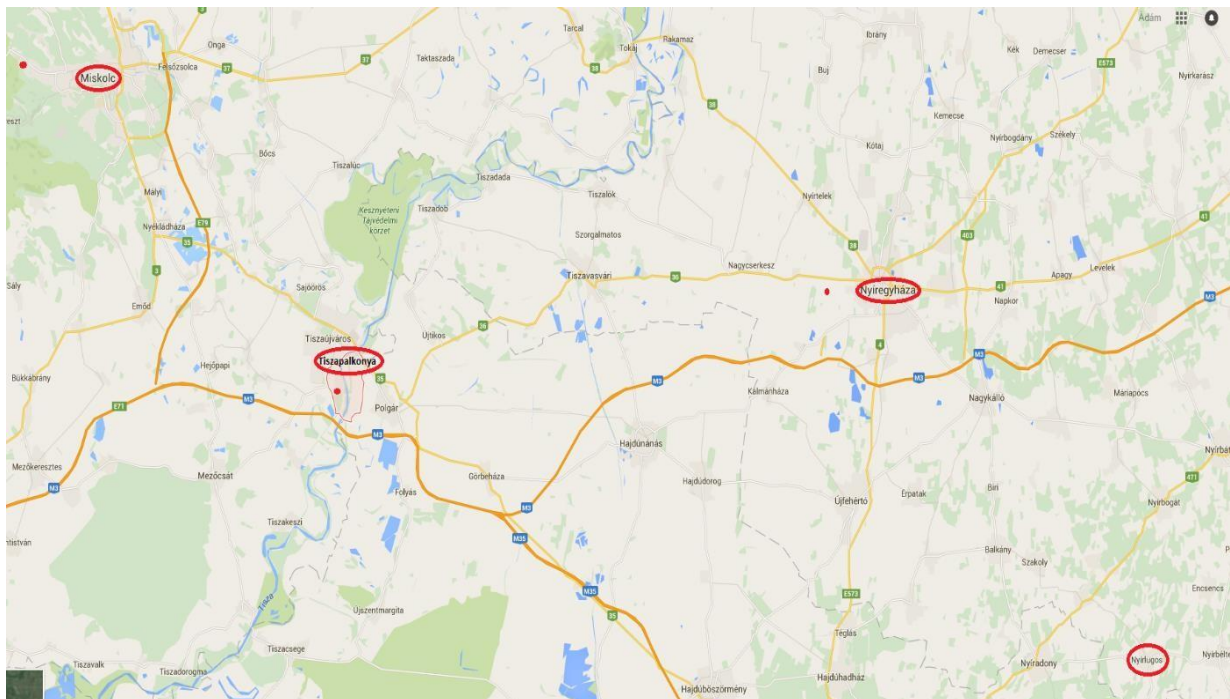
Cégünk, a nyírlúgosi székhelyű SuperSoil Kft. fő profilja papírgyártási szennyvíziszap és gabonahéj alapú bioszén valamint talajoltóanyag előállítás és forgalmazása savanyú homokos talaj javítása céljából. Az általunk alkalmazott technológia részei a bioszén-alapanyag beszerzése, a pirolízis, a talajoltóanyag előállítása, és a csomagolt kombinált termék szabadföldi alkalmazása.

Ezen dokumentumban bemutatjuk a terméket előállító üzemet, a szükséges berendezéseket, eszközöket, a gyártás tervét, feldolgozzuk a cég által forgalmazni kívánt bioszén és talajoltóanyag kombinációk szabadföldi tesztelését a technológia hatékonyságának bizonyítására mely során anyagmérlegeket is számolunk, vizsgáljuk a környezeti hatékonyságot és a környezeti kockázatokat valamint összehasonlítjuk a kezeletlen és műtrágyás kezeléssel, kiszámítjuk a gyártás költséghatékonyságát és összevetjük az alternatív kezelésekkel. Felmérjük a technológia használatával létrehozható társadalmi hasznokat, valamint SWOT és LCA analízist végzünk.

A TERMÉKET ELŐÁLLÍTÓ ÜZEM TERVEZÉSE, A GYÁRTÁS TERVE

Készítette: Török Ádám

A komplex, savanyú homoktalajra javasolt talaj- és termésjavító terméket előállító és értékesítő SuperSoil nevű cég üzeme Kelet-Magyarországon, Nyíregyházán helyezkedik el a Nyugati Ipari Parkban. A kombinált termék papírgyártási szennyvíziszap és gabonahéj alapú bioszenet, valamint talajoltóanyagot tartalmaz. Gabonalapú és papíripari szennyvíziszap alapú bioszenet pirolízissel állítjuk elő. Egy hektárra 15 tonna bioszén (0,5 % bekeverés) szükséges. Az oltóanyagot 7 mikrobatorzs felhasználásával, fermentációval állítjuk elő, melyet 5l/ha mennyiségben kell alkalmazni a bioszénnel bekevert talajra permetezve 50-400 l/ha vízmennyiséggel. A gyártás során többlet mennyiségben álltunk elő oltóanyagot, melyet a bioszéntől függetlenül értékesítünk.



1. ábra: Az üzem, a bioszén-alapanyag, valamint a demonstrációs terület elhelyezkedése [1]

I. BIOSZÉN

I.1. BIOSZÉN ALAPANYAG BESZERZÉSE

Papírgyártási szennyvíziszap

Nyíregyházához közel eső nagy magyarországi papírgyár a miskolci Diósgyőri Papírgyár (DIPA Zrt.), ahonnan a papírgyártási szennyvíziszap beszerzése történik. A Diósgyőri Papírgyár 1782-ben alapított magyar papíripari cég, amely az ország egyetlen bankjegy- és biztonságipapír-gyártó vállalata. A papírgyárban egyaránt síksztítás vagy hengersizítés gépek biztosítják a nagy volumenű termelést, melynek eredményeképpen nagy mennyiségű papíriszap marad vissza. A papírgyártási szennyvíziszap hulladéknak minősül, így beszerzése költségmentesen megoldható.

A papíriszapot először is teherautóval juttatjuk el a vasútig, mely 12 km-re helyezkedik el a papírgyártól. Ezután a vasúti vagonra való átrakodás után az alapanyagot elszállítjuk a Nyíregyházi üzembe, mely 88 km utat jelent vasúton. Az üzem 6 km-re helyezkedik el a vasúti megállótól, melyet szintén teherautóval történő szállítással oldunk meg.

Gabonamaghéj

A bioszén másik alapanyagát, a gabonamaghéjat a GoodMills Magyarország tulajdonában lévő tiszapalkonyai malomból szerezzük be, ahol 300 t/nap őrölő kapacitással folyik a termelés. A gabonahéj a papíriszaphoz hasonlóan térítésmentesen elérhető, mivel hulladéknak minősül, valamint magában elégetve fűtőértéke alacsony, tehát gazdaságtalan folyamatnak tekinthető. A tiszapalkonyai malom 57 km-re található a nyíregyházi üzemtől. A gabonamaghéj szállítása kisteherautóval történik (10 t szállító kapacitás).

Szállítás gyakorisága

Papírgyártási szennyvíziszap:

- Heti szállítás: 40 tonna → Havi 160 tonna

Gabonamaghéj:

- Heti szállítás: 5 tonna → Havi 20 tonna

1.2. BIOSZÉN ELŐÁLLÍTÁSA

Az üzemterületre beérkezett alapanyagokat egy speciálisan erre a célra kialakított 40 m³-es konténerben tároljuk, keverve a papírgyártási szennyvíziszapot és a gabonahéjat. A papíriszap még a papírgyárban mechanikai víztelenítésen (prézelés) esett át, így 60%-os szárazanyag-tartalommal rendelkezik. Az iszaphoz hozzákevert gabonamaghéj növeli a bioszén alapanyag száraz-anyagtartalmát, továbbá a pirolízis folyamat során keletkező 150 kW többlet hőenergiát az iszap további szárítására használjuk fel, melyre ebben a speciális tárolóban kerül sor. Így a pirolizálendő alapanyag 70%-os szárazanyag-tartalommal rendelkezik.

A beszállított alapanyagokból a bioszén előállítása a Pyreg cél által gyártott Pyreg-500-as pirolizáló rendszerben történik. A rendszer az alábbi részekből áll:

- Nyersanyag elosztó
- Reaktor (nyersanyagok elszenesítése)
- Égéstér (pirolízis gázok elégetése)
- Bioszén kivezető
- Füstgáz elvezető rendszer hő hasznosítással
- Elektromos szabályozóegység
- Füstgáz mosó (automata NaOH-os mosórendszer, aktív szén szűrő)



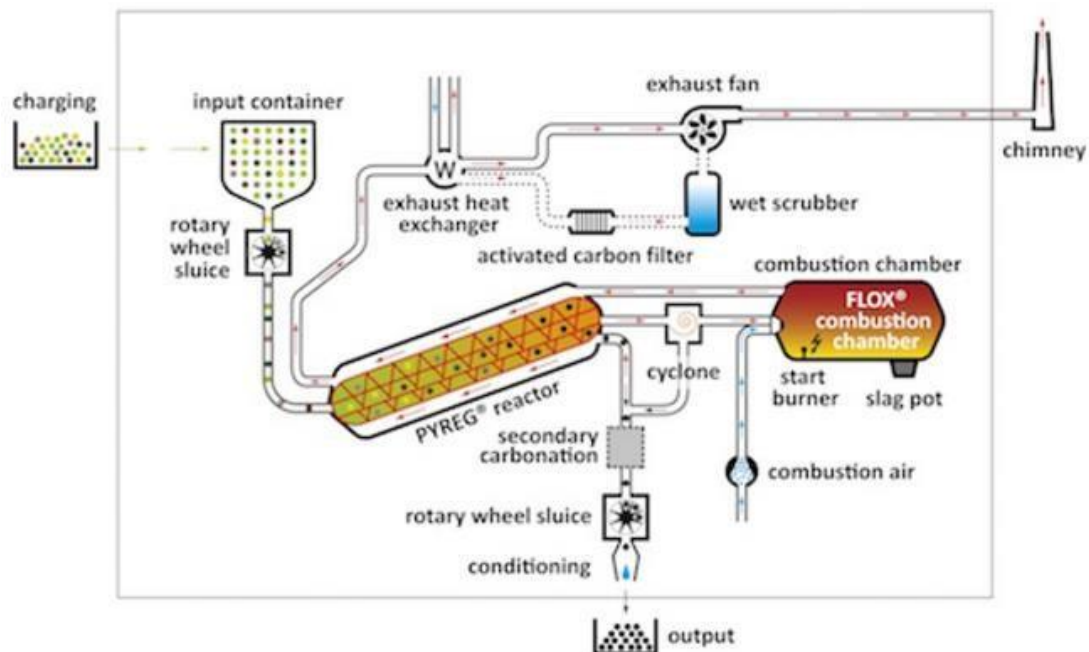
2. ábra: Pyreg-500 pirolizáló berendezés [2]

A folyamat első lépéseként a biomasszát felmelegítjük 500 °C-ig a reaktorban (oxigén szegény/oxigén mentes környezet), mely során a biomassza nem ég el, hanem a hőbontás során elszénesezik, így megkapjuk a kívánt terméket, a bioszén. A pirolízis 20 perc alatt játszódik le (tartózkodási idő). Ezután a keletkező szintézisgáz tovább jut az égéstérbe, ahol a teljes elégetésére kerül sor 1250 °C-on. A folyamat során nem maradnak vissza veszélyes anyagok, mint kondenzátumok vagy kátrány, mivel a pirolízis gáznak (szintézis gáz + bioolaj) nincs ideje lehűlni, azonnal termikusan eloxidálódik.

A berendezés folyamatos működésű, az üzemben a nap 24 órájában folyik a bioszén előállítása, a hét minden napján. Egy hónapban 14 nap termelés után 2 nap leállás következik, mely során a berendezés lehűl és megtörténik a havi tisztítás és karbantartás, majd ismét 14 napi termelés követi. A pirolizálóba történő nyersanyag adagolását a tárolóból egy munkás végzi el. A pirolizáló berendezés az alábbi paraméterekkel működik:

- Névleges input: 180 kg/h (szárazanyagra vonatkoztatva)
- Tényleges input: 257 kg/h (70% szárazanyag-tartalmú)
→ 6,2 t/nap = 43,2 t/hét = 173 t/hónap
- Bioszén keletkezési arány: Szárazanyagra vonatkoztatva az input 30%-a
- Output: 54 kg/h bioszén
→ 1,3 t/nap = 36,4 t/hónap = 437 t/év
- Energiafogyasztás: 10 kW

Havonta egyszer a rendszer elindításához, felfűtéséhez csupán egy kis mennyiségű kezdeti energia szükséges, melyet 30 kg (= kb. 60 L) LPG (autógáz) elégetésével biztosítunk. Az LPG 200 Ft/literes áron beszerezhető, így a felfűtés nagyságrendileg 12.000 Ft-ba kerül. Azonban a felfűtés után a folyamat (exoterm) biztosítja a saját működéséhez szükséges hőenergiát. Tehát a folyamat önfenntartó, így a pirolizáló berendezés üzemeltetéséhez nem szükséges többlet energia. Sőt, a folyamat során 150 kW fölös hőenergia keletkezik, melyet a papíriszap szárítására fordítunk.



3. ábra: A pirolizáló rendszer folyamatábrája [3]

I. 3. BIOSZÉN CSOMAGOLÁSA

A keletkezett bioszenet zsákolás előtt egy 10 m³-es konténerben gyűjtünk össze. A napi 1300 kg terméket háromrétegű barna nátron papírzsákban tároljuk, melynek töltő tömege 25kg (45*81*13 cm). A zsákoláshoz a zsákokat raklaponkéntrendeljük, így egyszerre 3300 zsák kerül megrendelésre, melyből naponta 52 zsák kerül felhasználásra. A bioszén zsákolását szintén egy munkás végzi.

I. 4. BIOSZÉN TÁROLÁSA

A papírzsákba csomagolt bioszenet fumigált (hőkezelt EUR) raklapon (120*80 cm, teherbírás 1000 kg) tároljuk, hogy esetleges beázás, vizesedés ne okozza a termék tönkremenetelét. Az ilyen típusú raklap nem rohad be. A gyárépület kialakításából adódik a tároló helység, mely szilárd aljzatburkolattal rendelkezik. Fontos gondoskodni arról, hogy a helység levegőztetése megfelelő legyen (szellőztető berendezés), továbbá hogy a hőmérséklet és a páratartalom állandó legyen. Meg kell akadályozni a páratartalom lekondenzálódását, mely a papírzsákok szétázását okozná. Mindezekre, elszívó berendezést építünk a helységbe, illetve zöld tető létesítésével és megfelelő árnyékolás alkalmazásával biztosítjuk a megfelelő hőmérsékletet.

II. TALAJOLTÓANYAG

II.1. TALAJOLTÓANYAG ELŐÁLLÍTÁSA

A gyártott talajoltóanyag kárpát-medencei talajokból izolált, majd szelektált 7 db baktériumtörzset tartalmaz, melyek a savanyú talajokon is optimálisan, hatékonyan működnek, ezáltal képesek a

mezőgazdasági termőterületek kevésbé jó adottságú vagy leromlott talajainak minőségét javítani, illetve a terméshozamot serkenteni.

A talajoltóanyag előállítása fed-batch (szakaszos rátáplálásos) fermentációval történik az üzemben. Az alkalmazott bioreaktor egy BLBIO-10SJA típusú 10 L-es fermentor. A fermentor, valamint a fermentáció az alábbi paraméterekkel rendelkezik:

- Fermentor munkatérfogat: 8 L
- Oltóanyag: 7 db aerob baktérium törzset tartalmaz, közel azonos szaporodási sebesség jellemzi a törzseket
- Fermentáció típusa: Fed-batch (szakaszos rátáplálásos)

- Fermentáció paraméterei
 - A fermentorban lévő hőmérsékletet 28 °C-ra (optimális hőmérséklet a szaporítandó mikrobáknak) állítjuk be, illetve szabályozzuk a hőszabályzó víztartály segítségével.
 - A pH beállítása 6-os értékre. A szabályzás sav vagy lúg adagolásával történik perisztaltikus pumpával. Az aktuális értéket pH szenzor méri.
 - Keverő fordulatszáma 450 rpm-re állítjuk, valamint 1 VVM levegőáramot alkalmazunk, az aerob körülmények biztosítása érdekében.
- Fermentálás időtartama

A baktériumtörzsek közel azonos szaporodási sebességének köszönhetően a baktériumok kb. 24 óra alatt érik el a stacionárius fázist, azaz a maximális koncentrációt (összcélraszám $1,5 \times 10^9$ CFU/ml). A sejtkoncentráció változását a DO mérő szenzor, valamint a biomassza szenzor segítségével tudjuk követni.
- Tápközeg

Nutrient tápoldatot használunk, melyet 500 g-os kiserelésben szerezzük be. 1 L-hez desztillált vízhez 25 g-ot kell adni → 8 L-hez (1 batch) 200 g szükséges (ez havi szinten 3000g nutrient tápközegget jelent). A tápoldat végső pH-ja 7,5.

Összetétele:

- | | |
|------------------|----------|
| ○ Pepton | 15,0 g/l |
| ○ Élesztőkivonat | 3,0 g/l |
| ○ NaCl | 6,0 g/l |
| ○ D(+)-Glükóz | 1,0 g/l |

A tápoldathoz szükséges desztillált vizet (havi 120 liter) egy 4 l/h kapacitású vízdesztilláló berendezéssel biztosítjuk. A berendezés vízfogyasztása 60 l/h, energiafogyasztása 3000 W. Két naponta 2 órát üzemeltetjük a desztillálót a szükséges desztillált víz előállításához, mely 6 kWh

fogyasztást jelent → havi 90 kWh (1 kWh 48 Ft-ba kerül). A fermentáció során a további tápanyag adagolása szükség szerint, perisztaltikus pumpa segítségével történik.

- Tápoldat sterilizése

A kész tápoldat, illetve egyéb eszközök sterilizésére szükség van egy 25 L-es autoklávrá. A sterilizést 121 °C-on, 15 percig végezzük. Az autokláv teljesítménye 1,7 kW, két naponta 1 óráig használjuk, mely 1,7 kWh energia fogyasztást jelent (havi 25,5 kWh).

- Előállított talajoltóanyag mennyisége

A talajoltóanyag előállítása 1 napot vesz igénybe, melyet követő napon kerül sor a fermentor leengedésére, tisztítására és sterilizálására (in situ automata sterilizálás), valamint az oltóanyag palackozására. Tehát két naponta állítunk elő 1 batch (8 liter) talajoltóanyagot, mely havi szinten 120 litert jelent.



4. ábra: BLBIO-10SJA típusú 10 L-es fermentor [4]

II.2. TALAJOLTÓANYAG CSOMAGOLÁSA, TÁROLÁSA

Havonta 120 liter oltóanyagot termelünk, melynek gyűjtését 30 literes rozsdamentes acél tartályban gyűjtjük, amelynek a tartalmát 5 literes kannákba osztjuk szét, melyeket matricázását követően hűtőben tárolunk. Havonta 25 kannát használunk fel az oltóanyag szétosztására.

