

TDK dolgozat

Pozsgai Andrea

Mosonmagyaróvár

2013

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Környezettudományi Intézet
Kémia Intézeti Tanszék

Biomassz Komszol Szuper Komposzt kísérlet kukoricában

Pozsgai Andrea
környezetgazdálkodási agrármérnök szak
II. évfolyam

Konzulens:
Dr. habil. Szakál Pál

Mosonmagyaróvár
2013

„A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg”.

Tartalomjegyzék:

1. Bevezetés	4
2. Témafelvetés	5
3. Szakirodalmi áttekintés	6
3.1. A komposztálásról	6
3.1.1. A komposztálás során felhasználható nyersanyagok	7
3.1.2. A komposztálás szakaszai	10
3.1.3. A humuszképződés jelentősége a komposztálás során	11
3.1.4. A jó komposzt készítésének feltételei	12
3.1.5. A komposztok felhasználása	14
3.2. Szennyvíziszap, mint komposzt	17
3.3. A „tengeri” rövid jellemzése	23
4. Anyag és módszer	27
4.1. A felhasznált komposzt jellemzői	28
4.2. A termesztett kukorica jellemzői	29
5. Eredmények és azok értékelése	31
5.1. Kikelt tőszám	32
5.2. Betakarításkor átlagtömeg	33
5.3. Nyersfehérje tartalom	35
5.4. Keményítő tartalom	35
6. Következtetések és javaslatok	36
7. Összefoglalás	38
8. Irodalomjegyzék	40

1. Bevezetés

Magyarországon egyre jelentősebb gondokat okoz a túlzott, vagy egyoldalú kemikália használata. Az alacsony szervesanyag-visszapótlásból, a humuszképződés lefékezéséből eredő károk azonosak, és egyformán súlyosak a világ bármely részén. A műtrágya árak folyamatosan emelkednek, a több évtizede tartó folyamatos – és mennyiségben növekvő – műtrágyázás súlyos károkat is okoz a földekben. Egyre sürgetőbb egy új alternatíva a tápanyag-utánpótlásra, a termőföldek talajéletének visszaállítására, mindezt biológiai alapokon.

Korábban, országunkban az állattenyésztésre hárult a mezőgazdasági területek megfelelő mennyiségű és minőségű szerves trágya biztosítása, azonban az állatállomány csökkenésével a szerves trágyázási lehetőség egyre szűkebb. Ugyanakkor egy lehetőség az egyre nagyobb mennyiségben keletkező szennyvíziszapok, kommunális szennyvíziszapok hasznosítása a termőföldekben kialakult szerves anyag és mikroelem hiány visszapótlására, hiszen az alkalmas beltartalmi mutatókkal rendelkező szennyvíziszap – megfelelő kezeléssel – felhasználható.

2. Témafelvetés

Az intenzív mezőgazdasági termelés következtében talajainkat "kizsákmányolják". A növénytermesztés során a termésátlag maximalizálására törekednek a gazdák, mely során talajainkat túlterhelik. A talajok negatív irányba mutató fizikai, kémiai, biológiai változáson esnek át. Közben számos területen a felhalmozódott hulladék, szennyvíz problémájával küzdenek az emberek, míg a hulladék nagy hányadát és a szennyvíziszapot komposztálni lehetne. Az előállított komposzt az intenzív növénytermesztés során szolgálhatná a talajok egyensúlyi állapotának kialakítását.

A megfelelően előkészített szennyvíziszap most valójában egy -jelenleg alig hasznosuló- értékhordozó, mely az adott gazdasági közegünkben nehezen tud árucikké válni. Ennek ellenére mindent meg kellene tenni, hogy szabályozott körülmények között, a leggazdaságosabb módon a növényi tápanyagok természeti körfolyamatába visszajusson. Ezek között egyik leginkább számba vehető lehetőség a rekultivációs célú és mezőgazdasági szennyvíziszap-komposzt hasznosítás lehet. Nem tekinthető megoldásnak ma már a deponálás (Juhász, 2002).

A komposztálás segítségével csökkenteni tudjuk a keletkező hulladék mennyiségét. A hulladék lerakóhelyeket hosszabb ideig tudjuk használni, mivel kevesebb a beszállítás, abban az esetben, ha a szerves anyagot egyből a komposztáló telepre szállítják. Illetve, ha a komposztot ökonómiailag megvizsgáljuk, akkor megállapíthatjuk, hogy közel azonos tápanyag-szolgáltató képességgel rendelkezik, más növénytápláló anyaggal összehasonlítva.

A termelés során a komposzt használata elősegíti a talajok javítását: szervesanyag utánpótlást jelent, a talaj szerkezetének javítását - kisebb a kimosódás lehetősége, a talajélet felpezsdítését segíti elő. Mindezeknek köszönhetően a területen termesztett növény erőteljesebb, egészségesebb lesz, várhatóan termésátlaga magasabb értéket fog mutatni.

Tehát célunk, hogy a szabadföldi kisparcellás kísérlet során bebizonyítsuk a komposzt pozitív hatását a földkéreg legfelső termékeny rétegére, mely egyenesen arányos a növénytermesztés eredményességével.

3. Szakirodalmi áttekintés

3.1. A komposztálásról

A komposztálás egy irányított biológiai folyamat, melynek kiindulási szerves anyaga lehet mezőgazdasági, kertészeti vagy ipari hulladék és melléktermék, városi szemét, tőzegfekáltrágya vagy szennyvíziszap. Adalék anyagként használható talaj vagy más földes anyag, mint tőzeg vagy gyepföld (LÁNG, 1993). Hazánkban, főként szennyvíztelepeken vagy a szennyvíztelepeken keletkező iszapok önálló telephelyen vagy adott hulladék lerakóhelyen történő kezelésre alkalmazott eljárás (BARÓTFI, 2000).

A komposztálási folyamat lehet aerob és anaerob. Az aerob körülmények fenntartása azért szükséges, mert így viszonylag magasabb hőmérséklet érhető el és a szagképződés minimalizálható az anaerob komposztálási folyamathoz képest. A komposztálás végezhető szabad téren és zárt rendszerben (VERMES, 2005). A komposztálás során szükséges biológiai folyamatok biztosításához a szilárd fázisú rendszerek alkalmasabbnak tűnnek, mint a folyadékfázisúak (termofil aerob stabilizáció). A komposztálást ezért szilárd és fél-szilárd anyagok keverékei esetén kedvező alkalmazni. Az aerob folyamatok eredményeként a lebomló szerves anyagból széndioxid és a további aerob és anaerob körülmények között egyaránt stabil szerves maradék keletkezik. A biológiai lebontásnál, oxidációnál keletkező hő hatására az anyag víztartalmának egy része elpárolog. A komposztálás alapvető kérdése a folyamatok végbemenetele alatt a nedvesség, hőmérséklet és oxigéntartalom optimalizálása. Míg az első kettő meghatározóan az alapanyag minőségével, az utóbbi a levegőztetéssel szabályozható. (KÁRPÁTI, 2002)

A komposztnak számos előnyös hatása lehet mezőgazdasági felhasználásánál. Először is növeli a talaj humusztartalmát, s ezzel kedvező talajszerkezetet és víztartó kapacitást biztosít. Másodsorban a komposzt kedvező talajtápanyagokat tartalmaz a humuszon túl is, mint a nitrogén, foszfor és sok mikro-tápanyag. Az utóbbiak mennyisége azonban a komposztban rendszerint kevés ahhoz, hogy kis mennyiségben adagolandó műtrágyaként alkalmazhassák. Más oldalról a komposzt tápanyagainak felszabadulása sokkal lassúbb, mint a műtrágyáké, így nem okoznak tápanyag-vesztést felhasználásuk során (KÁRPÁTI, 2002).

3.1.1. A komposztálás során felhasználható nyersanyagok

A komposztálás során számos – környezetünkben keletkező – szerves hulladékot felhasználhatunk. A jó minőségű végtermék előállítása érdekében az érést meghatározó tulajdonságaikat ismerni kell. Melyek ezek a jellemzők:

a) *Kémiai összetétel* (szervesanyag-tartalom, C/N arány és tápanyagtartalom)

A biológiai kezelés elsődleges feltétele a megfelelő szervesanyag-tartalom. Ezt a szakirodalomban sok helyen izzítási veszteségként is jelölik, minimális értéke 30%. A kiindulási anyagok 30% alatti szervesanyag-tartalom esetén nehezen komposztálhatók. Az érést meghatározó fontos kémiai jellemző a C/N arány. Az optimális 25–30:1, amit általában a nyersanyagok keverésével lehet elérni. Kevésbé fontos az egyéb növényi tápanyagtartalom (foszfor, kálium), mivel ezek általában az éréshez szükséges mennyiségben rendelkezésre állnak, és a felhasználás előtt hiányuk könnyen pótolható. Bizonyos nyersanyagok egy adott tápanyagból különösen sokat tartalmazhatnak, így ezek felhasználása javíthatja a komposzt minőségét. Az 1. táblázat szemlélteti néhány nyersanyag fontosabb tulajdonságait.

1. táblázat: Néhány nyersanyag fontosabb tulajdonságai

Nyersanyagok	Szerves- anyag- tartalom (%)	C/N (–)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
Kommunális szektor							
Konyhai hulladékok	20–80	12–20	0,6–2,2	0,3–1,5	0,4–1,8	0,5–4,8	0,5–2,1
Biohulladék	30–70	10–25	0,6–2,7	0,4–1,4	0,5–1,6	0,5–5,5	0,5–2
Zöldhulladék	15–75	20–60	0,3–2	0,1–2,3	0,4–3,4	0,4–12	0,2–1,5
Szennyvíziszap	20–70	15	4,5	2,3	0,5	2,7	0,6
Kartonpapír	75	170– 800	0,2–1,5	0,2–0,6	0,02– 0,1	0,5–1,5	0,1–0,4

Forrás: <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/vedett-erzekeny>

b) Komposztálhatóság

A hulladékokat alkotó szerves vegyületek különböző mértékben ellenállnak a mikrobiális bontásnak, ezért az optimális bomlás elérése érdekében nem elég a nyersanyagok keverésénél csak a C/N arányt figyelembe venni. Például magas lignintartalmú nyersanyagokból (pl. fűrészpor) a szén lassan szabadul fel. Ha ezekhez a nyersanyagokhoz gyorsan bomló nitrogén forrást adunk, akkor ammónia formájában tetemes nitrogénvesztés lép fel, amely a gazdasági káron túlmenően környezetszennyező is.

c) Szerkezeti stabilitás

A nyersanyagoknak az a tulajdonsága, hogy mennyire hajlamosak a tömörödéssé, a keverés után milyen mértékben porózusak. Az érés során a rossz szerkezetű nyersanyagokból gyorsan elfogy az oxigén, kedvezőtlen anaerob folyamatok útját nyitva meg. A komposztálás során minimális porozitás 30 térfogat %, amit megfelelő mennyiségű szerkezeti elem bekeverésével biztosíthatunk. Ilyen jó szerkezetű nyersanyagok a zöldhulladékok, a szalma, a fanyesedék.

d) Nedvességtartalom

A nyersanyagok eltérő nedvességtartalommal rendelkezhetnek (2. táblázat). Nem jó sem a túl száraz, sem a túl nedves nyersanyag. A komposztálási folyamat indulásához megfelelő nedvességtartalmat (40–60 tömeg %) a legegyszerűbben az anyagok keverésével állíthatjuk be.

e) Előkezelés igény

A nyersanyagok egy része komposztálás előtt valamilyen előkezelést igényel (2. táblázat). A leggyakrabban alkalmazott előkezelések az őrlés, aprítás, préselés, homogenizálás, esetleg az idegen anyagok eltávolítása.

2. táblázat: A nyersanyagok jellemzői

Nyersanyag	Szerkezet	Nedvesség-tartalom	Keverési arány (%)	Előkezelés-igény
Biohulladék	rossz, jó eredettől függően	nagy-közepes eredettől függően	50–100	aprítás, homogenizálás
Zöldhulladék	jó	száraz-közepes	0–100	aprítás, homogenizálás
Szennyvíziszap	rossz	nagyon nagy	max. 30	–
Kartonpapír	jó	száraz	max. 60	aprítás
Istállótrágya	közepes	közepes	max. 80	keverés
Hígtrágya	rossz	nagyon nagy	20–60	keverés, víztelenítés
Szalma	jó	száraz	max. 50	aprítás
Fakéreg	jó	száraz	0–100	aprítás
Répalevél	rossz	közepes	max. 50	–

Forrás: <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/vedett-erzekeny>

f) Térfogattömeg

Meghatározza az egész folyamatot. Ismeretében tudjuk méretezni a szállító kapacitást, a komposztálás területigényét. Az érés során a maximális térfogattömeg 700 kg/m^3 . A nyersanyagok térfogattömege szoros összefüggést mutat azok nedvességtartalmával, illetve szerkezetességével, és a keletkezéssel.

g) Szennyező anyagok

A komposztálás során nem szabad ezek jelenlétét figyelmen kívül hagyni. Kémiai tulajdonságaik alapján szervetlen és szerves szennyező anyagokat különböztetünk meg.

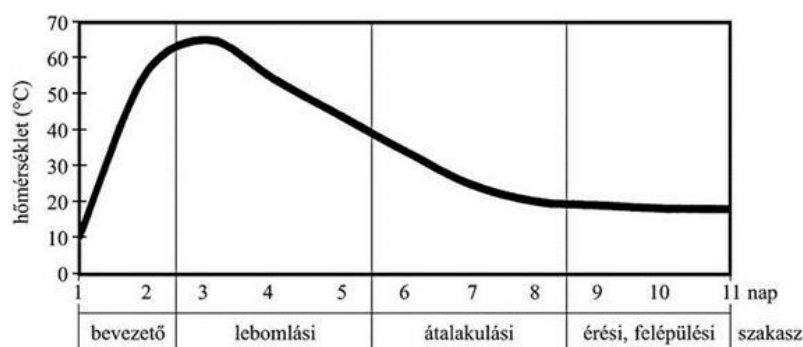
A szervetlen szennyező anyagok a toxikus nehézfémek: a kadmium (Cd), a króm (Cr), a réz (Cu), a higany (Hg), a nikkel (Ni), az ólom (Pb) és a cink (Zn). Mennyiségük viszonylag alacsony, viszont már kis mennyiségben is mérgezőek lehetnek, a komposztálás során nem bomlanak le, és visszakerülve a talaj-növény-állat-ember táplálékláncba akkumulálódnak, az emberi fogyasztásra kerülő termékekben egészségre káros koncentrációt érhetnek el. Az emberi környezetben mindenhol megtalálhatók, de a határértékeket betartva elkerülhető káros hatásuk. A szerves szennyező anyagok a mindennapi életben használatos kémiai anyagok (főként növényvédő szerek), melyek egy része mérgező, másrésztük rendkívül perzisztens, a talajban és komposztálás során lassan bomlanak le (pl. dioxin, PCB-k), ezért a jövőben, mint jelentős veszélyforrásokkal kell velük számolni. Tovább növeli veszélyességüket, hogy bomlástermékeik sok esetben mérgezőbbek, és lebomlásuk jelenleg nem ismert. A komposztálás során figyelmet kell fordítani a nyersanyagok eredetére, így elkerülhető a szennyező anyagok felhalmozódása.

h) Idegen anyagok

Azokat az anyagokat nevezzük így, amelyek a komposztálás során nem bomlanak le, de nem mérgezőek. Idegen anyag lehet pl. minden, a komposztba kerülő tárgy. A leggyakoribbak mezőgazdasági komposztok esetén a bálazsinórok, kisebb szerszámok, a kommunális szektorból származó nyersanyagokban pedig a különféle csomagolóanyag-maradékok (pl. üveg, műanyag és fémdarabok) (URL¹).

3.1.2. A komposztálás szakaszai

A komposztálás során különböző mikro- és makroorganizmusok közreműködésével a szerves anyagok egyszerű alapvegyületekre, mint szén-dioxid, szulfát, nitrát és víz bomlanak le, illetve a nem mineralizálódott szerves anyagokból humuszanyagok keletkeznek. A komposztálás hőtermelő (exoterm) folyamat, a keletkező energia hő formájában szabadává válik. A hőmérséklet alakulását az 1. ábrán láthatjuk.



1. ábra. A hőmérséklet változása a komposztálás során

Forrás: <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/vedett-erzekeny>

Az érés folyamán a hőmérsékletváltozás alapján *négy szakaszt* különíthetünk el:

Az első rövid, bevezető szakaszban az optimális körülmények közé kerülő mikroorganizmusok nagy sebességgel szaporodni kezdenek. A hőmérséklet az intenzív anyagcsere hatására gyorsan emelkedik. A bevezető szakasz hossza általában néhány óra, esetleg 1–2 nap.

A lebomlási vagy termofil szakasz kezdetén a szerves anyag lebontásáért olyan mezofil mikroorganizmusok felelősek, melyek hőmérsékleti optimuma 25–30 °C, intenzív anyagcseréjüknek köszönhetően a hőmérséklet folyamatosan emelkedik. A mezofil mikroszervezetek száma 45 °C-ig növekszik, 50 °C felett már nagy számban pusztulnak el, és 55 °C felett csak tartós formáik maradnak fenn. Mindez 12–24 órát igényel. A mezofil mikroflóra pusztulásával egy időben gyorsan szaporodnak a termofil (hőkedvelő) mikroorganizmusok, amelyek hőmérsékleti optimuma 50–55 °C között található. Bizonyos fajok azonban még 75 °C-on is aktívak maradnak. 75 °C felett már nem zajlanak biológiai folyamatok, hanem a tisztán kémiai folyamatok jellemzőek. A mezofil mikroorganizmusok

anyagcseréje által termelt hő biztosítja a termofil flóra igényeinek megfelelő hőmérsékletet. Ezen kívül a szervesanyag-átalakító tevékenységük során a tápanyagok jobb hozzáférhetőségét biztosítják a termofil mikroorganizmusok számára.