Az oltóanyag tárolása esetén fontos figyelembe venni azt a tényt, hogy a termék romlandó, így azt zárt csomagolásban, hűtött, száraz, fedett helyen kell tárolni az értékesítésig, majd használat előtt az edények tartalmát jól fel kell rázni. A legoptimálisabb, ha hűtőben tároljuk az oltóanyagot, hiszen ezzel tudjuk biztosítani a leghosszabb szavatosságot. Erre megfelelő egy ipari 500 liter űrtartalmú hűtőberendezés (61*80*200 cm), mely a későbbi üzembővítés során, képes lenne kiszolgálni a

nagyobb mennyiségű oltóanyag tárolását is. A hűtőben, 5 °C hőmérséklet mellett az elkészült talajoltóanyag készítmény akár 6 hónapig is tárolható.

III. MUNKAERŐ

A gyártáshoz szükség van folyamatmérnökökre, melyek a teljes gyártás folyamatáért felelősök, valamint operátorokra, akik az egyes részfolyamatokért felelősek. A csomagoláshoz és tároláshoz nem vásárolunk csomagoló és szállító berendezést, így ezeket a feladatokat munkások látják el, a bioszén adagolását a pirolizáló berendezésbe szintúgy. A személyzet létszámának kialakításakor a következőket kell figyelembe venni:

- A munkásoknak a munkáltató nehéz fizikai munka esetén köteles óránként 10 perc pihenőt biztosítani, továbbá könnyű és nehéz fizikai munka esetén is biztosítani kell a napi 20 perc főétkezési időt.
- A gyártás során nagy gépekkel, és szélsőségesebb környezeti viszonyok mellett dolgoznak a munkások, így a munkáltató köteles számukra védőfelszerelést és védőitelt biztosítani.

Munkaerőre vonatkozóan a következő személyzeti létszámot javaslom (hétvégén is folyik a gyártás, így a hétvégre is biztosítani kell a munkaerőt):

- 4 db folyamatmérnök, aki a teljes gyártás folyamatáért felelős. Napi 8 órában főmunkaidőben folyamatosan kettő dolgozik, éjszaka egy ember.
- Operátor: 6 db, váltott műszakban. Minden műszakban két ember, egyik a fermentációért, másik a pirolízisért felelős.
- Segédmunkások: 6 munkás, nap közben 8 órában dolgozik 3 ember.

Védőfelszerelés esetén a következő eszközökre van szükség:

- kertésznadrág(100% pamut)
- bakancs (acél orrmerevítő)
- cérna kesztyű
- rakodókesztyű

TECHNOLÓGIA HATÉKONYSÁGÁNAK JELLEMZÉSE

Készítette: Birtalan Csilla, Csaplár Marianna

A technológia hatékonyságának jellemzése az elvégzett szabadföldi kísérletek eredményein alapul, ennek során anyagmérlegek felállítása segítségével jellemezzük a technológiát konkrét adatokkal, vizsgáljuk a termék hatására történő talajminőség-, ill. terméshozam javulást a kezeletlen és műtrágyával kezelt talajhoz képest.

A Nyírségben az MTA ATK TAKI modellterületén zajlottak a szabadföldi kísérletek savanyú homoktalajon. A kísérleti területen három különböző dózisban (0,1%; 0,5%; 1% bioszén) négy ismétlésben került vizsgálatra a bioszén, az oltóanyag, valamint a bioszén mellett alkalmazott oltóanyag (A1+O kombinációk) és a bioszénre rögzített oltóanyag (A1 (O) kombinációk) hatása.

Az értékelés során a következő fizikai-kémiai-biológiai paramétereket vesszük figyelembe: a fizikai tulajdonságok közül a víztartó és vezető képességet, a kémiai tulajdonságok közül a pH-t és azizidítási veszteséget, a biológiai tulajdonságok közül az aerob heterotróf baktérium és gombaszámot.

Ezen kívül vizsgáljuk a kezelések hatását a *Sinapis alba* és a *Triticum aestivum* tesztnövények gyökér- és szárnövekedésén keresztül annak bizonyítása érdekében, hogy az általunk ajánlott kezelési eljárás nem jelent ökotoxicitási kockázatot, valamint elemezzük a Nyírlúgoson végzett szabadföldi kísérletek során betakarított kukorica növények jellemzőinek változását a különböző kezelések hatására.

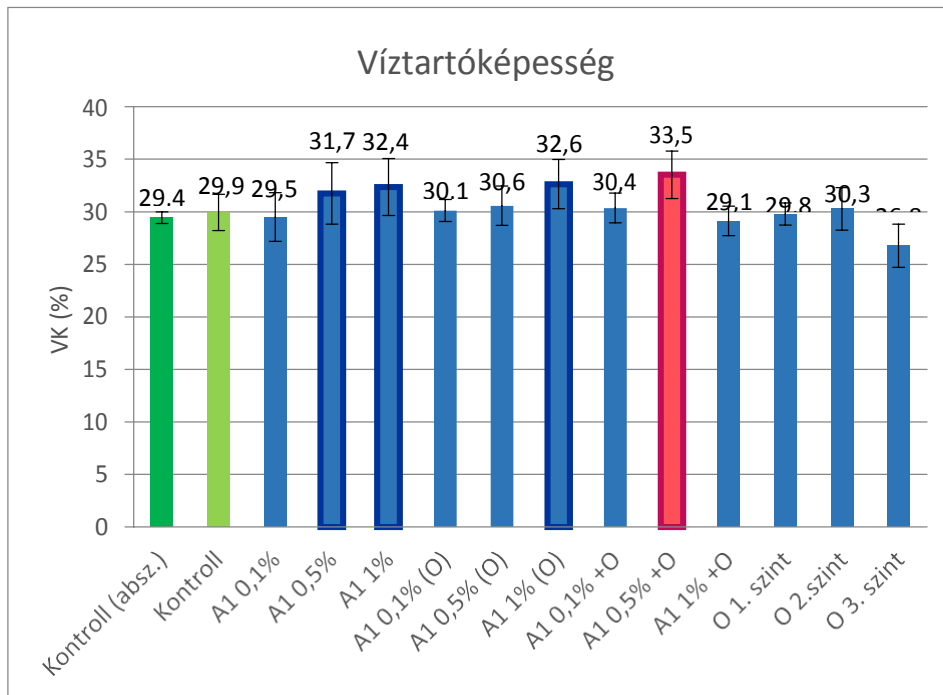
I. JAVASOLT KEZELÉSEK

Cégünk fő terméke a 0,5% bioszén és folyékony oltóanyag kombinációja, mely hozzájárul a savas kémhatású, homokos talajok minőségének javításához. Emellett azonban az általunk forgalmazott bioszén más arányban is a talajba keverhető, hatása önmagában is kedvező, valamint a folyékony oltóanyag helyett kombinálható annak bioszénre abszorbeált, szilárd változatával. Az eltérő kezelések eltérő problémákra nyújtanak kedvező megoldást, így az optimálható a talaj paramétereire.

II. FIZIKAI ÉS KÉMIAI PARAMÉTEREK VIZSGÁLATA

II.1. VÍZTARTÓKÉPESSÉG

A víztartókéesség vizsgálata kiemelkedően fontos, mert a talaj porózusságáról, szerkezeti stabilitásáról ad képet, ami különösen kritikus paraméter homokos talajok esetén: a gyenge víztartókéesség kis hasznosítható vízkészletet, nagy aszály- és szélérózióérzékenységet és kis természetes tápanyagkészletet eredményez.

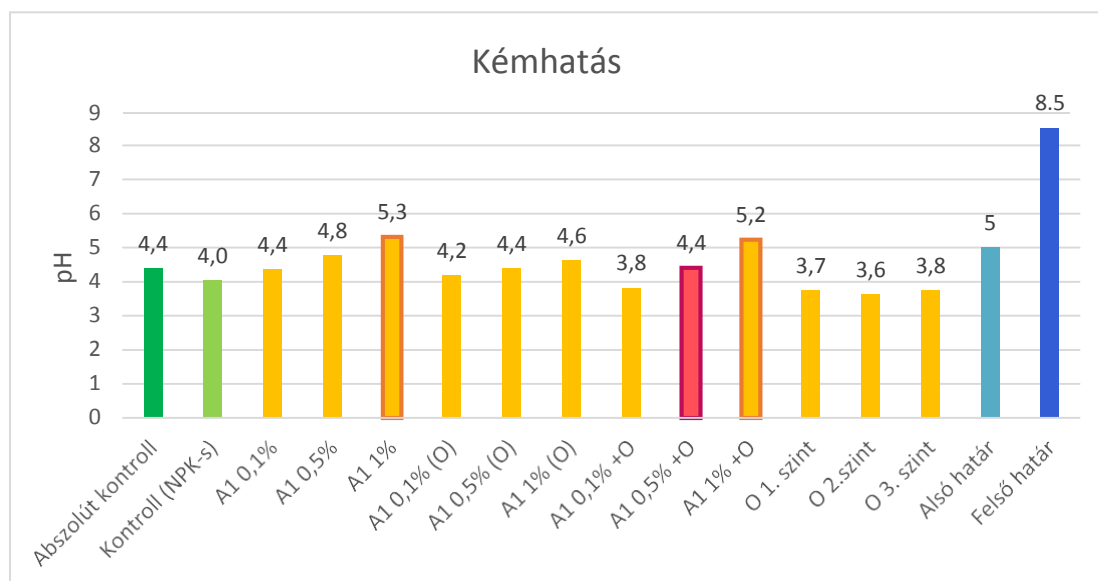


5. ábra. A talaj vízretartóképeségének változása a különböző kezelések hatására.

Az 5. ábrán látható, hogy a 0,5% bioszénnel és folyékony talajoltóanyaggal való kezeléseredményezi a legjelentősebb növekedést a talaj vízretartóképeségében; 4,1%-al javítva azt az abszolút kontroll (sötétzöld színnel jelölve) értékéhez képest: 29,4%-ról 33,5%-ra; emellett a bioszén önmagában, 0,5 és 1 %-ban, valamint 1%-ban szilárd oltóanyaggal kezelve is jelentősen növeli a talaj vízretartóképeségét.

II.2. A PH ÉS VEZETŐKÉPESÉG

A talajoldat pH-jának kialakulásában több tényező is szerepet játszik: az oldott sók mennyisége és összetétele, a szerves és ásványi savak mennyisége és minősége, a kicserélhető kation-összetétel, a kolloidok bázis telítettsége, a talajlevegő széndioxid-tartalma, illetve az oldott CO₂-tartalom, valamint a talaj karbonát-tartalma (Lájer, 2011). A kémhatás növényélettani szempontból fontos jellemzője a talajnak, ugyanis a különböző gazdasági növények fejlődése meghatározott pH-tartományban a legmegfelelőbb, az olyan savanyú homoktalajok esetén, mint a nyírlúgosi, még jelentősebb kérdés a talaj pH-jának változása. Az általunk előállított bioszén lúgos kémhatású, pH-ja 8,8-as; így az előzetes feltételezések alapján képes lehet pozitív hatást gyakorolni a savanyú talaj pH-jára.



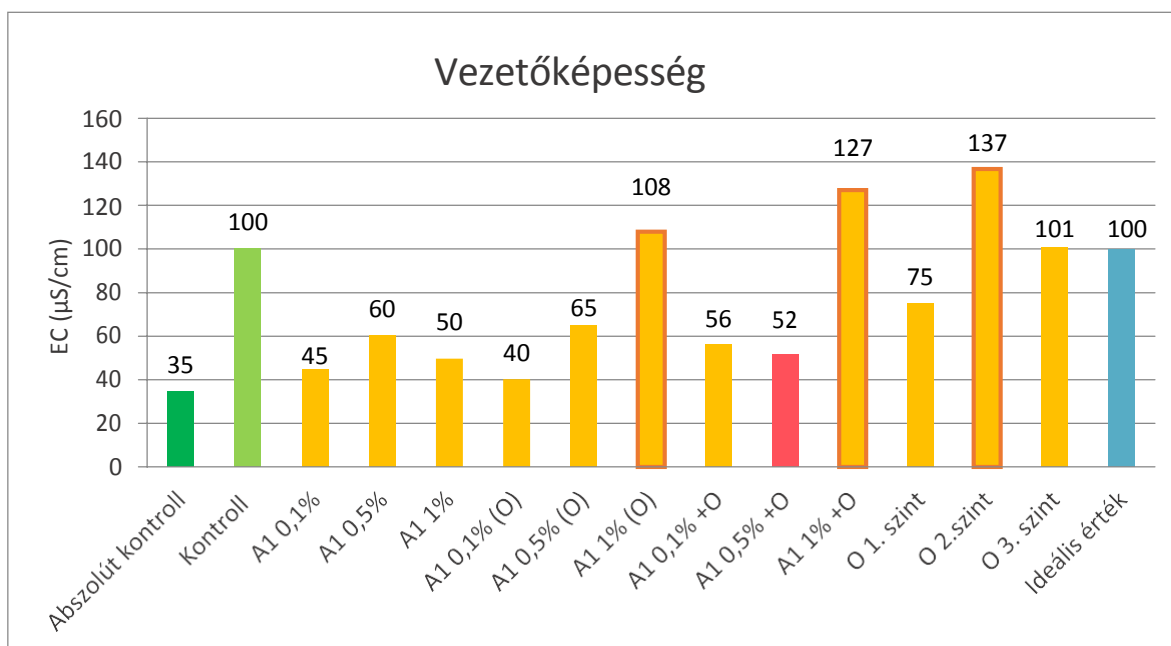
6. ábra. A talajoldatok kémhatásának változása az alkalmazott kezelések hatására

Ahogy a kontroll eredményeken (sötét és világoszöld színnel kiemelve) látszik a 6. ábrán, a nyírlúgos talaj pH-ja alacsonyabb az ideális értéknél, melynek értékét pozitívan befolyásolja a hozzáadott bioszén valamint oltóanyag.

A talajoldat pH-ja enyhén növekszik a talajhoz kevert bioszén koncentrációjának függvényében, ugyanakkor a bioszénre felvitt, valamint a folyadékként hozzáadott oltóanyag a pH-t átlagosan 0,6-al csökkenti a bioszén nem tartalmazó, kizárólag oltóanyaggal kezelt talajok kémhatása alapján az abszolút kontrollhoz képest. Ennek oka feltételezhetően az oltóanyaggal bevitt mikrobák savtermelése. A 0,5%-os bioszénrel és folyékony talajoltóanyaggal való kezelés esetén a pH kis mértékben növekszik a kontroll talajhoz képest. Az ideális kémhatás eléréséhez ebben az esetben az 1%-os bioszén kezelést javasoljuk, önmagában vagy folyékony oltóanyaggal kombinálva.

Az elektromos vezetőképesség (EC) a talajban szoros összefüggést mutat több más fizikai-kémiai talajjellemzővel, úgymint a részecskeméret-eloszlás, porozitás, víztartókapacitás, valamint a kationcserélő-kapacitás. Ideális értéke minimum 0,1 mS/cm fölött van. A különböző kezelések hatására bekövetkezett vezetőképesség változást mutatja a 7. ábra.

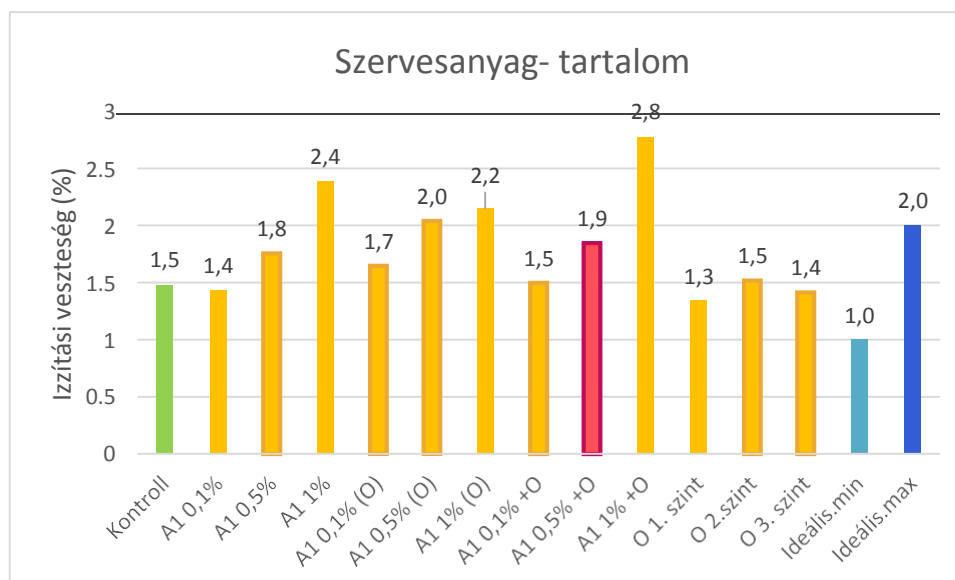
Látható, hogy nem minden kezelés hatására éri el a talaj a 100 μ S/cm-es minimálisan megkövetelt vezetőképességet. A bioszénrel való kezelés önmagában (A1 0,1%; 0,5%; 1%) jelentős mértékben csökkenti a vezetőképességet a műtrágyát is tartalmazó kontrollhoz képest (világos zöld színnel jelölve), a hozzáadott oltóanyag azonban jelentős növekedést idéz elő az 1% bioszén alkalmazó kezelések esetén, mind por, mind folyadék formájában, valamint önmagában a 2. szinten. A 0,5%-os, folyékony formában hozzáadott oltóanyag kombinációja ebben a tekintetben nem ideális, így amennyiben a kezelni kívánt talaj kifejezetten alacsony vezetőképességű, az 1%-os bioszén kezelést javasoljuk folyékony vagy adszorbeált oltóanyaggal kombinálva.



7. ábra. A talajdat vezetőképességének változása a kezelések hatására

II. 3. IZZÍTÁSI VESZTESÉG

A talajban található szerves anyagok mennyisége az izzításig való hevítés során fellépő tömegvesztéssel jellemezhető, mivel a talaj szerves anyagrészei az ásványi alkotórészekkel ellentétben éghetőek. Az égéskor keletkező hamu tömege elhanyagolható, így az izzítás előtt és után mért tömegek különbsége lesz a mértéke a szerves anyagok mennyiségének. Az izzítási veszteséget százalékban adjuk meg a száraz tömegről vonatkoztatva.



8. ábra. A szervesanyag-tartalom változása a talajban különböző kezelések hatására.