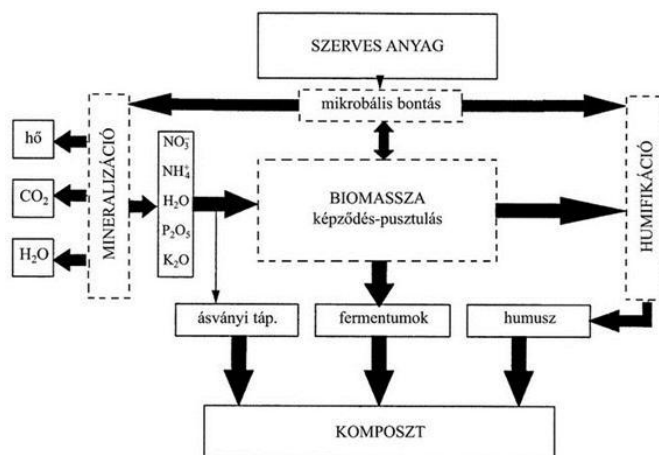
Az átalakulási szakasz akár több hétig is eltarthat. Ebben az érési szakaszban a hőmérséklet jelentősen csökken. A mikroorganizmusok elkezdik a nehezen bontható lignin bontását, mely során mono-, di- és trifenol vegyületek keletkeznek. Ezek összekapcsolódásából épülnek fel a humuszanyagok.

Az utolsó a felépülési szakasz, ezt a szerves anyag humifikálódása jellemzi, amely a komposzt sötét színét eredményezi. A komposzt hőmérsékletének további csökkenése észlelhető. Az érésben elsősorban pszikrofil baktériumok és penészgombák működnek közre, melyek hőmérsékleti optimuma 15–20 °C. Ezenkívül jelentősen nő a sugárgombák száma, ami a komposztérettség indikátora is lehet (KÁRPÁTI, 2011).

3.1.3. A humuszképződés jelentősége a komposztálás során

A komposztálás talajbiológiai szempontból a korhadással azonosítható folyamat, mely során a szerves anyagok aerob mikroorganizmusok segítségével mineralizálódnak, illetve bizonyos hányaduk humifikálódik. Végterméke a komposzt, mely nem más, mint a stabilizált (humifikált) szerves anyag, ásványi tápanyagok és mikrobiális termékek (fermentumok) összessége. A szerves anyagok átalakulását a komposztálás során a 2. ábra tárja elénk.

2. ábra. A szerves anyag átalakulása a komposztálás során



Forrás: <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/vedett-erzekeny>

A komposztálás során a következő változások következnek be a szerves anyag minőségében:

- a C/N arány csökken, a komposztok C/N aránya (20:1) közelebb van a talaj szerves anyagához, mint a kiindulási szerves anyagoké, és a komposzt ellenáll a biológiai bomlásnak;
- a komposztálás során a könnyen oldható szervesanyag-tartalom csökken;
- a humusz előanyagok (fulvosavak) mennyisége csökken, a huminsavaké nő;
- a szerves anyag minőségében olyan változások figyelhetők meg, amelyek a talajban végbemenő humifikációhoz hasonlóak (SEIFERT, 1962).

A komposztálás során a szerves anyag mennyiségében és minőségében bekövetkező változások jelentősége a következő:

- a jól irányított folyamat során stabilizált szerves anyag jön létre, amely ellenáll a mikrobiális lebomlásnak;
- a komposzt tárolása a szerves anyag stabilitása miatt csekély közegészségügyi kockázatot jelent, ellentétben a nyers szerves anyagokkal;
- a talajba kijuttatva nem vált ki kedvezőtlen talajbiológiai folyamatokat (rothadást);
- a bekövetkező minőségi változások hatására (szín, adszorpciós viszonyok, polimerizáltság) javítja a talajok fizikai, kémiai tulajdonságait (DÖMSÖDI, 1989).

3.1.4. A jó komposzt készítésének feltételei

a) A C/N arány

A nyersanyagok összeállításánál az egyik legfontosabb tényező a C/N arány, mert a komposztálás során a mikroorganizmusok helyes tápanyagellátásával a veszteséget (elsősorban a nitrogénvesztést) minimalizálni tudjuk. Abban az esetben, ha a C/N arány túl szűk, tehát a nitrogén relatíve feleslegben van, a fölös nitrogén a 25:1 arányig ammónia formájában eltávozik. Ez a folyamat, mely például a baromfitrágya komposztálásakor léphet fel, az intenzív ammónia szagról könnyen felismerhető. Túl tág C/N arány esetén a folyamat csak nagyon lassan indul be, amikor már a felesleges szén CO₂ formájában eltávozott. Leegyszerűsített alapszabályként elmondható, hogy minél öregebb, barnább és fásabb egy anyag, annál több szenet, minél frissebb, lédúsabb és zöldőbb, annál több nitrogént tartalmaz. A legfontosabb nyersanyagok C/N arányát a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat: Nyersanyagok C/N aránya

Nyersanyag	C/N arány	Nyersanyag	C/N arány
Fakéreg	120:1	Baromfitrágya	10:1
Fűrészpor	500:1	Baromfi-mélyalom	15:1
Papír, karton	350:1	Trágyalé (híg)	2:1
Kommunális hulladék	35:1	Trágyalé (sűrű)	10:1
Konyhai hulladék	15:1	Marhatrágya	25:1
Kerti hulladék	40:1	Szalma (rozs, árpa)	60:1
Lomb	50:1	Szalma (búza, zab)	100:1
Vágott fű	20:1	Vágóhídi hulladék	16:1

Forrás: <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/vedett-erzekeny>

b) A nedvességtartalom

A komposztálás során a mikroorganizmusok számára a tápanyagok mellett megfelelő mennyiségű vizet is biztosítanunk kell. Abban az esetben, ha vízhiány lép fel, a mikroorganizmusok szaporodása megáll, és csak a megfelelő nedvességtartalom visszaállítása után folytatódik. A komposztálás során az optimális nedvességtartalom 40–60 % között van. Az általában gyakoribb túl magas nedvességtartalom kiszorítva a pórusokból az O₂-t, anaerob feltételeket teremt, és a rendkívül kedvezőtlen rothadási folyamatokhoz vezet, ezért a komposztálás során a nedvességtartalmat a gyakorlatban folyamatosan ellenőrizni kell.

c) Az oxigénellátás

A komposztálási folyamatokban résztvevő aerob mikroorganizmusoknak jelentős mennyiségű oxigénre van szükségük. Különösképpen igaz ez a kezdeti intenzív lebontási fázisra, amikor számítások szerint egy köbméter komposztban a levegő két órán belül elfogy. Ez azt jelenti, hogy az anyagnak olyan lazán kell állnia, annyi strukturáló anyagot kell tartalmaznia, illetve olyan gyakran kell átforgatni, hogy a levegőáramlás folyamatos legyen a prizma peremétől a magzónáig.

d) A hőmérséklet

A korhadási folyamat beindulásához szükség van egy bizonyos kiindulási hőmérsékletre, melyet az anyag 20–25 °C hőmérséklete esetén ér el leggyorsabban. Attól kezdve, hogy a komposztálás beindult a külső hőmérséklet szerepe már a kezdeti szakaszban is elhanyagolható, hiszen az intenzív lebomlás során jelentős mennyiségű hő szabadul fel,

tehát a komposztálásnak télen sincs semmi akadály, ha az anyag hőmérséklete eléri a 10 °C-ot. Fontos, hogy a hideg évszakban gyakrabban szükséges a komposzt átforgatása, mert a teljes mennyiségnek át kell esni a három-négy hétig tartó intenzív szakaszon. E fázis után a prizma többé-kevésbé kihűl, esetleg teljesen át is fagyhat. A mikrobák betokosodása, tevékenységük szünetelése a tavaszi felengedésig tart, amikor a prizmák átforgatásával a komposztálás folytatódhat. A komposzt hőmérsékletének legfontosabb hatása a higiénizálás, hiszen a mezőgazdaságban, az élelmiszeriparban és a kommunális szférában keletkező szerves hulladékok jelentős része éppen fertőzőképessége miatt jelent problémát. Meg kell teremteni az ehhez szükséges minimális hőmérsékleti értékeket (55–65 °C) és időtartamukat (3–6 nap) (KÁRPÁTI, 2011).

3.1.5. A komposztok felhasználása

A komposztok talajjavító tulajdonságát is figyelembe véve megállapítható, hogy sokoldalú hatásának köszönhetően a termés mennyiségét és minőségét hosszú távon kedvezően befolyásolja. A komposztok trágyázó hatásának megítélése szempontjából azt kell ismerni, hogy a tápanyagok miként válnak a növény által felvehetővé. A nitrogén az egyik legfontosabb növényi tápanyag. A fehérjéket felépítő aminosavak nélkülözhetetlen alkotó eleme, ezért hiánya nagyban befolyásolja a termés mennyiségét. A növények nitrogén ellátását két fő tényező befolyásolja:

- hogyan képes a talaj nitrogén tőkéje (szerves kötésű nitrogén) mineralizálódni;
- a tápanyag-utánpótlásra használt anyagok (trágyák) mennyi ásványi nitrogént tartalmaznak.

A komposztokban a nitrogén 80–100 %-a szerves kötésben található. A nitrogén mineralizáció nagyban meghatározza a trágyázó értékét. A komposztok nitrogén mobilizáló vagy immobilizáló képessége a bennük található könnyen lebontható szénforrásoktól és a C/N aránytól függ. Általánosságban a komposztok nitrogéntartalmának 0–25 %-át vehetik fel a növények a trágyázás évében. A nitrogénszolgáltatás mértékét több tényező befolyásolja. A komposzt tulajdonságain túl fontosak a termőhelyi adottságok: a klíma, a talajtulajdonságok a nedvességállapot és a termesztés körülményei pl. a talajművelés.

A komposztok tápanyag-szolgáltató képességét meghatározza a komposzt érettsége is. Általában megállapítható hogy a kevésbé érett komposztok több könnyen oldható tápanyagot tartalmaznak, ezért trágyázó hatásuk jobb, bár a növény-növekedést gátló hatásuk is nagyobb

lehet. Az érett komposztok talajjavító hatása jobb. Mulcsozásra például a 3–4 hetes, az intenzív lebomlási szakaszon túljutott komposzt (II., III. érettségi fok) tökéletesen alkalmas, tehát, ha nincs szaghatása, felhasználható. Ha a komposztot palántanevelésre vagy igényes kultúrák virágföldjében használjuk fel, akkor a komposztnak teljesen érettnak, földszerűnek kell lennie (V. érettségi fok), nehogy kiégést vagy gyökérkárosodást okozzon. Tápanyag-utánpótlásra általában a IV. vagy V. érettségi fokot elért komposztok alkalmasak, hiszen trágyázó hatásuk kedvező, viszont már kellően stabil szerves anyagnak tekinthetők (DÖMSÖDI, 1989).

Makro-tápanyagokkal a komposztok jól ellátottak. Az érés során a foszfor, a kálium, a magnézium, a kalcium és a mikroelemek feltáródnak, a talajba kerülve a növények számára felvehetők. A komposztokkal a növények foszfor- és káliumellátása minden kiegészítés nélkül megoldható, illetve rendszeres használata következtében a talajok tápanyagtőkéje gazdagodik. Külön említést érdemel a komposztok kalciumtartalma. Egyfelől a gazdasági növények kalcium igényét fedezi, másfelől a talaj savanyúságát csökkenti.

A komposzt kijuttatásának időpontja változó lehet. Ellentétben az istállótrágyákkal a komposztok esetében nem kell jelentős ammóniavesztéssel számolni a talajra kiszórás után. Ez a tulajdonság megkönnyíti a munkák szervezését, hiszen a kiszórás után nem kell azonnal talajba keverni. Talán csak a téli kijuttatás ellen szól az, hogy az átfagyás és a túlzott kiszáradás rontja a komposzt hatását. Az olvadó hó hatására tápanyagok is kimosódhatnak a talaj felszínére szórt komposztból, ezzel veszélyeztetve a talajvizet. A kiszórás időpontját meghatározó tényezők:

- üzemi termelési szerkezet (főként a vetésforgó),
- termőhelyi viszonyok (talajtípus, csapadék viszonyok),
- rendelkezésre álló erőforrások (gépek, emberek),
- munkacsúcsok megoszlása.

Stájerországi gazdák körében általános gyakorlat a vetés előtti kiszórás, magágykészítéssel egy időben történő bedolgozás. Gabonák esetén pedig a komposztot kora tavasszal fejtrágyaként alkalmazzák. Alsó-Ausztriában, viszont gyakori az elővetemény betakarítása utáni kiszórás. Ennek az a magyarázata, hogy ebben az időszakban a legtömörebb a talaj. A kiszórás után forgó boronával a zöldtrágya vetéssel egy időben a feltalajba keverik. Saját tapasztalataink a vetés előtti kiszórást támasztják alá. Meg kell azonban jegyezni, hogy a kiszórás módja és időpontja csak az adott üzem ismeretében határozható meg. Az adag

meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy a komposztok sokoldalú trágya és talajjavító szerek, hatásmechanizmusuk összetett. A trágyázó hatás elemzésén alapuló vizsgálatok 10–30 t/ha adagot javasolnak, N műtrágya kiegészítéssel. Az adag megállapításakor itt nem veszik figyelembe a komposzt talajjavító hatását. Az ökológiai gazdálkodásban felhasznált mennyiség gabonák esetén az előveteménytől és a fajtától függően 10–50 m³. Nagy tápanyagigényű kapás kultúrák esetén (pl. kukorica, tök) az adag 25–50 m³ között változik (ÁNGYÁN).

A gyakorlatban a komposzt felhasználása a következő területeken ismert:

Ültetőközeg dísznövénytermesztésben,

Ültetőközeg palántaneveléshez,

Kertészeti termesztés,

Szántóföldi termesztés,

Gyümölcsstermesztés,

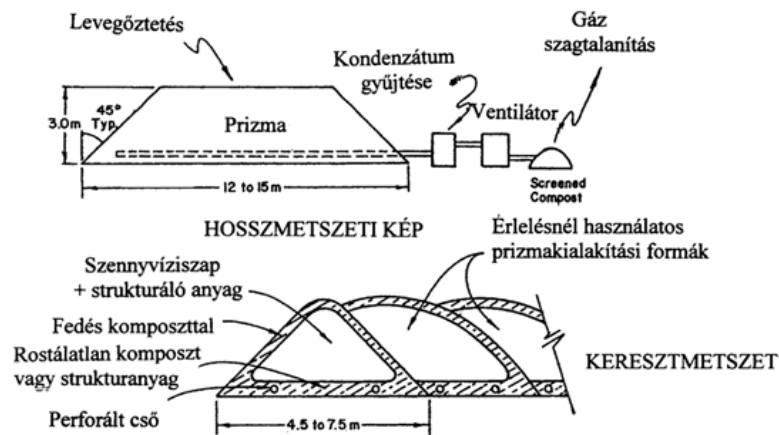
Gyepgazdálkodás,

Erdőgazdálkodás,

Tájrendezés, rekultiváció.

3.2. Szennyvíziszap, mint komposzt

A komposztálás a fejlettebb országok általános szennyvíziszap feldolgozási technológiája (technológiát mutatja a 3. ábra). Egyrészt azért, mert alapanyagát a szennyvíztisztítás folyamatosan termeli, másrészt a talajok degradációja ezt az iszapmennyiséget bőségesen fel tudná venni természetes tápanyag utánpótlásként az egyre csökkenő állati szerves trágyát helyettesítve. Hosszú távon a bio-üzemanyagok termelésének talajtápanyag igényéhez is kedvezően járulhat majd hozzá a komposzt nagy részét képező humusz visszaforgatásával. Ma már az EU országok többségében törvényekkel, rendeletekkel szabályozzák a szennyvíziszapok és egyéb szerves hulladékok komposztálását és azok felhasználását (ÁNGYÁN).



3. ábra. Szennyvíziszap komposztálás sémája

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0021_Komposztalas

A szennyvíziszap-komposzt a komposztálási folyamat humuszhoz hasonló végterméke, amit egyes esetekben kiegészítő folyamatok (levegőztetés, rostálás), valamint kiegészítő anyagok hozzákeverése (más szerves hulladék, tőzeg, fahulladék) segítségével nyernek. A tipikus szennyvíziszap-komposzt átlagos nitrogéntartalma kb. 1 %, de az iszaptól és a komposztálási folyamattól, illetve az adalékanyagtól függően változhat.

A szennyvíziszap javítja a talaj fizikai tulajdonságait, talajtermékenységet, jobb művelhetőséget, jobb vízvezető képességet biztosít. Mezőgazdasági felhasználását támogatja alá az a tény is, hogy komplexen tartalmazza a nitrogén, foszfort, káliumot (ALLHANDS et. al., 1995).