Az ideális talajizzítási veszteség az 1-2 % intervallumban mozog. A 8. ábrán láthatjuk világos és sötétkékekkel jelölve a minimális és maximális értéket, amely között az ideális talaj paraméterének kell

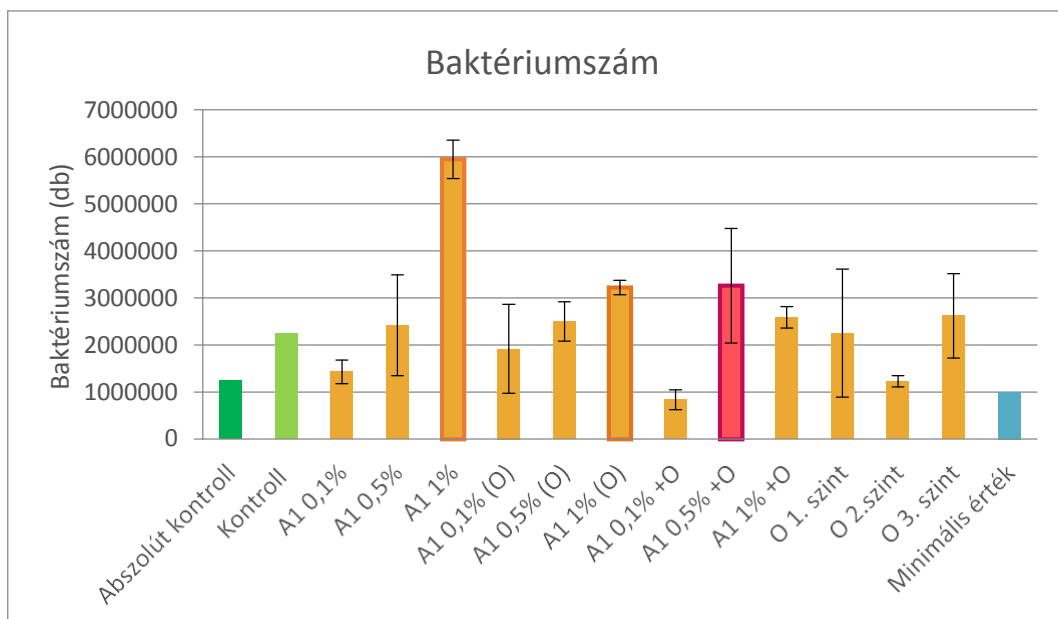
elhelyezkednie. A kezelések nagy részének hatására a talaj szervesanyag tartalma a kontrollokéval megegyező módon az ideális tartományban van, az 1% bioszén alkalmazó kezelések kivételével, melyek esetében a szerves anyag tartalom meghaladja az ideális szintet, mely már terhelést jelenthet a talaj ökoszisztémája számára. Az általunk ajánlott 0,5% bioszénnel, és folyékony oltóanyaggal vagy a nélkül, valamint 0,1-0,5%-ban alkalmazva adszorbeált oltóanyaggal azonban olyan mértékben növeli a talaj szervesanyag tartalmát (az abszolút kontrollhoz képest 0,4%-al) hogy az nem eredményez túlzott terhelést.

III. BIOLÓGIAI AKTIVITÁS VIZSGÁLATA

A különböző talajok biológiai aktivitása a talajban élő élőlények élet-tevékenységének összességével jellemezhető. A biológiai tesztek korai figyelmeztető rendszerként működnek, melyek a szennyezőanyag jelenlétét és káros hatását még az ökoszisztéma komoly károsodása előtt kimutatják (Gruiz, 2001). A talaj biológiai aktivitásának változását az alábbiakban ismertetett módszerekkel jellemeztük.

III.1. BAKTÉRIUMSZÁM

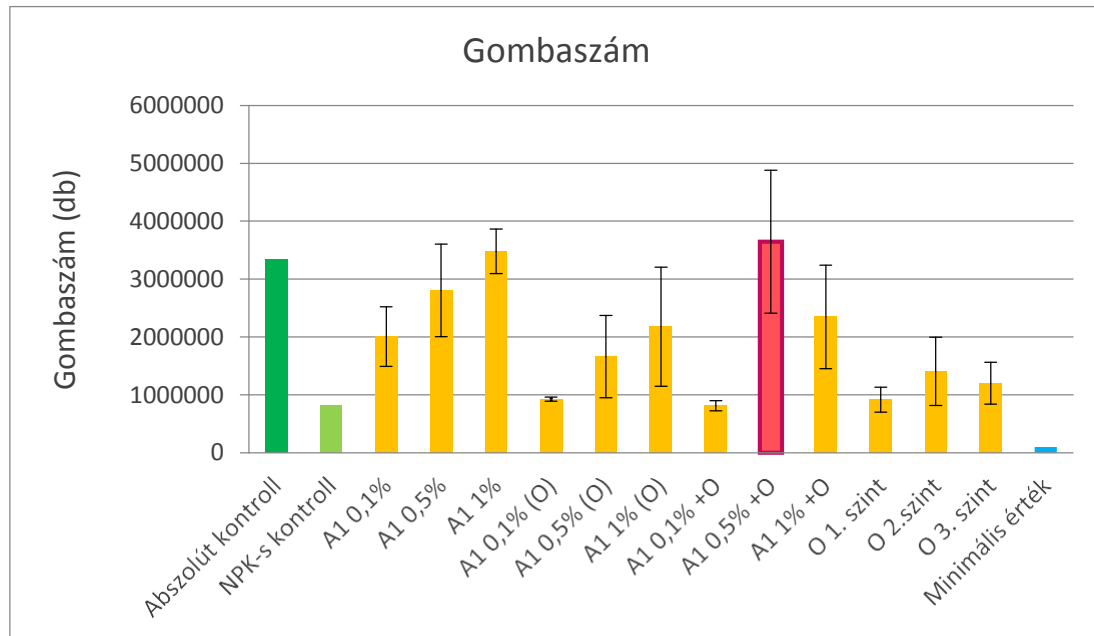
A 9. ábrán látható az ideális talaj mintákra vonatkozó minimális sejtszám a 10^6 érték (világoskék színnel jelölve), mely feltételnek a A1 0,1% +O talajmintán kívül mindegyik megfelelt. Látható, hogy a baktériumszám arányosan nő a bioszénmennyiségének növekedésével az A1 1% + O kezeléstől eltekintve, ahol ismét csökken a sejtszám a 0,5% bioszén+O tartalmú kezeléshez képest. A 0,5%-os, folyékony oltóanyagot alkalmazó kezelés hatására jelentősen nő a baktériumszám mindkét kontrollhoz képest (sötétzöld színnel jelölve), a vizsgált módszerek közül ez eredményezte a második legnagyobb emelkedést az A1 1% után, így amennyiben a baktériumszám növelése válik szükségessé a talajban, ezeket a kezeléseket javasoljuk.



9. ábra. Aerob heterotróf baktériumszám változása a talajkezelések függvényében

III.2. GOMBASZÁM

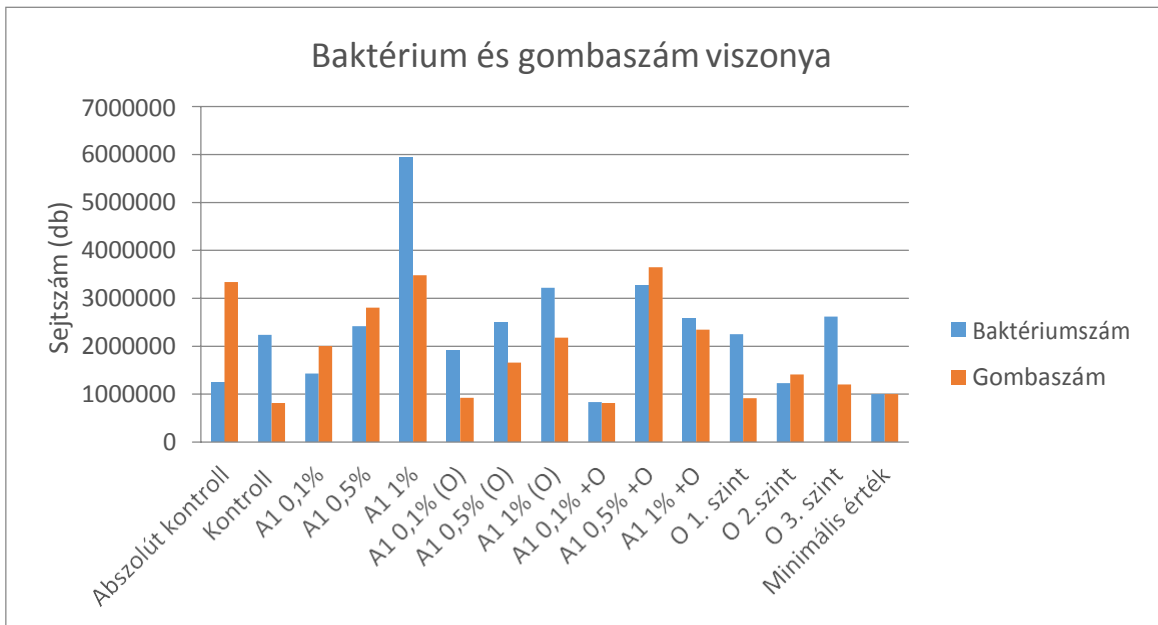
A gombaszám szempontjából a 10-es ábrán 4 kiugróan alacsony értéket láthatunk: a műtrágyázott kontroll talaj, az A1 0,1% (O); A1 0,1% +O és a O 1. szintű talaj. Ezek a kezelések tehát a kontrollhoz képest csökkentik a gombaszámot, amit érdemes figyelembe venni, amennyiben ezeket a kezeléseket kívánjuk alkalmazni.



10. ábra. Gombaszám változása a talajkezelések függvényében

A baktériumszám és a gombaszám aránya jó képet ad a talaj mikrobiális egyensúlyáról, melynek értéke ideális esetben egy fölötti.

Ahogy a 11-es ábrán látható, az abszolút kontroll esetén a baktérium-gomba arány nem ideális, ehhez képest minden kezelést javulást ért el. A minták sorozatában két tendenciát lehet felfedezni, a bioszén adagolásának növelése során csak akkor érjük el az ideális arányt, ha a bioszén 1% -oskoncentrációban van jelen a talajban, kivéve azt az esetet, amikor oltóanyagot abszorbeáltatunk a bioszén felületén, ekkor a baktérium/gombaszám arány mind a három esetben megfelelő lesz.



11. ábra. Baktérium és gombaszám viszonya a talajkezelések függvényében

A számszerűsített arányokat tartalmazza az 1.-es táblázat, világoszölddel jelölve az ideális, 1 fölötti értékeket. Az általunk javasolt A1 0,5% + O kezelés, az adatok szórásának figyelembevétele mellett közel megfelelő értéket mutat.

Abszolút kontroll	0,4
Kontroll	2,7
A1 0,1%	0,7
A1 0,5%	0,9
A1 1%	1,7
A1 0,1% (O)	2,1
A1 0,5% (O)	1,5
A1 1% (O)	1,5
A1 0,1% +O	1
A1 0,5% +O	0,9
A1 1% +O	1,1
O 1. szint	2,5
O 2.szint	0,9
O 3. szint	2,2

1. táblázat. Baktérium és gombaszám aránya

Kiemelkedően jó az 1%-os bioszén önmagában alkalmazva, az összes szilárd oltóanyagot tartalmazó kezelés, valamint az oltóanyag önmagában az 1-es és a 3-as szinten, így az ideális baktériumszám-gombaszám arány fenntartásának érdekében ezeket a kezeléseket kiemelten ajánljuk.

IV. KÖRNYEZETTOXIKOLÓGIAI TESZTEK EREDMÉNYEI

IV.1. NÖVÉNYI GYÖKÉR-, ÉS SZÁRNÖVEKEDÉS-GÁTLÁS

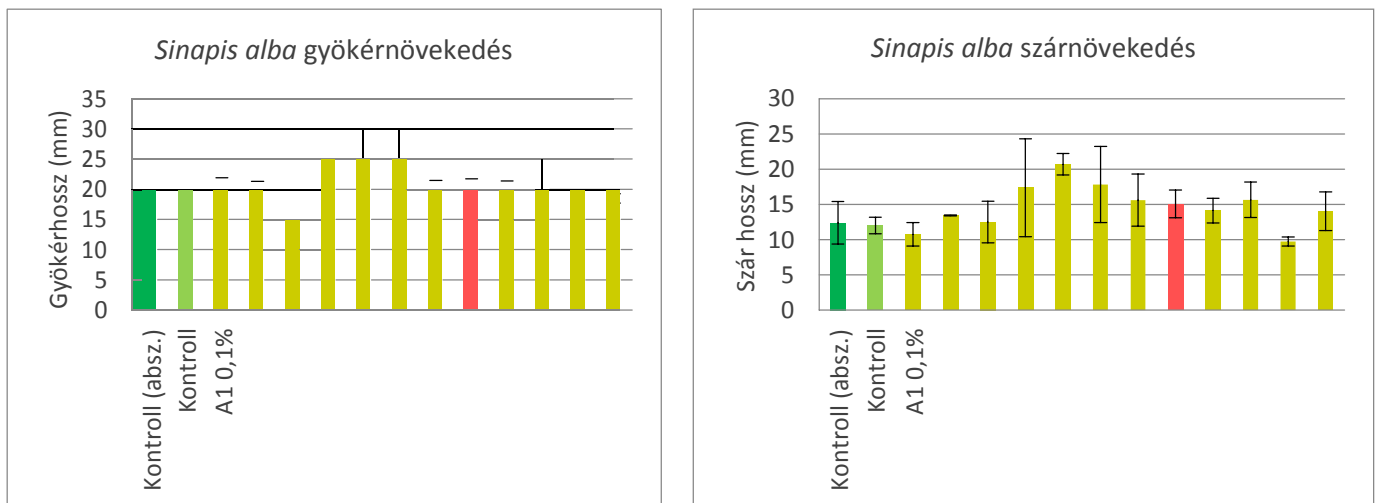
A környezettoxicológiai vizsgálatok a környezetbe került vegyi anyagoknak az ökoszisztéma tagjaira gyakorolt hatását mérik. Mivel a teljes ökoszisztéma vizsgálata nemlehetséges, ezért a felmérés egy-egy kiválasztott jellemző faj, vagy laboratóriumi tesztorganizmus válaszában alapul (Gruiz és munkatársai, 2001). A környezetbe kerülő vegyi anyagok hatással vannak az ökoszisztéma szerkezetére, funkciójára, ezen keresztül az emberre is, tehát globális veszélyt jelentenek. A környezettoxicológia célja ezen vegyi anyagok káros hatásának kimutatása. Azonban nem csak a természetidegen vegyi anyagok, hanem természetes eredetű szerves és szervetlen anyagok is terhelhetik a környezetet, amennyiben nagy mennyiségben kerülnek a földi anyagforgalomba.

Az alkalmazott adalékok kockázatának jellemzésére, a talajjavítási technológia követésére és értékelésére a fizikai és kémiai paraméterek vizsgálatán túl ökotoxicológiai vizsgálatok szükségesek az adalékok hatásának, egymás és a mátrix közötti kölcsönhatások eredményének jellemzéséhez.

MSZ 21976-88 szabvány alapján a vizsgálatok során a magok csírázására, gyökér- és szárnövekedésre gyakorolt hatásának tanulmányozására került sor a különböző kezelések kitétt talajokban a kontroll talajhoz viszonyítva (Gruiz és mtsai, 2001).

Sinapis alba gyökér- és szárnövekedés gátlási teszt

A 12. ábrán láthatjuk a különböző kezelések hatását a mustármagok gyökér- és szárnövekedésére.

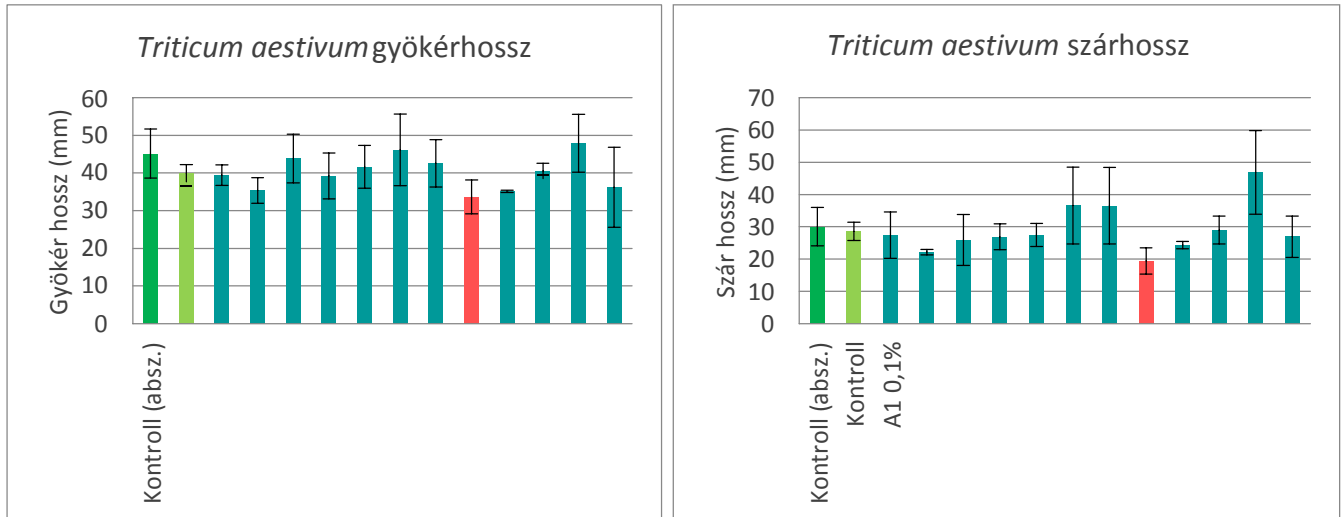


12. ábra. Gyökér- és szárnövekedés gátlási teszt; *Sinapis alba*

A mérhető gyökér- és szárhosszban a legtöbb kezelés nem eredményezett jelentős változást, eltekintve az gyökérhossz esetén az önmagában 1% bioszenet (A1 1%), és a por formájában hozzáadott talajoltóanyagot tartalmazó kezelésektől (A1 0,1%; 0,5%; 1%; + (O)). Az előbbi esetben a gyökérhossz jóval kisebbnek mutatkozott a két kontrollhoz képest, tehát 1% hozzáadott bioszén önmagában már gátlást jelenthet a növényi gyökérnövekedésre. A szilárd formában adagolt oltóanyaggal való kezelés hatására mindhárom alkalmazott bioszén mennyiség esetén nagyobb gyökérhossz volt megfigyelhető. A szárnövekedést megfigyelve, nagyon hasonló eredményeket tapasztalhatunk, mint a gyökérhossz vizsgálatánál. Látható, hogy ebben az esetben is a bioszén mellett a por formában adagolt oltóanyag mutatkozik a leghatásosabbnak, azok közül is a 0,5% bioszén melletti oltóanyag. Az általunk javasolt A1 0,5% + O kezelés a gyökérhossz esetében különösebb változást nem okoz a kontrollhoz képest, míg a szárhossz esetén, pozitív hatást figyelhetünk meg.

Triticumaestivum gyökér- és szárnövekedés gátlási teszt

A közönséges búza egyszikű, évelő növény lévén toxikus anyagok jelenlétében gátolt gyökér- és szárnövekedést mutat, ezért jó indikátor ökotoxikológiai vizsgálatokban. A *Sinapis alba*-val megegyezően zajlott mérések eredményeit mutatja a 13. ábra.