A komposztálás a szennyvíziszap biológiai úton történő feldolgozása, ahol a cél: az anyag térfogatának és tömegének csökkentése, levegőszennyezés csökkentése, fertőző hatás megszüntetése, az iszapban jelen lévő N, O, K, C tartalom hasznosítása. A szennyvíziszapnak akár önmagában, akár nem természetes idegen anyagokkal történő komposzttá alakítása, illetve ennek az anyagnak hasznosítása egy olyan preventív környezetgazdálkodási tevékenység, ahol a másodlagos anyagok újrahasznosítására és a természeti körforgásba történő visszajuttatásával a ráfordítás és az elmaradó kár arányát (víz, talaj, levegőszennyezés) messze a pozitív irányba billenti (BARÓTFI, 2000).

A szennyvíziszapok mezőgazdasági elhelyezése számos közegészségügyi és környezetvédelmi problémát is felvet. Szántóföldön csak kommunális eredetű iszap helyezhető el, az ipari szennyvíziszapok magas nehézfém tartalmuk miatt nem engedélyezhetők. Az iszapok termőföldön történő elhelyezésének alapvető feltétele a járványhygiéniai veszélytelenség, melynek egyik megvalósítási lehetősége a komposztálás (BARNA, 1998).

A komposztált iszap felhasználása, a komposztálás során lejátszódó biológiai, kémiai folyamatok eredményeként olyan értékes anyagokat szolgáltat a talaj, és a növények számára, melynek alkalmazása előnyös lehet mind a mezőgazdaság, mind a szennyvízkezelést végző vállalatok számára. A komposztálás során keletkező hő fűtésre is hasznosítható (BENEDEK, 1990).

A komposztálás alapanyagát képező szennyvíziszap tartalmaz elég makro-tápanyagot, valamint mikro-tápanyagokat, melyek biztosítják a lebontási folyamatok beindítását. Nitrogénből azonban sokkal több van benne, mint amennyi sejtanyaggá történő alakításukhoz szükséges. A fehérjék nagy nitrogéntartalmúak és jól bonthatók. Éppen az ellenkezője igaz a fásult növényi részekre, melyek nitrogénben szegények, és szerves anyaguk nagy része, a cellulóz, valamint a lignin, ezen túl bakteriálisan gyakorlatilag nem bontható.

A mezőgazdaság szennyvíziszap hasznosítása

Kockázatot jelenthet esetében a fertőzőképessége, fitotoxicitása, nehézfém tartalma (VERMES, 2005). A mezőgazdasági elhelyezésnél, hasznosításnál is a közeljövőben talán a jelenleginél nagyobb súllyal, az élelmiszer termelésből időszakosan kivont, energianövény termelő, vagy pihentetett területek jönnek majd számításba, mert végül is az elsődlegesen a

hulladék anyag megszüntetését fogja ezzel szolgálni, s csak másodlagos célja lesz a „nyersanyag” újrahasznosítás (VERMES, 2003).

A mezőgazdasági hasznosításnál elsődlegesen az iszap nitrogén és foszfor és káliumtartalma hasznosul, miközben szerves anyagai különböző átalakulási folyamatokban széndioxiddá, illetőleg fokozatosan stabilizálódó humusz-komponensekké alakulnak (KÁRPÁTI, 2011). Az ásványi rész a talaj nehézfém tartalmát növeli, ami elvileg kedvezőtlen lehet a növényzetre, és annak a fogyasztóira (áttételesen vagy közvetlenül magára az emberre). A nehézfémek növényi felvétele azonban nem jelentős, s a humusz semleges és lúgos pH-nál ezt a felvételt is egyértelműen csökkenti. Egyedül a növényekben akkumulálódó kadmium jelent ilyen értelemben fokozott veszélyt. Bár számos más nehézfém túlzott koncentrációja is kedvezőtlen a növényekre, az elsősorban fitotoxikus hatásuk révén jelentkezik. A nehézfémek mellett az iszap fertőzőképessége is kockázatot jelent (VERMES, 2003). Fontos a szennyvíziszap fertőtlenítése, stabilizálása a növények szempontjából is. Ezek ugyan nem az emberre fertőző szervezetekre érzékenyek, hanem a nyers iszap gyors bakteriális lebontása során keletkező közbülső termékekre, aldehidekre, savakra.

Az iszap fő tápanyag-összetevői és szerepük a talajban

Szerves anyag

Az iszap szerves anyaga bármiféle fizikai-kémiai, vagy biológiai előkezelését követően a talajban tovább stabilizálódik saját, valamint a talaj mikroorganizmusai révén. Ezek az átalakulások a mindenkori környezeti feltételeknek (nedvesség, oxigénellátottság), talajéletnek megfelelően mélyülnek el, teljeseznek ki. A stabilizálódott szerves anyag (a kémiai erősen kötött nitrogéntartalmával együtt a talajmátrix része lesz. Nitrogéntartalmának leadása a talajban a korával arányosan lassul, bár jelentősen függ a mindenkori körülményektől is (szerves anyag kimerülése, vagy felhalmozódása a talajban).

Nitrogén és foszfor

A nitrogént és a foszfort, mint meghatározó tápanyagokat a növények nagy sebességgel forgatják, hasznosítják életciklusaik során. A talajban az iszap nitrogén vegyületeinek az átalakítása kisebb - nagyobb sebességgel, de folyamatosnak tekinthető, s egyidejűleg többirányú. A mikroorganizmusok az ammónium egy részét saját anyagukba építik be. A növények ugyanezt teszik mind az ammóniummal, mind a nitráttal. A szerves anyag stabilizálódásakor, humifikálódásakor nitrogéntartalmának egyik része kémiai is

beépül a keletkező termékbe, másik része ionosan kötődik ahhoz (KÁRPÁTI, 2011). A foszfor kevésbé kötött a szennyvíziszap szerves anyagához, mint a nitrogén. Egyébként is redukcióra alig hajlamos formában (foszfát-ionként) van jelen, amely a talaj fémkomponenseivel könnyen képez stabil csapadékot.

A szennyvíziszap szerves anyagainak átalakulása a talajban

Az ősszel talajra hulló levelek ugyan hasonlóan nyers szerves anyagnak tekinthetők, mint a szennyvíziszap, de nem tartalmazzak olyan mennyiségben fehérjét (nitrogént), foszfort, baktériumot, emberre potenciálisan veszélyes patogén szervezetet. A cellulóz és lignin lebontását döntően a gombák végzik (KÁRPÁTI 2002, 2003). A teljes stabilizálódás mindenképpen a baktériumok és gombák együttes tevékenységének az eredménye, attól függetlenül, hogy a lebomlási folyamatokat a környezeti feltételek szabályozásával az ember hogyan alakítja.

A szerves anyag lebomlása a talajban is a környezeti feltételek függvénye. A humuszosodó anyagnak közben ugrásszerűen megnő a biológiai stabilitása, lassul a lebomlása. Egyébként is csak így lehet hosszú távon hasznos komponense a talaj termőrétegének. A humusz átlagos ciklusidejét, vagy lebomlási sebességét a talajban 300-3000 évre becsülik (VERMES, 2011). A kellően stabil komposztból a nitrogéntartalmának 10-20 %-a válik felvehetővé (mineralizáció) a kihelyezést követő évben a talajban. Azt követően a nitrogén leadása (biológiai lebomlása, hasznosulása) egyre lassúbb ütemű lesz. A lassan beálló egyensúlyi érték csak néhány százalék lesz, hiszen a humusztartalomra számolva az éves mineralizációt a nitrogéntartalom 3,5 % körüli értéknek becsülik (NÉMETH, 1996).

A szennyvíz tisztításától függően redukált nitrogéntartalmának igen kis hányada kerül csak az iszapmaradékba, vagy az abból termelt komposztba. A nyers szennyvíz nitrogéntartalmának a rothasztást követően ez csak mintegy hatoda. A szennyvíziszap nitrogéntartalmának hasznosítását illetően jobb lenne, ha a nyers iszapot közvetlenül juttatnák a talajba. Ez a nyers iszapnál csak 6-8 % szárazanyag tartalmú iszap injektálásával történhet, ami kedvező a gyors bomlásnál jelentkező szag minimalizálásához is. A nyárvégi nyersiszap-kihelyezést követően nitrogéntartalma (elsősorban a nitrifikálódott rész) nitrátként az őszi esőkkel jobban lemosódhat a mélyebb talajrétegekbe, hiszen nem veszi fel azt sem a növényzet, sem a humusz.