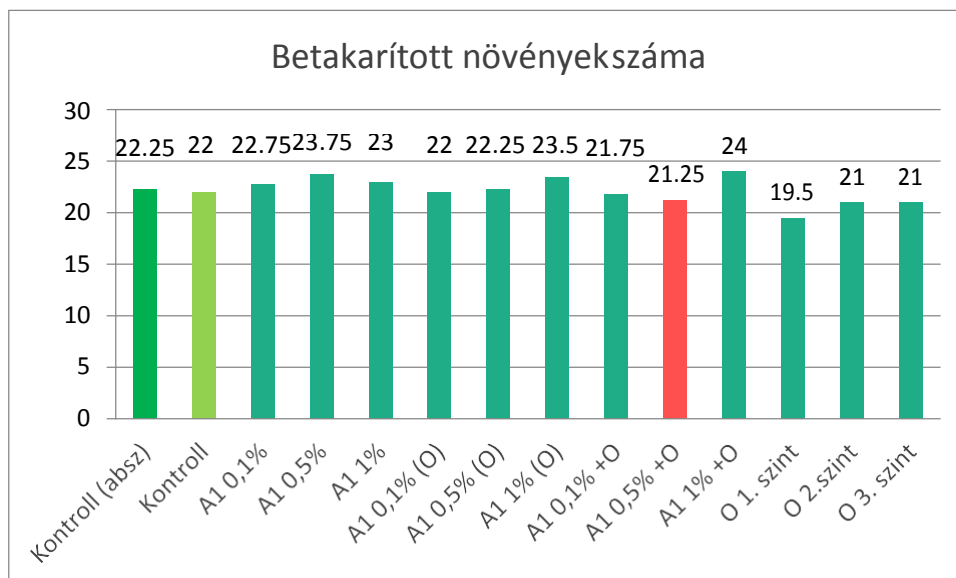


13. ábra. Gyökér- és szárnövekedés gátlási teszt; *Triticumaestivum*

Ahogy a 13. ábrán látható, a legtöbb kezelés csekély hatást gyakorolt a *Triticumaestivum* gyökér és szárhosszára, egyedül a 2-es szintű mikroba oltóanyag kezelés (O 2. szint) okozott jelentősebb növekedést a szárhosszban. Nem elhanyagolható megfigyelés azonban, hogy mind a gyökér, mind a szárhossz esetén az A1 0,5% + O minta produkálta a legalacsonyabb eredményeket. Valószínűsíthető, hogy az optimális bioszén és oltóanyag használat növényfüggő, így két kísérletből, általános és megalapozott következtetést, mely minden növényre igaz, nem lehet elmondani.

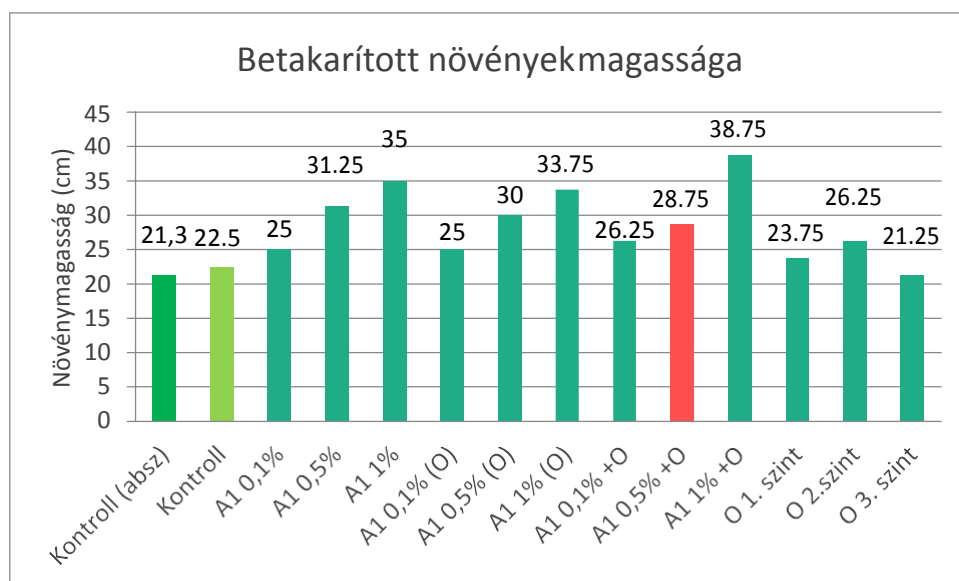
V. BIOSZÉN ÉS OLTÓANYAG SAVANYÚ HOMOKTALAJJAVÍTÁSÁRA

A nyírlúgosi homoktalaj fizikai-kémiai tulajdonságait vizsgáló kísérletek egyértelműen mutatják, hogy a talaj rossz víz- és tápanyag-gazdálkodási tulajdonságokkal rendelkezik. Ennek javítása volt a cél az előzetes laboratóriumi kísérleteseredmények alapján bioszén és oltóanyag ideális kombinációjának alkalmazásával, amelyet nemcsak a talaj fizikai-kémiai-biológiai-ökotoxikológiai paramétereinek változásával, hanem természetett növények segítségével is: a különböző kezeléseknek kitett parcelláról az ültetéstől számított 20. hétben betakarított kukorica növények számával és magasságával valamint fejlettségi szintjével is jellemezzük a technológiát.



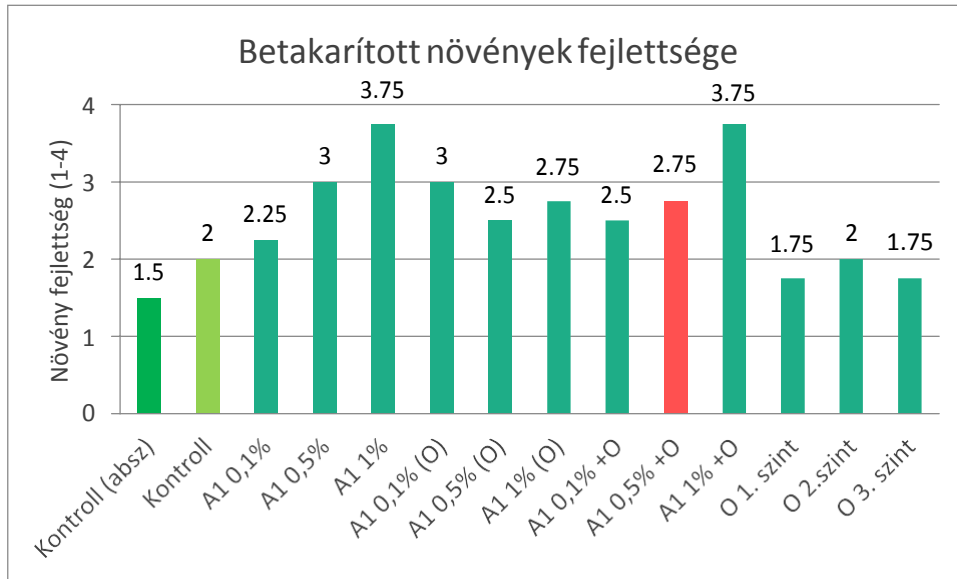
14. ábra. Betakarított növények száma.

A 14. ábrán látható, hogy a betakarított növények számában egyik kezelés sem okoz jelentős különbséget, azonban ahogy a további eredmények mutatják az x.13. és 14. ábrán, a 0,5% bioszénnel és folyékony oltóanyaggal való kezelés hatékonysága nem a betakarított növények mennyiségében, hanem azok minőségében nyilvánul meg.



15. ábra. Betakarított növények magassága.

A 15. ábrán látható, hogy a betakarított növények magassága összefüggést mutat a kezelés során alkalmazott bioszén mennyiségével a hozzáadott oltóanyagtól függetlenül. Megfigyelhető, hogy minden típusú kezelés hatására jelentősen nő a növénymagasság a kontroll parcellákról betakarított növényekhez képest, az önmagában alkalmazott bioszén esetén 3,7; 10; és 14,7%-ban; szilárd oltóanyaggal kombinálva 3,7; 8,7; és 12;5%-ban, és mind közül a legjobb eredményeket produkálva az abszolút kontrollhoz képest 5; 7,5; és 17,5%-ban a bioszén mellett folyékony oltóanyagot tartalmazó talajon.



16. ábra. Betakarított növények fejlettsége 1-4-es skálán.

Ugyanez a hatás érvényesül a növények fejlettségi szintjében is, amely egy 1-4-es skálával jellemezhető. Minden kezelés hatására egyértelműen javulás látható a növények fejlettségi szintjében a kontroll parcellákhoz viszonyítva, különös tekintettel az 1% bioszenetönmagában és folyékony oltóanyaggal kombinált parcellára. Bármelyik kezelés kerül alkalmazásra tehát, biztos növekedést figyelhetünk meg a betakarított növények magasságában és fejlettségében.

VI. ÖSSZESÍTÉS

	Vízartóképeség	Kémhatás	Vezetőképeség	Izzítási veszteség	Bakt.szám/gombaszám	S. alba gyökérnö.	S. albaszárnö.	T.aestivum gyökérnö.	T.aestivumszárnö.	Növények száma	Növények magasság	Növények fejlettsége
0,10%	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+
0,50%	++	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	++
1%	++	+++	-	-	+	-	-	-	-	+	++	+++
0,1% (O)	+	-	-	+	++	++	++	-	-	-	+	++
0,5% (O)	+	+	-	+	+	+++	+++	-	-	-	+	+
1% (O)	++	+	+	-	+	++	++	+	+	+	++	+
0,1%+O	+	-	++	+	-	-	+	-	+	-	+	+
0,5%+O	+++	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+
1%+O	-	++	-	-	+	-	+	-	-	+	+++	+++
1. szint	+	-	-	+	+++	+	+	-	-	-	+	+
2. szint	+	-	+++	+	-	-	-	+	+	-	+	+
3. szint	-	-	-	+	++	-	+	-	-	-	-	+

2. táblázat. Eredmények összesítése

Az összesítő táblázat alapján látható, hogy több kezelés is eredményes volt az elvégzett vizsgálatok alapján. A kettő vagy három + jellel jelöltek azok, amelyek pozitívan kiemelkednek a többi kezelés közül. Megfigyelhetjük, hogy az 1%-os bioszén, a 0,1% (O)-os és az 1% (O) –os kezelés bizonyult a legjobbnak.

KÖRNYEZETTOXIKOLÓGIA

Készítette: Dénes Lilla, Sámly Lilla

Ökotoxikológiai teszteknel egy környezetbe kikerült vegyi anyag sorsa (esetünkben egy összetett, sok alkotóelemből álló kémiai anyag), az időbeni változások, a környezeti elemek fázisai közötti megoszlása, biodegradálhatósága, a bioakkumulálódó képessége, biológiai hatásai nem vagy csak rosszul becsülhetőek meg a kémiai-analitikai adatokból. Kémiai módszerekkel a kölcsönhatásokat még nehezebb meghatározni, ilyenek a szennyezőanyagok közötti, a szennyezőanyagok és a mátrix (különösen a talaj és az üledék esetén domináns szilárd fázis miatt), valamint a szennyezőanyag és a biota (mely maga is nagymértékben összetett) között. A számtalan tényezőtől függő kockázat rosszul becsülhető meg a fizikai-kémiai mérési eredményekből. Viszont szinte direkt módon mérhető az érintett ökoszisztéma közvetlen vizsgálata által vagy az ökoszisztémát, annak állapotát jól reprezentáló, jól reprodukálható környezet toxikológiai tesztek segítségével, például mikrokozmosz vagy laboratóriumi biotesztek segítségével (1).

A hőbontás (pirolízis) legnagyobb előnye az, hogy termékei értékesíthető alifás és aromás szénhidrogének, és az is, hogy az ilyen biomassza-hasznosítási eljárás légszennyező hatása jelentősen kisebb, mint a hulladékégetésé. Ha a cél a hulladékok ártalmatlanítása, akkor a pirolízis a nyersanyag teljes elgázosításáig folyik, és a keletkező gázokat többnyire a folyamatok hőigényének kielégítéséhez használják fel, de a többlet hőtermeléshez vagy áramtermeléshez is felhasználható. A folyamatból energia illetve szilárd hulladék (salak, bioszén) lép ki. Az utóbbit használjuk fel kísérletünk során, illetve a pirolízis egész folyamatának optimalizálása a bioszén előállításának maximalizálására törekszik. (2).

I. A BIOSZÉN HATÁSA A TALAJ TULAJDONSÁGAIRA

A savanyú, homokos talajok szerves és ásványi kolloidokban szegények. Ennek következtében ezek a talajok kis természetes tápanyagkészlettel rendelkeznek. Továbbá nagy a vízáteresztő- és gyenge a víztartó-képességük, kevés a hasznosítható vízkészletük. Az ilyen fajta talajok hasznosításának előfeltétele a víz- és tápanyagellátás biztosítása, továbbá szerves és ásványi kolloidok mennyiségének növelése.

Ahogy a 17. ábrán látható a bioszén sok tényezőre van hatással, a pH-tól kezdve a vízmegkötésig. A bioszén elsődlegesen közvetlenül növeli a stabil szerves szén frakciót a talajban. További közvetlen pozitív hatása a szerves szénben gazdag talajszelek mélyülésében tapasztalható. Ezzel további talajstabilitás érhető el, mely csökkenti az erózió és kilúgozás mértékét. Számos közvetett hatás is megfigyelhető, mint például a nagyobb termésátlagok; nagyobb vízvisszatartó képesség (Lorenz and Lal 2014).

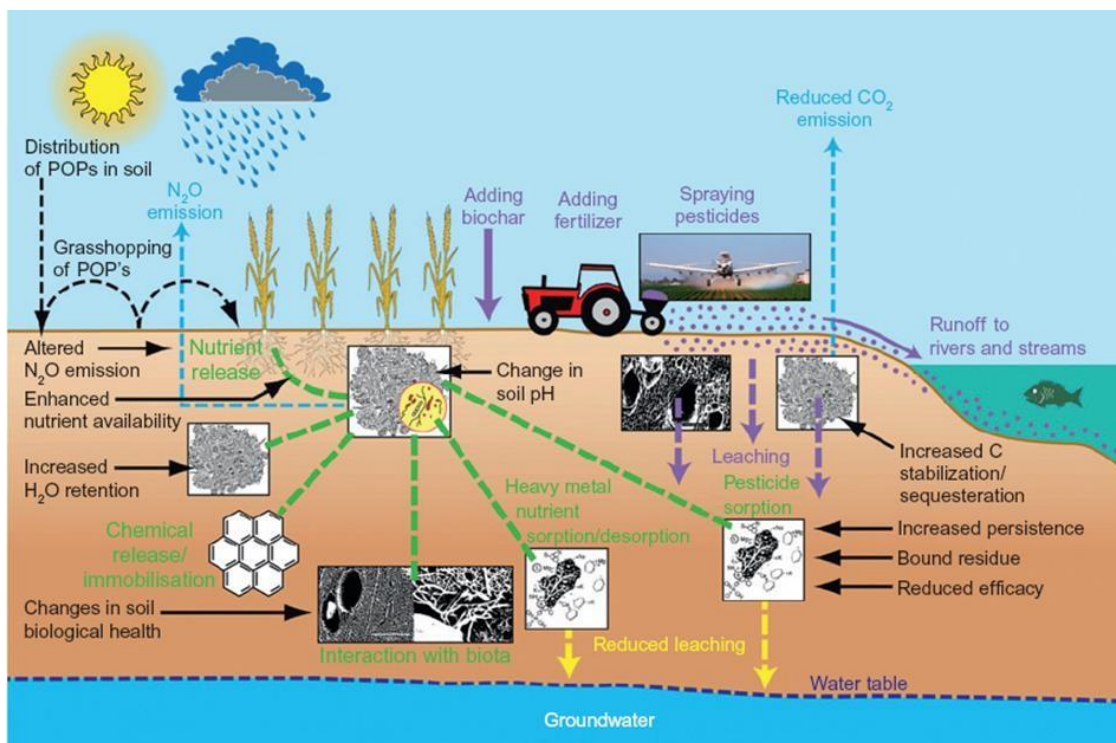
A bioszenek nagy mennyiségű nitrogént is tartalmaznak, de általában ennek jelentős része nem hozzáférhető formában van. A nagy C:N arány következtében a bioszenek önálló alkalmazása esetén N hiány léphet fel (Lehmann and Joseph 2009). Ha a növények vetése előtt nagy C/N aránnyal rendelkező bioszenet forgatunk a talajba, akkor ezzel egyidejűleg nitrogénműtrágyát is érdemes adagolni az immobilizált nitrogén pótlására. Hatása van még a talaj kationcsere kapacitására, ez a bioszén nagyobb fajlagos felületével, nagyobb negatív felületi töltésével és töltéssűrűségével magyarázható. Az

adszorpciós képesség növekedésével csökken a kimosódás lehetősége és nő a talaj puffer kapacitása, tápanyag megkötő- és szolgáltató képessége.

A bioszenek oldható sótartalma az ún. hamu frakcióban található. Ha ez a sótartalom nagy, akkor másodlagos szikesedés alakulhat ki, és ezáltal egy magasabb pH érték, ami fitotoxikus is lehet (Smider and Singh 2014). Számos fizikai paraméterre is hatással van a bioszén, ilyenek a textúra, a talajszerkezet, a póruseloszlás, térfogattömeg. Nem mindegy, hogy milyen szemcseméretű a bioszén. A kis szemcseméret nagyobb dózisban történő alkalmazásával a talaj pórusrendszerének részleges vagy teljes eltömődése a vízvezető képesség csökkenéséhez vezet (Verheijen et al. 2010). Így pont az általunk kívánt hatás ellentétét váltjuk ki.

Elmondhatjuk, hogy a bioszénrel kezelt talajok nagyobb, kedvezőbb eloszlású és jelentős mikroporozitással jellemezhető pórustere kedvezően hat a talaj fajlagos felületére is. Egy kísérlet során egy homokos szövetű talajon 4,8-szoros fajlagos felületnövekedést tapasztaltak a kontrollhoz képest. A nagyfokú porozitás további életteret, védelmet biztosít a talajlakó állatok számára a természetes ragadozóktól (giliszták-rigók), mindemellett elősegíti a kedvező talaj-növény-mikróba szimbiózis kapcsolat kialakulását is (Quilliam et al. 2013).

Az üvegházhatású gázok körforgalmára is pozitív hatást gyakorolhat a bioszén. Egyes vizsgálatok alapján potenciálisan 2-5-ször nagyobb üvegházhatású gáz kibocsátás csökkenést eredményezett, mint a szerves anyagok fosszilis tüzelőanyagként történő felhasználása (Gaunt & Lehmann 2008). Az N_2O emissziója fontos kérdés, mivel az N_2O hatása a globális felmelegedésre a CO_2 hatásának 296-szorosa. A bioszénrel kezelt talajoknál az N_2O emisszió csökkenése figyelhető meg. Ezt az alkalmazott bioszén ammónium adszorpciójával, a szerves N készlet csökkenésével, és ezáltal a N_2O képződési folyamatok visszaszorulásával magyarázzák.



17. ábra Talajfolyamatok, amikre a bioszén hatással lehet. POP=persistentorganicpollutants (pl.: dioxinok)(Kookana et al. 2011)

II. NÖVÉNYEKRE ÉS TALAJLAKÓ ÁLLATOKRA, MIKROORGANIZMUSOKRA GYAKOROLT HATÁS

Az ökotoxikológiai tesztek eredményéből következtethetünk vegyi anyagoknak az emberre és az ökoszisztémára gyakorolt hatásaira, úgy, hogy az emberi anyagcserével hasonlóságot mutató, jól bevált tesztorganizmusokkal kivitelezett tesztek eredményét megkapva, extrapolációt végzünk (Farkas 2015).

A mikrobiális, növényi és állati tesztorganizmusokat alkalmazó ökotoxikológiai eljárások alkalmazása a kezelések hatásának monitorozására egyrészt a környezeti kockázat felmérése szempontjából is, továbbá olyan talajfunkciók ellátásának, mint élőhely, minta primer biomassza termelés szempontjából is alapvető fontosságú. Korábbi kísérletek azt mutatták, hogy a bioszénrel kezelt talajok nem voltak toxikus hatással a modellszervezetekre (*Sinapis alba*, *Triticumaestivum*, Collembola), (Bacsárdi and Máté 2015). Azáltal hogy a modellszervezetekre nem volt toxikus hatással következtethetünk arra, hogy az ökoszisztémára sincs mérgező hatása.

A mikroorganizmusok intenzívebb szaporodása a bioszénrel kezelt területeken az irodalmi adatok alapján jól megalapozottnak tekinthető. Jobb levegőzöttség és intenzívebb aerob mikrobiális aktivitás tapasztalható a talaj alacsonyabb térfogattömegének következtében (Füleky et al. 2015a). A fokozott mikrobiális aktivitás a szerves vegyületek gyorsított lebontásához vezet. A bioszén belseje egyrészt tényleges védelmet nyújt mikroorganizmusoknak, amely kiszáradásravaló érzékenységük miatt fontos, másrészt oxigéndúsabb környezetet, és a talajból adszorbeált szerves és szervetlen anyagokat is jelent a ; gombáknak és baktériumoknak egyaránt. (Kocsis and Bíró 2015)

III. ESETTANULMÁNYOK

Az eddigi kutatási eredmények többsége igazolta a bioszén kedvező hatását a talajok termőképességének a javulására (Lehmann et al. 2003.; Blackwell et al. 2009). A szerzők az eddigi, különösen a rövid-távú vizsgálatok 90%-ában jelezték a bioszén termélnövekedést indukáló hatását. Egy 2006-os kutatás szerint a termés 20–220%-al nőtt a bioszén mennyiségével arányosan (Lehmann & Rondon 2006). Egy másik cikkben azt taglalják, hogy ez a megállapítás csak az intenzív szántóföldi kultúrára vonatkozik és nincs adat más, pl. biotermesztésű területekre (Blackwell et al. 2009).

2003 és 2006 között a kukorica állomány szója felülvetéssel történő termélnövekedését és tápanyag utánpótlását vizsgálták (Major et al. 2010). A növényi bioszén 8 és 20 t·ha⁻¹ (~0,67 %) mennyiségben alkalmazták. A termés az első évben nem, de az utána következő években a 20 t·ha⁻¹ bioszénrel kezelt parcellákban 28, 30 és 140%-os növekedést mutatott, évente. A hatás a jobb tápanyagfelvételnek és a talajok 77–320%-al nagyobb Ca- és Mg-tartalmának tulajdonítható a bioszénrel javított parcellákban. A dózishatásra és a jelenlegi ismereteink hiányosságaira utaló jel ugyanakkor a vizsgálat 3-4. évében megnyilvánuló mérsékeltebb termélnövekedés, ami a tartamhatás jellegű vizsgálatok fontosságára és a folyamatos talaj-monitoring szükségességére hívja fel a figyelmet.

Egy tanulmányban a bioszén szudáni fű fejlődésére, növekedésére való hatását vizsgálták. Az 1%-nál nagyobb koncentrációban bekevert bioszén visszavetette a terméshozamot és a gyökérnövekedés mértékét. Ennek oka valószínűleg nagy vízmegkötő képessége lehet. A bioszén növekvő adagjai a talajból kimutatható nitrát mennyiségét is csökkentették. A faalapanyagú szenek növelték a talaj

kálium, kalcium és magnézium tartalmát, amely tápanyag utánpótlás szempontjából hasznos lehet. Viszont itt meg kell jegyezni, hogy a nátrium tartalom és a vezetőképesség növekedése káros sótartalom felhalmozódáshoz vezethet hosszú távon. Irodalmi adatok is alátámasztják, hogy a friss bioszenek tápanyagtartalmát a növények nem képesek teljes mértékben hasznosítani, azonban hosszú távon jelenthetnek tartalékot, hozzáférhető tápanyagokat a növényi szervezetek számára (Füleky et al. 2015b).

A bioszén növénytermesztési technológiákba történő integrálásának eredményei így leginkább rövidtávon, de termésvégtől adnak számot. A növénytermesztés szempontjából hasznos mikroszimbionta nitrogénkötő baktériumok valamint a foszformobilizáló mikorrhiza gombák mennyisége és aktivitása ugyanakkor erősen dózis és termékvágtól. A növény-mikroba szimbiózis hatékonysága a leginkább szükséges és kritikus környezeti stressz-körülmények között rosszabbodhat. Aggódásra ad okot a helytelenül használt nagy bioszén dózisok tápanyag- és/vagy vízlekötő tulajdonsága és nem utolsó sorban a talajeredetű patogén mikroorganizmusok fokozott felszaporodási lehetősége is. Ugyanis a mikrobiális közösség mennyiségi alakulásánál nem csak a növény növekedése szempontjából kedvező, hanem a talajeredetű, az élelmiszerek minősége és az élelmiszerbiztonság szempontjából potenciális patogénnek tekinthető kórokozók is felszaporodhatnak. (Kocsis and Bíró 2015).

Érdekességképpen elmondható, hogy egy tanulmányban (Kookana et al. 2011) írtak búza maradvány alapú bioszénről, amiket különböző hőmérsékleten pirolizáltak. Legnagyobb fajlagos felülettel (specific surface area=SSA) a lassú pirolizissal készült bioszén rendelkezett. Az ilyen fajta bioszén nagyságrendekkel több peszticidet képes megkötni, mint maga a talaj, épp ezért a különböző permetezőszerek szokásos dózisaik nem elegendőek a növény védelméhez.

IV. ABIOSZÉN POTENCIÁLIS TOXIKUS HATÁSAI-KÖRNYEZETI KOCKÁZATOK

A bioszén által megnövekedett peszticid kötése a talajnak előnyös is lehet a termés peszticidreziduumainak csökkentésében is, de ronthatja a herbicidek hatékonyságát is, mely által növekvő mennyiségben kell ezeket használni.

Nagyobb mennyiségű bioszén hozzáadása a talajhoz növeli a szennyezőanyag és szén megkötést, de drágítja is a technológiát és csökkentheti a talaj termőképességét, mivel a növényi tápanyagokat is megkötheti. Éppen ezért lehet toxikus a talajban élő állatokra is, tápanyaguk számukra rossz ízűvé válhat, a bioszénben keletkezett PAH vegyületek és szennyezőanyagok, amik a bioszén alapanyagából származnak, szintén toxikus hatásúak lehetnek.

Gyakran feltételezik, hogy a bioszenekben PAH vegyületek, dioxinok és poliklórozott szénhidrogének találhatóak. Azt találták, hogy minden faalapú bioszén mérhető mennyiségben tartalmazott PAH-t, és a koncentrációk nagyban változtak az elszénesezési hőmérséklettel és az alapanyaggal (Kookana et al. 2011). Viszont több eredmény is azt mutatja, hogy a nehézfémek és PAH vegyületek bioszenekben kimutatható koncentrációi alatta van a szennyvíziszap és a komposzt esetében elfogadottnak. Tehát a bioszén által tartalmazott mennyisége a fémeknek és PAH vegyületeknek minimális hatással van a környezetre (Freddo, Cai, and Reid 2012).

A különböző elemek különböző hőmérsékleten párolognak el, részben ez határozza meg a bioszén C/N/P arányát. A legtöbb bioszén 450-550 fokon készül, ezért N-ben és S-ben szegények. Viszont N-ben gazdag nyersanyagból, az alsó hőmérséklet határon készülő bioszén N-tartalma 50%-kal magasabb lehet és S-ben is gazdagabb. A magasabb hőmérsékleten (800 °C) keletkezett bioszeneknek általában magasabb a pH-ja, vezetőképessége és a hozzáférhető nitrát tartalma, míg az alacsony T-n (350 °C fok) készültek gazdagabbak hozzáférhető foszforban, ammóniában és fenolokban.

A bioszén hatása a talajra és a növényekre nagyban függ attól, hogy miből készült és milyen körülmények között. Ezért a bioszénrel végzett kísérletek eredményei nagymértékben szórnak és ellentmondásosak, azok toxicitását illetően. Bizonyos alapú vizsgált bioszenek (pl. *E. saligna*=eukaliptusz; baromfi maradványok) sok Zn-et tartalmaznak, ami által növényekre és mikroorganizmusokra nézve toxikus mennyiségű Zn kerülhet a talajba. A baromfi bioszénnek magas a réz tartalma is, ami szintén toxikus lehet az élőlényekre.

A bioszén hatását a talajra a talaj típusa is nagyban befolyásolja, mivel ez határozza meg, mennyire képes immobilizálnia szennyezőanyagokat (Kookana et al. 2011).

V. A SUPERSOIL BIOSZÉN MINŐSÍTÉSE

A vizsgált bioszént a Sonnenerde cég protokollja alapján, lassú pirolízissel állítják elő, a gabonahéj és a papírgyári szennyvíziszap 20 percet tölt 500 °C-on a reaktorban. Az így előállított bioszén 0,5-2 mm szemcseméretűre őrölték. Mivel a növényi biomasszából, valamint trágyából készült bioszenek N, P, K és S tartalma nagyobb, mint a fa-alapú bioszeneké (Bacsárdi and Máté 2015), ez jó kiindulási alap lehet alacsony tápanyagtartalmú talaj javítására.

Egy korábbi kísérlet (Bacsárdi and Máté 2015) szerint a gabonamaghéjból és papírgyártási szennyvíziszapból készült bioszén az egyik legjobban felhasználható bioszén, homoktalajok javítására. Az 1% bioszén 5 l/ha mennyiségben alkalmazott talajoltóanyaggal (3) használva, növelte a homoktalaj pH-ját, a vezetőképességét, az izzítási veszteséget (tehát nőtt a szerves anyag tartalom) és a biológiai aktivitás. Ökotoxikológiai kísérletek során megállapították, hogy nincs toxikus hatással a kiválasztott modell organizmusokra.

V. 1. TALAJOLTÓANYAG HATÁSAI

Kísérleteket végeztek a főbb gabonaféléken, melynek eredménye, hogy a talajbaktériumokkal történő kezelés kevesebb nitrogén és foszfor műtrágya felhasználás mellett átlagosan 5-30% termésnövekményt eredményezhet (Kutasi 2015).

A talajoltó anyagok talajbaktériumok közössége, melyek segítik a növényeket. A legfontosabbak a biológiai nitrogénkötésre képes mikrobák, így a pillangósokat tápláló *Rhizobium*, az egyszikű növényeket (búza, kukorica, árpa, stb.) tápláló *Azospirillum* és a szabadon élő *Azotobacter* fajok. Ezek a műtrágyák felhasználásának a csökkentésével, esetleg teljes mellőzésével fejthetnek ki igen hasznos tevékenységet. A nitrogénkötő mikroorganizmusok védő nyálkaanyagot is kiválasztanak a sejtjeik felületén, amelyekkel hozzájárulnak a talajszerkezet javításához és így közvetve a jobb növényi szárazságtűréshez is (Bio-Nat Kft. 2016).

Napraforgó növények szármagasságának vizsgálatánál arra jutottak bioszénnel kezelt területen, hogy habár statisztikailag nem éri el az igazolható növekedési értéket (a kontrollhoz képest nem volt szignifikáns), egy növekvő tendencia tapasztalható a talajoltóanyag használatával, azaz a koncentrációval arányosan a növények magassága nőtt, még ha statisztikai módszerekkel nem is volt szignifikáns. Ezen kívül harmonikusan táplált növényállomány egészségesebb, és erőteljesebb, ami onnan látható, hogy a kezelt parcellákon lévő növények sokkal zöldebbek voltak, ráadásul a termésátlagok is növekedtek (Futó 2010).

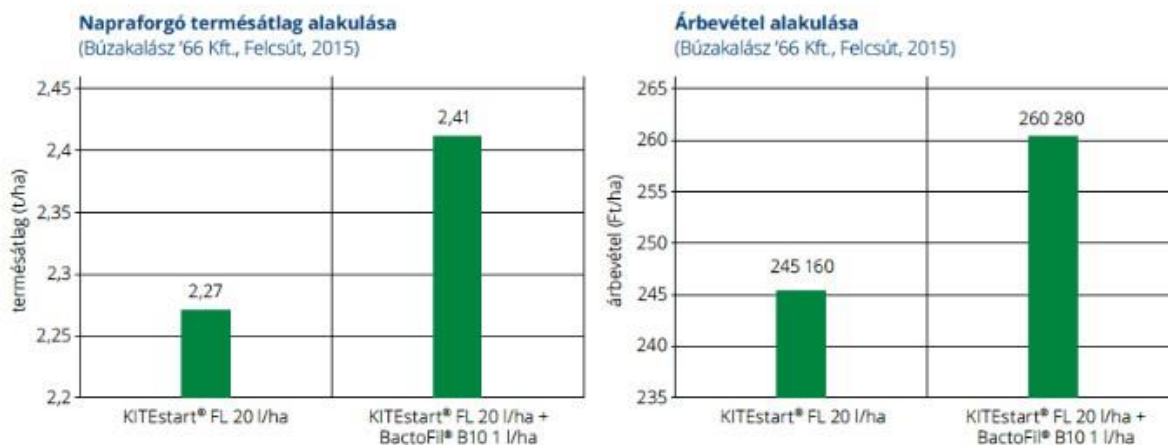
Továbbá nagyon fontos megemlíteni, hogy a növények fertőzöttsége mind gazdasági mind egészségügyi szempontból nagyon kritikus pont lehet. Egy 2006-os kísérletben a napraforgó fertőzöttségi paraméterei közül a levélzetet megbetegítő *Diaporthehelianthi* fertőzöttségét vizsgálták. A talajoltó kezelést kapott parcellák minden ismétlésben alacsonyabb fertőzöttségűek voltak, mint a kezeletlen, kontroll körülmények közt lévő növények. Azaz a talajoltóanyag javítja a növény általános kondícióját és ellenálló-képességét (Futó 2010).

A Búzakalász '66 Kft. 2015-ben végzett kísérletében a BactoFil® A10, illetve a B10 talajbaktérium készítményeket a KITEstart FL folyékony starterműtrágyával együtt alkalmazta 138 ha területen, míg 122 ha esetében a talajoltást kihagyták. A KITEstart FL + BactoFil® kombinációval 2,41 t/ha, míg a második esetben 2,27 t/ha lett a termésátlag. Habár felhívja a figyelmet, hogy az egy éves kísérlet még nem tekinthető meggyőző erejűnek, biztatónak tűnik a talajoltóanyag használata. A BactoFil® tehát bőven megtérült (Agro.bio 2016).

A 18. ábrán látható, hogy a BactoFil® B10 7300 Ft-os hektárköltiségevel számolva 100%-os megtérülést értek el.

KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK – NAPRAFORGÓ

Felcsút, Búzakalász '66 Kft., 2015



18. ábra: Talajoltó anyag+műtrágya illetve csupán műtrágya alkalmazásának összehasonlítása (Agro.bio 2016)

A talajoltó anyagok a talaj természetes tápanyagkészletének mobilizálása, valamint a baktériumok légköri nitrogénkötése révén a növény számára folyamatos tápanyag ellátást biztosítanak (Futó 2010). Ezzel akár a műtrágya mennyiségét még tovább csökkenthetjük. Dr. Tóth Szilárd megemlíti, hogy ezeken kívül az aszály esetén is folyamatos tápanyag-szolgáltatóként működik a talajoltó anyag.

A talajoltóanyagok kockázatot is jelenthetnek, mivel a különböző mikrobák kiszoríthatják az eredetileg a kezelt talajban élő mikrobákat, felborulhat a mikroflóra egyensúly, tehát érdemes alapos előzetes vizsgálatnak alávetni a kezelendő talajt. Az sem mindegy, hogy milyen talajon használjuk őket; más oltóanyagot igényelhet egy savanyú vagy egy lúgos, homokos vagy csernozjom típusú talaj. A mikrobiológiai aktivitásuk a talaj pH értékét jelentősen befolyásolhatja, számunkra nem kedvező tartományban. Fontos megjegyezni azt is, hogy a talajoltóanyaggal táplálékforrást is juttatunk a talajba, így abban az esetben, ha magas a patogének száma, ez az ő szaporodásának is kedvezhet; ez pedig újból az előzetes felmérés fontosságát támasztja alá.

VI. ÖSSZEFOGLALÁS – BIOSZÉN ÉS TALAJOLTÓANYAG EGYÜTTES ALKALMAZÁSA

A 3. táblázatban láthatóak a bioszén és talajoltóanyag együttes alkalmazásából származó hatások összegzett ábrázolása.

Az alkalmazott jelölések a következők: „-„: abban az esetben, ha a kezelés hatása negatív, „+“: abban az esetben, ha a kezelés pozitív és „0” abban az esetben, ha a kezelésnek semleges a hatása a talaj egyes paramétereire.

	Stabil szerves szén	Nitrogén	Adszorpció	Víztartó képesség
Alkalmazott bioszén	+	-	+	+
Alkalmazott talajoltó	0	+	+	+
Bioszén + Talajoltó	+	+	+	+

	Vízvezető képesség	Talaj fajlagos felülete	N ₂ O	pH	Terméshozam
Alkalmazott bioszén	+/-	+	-	+	+
Alkalmazott talajoltó	0	0	-	-	+
Bioszén + Talajoltó	+/-	+	-	0	+

3. táblázat: Az alkalmazott bioszén és talajoltóanyag hatásai

A feljavítandó homoktalaj savanyú, humuszban- és tápanyagokban szegény. Mivel az alkalmazott bioszén 500°C-on készül, a fenti adatok alapján N-ben szegény, de műtrágyával alkalmazva ez a hiány ellensúlyozható. Továbbá a talajoltóanyagok alkalmazásával megköthető a légköri nitrogén, így még tovább csökkenthető a felhasznált műtrágya mennyisége. A bioszén porózus felszínén megkötődhetnek a mikrobák, melyek a talajoltóanyaggal a talajba kerülnek, ezáltal életteret biztosít nekik. A bioszén könnyen hozzáférhető lignin tartalma pedig viszonylag könnyen hozzáférhető táplálékforrást biztosít számukra, ezzel segítve a gyors elszaporodásukat, így közvetve az általános talajaktivitás növekedésében is szerepet játszik.

Mivel nagy felületű bioszénről van szó, feltételezhetően jelentős mennyiségű peszticid kötődik meg a felületén (Molnár et al. 2016). Bár mivel talajoltóanyagot is alkalmaznak, ami szintén kötődik a szén felületéhez, ez talán leköti a peszticidek kötőhelyét és így talán nem lesz szükség annyival nagyobb arányban alkalmazott permetező szerre. Ennek felderítésére és a bioszén környezetre való ártalmatlanságának bizonyítására azonban hosszú távú vizsgálatokat kell végezni.

Az általunk forgalmazott papírgyártási szennyvíziszap és gabonahéj eredetű bioszén savanyú homoktalajra kifejlesztett talajoltóanyaggal kombinálva tehát nemcsak a talaj fizikai-kémiai jellemzőit javítja fel (talajszerkezet, vízháztartású), de a biológiai aktivitást is jelentősen megnöveli, így létrehozva egy aktív mikroflórát, mely a makro- és mezofauna számára is kedvező életteret biztosít.

Mindazonáltal a rövid távú vizsgálatok alapján prediktálható, hogy ebben az arányban és a fent említett adalékanyagokkal alkalmazott bioszén sikerrel alkalmazható főként savanyú kémhatással rendelkező, rossz minőségű talajok kezelésére.

KÖLTSÉGGKALKULÁCIÓ

Készítette: Magyar Nóra, Szabó Borbála

A kalkuláció során azt a célt tűztük ki, hogy a befektetéseink öt év alatt megtérüljenek. A számítások alapjául a cég fő termékét, a hektáronként 15 tonna bioszén és folyékony oltóanyag kombinációját vettük figyelembe, de a technológia hatékonyságának jellemzését tartalmazó fejezetben ismertetett egyéb kezelések alapanyagait is értékesítheti a cég.