A stabilizált iszap, vagy komposzt kijuttatása kisebb költséggel, s lényegesen kisebb egyéb kockázattal jár (stabilabb szerves anyag, lassúbb nitrogén mobilizáció). Kihelyezése ennek megfelelően tavasszal vetés alá is történhet, sőt valószínűleg ilyenkor a legkedvezőbb. A komposztot mindenképpen be kell forgatni a talajba. A jó komposzt különösen kedvező tulajdonsága, hogy abban a nitrogéntartalom döntően a rendkívül nehezen lebontható humuszvegyületekben kémiaiilag kötötten van jelen, s így lassan hasznosuló tápanyagot jelent a növényzetnek. Ez azt jelenti, hogy elvileg akár az éves terhelésnek megfelelő nitrogéntartalom többszörösével is nyugodtan terhelhető komposzttal a talaj a szerves anyag kedvezőtlen hatásai, s felvehető nitrogén túladagolása nélkül (EPSTEIN, 1997).

Az eleveniszapos szennyvíztisztításnál keletkező iszapban a foszfor mindig kötött állapotban van. Részben többértékű fémekkel alkotott nehezen oldható foszfátja formájában, részben a sejten belül betárolt szerves foszfátként (Mg és K vegyület – polifoszfát), részben a sejten kívül keletkező magnézium-ammónium-foszfátként (MAP vagy struvit), részben a szerves anyagaként (szerves foszfát) (PÁSZTOR és társai, 2004). A kötött formákból az anaerob rothasztásnál oldatba kerülhet, ha nincs a csapadékban megfelelő mennyiségű kicsapó hatású fémion. A struvit a semleges, savasabb pH-nál jól oldódik, ezért biztosabb, ha stabilabb vegyületbe viszik. A gyakorlatban ehhez vas-, alumíniumionokat használnak. A kalciummal csak tízes pH körül csapható ki a foszfát megfelelő hatásfokkal. Az iszapvíz foszfor-mentesítése azonban legtöbb tisztítónál elengedhetetlen a tisztítás előírásai (határértékek) miatt. A foszfor ilyen immobilizálása ugyanakkor a foszfor növényi felvehetőségét csökkenti (VERMES, 2003). Általánosnak tekinthető az a vélemény, hogy a komposzt nitrogéntartalomra történő adagolásakor a foszfor túladagolására nem kerülhet sor.

A kálium (alkálifém) tartalom a szennyvízből csak annyiban nyerhető vissza, amennyiben a sejanyagba beépül. A szennyvíziszapok ezért a növényeknek szükségesnél lényegesen kevesebb káliumot tartalmaznak (kicsi K:N, illetőleg K:P arány). Ezt részben ellensúlyozza, hogy a komposztáláshoz felhasználásra kerülő segédanyagok (szalma, fűrészpor) a káliumot nagyobb részarányban tartalmazzák. Mivel a komposztálásnál a káliumtartalom a késztermékben koncentrálnak, azaz vesztesége nincs, a végső káliumigény beállítására a hiányzó mennyiség akár a komposztálás előtt, akár azt követően, kálium tartalmú ásványi termékekkel is megoldható.

A növények fontos tápanyagai a kalcium és magnézium is, melyek alkáliföld-fémek. Ezek is említésre kerültek már a korábbiak során éppen a foszfor kicsapódásával kapcsolatban. A szennyvízzel érkező kalcium és magnézium döntő része ugyanakkor mégis

inkább a tisztított szennyvízbe kerül hidrogén-karbonát formájában, mint a szennyvíziszapba. Ezért is gyakorlat a komposztok javítása megfelelő Ca-, és Mg-tartalmú vegyületekkel, hasonlóan a műtrágyákhoz. Az utóbbiaknál azonban a nevezett fémek karbonátjainak az is feladata, hogy alkáliföld-fém tartalom növelésén túl a műtrágya talajsavanyító hatását is kompenzálja. A komposzt vonatkozásában részben a Ca-, és Mg-ionok hatásának is tulajdonítható a humusz-kolloid kedvező szerkezete, jobb víztartó képessége.

A talajba kerülő komposzt vagy szerves anyag a talajmátrixba történő beépülése eredményeként annak számos tulajdonságát kedvezően alakítja. Jobb nedvességtartást biztosít a növényzet számára, illetőleg csökkenti a tápanyagok, elsősorban ammónium kimosódását a talajból. Komoly hatása van a humusznak a mikro-tápanyagok mobilizálásában is a kisebb molekulatömegű frakcióinak a fémekkel kialakuló komplexei révén (NÉMETH, 1996; EPSTEIN, 1997).

A mindenkori környezet lehetőségei, igényei határolják be, hogy a lakossági szennyvíziszapból milyen mélységű technológiával milyen minőségű terméket célszerű előállítani. Abban az esetben, ha kereskedelmi forgalmú termékről egyáltalán nem beszélhetünk, hanem csak biztonságos újrahasznosításról, a környezeti kockázat a biztonság oldaláról gyakorlatilag megegyező a másik változatával, a minőség oldaláról viszont szükségszerűen lényegesen mérsékeltebb igények jelentkeznek.

Több hazai üzemben is szárítanak jelenleg iszapot. Ezt jelenleg nem az iszap égetése, hanem a stabilizálása érdekében végzik. A szárított iszap ugyanis megfelel a víztartalom előírásának, sőt nem is patogén. Ilyen értelemben a mezőgazdasági hasznosítása elvileg lehetséges. A könnyű kijuttatási lehetősége még előny is a nedves változathoz viszonyítva. A szárítás költsége azonban jelentős. Az sem elhanyagolható, hogy a szárított iszap biológiailag sem tekinthető stabilnak. Ahogy a talajba kerül és megfelelő nedvességtartalmú lesz, a talaj beoltásának hatására abban a biológiai lebontás azonnal megindul, akár az injektált szennyvíziszapokban. A kellően stabil komposzt tavasszal, a vetést megelőzően adagolva sem okoz fertőzésveszélyt.

3.3. A „tengeri” rövid jellemzése

A kukorica (1. kép) (*Zea mays*) egyszikű, a pázsitfűfélék (*Poaceae*) családjába, a kukorica (*Zea*) nemzetségbe tartozó növény. A nemzetség monotipikus, csak a kukorica tartozik ide. A pázsitfűvek gazdasági szempontból a legfontosabb növény család (MENYHÉRT, 1979).



1. kép. Kukorica

A pázsitfűfélékre általánosan jellemzően a kukoricának is bojtos gyökérzete van. Gyökérzete a kalászos gabonákhoz képest részben eltérően alakul. A gyökérrendszer fejlődése során, időrendi sorrendben, a csíranövény gyököcskéjéből fejlődő csíragyökér az első. Ez elsődleges, „valódi” gyökér, növekedését hamar befejezi, a kukorica víz- és tápanyagellátásában alárendelt szerepe van. Ezután a szikközépi szárból indulva megjelennek a másodlagos gyökerek. A másodlagos gyökérrendszer nagy jelentőségű a kukorica víz - és tápanyagfelvételében. A gyökértömeg legnagyobb részét a járulékos gyökérzet adja. Mélyre hatolnak, körülbelül 2 m mélységig, oldalirányban 1 m távolságra is eljutnak, nagy gyökértömeget képeznek.

A kukorica szára a kalászosok szalmaszárától jelentősen különbözik. A szár belül teljes hosszában bélszövettel kitöltött, ezért tömör. Mereven felálló, erős, vastagsága 3-6 cm, magassága 60-350 cm közé tehető (MENYHÉRT, 1985).

A levelek a szárcsomókból indulnak, így számuk a föld feletti nóduszok számával egyenlő. A száron átellenesen helyezkednek el. A levéllemez 5-15 cm széles, hossza 30-100

cm, a széle általában szőrözött. A pázsitfűvekre jellemzően párhuzamos erezte van, de a közepén egy jól fejlett világos színű középér húzódik végig, mely a fonákon kidomborodik.

A kukorica váltivarú növény, tehát a hím- és nővirágok külön virágzatban helyezkednek el. A külön ivarú virágzatok azonban egy növényen találhatók ezért egylaki növényről van szó. A hímvirágzatot címernek nevezzük, mereven felálló, lazán elágazó fürtös füzér vagy bugavirágzat. A növény csúcsán helyezkedik el, kialakulása lezárja a szár további növekedését. A főtenyely végén, illetve az oldalágakon találhatók a kalászkák. A kalászkák párosával sorokba rendeződve helyezkednek el, egy kalászka két virágot tartalmaz (VÁCZI, 1981).

A kukorica termése szemtermés, a maghéj a terméshéjjal összenőtt. Alakja lehet többé-kevésbé gömbölyű, hosszúkas, sokszor lapított. Színét a három rétegű terméshéj határozza meg, lehet fehér, sárga, barna, vörös, ibolyás, ezek átmenetei, esetleg tarka. Mérete igen széles határok között változhat, az ezerszemtömege 35-1000 g lehet, de a ma termesztett hibrideké általában 250-450 g.