I. ALAPANYAG

Alapanyagok: papírgyári szennyvíziszap + gabona magháj.

- Papírgyártási szennyvíziszap: 0 Ft, hulladék
- Gabona magháj: 43 000 Ft/hó

II. SZÁLLÍTÁS

II.1. PAPIRGYÁRTÁSI SZENNYVÍZISZAP SZÁLLÍTÁSA MISKOLCRÓL NYÍREGYHÁZÁRA

A papírgyári szennyvíz iszapot Miskolcra, a DipaZrt.-től kell elszállítani a pirolizálóba (Nyíregyháza).

A szállításhoz két opciót vizsgáltunk meg:

1. Vasút: 12 km kamion, 88 km vasút, 6 km kamion

- 150 Ft/km a vasúti szállítás díja. Egy vagonra kb. 40 t alapanyag fér, amit egy hónapban 3x kellene szállítani. A szállítás díja havonta (havi 3 út szükséges): $3 * ((88 \text{ km} * 150 \text{ Ft/km}) + (24 \text{ t teherbírású kamionból viszont 2 db kell!}))$
 $2 * 3 * (35 \text{ l/100 km} * 0,18 \text{ (km/100 km)} * 330 \text{ l} * 2)$ (oda-vissza út miatt a 2-szeres szorzó) = 64.548 Ft/hó.
- Plusz a kamionbérlet költsége + sofőr költsége: 20.000 Ft/alkalom/kamion + $2 * 4 * 2000$ Ft/alkalom (2 alkalom/hó) = $2 * 20.000 + 8 * 2000 = 56.000$ Ft.

Összesen: 120.548 Ft/hó

2. Kamion: 96 km (Ha ezt választjuk, akkor hetente kell szállítani)

- Benzin ára: 330 Ft/l. 35 l/100 km-t fogyaszt egy nagyobb kamion, ami 24 t tud egyszerre elszállítani. 100 km-enkénti átlag fogyasztással számolva:
 $4 * 2 * (35 \text{ l/100 km} * 0,96 \text{ (km/100km)} * 330 \text{ Ft/l}) = 88.704$ Ft.
- Szállítás díja, sofőr órabér összesen: 4 alkalomra: 20.000 Ft/alkalom + órabér = $4 * (20.000 \text{ Ft} + 4 * 2 * 2000) = 144.000$ Ft

Összesen: 232.704 Ft/hó

Következésképpen a vasút olcsóbb. Ám a pakolómunkások munkabére is fontos, ami az I. esetben alkalmanként 4 pakolást jelent, a II. esetben 2 pakolást /szállítási alkalom.

24, ill. 40 t alapanyag lepakolásához hozzávetőleg 4 ember szükséges.

4 fővel számolva:

1. esetben: $3 \text{ út/hó} * 4 \text{ munkás} * 4 \text{ pakolás/út} * 10.000 \text{ Ft} = 480.000 \text{ Ft}$

2. esetben: $4 \text{ út/hó} * 4 \text{ munkás} * 2 \text{ pakolás/út} * 10.000 \text{ Ft} = 320.000 \text{ Ft}$

Összeségében tehát a kamionos szállítás (II. eset) költséghatékonyabb.

Összes szállítási költség a papírgyártási szennyvíziszapra, havonta: 552.704 Ft/hó.

II.2. GABONA-MAGHÉLY SZÁLLÍTÁSA A TISZAPALKONYAI MALOMBÓL (GOODMILLS) NYÍREGYHÁZÁRA.

1.: Kamionnal: 57 km.

2.: Vonattal: 33 km Miskolcig, 88 km Nyíregyházáig = 121 km

Látható, hogy a kamionnal való szállítást érdemes választani a vonat helyett, mivel az utóbbi útvonalában jelentős kitérő található.

- Benzin ára 57 km-re, oda-vissza, 35: $2 * 35 * 0,57 * 330 = 15.000 \text{ Ft}$
- Szállítási díj, sofőr órabér: $20.000 + 2 * 2 * 2000 = 28.000 \text{ Ft}$

Heti 1x (havi 4) szállítás esedékes. Havonta: 172.000 Ft

III. PIROLÍZIS, KÉSZ-TERMÉK GYÁRTÁSA (CSOMAGOLÁS)

- A pirolízis Nyíregyházán történik, Pyreg típusú pirolizálóban, 500 °C-on, 20 percig.
- Pyreg folyamatos üzemű bioreaktor: 1,3 t szenet termel/nap 24 órás üzem mellett. A bioreaktor egyszeri befektetés: 93 M Ft (300.000 EUR)
- Folyamatos pirolizáló, az alapanyag 0 Ft, üzemeltetési költséget fedezi a keletkező hőenergia. Havi 1x felfűtés költsége: 30 kg LPG szükséges hozzá. 1 l LPG átlagár = 250 Ft/l ->7500 Ft/hó.
- Az üzemeltetéshez szükséges munkaerő: Folyamatmérnök + 2 munkás. Bérük egy hónapra. $140.000 \text{ Ft} * 2 + 220.000 \text{ Ft} = 500.000 \text{ Ft/hó}$

IV. TÁROLÁS:

IV. 1. ALAPANYAG TÁROLÁSA:

A papírgyártási szennyvíziszapot és a gabonamaghéjat keverve tároljuk.

- 10x10 méteres betonperemmel ellátott betonozott és fedett területen
- Szállítása a pirolizálóig: szállítószalagon vagy speciális 40 m³-es konténerben: kb. 800.000 Ft

IV. 2. BIOSZÉN TÁROLÁSA:

- 10 m³ konténerben
- Ára egy hónapra: 280.000 Ft

V. TALAJOLTÓANYAG FERMENTÁCIÓJÁNAK KÖLTSÉGEI:

- Folytonos üzemű fermentor: 10 l-es (20.000 USD = 5.5 MFt) + tápoldat adagoló tároló edény. Szivattyú megfelelő elrendezés esetén nem kell.
- Havi 3000 g nutrient általános tápanyag: 217.800 Ft
- Desztillált víz 60 Ft/l -> 120 l/hó esetén: 7.500 Ft
- Ipari hűtő (oltóanyag tárolás) 450 l-es br300.000Ft
- Munkaerő bére: 1 folyamatmérnök + 2 munkás: 500.000 Ft/hó
- Közüzemi számlák: 1,0 M Ft

A mikrobatorzs rendelkezésünkre áll, így annak árával nem kalkuláltunk.

VI. CSOMAGOLÁS KÖLTSÉGEI:

- Munkaerő bérkölsége 2 munkással számolva egy hónapra: 2*140.000 ft = 280.000 Ft/hó
- 280 l-es zsák ára: 89 Ft/zsák. 10 zsák/nap => 900 Ft*7 = 7000 Ft/hét ->28.000Ft/ hó
- Flakon 5 l-es: 1000 Ft/kanna. Vegyünk kezdetben 1000 db kannát, de ezek újra hasznosíthatók. = 10 M Ft

VII. KÖLTSÉGEK ÖSSZESÍTÉSE:

Alapanyagok:

Papírgyártási szennyvíziszap: Alapanyagár: 0 Ft/hó Szállítása: 552.704 Ft/hó.

Gabona maghéj: Alapanyagár: 43000Ft/hó Szállítása: 172.000 Ft/hó

- Pirolízis, kész-termék gyártás:
93 MFt (pirolizáló, egyszeri beruházás) + 280 000 Ft/hó (bioszén tárolás) + 800 000 Ft/hó (alapanyag tárolás)= 94 080 000 Ft
- Állandó költségek: 7 500 Ft/hó (közüzemi díjak) + 500 000 Ft/hó(munkabér) = 507 500 Ft/hó
- Fermentáció:

Egyszeri beruházások: 5,5MFt (fermentor) + 300 000 Ft (ipari hűtő) = 5 800 000 Ft
Havi költségek: 217 000 Ft/hó (tápanyag) + 7 500 Ft/hó (desztillált víz) + 500 000 Ft/hó (munkaerő) + 1 MFt (közüzemi számlák) = 1 724 500 Ft/hó

- Csomagolás:

Egyszeri költségek: 10 MFt (kannák ára)

Havi költségek: 280 000 Ft/hó (munkaerő) + 28 000 Ft (zsákok ára) = 308 000 Ft/hó

Összes egyszeri költség: 109 880 000 Ft

Összes állandó költség: 3 134 704 Ft/hó

Öt évre az összes költség: 109 880 000Ft + 5*12* 3 134 704 = 297 962 240 Ft

VIII. BEVÉTELEK SZÁMÍTÁSA:

VIII.1. OLTÓANYAGBÓL SZÁRMAZÓ BEVÉTEL:

Az öt év alatt legyártott oltóanyag mennyiség: 120 L/hó*12*5= 7200 L..

Az oltóanyagot 5 L-es kiszerelésben, havonta 1 440 db gyártásával számolva, 9 500 Ft-os egységáron értékesítve a bevétel egy hónapra: 13 680 000 Ft

VIII. 2. BIOSZÉN ÁRKALKULÁCIÓ

Az öt év alatt előállított bioszén mennyiség: 5* 437 t/év = 2 185 t.

Ez a bioszén a javasolt adagolása hektáronként 15 t. A termelt 2 185t termék 146 ha termőföldre elegendő, melynek árának kiszámítása a következő pontban látható.

A beruházást öt évre tervezzük, így ebben az időszakban a bevételek, és kiadásokat egyenlőnek, 0 profittal számolunk.

Profit= ár bevétel - beruházási költség

0= (13 680 000Ft + bioszénből bevétel) – 297 962 240Ft

A tervezet szerint a null-profitához szükséges hiányzó bevételt egyenlő bioszén bevételéből származó összeggel, ami: 284 282 240Ft.

Ezt az összeget kell szétosztani a 146 ha-ra, mely : 284 282 240/146 = 1 947 140 Ft/ha.

IX. FELHASZNÁLÓ RÁFORDÍTÁSA

IX. 1. TALAJ-JAVÍTÓ ANYAGOK ALAP KÖLTSÉGEI:

A bioszén alapvetően 4 éven [1] keresztül fejt ki a természetlag növekedésében a talajra gyakorolt pozitív hatásait. Az oltóanyagot célszerű évente alkalmazni. A szükséges bioszén (15 t/ha/4év), illetve oltóanyag (5 L/ha/év) együttesen érkezik. $1\,947\,140/4$ (bioszén/év) + 9 500 Ft (oltóanyag) = 496 285 Ft/év

a, Bioszén alkalmazásával a javasolt műtrágya mennyisége (ezt javasoljuk):

pétisó 27%: 10 550 Ft/ 100 kg → 60,75 kg N/ha → 6410 Ft/ha

szuperfoszfát 18%: 4 648 Ft/ 50 kg → 21,60 kg P/ha → 2008 Ft/ha

kálisó 60%: 7 403 Ft/ 50 kg → 45,00 kg K/ha → 6663 Ft/ha

Összesen: 15 080 Ft/ha/év

b, Erre az arányra legjobban illeszkedő összetétel: Genезis NPK 16:9:14 műtrágya.

Ebből hektáronként N-alapján számolva: 100 kg-os Big Bag-nek 16%-a => 16 kg. A kívánt 60,75 kg N /ha kb. 350 kg műtrágya tartalmazza 122 300 Ft / 100 kg esetében költsége: 428 050 Ft/ha. Ez az összeg jelentősen több, mint az egyszerű trágyák keveréke. Ezért az előző megoldás a javasolt.

A keverék összekeveréséhez, földre szóró berendezésbe juttatáshoz szükséges 3 munkás, a beszántáshoz még egy dolgozó. Hektáronként 2 órával számolva, 1000 Ft-os óra bérrel kalkulálva: $2*4*1000 = 8\,000$ Ft/ha.

A Nyíregyházi üzemtől a Nyírlúguson levő telephez való szállítás: 47 km ~ 1 óra.

A szállítást célszerű ilyen rövid távolságot kamionnal megoldani. Ebben az esetben a szállítás díja a korábbi paraméterekkel számolva: $35*0,47*330$ (benzin ár) + 14 000 (munkadíj)= 19 500 Ft.

Összesen: 496 285 Ft/ha (bioszén) + 15 080 Ft/ha (műtrágya) + 8 000 Ft/ha (munkadíj) + 19 500 Ft (szállítási költség) = 538 865 Ft/ha egy évre.

IX. 2. A KAPCSOLÓDÓ EGYSZERI KÖLTSÉGEK:

- Az oltóanyag, műtrágya és bioszén összekeveréséhez szükséges egy 300 l-es acél tartály: 64 000 Ft.
- A keverék szántóföldre juttatásához szükséges egy 400 l-es tölcéses műtrágyaszóró berendezés: 47 000 Ft, valamint egy eke, melynek költsége: 445 000 Ft (AkpilSeria 350 Lengyel Eke 2-3-4-5 fejes).
Összesen: 64 000 + 47 000 + 445 000 = 556 000 Ft.

X. A TECHNOLÓGIA POZITÍV ANYAGI HOZADÉKAI – EGY CIKLUSRA

Termésátlag növekedés nagyjából a négy éves ciklus során változik (128%, 130%,140% - a 100%-os kezelés nélküli állapothoz képest). Átlagosan 130%-os terméssel számolhatunk. ^[1] Gabonák esetében (kukorica) 5 t/ha terméssel számolva a várható termés: 6,5 t/ha. Ez átlagos évben 50 000 Ft/t árral számolva: 75000 Ft plusz bevételt jelent.

Bioszén használatával a szükséges műtrágya mennyisége felére van szükség. Így alternatív költségeként felmerül a bioszénelhasználattal fel nem használt műtrágya anyagi vonzata, mely évenként egyszer jelentkezik. trágya mennyisége a bioszénel használt kétszeres, mely ~233 000 Ft költséget jelent hektáronként. A fel-nem használt műtrágya alternatív költsége: 15 080 Ft/ha.

Termőföld értékének emelkedése aranykoronában (Ak) kifejezhető érték:

Nyírségi talajok átlagos 7-8 Ak értékéről 12-14 Ak-ra emelkedésének eredményeként a hektáronkénti ár 1,5-2-szeresre növekszik (átlagosan: 1,7).

Ez 300 000 Ft/ha értékkel számolva: 750 000- 800 000 Ft hektáronkénti jövedelmet jelent. 1,7 Ak-

emelkedéssel esetén: 542 500 Ft/ha.

Összesen: $(4 * 75\,000) + 15\,080 + 542\,500 = \underline{857\,580 \text{ Ft/ha.}}$

Négy éves ciklusra számolva:

A technológiához kapcsolódó fix költségek: 556 000 Ft

A technológiához kapcsolódó változó költségek: $4 * 538\,865 \text{ Ft/év} = 2\,155\,460 \text{ Ft/ha}$

A technológia kapcsán várható bevételek: 857 580 Ft/ha

Összesen: $857\,580 - (556\,000 + 2\,155\,460) = -1\,298\,436 \text{ Ft.}$

A TECHNOLÓGIA HASZNÁLATÁVAL LÉTREHOZHATÓ TÁRSADALMI HASZNOK

Készítette: Kónya Ádám

A bioszén lassan feltáródó szénforrás a mikroorganizmusok számára, ezért a CO₂ légkörbe való visszajutása is lassú, így a klímaváltozás sebessége csökkenthető, ami közös érdekünk.

Alkalmazásával újabb területek vonhatók mezőgazdasági termelés alá, ami számos társadalmi haszonnal jár. Csökkenthető az éhínség, hisz több élelmiszert tudunk termelni, illetve a mezőgazdasági termények ára is csökkenhet ugyanebből az okból. Új munkahelyeket teremthet két különböző úton is: az újonnan művelés alá vont területek, az addiginál nagyobb munkaerőt igényelnek, illetve magának a pirolizáló üzemnek is meg van a maga munkaerő-szükséglete. Így a bioszén kelet-magyarországi előállítás és felhasználása hozzájárulhat az ottani munkanélküliség csökkentéséhez és az élelmiszerárak csökkenéséhez az egész ország területén.

Extrém esetben, ha egy terméketlen, kietlen terület közepén felhúznak egy ilyen üzemet, az akár egy új település köré-épülését is eredményezheti, ahol már számos új szakemberre és szolgáltatásra szükség van, közvetve tehát nekik is munkát adhat egy ilyen üzem.

Létezik olyan módszer is, amivel kvantitatívan mérhető egy beruházás társadalmi haszna: ez a társadalmi - gazdasági költség-haszon elemzés.

A társadalmi - gazdasági költség-haszon elemzés arra a kérdésre keresi a választ, hogy

- közgazdaságilag indokolható-e adott program költségvetési támogatása, mekkora a társadalom haszna az adott program (projekt) megvalósulásából?
- a társadalom egészére (társadalmi hasznosság, socialprofitability), vagy az adott térségben élőkre milyen hatással van a tervezett beavatkozás, illetve. az ahhoz kapcsolódó beruházás.

A társadalmi-gazdasági költség-haszon elemzés szemléletében eltér a pénzügyi költség-haszon elemzéstől, a számvitelileg kimutatható eredményeken túl a közösségi eredményeket is, mint hasznot figyelembe veszi.

Tekintettel arra, hogy a társadalmi haszon (H) általában nagyobb, mint a számvitelileg kimutatható árbevétel (Á), így azok a fejlesztések is indokolhatók, amelyeket a magántőke méretgazdaságossági megfontolások miatt nem finanszírozna. Az alábbi függvény mutatja, hogy a hasznok számbavételével a fedezeti pont előbb érhető el.

I: KÖLTSÉG-HASZON ELEMZÉS LOGIKAI FOLYAMATA:

Első lépés: az indikátorok és az időhorizont meghatározása

Második lépés: az indikátorok számszerűsítése (ex-ante jellegű vizsgálatoknál a prognosztizált, míg ex-post elemzés esetén a tényleges adatok segítségével)

Harmadik lépés

a.) A költségek számszerűsítése.

Az összes költség: $K = K1 + K2 + K3 + K4$

b.) A haszon számszerűsítése

A társadalmi-gazdasági költség-haszon elemzés a hasznot a számviteli gyakorlatnál tágabban értelmezi, a közvetlen (H1), a közvetett (H2) és a tovagyrűző (H3) haszonelemekkel számol.

Az összes haszon adott kapacitáskihasználás (Q) függvényében: $H(Q) = H1(Q) + H2(Q) + H3(Q)$

Közvetlen haszon: a projekt megvalósításánál jelentkezik (pl.: többlet árbevétel, üzemanyag költség megtakarítás, karbantartási költség megtakarítás, stb.).

Közvetett haszon:

- a költségvetésnél jelentkező bevételek (pl.: személyi jövedelemadó, munkaadói járulék, társadalombiztosítási járulék, általános forgalmi adó, társasági adó, vám, stb.)
- a munkahelyek megtartásából származó költségvetési megtakarítások
- az árnyékárral kifejezhető megtakarítások (pl.: közúti balesetek számának csökkenéséből származó megtakarítás, munkába járási idő csökkenéséből származó haszon, környezeti terhelés csökkenéséből származó haszon, stb.)

Tovagyrűző haszon: a fejlesztési beavatkozás eredményeként más vállalkozásoknál jelentkező bevétel.

Negyedik lépés

A költségek és hasznok jelenértékének meghatározása. (A pénzügyi költség-haszon elemzésnél ismertetett módon.)

Ötödik lépés

Az eredménymutatók meghatározása a költség jelenérték és haszon jelenérték alapján.