A talajjal szemben igényes, a gabonák között a legigényesebb. Sikeresen, jó terméseredménnyel csak a legjobb minőségű talajokon termeszthető. A középkötött, mély termőrétegű, jó víz- és hőgazdálkodású, jó tápanyagszolgáltató-képességű talajokat kedveli. A közel semleges kémhatású, 6,5-7,5 pH-jú talajok a legjobbak számára. Nagy vetésterületéből adódóan a búzával versenyez a legjobb talajokért, és általában a kukorica kerül a jobb adottságú területre. Termesztésére kiválóan alkalmasak a csernozjom, réti csernozjom, a barna erdőtalajok, csernozjom barna erdőtalajok (ANTAL, 1962).

Mélyre hatoló, kiterjedt, nagy gyökértömege miatt a kukorica jól hasznosítja a talaj nedvességekészletét. A talajt képes nagy mélységig kiszárítani. Vízigénye viszonylag nagy, 450-550 mm. A nagy szárazanyagtömeg előállításához sok vizet vesz fel a talajból a tenyészidőben. A vízigény csúcsidőszaka a többi szántóföldi növényhez képest hosszú, aszályérzékenysége ezért nagy.

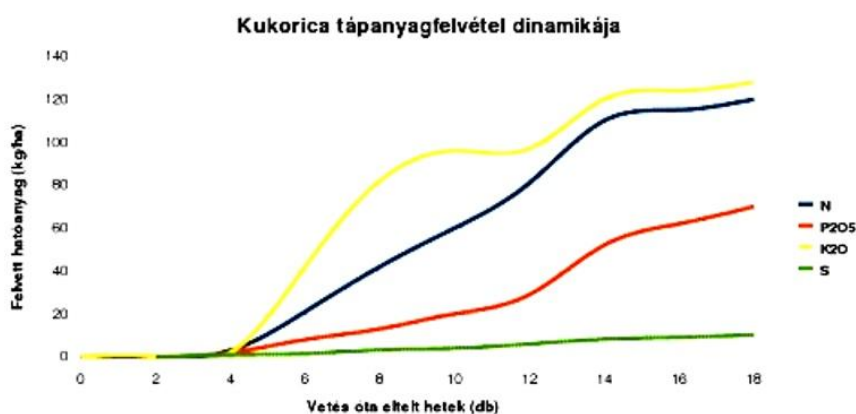
A kukorica nem igényes az előveteményre, a növényi sorrendbe jól beilleszthető, problémát nagy vetésterülete okozhat. Jó előveteményei azok a kultúrák, melyek korán lekerülnek a területről, nem hagynak sok szármaradványt maguk után, nem szárítják ki a talajt. Viszonylag jól termeszthető monokultúrában, tehát hosszú ideig önmaga után vetve is. A legalább 6-7 évig történő önmaga utáni termesztést tekintjük monokultúrának. A monokultúrának azonban vannak hátrányai. Elszaporodnak a nehezen irtható herbicid rezisztens gyomok, például a vad köles, a fenyércirok, fehér libatop, kakaslábfű, szőrös

disznóparéj. Az egyoldalú tápanyag felhasználás, a talaj kiszáritása, a kórokozók és kártevők fokozott megjelenése és kártétele is egyre nagyobb problémát okoz. Ésszerű vetésváltás betartásával többlet költség nélkül megelőzhetők a monokultúrában jelentkező problémák (RUZSÁNYI, 1985).

A vetésmélység a talaj tulajdonságaitól, nedvességtartalmától, a vetés idejétől függően 4-7 cm lehet. Laza, könnyen felmelegedő talajokon 6-7 cm mélységű vetés ideális, míg a kötött talajokon 4-5 cm megfelelőbb. A ma ajánlott tőszám 55-75 ezer közé tehető hektáronként. A termő tőszám eléréséhez vetéskor a csíraszámot 8-10 %-kal növelni kell, a csírapusztulás és egyéb fiatalkori tövesztés miatt. A kukorica 10-12 °C-os talajhőmérsékletet igényel a csírázáshoz. Jó hőgazdálkodású talajon általában április közepére éri el ezt az értéket a vetés mélységében mért hőmérséklet. Az optimális vetésidő április 20 - május 5. közé tehető. A legújabb kísérleti adatok szerint az utóbbi években egyre gyakrabban fordul elő, hogy az április 5-10. között vetett kukorica adja a legnagyobb termést, és a legkisebb betakarításkori szemnedvesség-tartalmat. A szakemberek ezt az éghajlatunk melegedésének tulajdonítják (BOCZ, 1996).

Tápanyagellátás

A kukorica tápanyagigényes növény. A nagy tömegű szárazanyag felépítéséhez sok tápanyagot használ fel. A mélyre hatoló, erőteljes gyökérzetének, nagy aktív gyökérfelületének köszönhetően jó a tápanyagfelvevő és - hasznosító képessége.



4. ábra. Kukorica tápanyagfelvétel dinamikája

Forrás: Agroinform

A teljes virágzás fenofázisáig veszi fel a kukorica összes nitrogénigény több mint 50 %-át, a káliumigénynek bő 60 %-át. A foszforigény kezdetben mérsékelt, a virágzásig felvett foszformennyiség az összes felvételnek 40 %-át teszi csak ki. Tápanyagfelvétel dinamikáját mutatja a 4 ábra.

A kukorica fajlagos tápanyagigénye 1 tonna szemtermés és a hozzá tartozó melléktermék (vegetatív részek) felépítéséhez 21-37 kg N, 8-28 kg P_2O_5 , 11-34 kg K_2O , összesen 40-99 kg NPK vegyes hatóanyag a tenyészidőszak során. A növény mezoelem igénye 8 kg CaO, 3 kg MgO, és 3 kg S tonnánként. Mikroelemből kevesebbet (Fe 430 g, Mn 97 g, Zn 55 g, Cu 21 g tonnánként) igényel, azonban pótlásuk élettani és táplálkozási szerepüknel fogva is jelentős, hiányuk termésdepressziót okozhat. Azonban az arányt célszerű szántónként talajvizsgálatra alapozottan megállapítani (URL¹). A hektáronként kijuttatandó tápanyag mennyiségét számos tényező befolyásolja. Ezek közül a legfontosabbak: a hibrid igénye, trágyareakciója, az elővetemény, a talaj tápanyagszolgáltató-képessége és egyéb tulajdonságai.

A kukoricatermesztésben is az elsődleges, termést is meghatározó tápelem a nitrogén. Ugyanakkor káliumigényes, tehát rossz kálium ellátás jelentősen csökkenti a termés mennyiségét és rontja a minőségét is. Különösen a nagy terméseredményt célzó intenzív termesztésben nőtt meg az ellátásban a többi tápelem, főként a mikroelemek szerepe. A közismert cink hiány érzékenység mellett más mikroelemek is lehetnek limitáló tényezők, ezért a vizsgálatoknál ezekre is érdemes koncentrálni. Illetve az állományban jobban kell figyelni a várható hiánytünetek megelőzésére, jelentkezésére (BOCZ, 1996).

4. Anyag és módszer

A kísérlet 2013 áprilisában kezdődött, ekkor került a komposzt a termőföldre (Abda határában). A termőföldre 2013. április 23-án késő délutáni órákban történt a komposztaszórás, másnap tárcsával, majd ásóboronával átmunkálták a termőföldet – előbbi 15-20 cm mély megmunkálást jelent, mely biztosítja a komposzt megfelelő beleforgatását a talajba; utóbbi a talaj 10 cm mély megmunkálását jelenti a vetőágy előkészítésének érdekében. A komposztot 4*9 m²-es kispárcellákra terítettük négyszeres ismétléssel, az egy-egy parcellákra különböző mennyiségű komposzt került. A talajjavító segédanyagot a következő arányokban osztottuk el: 10:20:40:80 t/ha, ennek megfelelően az

1. kispárcella: 9 kg
2. kispárcella: 18 kg
3. kispárcella: 36 kg
4. kispárcella: 72 kg komposzt került.

A kísérlet során vizsgáljuk a komposzt talajra és a növényre gyakorolt hatását.

A talajvizsgálat kiterjed: vízben oldható összes só, humusz, CaCO₃, P₂O₅, K₂O, NO₂+NO₃-N, Na, Mg, SO₄, Mn, Zn, Cu, toxikus elemek: Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr, As értékeinek megállapítására. Talajminta vételezés folyamata: az egyes parcellákon átlósan három ponton történt mintavétel, a kontroll területen elszórtan három mintavétel történt.

A termesztett kukorica vizsgálatát a Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karán, a Kémia Tanszéken végeztük. Perten analizátor berendezéssel vizsgáltuk a szárított kukoricát, a következő jellemzők alapján: nedvesség, olaj-, fehérje-, keményítőtartalom.

Továbbá minden parcellából és a kontroll területből 10 cső kukoricát elemeztünk a cső hossza, cső súlya, illetve az egyes csőről lemorzsolts kukorica súlya alapján.

4. 1. A felhasznált komposzt jellemzői

A Sashegyi Hulladékkezelő Kp. (Győr-Sashegy) biztosította a kísérlethez szükséges Biomassz Komszol Szuper Komposztot.