- hányados típusú költség-haszon mutató

$$KH = HJ / KJ$$

Amennyiben a $KH > 1$, a program társadalmilag hasznos

- egyenleg típusú költség-haszon mutató

$$KH = HJ - KJ$$

Amennyiben a $KH > 0$, a program társadalmilag hasznos

Hatodik lépés

A számításokkal kapcsolatos érzékenység és kockázatelemzés elvégzése.

II. PETELINA ÉS MUNKATÁRSAINAK MÓDSZERE: A TÁRSADALMI HASZON VIZSGÁLATÁNAK EGY MÁSIK LEHETSÉGES MÓDJA:

MCDA-t végeztek (multiplecriteriadecisionanalysis). Először összehasonlították a talajjavítás/javulás négy lehetséges opcióját:

- hagyják a talajt és megvárják, míg újra termékeny lesz
- tőzeggel feljavítják
- hoznak bioszenet egy távoli pirolizálóból
- helyben felhúznak egy bioszenet gyártó üzemet

Három fő kategóriát vizsgáltak: természeti, gazdasági és társadalmi kritériumokat. Ezeket a pontszámokat súlyozottan vették figyelembe és a 3 közül a társadalmi hatások estek a legkisebb súllyal latba. A társadalmon belüli alkategóriák az alábbiak voltak: a projekt kivitelezésének kockázata, a talajjavításhoz szükséges idő, a helyi és regionális társadalom lehetőségei, hogy profitáljanak a projektből, biztonság, a társadalom mennyire érzékeli a talajregeneráció eredményét. Ezeket az alkategóriákat pontozták egy 1-4 skálán, ahol a 4-es volt a legjobb és az egyes a legkevésbé kívánatos hatás. Összevetve ezt a négy kategóriát, a helyben telepített pirolizáló volt, ami a legjobb pontszámot kapta, tehát annak a telepítése járt a legnagyobb társadalmi haszonnal.

Egy másik vizsgálatban a projektben nem érintett alkalmazottak képviselték azt az 5 csoportot, ami általánosan érintett lehet egy ilyen üzem telepítésében (vagy nem telepítésében). Ők tehát behelyezkedtek ezekbe a szerepekbe és ezen csoportok érdekei és vélt álláspontja alapján pontozták ezeket a kategóriákat, majd ezeket a pontszámokat átlagolták. Itt egy nagyobb skálán pontoztak és adott kategóriában a legmagasabb kapott pontszám számított a 100%-nak és a többi ehhez viszonyítva adták meg, szintén %-ban. A végeredmény itt is az lett, hogy a helyben telepített pirolizáló üzem hozza a legnagyobb társadalmi hasznot (és a legnagyobb gazdaságit is). Ez az 5 érdekelt fél az alábbi volt: egy helyi alkalmazott, egy üzleti menedzser, egy erdei ökoszisztéma szakértő, egy bioszén előállításában jártas mérnök és egy költség/financiális elemző.

A társadalmi-kulturális domén további lehetséges indikátorai: kulturális örökség, szemléletformálás, esztétikai érték, esélyegyenlőség. Ezeket elég nehéz kvantitatívan mérni, esetleg pszichológiai tesztek alkalmasak lehetnek rá.

SWOT ELEMZÉS

Készítette: Kovács Kinga

I. S: ERŐSSÉGEK

A bioszén egy pirolízis során keletkező anyag. Azáltal, hogy a bioszén gyártásához olyan melléktermékeket tudunk felhasználni, melyek egyébként hulladékként kezelendők, lehetőség nyílik a Földünket terhelő hulladékok mennyiségének csökkentésére. A bioszén számos előnyös tulajdonsággal rendelkezik, többek között lassan felhasználódó széntartalma miatt kevésbé járul hozzá az üvegházhatáshoz szemben a műtrágyákkal, melyek gyorsan felhasználódnak, miközben nitrogén oxidok szabadulnak fel (az N₂ mellett), melyek erősebb üvegházhatású gázok, mint a CO₂. A nagyobb fajlagos felület lehetővé teszi a talajmikróbák megtelepedését, továbbá képes olyan káros anyagok megkötésére, melyekkel megvédi a növényeket bizonyos betegségekkel szemben. Fontos tulajdonsága, hogy megfelelő alkalmazás esetén terméshozamnövekedést érhetünk el ugyanakkora területen. A bioszén, illetve a kiegészítésként használt oltóanyag mennyisége nem igényel összetettebb gyártási technológiát, így egy nagyobb kezdeti beruházást követően a gyártás üzemeltetése nem igényel nagyobb ráfordítást.

- Gyártás során keletkező mellékterméket használjuk fel, ezáltal csökkentjük az ökológiai lábnyomot. Komoly problémát okoz a hulladék kezelés ezért is ez egy jó megoldás.
- A primer szerves anyagokkal szemben lassabban használódik fel, így nem igényel olyan rendszeres utánpótlást. Talajba kerülve lassú hasznosításnak köszönhetően kikerül az atmoszférából, ezáltal nem járul hozzá az üvegházhatáshoz.
- Génmódosítás (növényi, mikrobiális) nélkül elérhető nagyobb terméshozam ugyanakkora területen. Magasabbra nő a kukorica, több termést hozó növények.
- Nagy fajlagos felület a talajmikróbák megtelepedéséhez, ezáltal védelmet nyújt bizonyos növényeket érintő betegség ellen azáltal, hogy megköti a kórokozókat.
- Azáltal, hogy nő a talajok mikrobiológiai aktivitása, egészségesebb biogeokémiai ciklusok lesznek.
- Megfelelő adagolás esetén javul a vízmegtartó képesség.
- Talajban élő állatok számára javulnak a környezeti körülmények (pl. giliszták), melyek a biológiai diverzitás növekedését eredményezik.
- Nem igényel nagyon összetett gyártást és bár a beruházási költség nagy, ezt követően a technológia üzemeltetése már gazdaságos.
- A bioszén tárolására, szállítására, kezelésére vonatkozóan nincsenek szigorú kritériumok, így az épület nem igényel komoly átalakítást a tároláshoz.
- A pirolízis technológia során keletkező termékeket visszavezetve, fedezhető a technológia energiaszükségletének jelentős része.

II. W: GYENGESÉGEK

Bár a bioszén gyártásakor felhasználható alapanyagok tárháza igen nagy, mégis a talaj jellemzői meghatározzák, hogy milyen anyagból kell kiindulnunk, hogy a megfelelő talajjavító hatást elérjük.

Mind az oltóanyag, mind a bioszén esetén a kiindulási alapanyag természetes eredetű, melyre jellemző a sokféleség, így nehéz biztosítani az állandó minőséget. A nagy fajlagos megkötő felület a számos előnnyel szemben negatívumokkal is bír. A jótékony mikrobákon túl, a permetezéshez használt peszticideket egyaránt képes megkötni, ezáltal megnőhet a felhasznált permetező anyagok mennyisége, mely mind gazdaságilag, mind egészség szempontjából káros lehet.

- A talaj tulajdonságaitól függ, hogy milyen a megfelelő bioszén alapanyag és a belőle előállított bioszén.
- Az előállított bioszén nem mindig lesz ugyanolyan, így a talajjavító hatásban is lehet eltérés.
- Korlátozott az alapanyagok száma melyekből hatásos és jó bioszén állítható elő gazdaságosan.
- Helytelen bioszén adagolás esetén víz és tápanyagmegkötés léphet fel, patogén mikrobák szaporodhatnak fel.
- Peszticidek megkötése, ezáltal a permetszerekből nagyobb mennyiségre lehet szükség.
- Az oltóanyag eltarthatósága csupán 6 hónap, tehát a gyártást követően hamar szükséges az értékesítése.
- Nem ideális baktérium/gomba sejtszám arányt eredményezhet
- A bioszén és az oltóanyag önmagában nem váltja ki a műtrágyák használatát. A természeti kívánt növénytől is függ, hogy mennyire működik a talajjavítás a bioszénnel.

III. O: LEHETŐSÉGEK

A bioszén egy új termék a piacon. A világon még megoldásra váró problémát jelent a felmelegedés, a kimerülő energiaforrások kiváltása, a talajok leromlásának megállítása, valamint a termelékenység növelése genetikai beavatkozás nélkül. A bioszenek mindegyik problémára megoldást jelenthetnek, hiszen összekapcsolva más technológiákkal fedezhető a technológia energiafelhasználása, esetleg autók üzemanyagaként hasznosítható a keletkező pirolízis gáz. Olyan területek válnak művelhetővé, melyek talaja korábban alkalmatlan volt mezőgazdasági művelésre, ezáltal a foglalkoztatottságra is jó hatással lehet.

- Technológia kapcsolása nagyobb gyártó üzemhez, ahol a melléktermék feldolgozása a helyszínen megtörténhet. (Lásd cukorgyár biogáz a cukorgyártás során keletkező melléktermékből.)
- Műtrágyák kiváltása, melynek felhasználása során sok N₂O-t is termelődik a N₂ helyett, mely erősebb üvegházhatású gáz, mint a CO₂.
- Érdemes a bioszénnel együtt értékesíteni kívánt oltóanyagmennyiségen túl, további oltóanyagot termelni, hiszen a fermentor kapacitása lehetőséget biztosít erre, így a többletként termelt oltóanyag értékesíthető, mely bevétel fedezheti a technológia egyéb felmerülő költségeit.
- Oltóanyag eltarthatóságának növelése.
- Hosszútávon érdemes a bioszenet nemcsak nagy területre, hanem akár magánszemélyeknek kerti felhasználásra is gyártani.
- Újabb területek vonhatók mezőgazdasági termelés alá, mely a világ népességének növekedése miatt fontos, továbbá munkahelyet teremt, ezáltal olyan területeken növelhető az életszínvonal, ahol korábban a munkalehetőségek száma korlátozott volt.
- Pirolízis gáz felhasználása autókban üzemanyagként. (Gázzal működő autók esetén.)

IV. T: VESZÉLY

A bioszenek megjelenése a piacon még igen új, az emberek számára még ismeretlen. Éppen ezért fontos, hogy a bevezetés során minden olyan részletre figyelni kell, mely egy laikus számára a terméktől való elfordulást jelentheti. Ilyen problémát jelenthetnek a felszabaduló PAH vegyületek, melyek, ha meghaladnak egy bizonyos határértéket, akkor a hatóságok a termék további gyártását leállíthatják. Problémát jelenthet, hogy az oltóanyag gyártását fermentációval végezzük, és mint minden élő rendszerrel történő munka során, befertőzödhet a tenyészet, mely idő és anyagi kiesést is jelenthet. Ahhoz, hogy a bioszén megfelelő hatékonyságú legyen, bár csak 0,5%-os bekeverést igényel, ez a mennyiség mégis 15 t/ha. Ez a mennyiség akkora, melynek előállítási, tárolási és szállítási költsége meghaladhatja a termék értékesítési árát, így a gyártás veszteséges lehet. Éppen emiatt szükséges az, hogy a technológia helyben kerüljön kiépítésre kapcsolt technológiaként, ezáltal a vállalat kiegészítő tevékenységeként a gyártás és eladás profitot termel.

- Felszabaduló PAH vegyületek. Ha a szabályozási határértéket túllépi, a termék nem forgalmazható, így a hatósági döntés következtében az egész gyártás leállhat.
- PAH vegyületek felszabadulását ellenőrizni kell, márpedig ezek a vizsgálatok nagyon drágák.
- Nem megfelelő bioszén használata esetén toxikus anyagok halmozódhatnak fel, melyek veszélyeztetik a felszín alatti vizeket és terményt (bizonyos fémek alapanyagától függően).
- Ha kiderül, hogy az oltóanyag nem hatásos, a vásárló becsapva érezheti magát, így akár az egész terméktől elfordulhat.
- Mikroba tenyészet befertőződése: emiatt leáll a gyártás, takarítás, új tenyészet nevelése, idő és anyagi kiesés. (Bár a mi esetünkben a mikrobák gyorsan növekednek.)
- Az oltóanyag rövid lejáratú ideje miatt nem lehet nagy mennyiségeket gyártani.
- A bioszén gyártás még új technológia, így hosszútávú környezetre gyakorolt hatása még nem ismert.
- Ha nagyobb lesz a piac, mint az előállítható mennyiség akkor a „készlethiány” a termék vesztét okozhatja.
- Az eladási árat nehéz úgy kialakítani, hogy az fedezze az előállítási költséget és profitot termeljen, ugyanakkor versenyképes legyen a műtrágyák árával.

V. TECHNOLÓGIA ZÖLDEBBÉ TÉTELE:

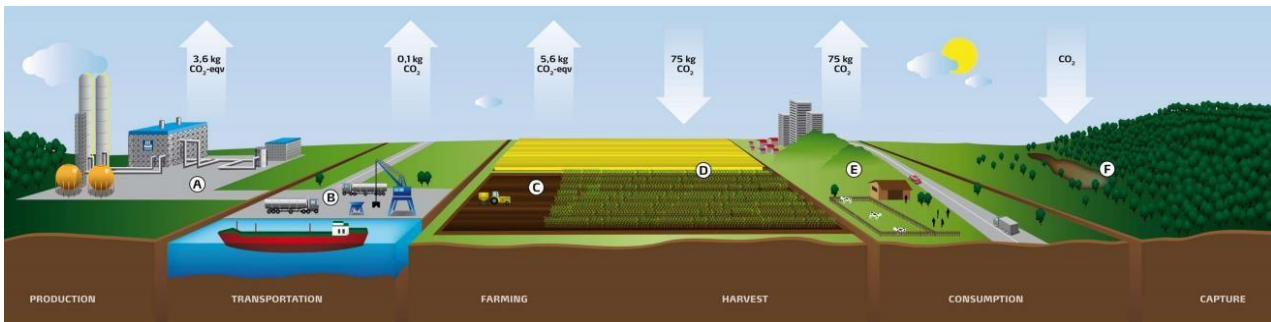
- Lehetne szélérőművet telepíteni a területre, valamint napkollektort a tetőre, így akár többlet energiát is elő tudnánk állítani, amit el lehet adni. (Nagyon jó EU-s pályázatok)
- Szelektív hulladékgyűjtés a telepen, mellyel példamutató lehet a vállalat, ami javítja a cég megítélését.
- Esővízgyűjtés és víztisztító rendszer.
- Helységek kialakítása úgy, hogy minél nagyobb legyen a természetes megvilágítás, így kevesebb mesterséges fényre van szükség.
- Dokumentáció számítógépen, és csak a legszükségesebb adatok kerüljenek kinyomtatásra. E számla.
- Gyár tetejének és környezetének beültetése zöld növényekkel.

LCA ANALÍZIS:

Készítette: Bombolya Nelli Blanka, Cser Gréta Villő

Hozzávetőleges szén-dioxid lábnyom számolása – összehasonlítás műtrágyázással

I. MŰTRÁGYA SZÉNLÁBNYOMÁNAK SZÁMÍTÁSA



19. ábra: Műtrágya életciklus- Európai átlagok alapján

I.1. MŰTRÁGYAGYÁRTÁS:

- NH₃ előállítás: Levegőből megkötött N₂-nel állítják elő (nincs alapanyag szállítás) 2,2 kg CO₂ per kg N
- HNO₃ gyártás: 1,3 kg CO₂-ekv per N
- granulálás: 0,1 kg CO₂ per kg N

A legjobb technológiát alkalmazva az NH₃ és HNO₃ gyárak teljes szénlábnyoma 3,6 kg CO₂-ekv per kg N

Fejleszhető terület:

- Eszközök fejlesztésén keresztül energia-hatékonyság növelése
- Katalitikus tisztító telepítése és optimalizálása N₂O „tisztítására”.

I. 2. SZÁLLÍTÁS:

Kamionnal Nyíregyházáról (2x46km): 0,02t CO₂/év

Fejleszhető terület: A logisztikai lánc fejlesztése a gyártás helyszínétől a földművelőig.

I.3. MŰTRÁGYA FELHASZNÁLÁS:

Amikrobiális aktivitás során N₂O juthat a levegőbe. A gépek üzemanyag fogyasztásakor CO₂ is felszabadul. A nitrogén műtrágyázás során CaCO₃-ot is kell alkalmazni (1 kg ammónium-nitrát 1,8 kg CaCO₃-ot igényel). Ebből a mészből szintén szabadulhat fel CO₂.

Átlagos lábnyom: 5,6 kg CO₂-ekv per kg N

Fejleszthető terület:

- Pontosan kiszámított N adagolás a termesztett növénynek megfelelően
- Megfelelő műtrágya alkalmazása
- Kiegyensúlyozott tápanyagellátás...

I. 4. BIOMASSZA ELŐÁLLÍTÁS:

A növények nagy mennyiségű CO₂ megkötésére képesek a növekedésük alatt. A megfelelő trágyázás 4-5-szörösére növeli a biomassza előállítását és így a CO₂ felvételt a műtrágyázatlan földöz képest.

Körülbelüli lábnyom: -75 kg CO₂-ekv per kg N (mivel ez újratermelődik a fogyasztással, nem kalkulálható bele a végső szénlábnyomba)

Fejleszthető terület:

- Degradálódott mezőgazdasági földek helyreállítása
- A talaj C-tartalmának megőrzése és javítása több szerves anyag felhasználással és megfelelő földműveléssel.

I. 5. BIOMASSZA FELHASZNÁLÁS:

A biomassza nagy része élelemként és takarmányként kerül felhasználásra. Így a CO₂-megkötés rövidtávú. Bioenergia felhasználásra más a mérleg, mert nincs fosszilis üzemanyag égetés. Ásványi olaj helyett biomasszát használni fűtésre 70-80%-os CO₂ emisszió csökkentést is eredményezhet.

Körülbelüli lábnyom: +75 kg CO₂-ekv per kg N

Fejleszthető terület:

- Bioenergia termelés hatékonyságának optimalizálása
- Növelni az élelem/ takarmány termékenységet, így több teret hagyva a bioenergia termelésnek
-

Összesen: 9,2kg CO₂ per kg N

- 48,46 kg CO₂/ ha (mert csak egyszer számolni a bekeveréssel)

+ szállítás 0,02 t CO₂/ év = 20 kg (szintén csak egyszer kell számolni vele)

Kálium műtrágya: Ide tartozik a nyersanyag előállítása, szállítása és kezelése (nincs benne a bekeverés) 60%-os K₂O formájában: 0,43 kg CO₂ ekv per kg K

Foszfor műtrágya: Ide tartozik a nyersanyag előállítása, szállítása és kezelése (nincs benne a bekeverés) 48%-os P₂O₅ formájában: 0,56 kg CO₂ ekv per kg P (2)

Nyíregyházáról a Nyírségi Agrofocus Kft. cégtől szállítva Nyírlugosra (2x46 km): 0,02t CO₂/évkibocsátás egy átlagos teherautóval számolva, ami 3,5 tonnát képes szállítani. Évi egyszeri műtrágyaszállítás fedezi az igényt.

Réselt kormánylemezes váltva forgató ekét használva: 21,07 l/ha (3) fogyasztással számolva a benzin égetésből származó CO₂ kibocsátás (2,3 kg/l) (4): 48,46 kg CO₂/ha

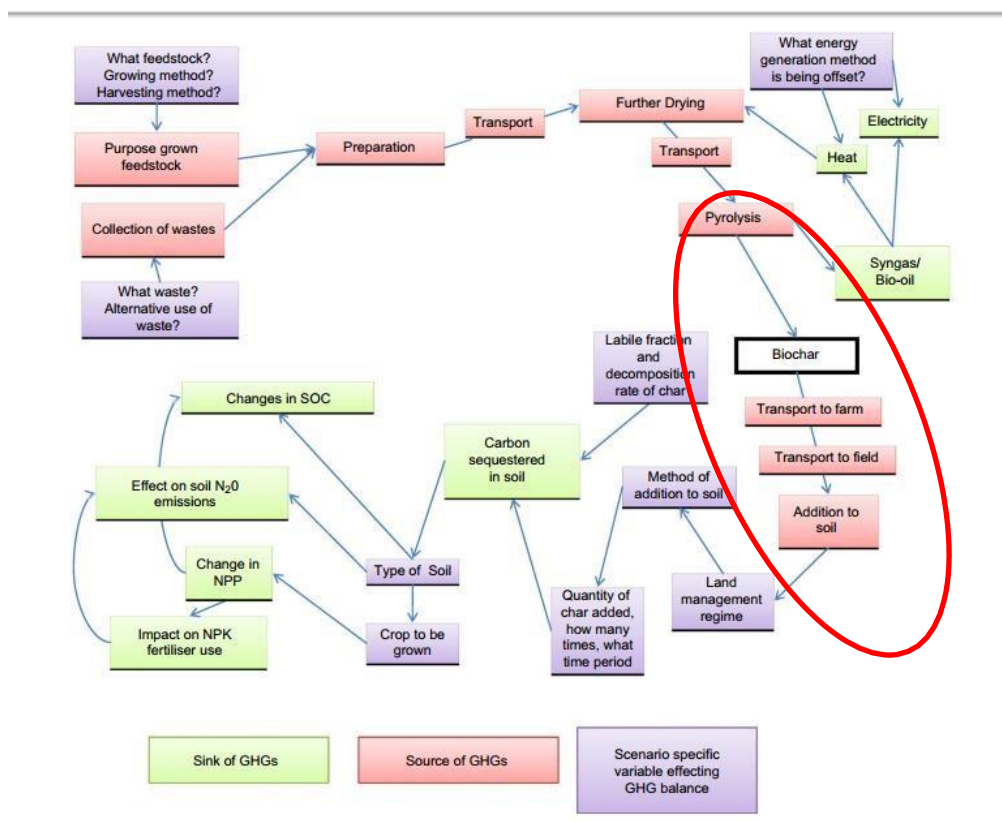
A műtrágya igény: Parcellára vonatkoztatott műtrágya igény: 0,45 kg nitrogén műtrágya/parcella, 0,24 kg foszfor műtrágya/ parcella, 0,15 kg kálium műtrágya/parcella. A tápanyagtartalommal számolva: 121,5 kg N /ha, 115,2 kg P/ha, és 90 kg K/ha

Műtrágya összes CO₂ lábnyoma egy hektár talajra vonatkoztatva:

- Nitrogénhez köthető CO₂ kibocsátás: $9,2 * 121,5 = 1118 \text{ kg/ha} - 48,46 \text{ kg} = 1070 \text{ kg/ha}$
- Foszforhoz köthető CO₂ kibocsátás: $0,56 * 115,2 = 64,51 \text{ kg/ha}$
- Káliumhoz köthető CO₂ kibocsátás: $0,43 * 90 = 38,7 \text{ kg/ha}$
- Egyszeri műtrágyaszállításhoz köthető CO₂ kibocsátás: 20 kg
- Bekeveréshez köthető CO₂ kibocsátás: 48,46 kg/ha

Összesen: 1242 kg CO₂/ha= 1,242 t CO₂/ha

II. BIOSZÉN GYÁRTÁS SZÉNLÁBNYOMA



20. ábra: Abioszén életciklus elemzés tényezői és folyamatai (5)

Az életciklus elemzés nagyon összetett rendszert és számításokat foglal magában. Ahogy az a 20. ábrán is látható, nagyon kiterjedt folyamatábrán kell végigmenni ahhoz, hogy LCA analízist készíthessünk. Itt csak azokkal a folyamatokkal számolunk, amelyek pirossal be vannak karikázva. Ezeknek a folyamatoknak számoltuk ki a hozzávetőleges szén-dioxid lábnyomát és hasonlítottuk össze a műtrágyázás hasonló folyamataival.

II. 1. PIROLIZÁLÁS:

A pirolizáló karbon lábnyomát Brownsort 2009- es disszertációja⁽⁸⁾ alapján határoztuk meg. A tanulmányban egy közelítő értéként 0,10 kg CO₂e/kgdf(alapanyag szárazanyag tartalma) adott meg. A pirolizálóbaegy év alatt összesen 1457 t alapanyagot szállítanak, aminek csupán 30%-ka alakul át bioszenné, vagyis 437 t. Az alapanyag szárazanyagtartalma 70 %. Ezek alapján:

$$1457 \times 0.7 = 1020 \text{ t nettó alapanyag}$$

$$1020 \times 0,10 = 102 \text{ kg CO}_2\text{kibocsátás/ év } 102\text{kg}/437 \text{ t} = 0,233 \text{ kgCO}_2/\text{t bioszén a pirolizáló karbon lábnyoma} \rightarrow 3,501 \text{ kg CO}_2/\text{ha}$$

(Mivel 15 t/ha a bioszén kijuttatási értéke.)

II. 2. SZÁLLÍTÁS:

a, papírgyártási szennyvíziszap : Miskolc- Nyíregyháza 88 km vasút

$$\text{Ádám számításai alapján: } 48 \times 88 = 4224 \text{ km/év}$$

karbon lábnyom kalkulátorban számolva:

$$\sim 0,19 \text{ t CO}_2 / \text{év} = 0,19/437(\text{éves mennyiség}) = 0,435 \text{ kg CO}_2 \text{ 1 kg bioszénre. (6)}$$

b, gabonamaghéj: Tiszapalkonya- Nyíregyháza 57 km kamion

$$\text{Ádám számításai alapján : } 48 \times 57 = 2736 \text{ km/év}$$

karbonlábnyom kalkulátorban számolva:

$$\sim 0,68 \text{ t CO}_2 / \text{év} = 0,68/437(\text{éves mennyiség}) = 1,556 \text{ kg CO}_2 \text{ 1 kg bioszénre. (6)}$$

c, bioszén eljuttatása Nyírlúgosra: 47 km kamion

A 437 t bioszén Nyírlúgosra szállítása egy kb.20 tonnát bíró teherautóval 22 forduló, ami 2068 km egy év alatt. Ez 0,51t CO₂ kibocsátást jelent (karbon lábnyom kalkulátorban számítva). Vagyis 0,51 tCO₂/437 t bioszén → 1,16 kg CO₂ kibocsátás jut 1 kg bioszén szállítására.(6) → 17,5 kg CO₂/ha

A szállítás szén-dioxid lábnyomába most csak a Nyírlúgosra való kijuttatást számítjuk bele azért, hogy jól összevethető legyen a műtrágyafelhasználással.

II. 3. BIOSZÉNTALAJBA KEVERÉSE:

Réselt kormánylemezes váltvaforogató ekét használva: 21,07 l/ha (3) fogyasztással számolva a benzinégetésből származó CO₂ kibocsátás (2,3 kg/l) (4): 48,46 kg CO₂/ha

II. 4. BIOSZÉN TALAJBAN:

A bioszénnek magas a szén tartalma (50-85%), ami a talajban igen lassan bomlik és így hosszú időre a talajban marad, ezáltal kikerül a szén körforgásból⁽⁹⁾. Attól függően, hogy milyen alapanyagot használnak, egy tonna bioszén a talajban 0,6-0,8 tonna szenet képes így elraktározni ami 2,2-2,9 t CO₂ megkötésének felel meg. Ez az érték szénlábnyom számításánál negatív előjelet kap. Kilóban kifejezve 1 kg bioszén 2,2-2,9 kg CO₂-t képes megkötni.(5)

→ 33 000 kg CO₂/ha= 33 t CO₂/ha (hosszútávú adat)

A biomassa előállítás és felhasználása a kezelt talajon kb. ugyan azokat az értékeket adják, mint a műtrágyával kezelt talajokon.

Mérleg: 3,5 (pirolizáló) + 17,5(szállítás) + 48,46 (bekeverés) = 69,46 kg CO₂/ha = 0,07 t CO₂/ ha

III. ÖSSZEFOGLALÁS

Műtrágyázás: CO₂ kibocsátás:1,242 t CO₂/ha

Bioszén CO₂ kibocsátás:69,46 kg CO₂/ha = 0,07 t CO₂/ ha

A bioszén mellé is kell alkalmazni műtrágyát. A sima műtrágyázáshoz képest fele mennyiségek alkalmazásával: 60,75 kg N/ha, 57,6 kg P/ha, 45 kg K/ha: 630,51 kg CO₂/ ha = 0,631 t CO₂/ ha

Bioszén kibocsátás műtrágyázással kiegészítve: 701kg CO₂/ha= 0,70 t CO₂/ha

	Műtrágyázás	Bioszén	Bioszén + műtrágya
CO ₂ kibocsátás [t / ha]	1,242	0,07(+33 megkötés)	0,70

Összefoglalásként elmondható, hogy a bioszén igen jelentős mennyiségű szén-dioxidot köt le hosszú időre a talajban, ezáltal csökkenti a szén körforgásban aktívan résztvevő szén mennyiségét. A műtrágya használat karbonlábnyomának értékével összehasonlítva a bioszén karbonlábnyom értékét egyértelműen látható, hogy a bioszén használata még akkor is jóval előnyösebb a mellé ki kell juttatni az egyébként használt műtrágyamennyiség felét.

IRODALOMJEGYZÉK

I. A TERMÉKET ELŐÁLLÍTÓ ÜZEM TERVEZÉSE, A GYÁRTÁS TERVE

ÁBRAJEGYZÉK

- [1] GoogleMaps, <https://www.google.hu/maps>
- [2]<http://www.pyreg.de/machinery-en.html>
- [3]<http://www.pyreg.de/technology-en/biomass-en.html>
- [4]<http://www.blbio.com/en/product.asp?id=30>

FELHASZNÁLT IRODALOM, LINKEK

- [1]<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/Biosz%C3%A9n%20gy%C3%A1rt%C3%A1si%20technol%C3%B3gi%C3%A1k.pdf>
- [2]http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/K%C3%B6z%C3%B6s%20tervez%C3%A9si%20feladat_biosz%C3%A9n%20el%C5%91%C3%A1ll%C3%ADt%C3%A1sa%20%C3%A9s%20felhaszn%C3%A1l%C3%A1sa.pdf
- [3]<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/K%C3%BCl%C3%B6nb%C3%B6z%C5%91%20pirol%C3%ADzis%20technol%C3%B3gi%C3%A1b%C3%B3l%20sz%C3%A1rmaz%C3%B3%20bioszenek.pdf>
- [4]http://www.mokkka.hu/db1/rec_list.php?db_type=mysql&lang=hun&sheet_type=44&datasheet_id=1708&sorszam=1708&order=sorszam&sheet_type_filter=44&sheet_lang_filter=HU&alluser_filter=
- [5] <http://www.biofil.hu/products/3>
- [6]<http://www.blbio.com/en/product.asp?id=30>
- [7] <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/70122?lang=hu®ion=HU>
- [8]<http://www.aquaterra.hu/hu/desztillalo/737-l4-vizdesztillalo-desztillalo-keszulek-laboratoriumi-felhasznalasra.html>
- [9]https://hu.vwr.com/store/catalog/product.jsp?catalog_number=481-0671
- [10] <http://www.pyreg.de/machinery-en/system-components-en.html>
- [11]<http://www.pyreg.de/technology-en/biomass-en.html>
- [12]<http://www.dipa.hu/>
- [13] <http://www.goodmills.hu/malmok/>
- [14]<http://www.sonnenerde.at/index.php?route=common/page&id=1254>
- [15]<http://www.saniplant.hu/hu/projektek.html>
- [16]http://www.findera.fi/files/PYREG_process_2015-04-08_BB_eng.pdf

[17][http://www.kaskad-e.ch/PYREG Broschure VKV3 f.pdf](http://www.kaskad-e.ch/PYREG_Broschure_VKV3_f.pdf)

[18] <http://www.britishbiocharfoundation.org/wp-content/uploads/Biochar-climate-saving-soils-Newsletter-1.pdf>

[19]http://www.hungarosack.hu/dynamic/nyomatlan_papirzsak_arlista_20151009_tol_visszavonasig.pdf

[20]<http://www.mevakomi.hu/mevakomi/eshop/1-1-Hulladektarolas/7-2-Hordok-kannak/5/4140-lvoviz-tartaly-150-l>

[21]<http://www.agraroldal.hu/muanyag-kanna-5l.html>

[22] Ronsse, F., Dickinson, D., Nachenius, R. & Prins, W. - Biomasspyrolysis and biochar characterization (Department Of Biosystems Engineering, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University (Belgium)), http://www.oeaw.ac.at/forebiom/WS1lectures/SessionII_Ronsse.pdf

[23] Mattias Gustafsson - Pyrolysis for Heat Production, Biochar – the primary byproduct (2013) (University of Gävle, Faculty of Engineering and Sustainable Development), <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:655188/FULLTEXT02.pdf>

II. TECHNOLÓGIA HATÉKONYSÁGÁNAK JELLEMZÉSE

Gruiz K., Horváth B., és Molnár M. (2001) *Környezettoxikológia*, Műegyetemi Kiadó, Budapest

Lájer K., Máté A., Seregélyes T., Bagi I., és Molnár Zs., (2011): D2 – Kékperjés rétek. Moliniameadows. Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011. MTA ÖBKI, pp. 80–85.

III. KÖRNYEZETTOXIKOLÓGIA

LINKEK:

(1) <http://www.mokkka.hu/>

(2) <http://www.tankonyvtar.hu/>

(3) <http://biofil.hu/products/3>

FELHASZNÁLT IRODALOM:

Agro.bio. 2016. "Valódi Eredmények Hosszabb Távon Születnek."

Bacsárdi, Szilvia, and Rózsa Máté. 2015. "Innovatív Talajjavítás Bioszénnel - Laboratóriumtól a Szabadföldi Alkalmazásig.", TDK Dolgozat, BME

Beesley, Luke et al. 2011. "A Review of Biochars' Potential Role in the Remediation, Revegetation and Restoration of Contaminated Soils." *Environmental Pollution* 159(12): 3269–82.

Bio-Nat Kft. 2016. "Talajbaktériumok a Nagyobb Terméshozamért És Az Egészségesebb Életért."

<http://www.agroinform.com/szantofold/talajbakteriumok-a-nagyobb-termeshozamert-es-az-egeszsegesebb-eletert-25853-001>.

- Farkas, Éva. 2015. "BIOSZÉN TALAJJAVÍTÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA MIKROKOZMOSZ KÍSÉRLETBEN - BIOSZÉN HATÁSA A TALAJ NITRIFIKÁLÓ AKTIVITÁSÁRA Diplomamunka: Farkas Éva
- Freddo, Alessia, Chao Cai, and Brian J. Reid. 2012. "Environmental Contextualisation of Potential Toxic Elements and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Biochar." *Environmental Pollution* 171: 18–24.
- Futó, Zoltán. 2010. "A TÁPANYAG-GAZDÁLKODÁS ÚJ LEHETŐSÉGEI A NÖVÉNYTERMESZTÉS TERÜLETÉN."
- Füleky, György et al. 2015a. "Alapkutatás Fejlesztés a Szent István Egyetem Pírolízis Technológiai Kutatóközpontjában."
- Gaunt, John L., and Johannes Lehmann. 2008. "Energy Balance and Emissions Associated with Biochar Sequestration and Pyrolysis Bioenergy Production." *Environmental Science & Technology* 42(11): 4152–58. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es071361i>
- Kocsis, Tamás, and Borbála Bíró. 2015. "Bioszén Hatása a Talaj - Növény - Mikróba Rendszerre : Előnyök És Aggályok – Szemle." 64: 257–72.
- Kookana, R. S. et al. 2011. 112 *Advances in Agronomy Biochar Application to Soil. Agronomic and Environmental Benefits and Unintended Consequences*. 1st ed. Elsevier Inc.
- Kutasi, József. 2015. "A Műtrágyázás És a Talajoltás Helyzete a Világban, Avagy Miért Hagyjuk, Hogy Afrika Talajai Is Elszennyeződjenek?" <https://biokutasi.hu/mutragyazas-es-talajoltas-helyzete-vilagban-avagy-miert-hagyjuk-hogy-afrika-talajai-elszennyezodjenek/>.
- Lehmann, Johannes, and Stephen Joseph. 2009. *Biochar for Environmental Management : Science and Technology*. Earthscan.
- Lorenz, Klaus, and Rattan Lal. 2014. "Biochar Application to Soil for Climate Change Mitigation by Soil Organic Carbon Sequestration." *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 177(5): 651–70. <http://doi.wiley.com/10.1002/jpln.201400058>
- Molnár, Mónika et al. 2016. "Acidic Sandy Soil Improvement with Biochar — A Microcosm Study." *Science of The Total Environment*: 1–11. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969716300961>.
- Quilliam, Richard S., Helen C. Glanville, Stephen C. Wade, and Davey L. Jones. 2013. "Life in the 'charosphere' – Does Biochar in Agricultural Soil Provide a Significant Habitat for Microorganisms?" *Soil Biology and Biochemistry* 65: 287–93. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0038071713002149> .
- Smider, Benjamin, and Balwant Singh. 2014. "Agronomic Performance of a High Ash Biochar in Two Contrasting Soils." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 191: 99–107. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880914000462>

Verheijen, F.G.A. et al. 2010. *Biochar Application to Soils - A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions*. EUR 24099 EN.

IV. KÖLTSÉGGKALKULÁCIÓ

[1] Major J., Rondon M., Molina D., Riha S. J., Lehmann J., Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol (2010); *Plant Soil* 333:117-128.

V. A TECHNOLÓGIA HASZNÁLATÁVAL LÉTREHOZHATÓ TÁRSADALMI HASZNOK

(1) <http://lengyelpiroska.hu/tamogatase/konyv/6.%20Tarsadalmi-gazdasagi%20koltseg-haszon%20elemzes.html>

(2) Environmental, Social and Economical Benefits of Biochar Application for Land Reclamation – Elizabeth Petelina, David Sanscartier, Susan MacWilliam, Reanne Ridsdale

VI. SWOT ELEMZÉS

-

VII. LCA ANALÍZIS

- (1) http://yara.com/doc/29413_yara_carbon_life_cycle.pdf
- (2) http://www.fertilizerseurope.com/fileadmin/user_upload/publications/agriculture_publications/carbon_footprint_web_V4.pdf
- (3) <http://www.agrarunio.hu/index.php/gepesites/vetto-es-talajmuvelo-gepek/227-teli-vagy-reselt-az-itt-a-kerdes-melyik-eke-rendelkezik-jobb-munkaminosegi-es-energetikai-mutatokkal>
- (4) http://www.klimaklub.greendependent.org/letoltheto/kalkulator_GD_GodolloiKlimaKlub.pdf
- (5) John L. Gaunt and Johannes Lehmann, *Energy Balance and Emissions Associated with Biochar Sequestration and Pyrolysis Bioenergy Production* (2008)
- (6) <http://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?tab=4>
- (7) Suzette P. Galinato et al. *The economic value of the biochar in crop production and carbon sequestration* (2011)
- (8) Brownsort, *Biomass Pyrolysis Processes: Performance Parameters and Their Influence on Biochar System* (2009)
- (9) J. Hammond et al., *Prospective life cycle carbon abatement for pyrolysis biochar system in the UK* (2011)