A Győri Kommunális Szolgáltató Kft. komposztot állít elő a Likócs utáni külterületi részen megépített komposztáló üzemben. Komposzt alapanyagok: Pannonvíz Zrt-től származó kommunális szennyvíziszap, és granulátum (29 térfogat % arányban), Győri Kommunális Szolgáltató Kft-től származó adalékanyagok (fűrészpor, faapríték, szalma, széna, közterületi kaszalék, ágnyesedék 68, 5 térfogat % arányban), Biomassz kappa oltóanyag (2,5 térfogat % arányban). A kész komposzt külleme sötétbarna színű, földszagú, növényi maradványokat is tartalmazó morzsalékos anyag (2. kép).



2. kép. A felhasznált komposzt

A bácsai szennyvíztisztító telepről a kigázósított víztelenített iszap, amelynek szárazanyag tartalma 24-26 %, csővezetéken át a likócsi komposztáló telepre kerül. Itt a biológiai oxidációhoz szükséges oxigén hozzájárítása érdekében a laza szerkezetét lehetővé tevő iszap granulátummal és faaprítékkal kerül összekeverésre. A szárazanyag növelése a granulátum hozzáadásának a célja. A faaprítékkal növekszik a keverék hőtermelést fokozó szervesanyag tartalma. A víztelenített iszap a faaprítékkal való összekeverése közben felkenődik a fa felületére, ezzel megszűnik az iszap kenőcsös szerkezete. A keverék laza szerkezete miatt a levegő már könnyen áramlik keresztül a komposztágyon. A komposztálás lényegét jelentő termofil aerob biológiai folyamatok a szerves anyagok lebontásakor keletkező, a komposzthalmot felmelegítő hő hatására egyrészt elpusztulnak az iszap patogén szervezetei, másrészt a magasabb hőmérsékleten felgyorsul a szerves anyagok lebomlása.

A komposztálási folyamat hőszigetelt cellákban történik. A komposztálási idő 7-10 nap. A faapríték által biztosított laza struktúra következtében a komposztálás oxigén igénye levegő átfújtásával biztosított. A komposztálás befejeztével a faaprítékot és humifikálódott iszapos részt dobrostával szétválasztják. A jelentős körülbelül 80 %-ban visszanyert faapríték visszaforgatható, ezáltal az új keverékben folyamatosan biztosítható az oltó termofil kultúra.

A komposztálás zárt csarnokszerű épületben történik. Az iszapvíztelenítő gépház felől érkezik az iszap a csarnokba. Innen a keverőgépbe kerül, 5-10 perc alatt történik meg a háromféle anyag összekeverése és a kiadagoló halmokba rakja a komposztálásra kész keveréket. A rakodó az épp aktuálisan üres cellába tölti a keveréket, egyenletes magasság és sík felszín kialakítása a cél. A feltöltés után a cella hátsó falába lévő furatokon keresztül hőmérsékletmérő szondákat helyeznek a keverékbe. A levegőztetés befúvó és elszívó ventillátorokkal történik. Befúvó ventillátorból minden cellához egy elszívó ventillátorból összesen két darab van. Az elszívott levegőt tisztítják először vizes mosón, vezetik át ahol megkötődnek a vízben oldódó gázok majd a levegő egy biofilterre kerül ahol először adszorbeálódnak majd mikroorganizmusok által lebomlódnak a kellemetlen szagú gázok. A levegő igény a folyamat elején a legnagyobb, ami fokozatosan csökken. Intenzív levegőztetésre van szükség, ha a hőmérséklet meghaladja a 70 °C-ot. A kirostált komposzt egy térbeton felülettel ellátott területre kerül, ahol a komposzt további érlelése és tárolása történik. A komposztálás fontosabb adatai: komposztálási üzemidő 120 nap/240 nap (részleges/teljes), granulátum felhasználás 2800 kg/nap, faapríték 60-65 m³/nap, komposzttermelés 40-45 t/nap (teljes üzemmenet).

4.2. A termesztett kukorica jellemzői

A kukorica (DEKALB DK 440) vetése (1. sz. melléklet) május 3-án történt (72 ezer tő/ha). A vetés során használtunk mesterséges segédanyagokat: műtrágyát (N27%), talajfertőtlenítőt (SANTANA rovarölő talajfertőtlenítő szer). Gyomok elleni permetezését június első hetében végezték (LAUDIS Szelektív posztemergens kukorica gyomirtó szerrel). Augusztus közepén kapálással lazítottam a talajt.

Dekalb 440 korai érésű, középmagas, generatív típusú, zöld száron érő hibrid kukorica, mely kiváló alkalmazkodó képességgel rendelkezik. Mind a korábbi, mind a

későbbi vetéseket jól tolerálja. Virágzási ideje az éréscsoportban korai. A cső típusa: hosszú, vastag, kúpos-hengeres. A szem lófogú, szemkorona sárga színű, minősége nagyon jó.

5. Eredmények és azok értékelése

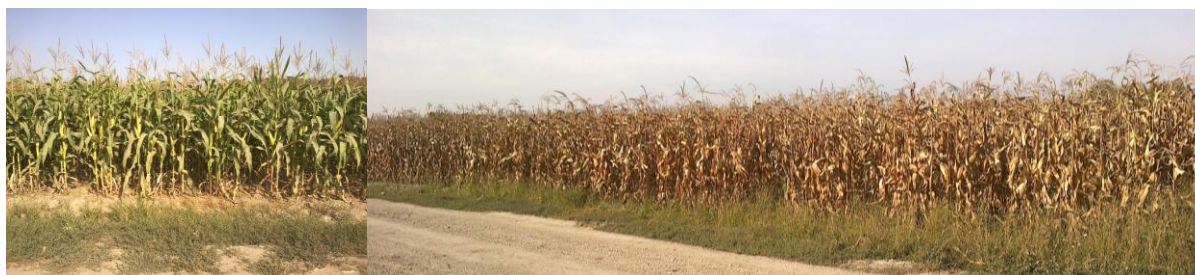
A kísérletben a likócsi komposztáló telepről származó szennyvíziszap komposzt hatását vizsgáltuk, mint trágyázó szer. A vizsgálat célja a talajba kevert komposzt tápanyag-szolgáltatása volt. A talaj fizikai-kémiai tulajdonságainak javítását szeretnénk elérni, mely a növénytermesztés során hatékony tápanyagpótlást jelenthet.

A talajtani minták vizsgálata még folyamatban van, így ennek eredményeiről még nem tudok beszámolni. (3. kép)



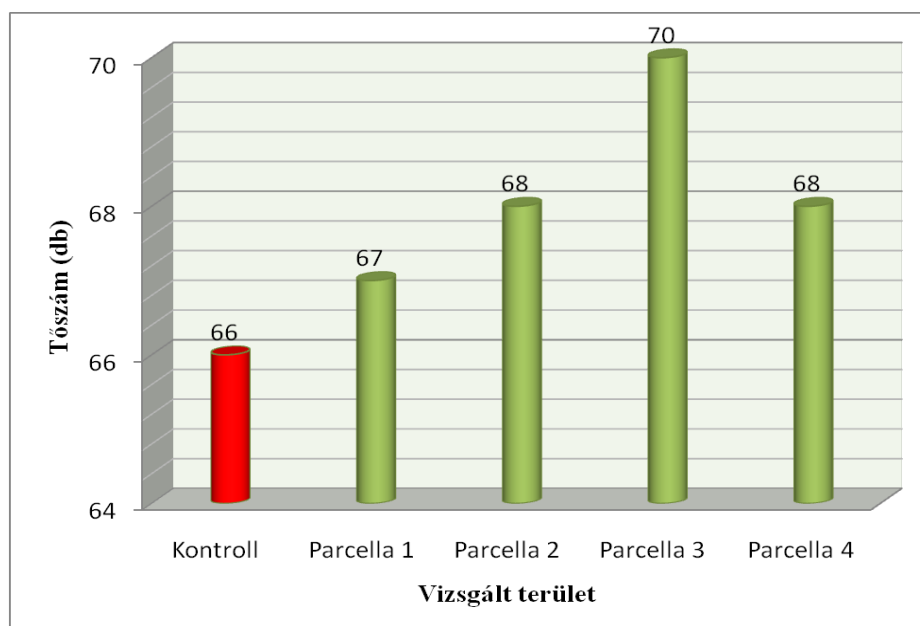
3. kép. Talajminta vételezés

A kukorica tenyésziideje alatt figyelemmel kísértem a növény növekedését. Összehasonlítva a komposzttal megszórta parcellákon és a kontroll területen fejlődő kukoricát. A tenyésződő alatt nem lehetett észlelni, mérni kiugróan eltérő értékeket a parcellák esetén. Betakarításkori magassága átlagosan 220 cm (4. kép).



4. kép. Kukorica magassága

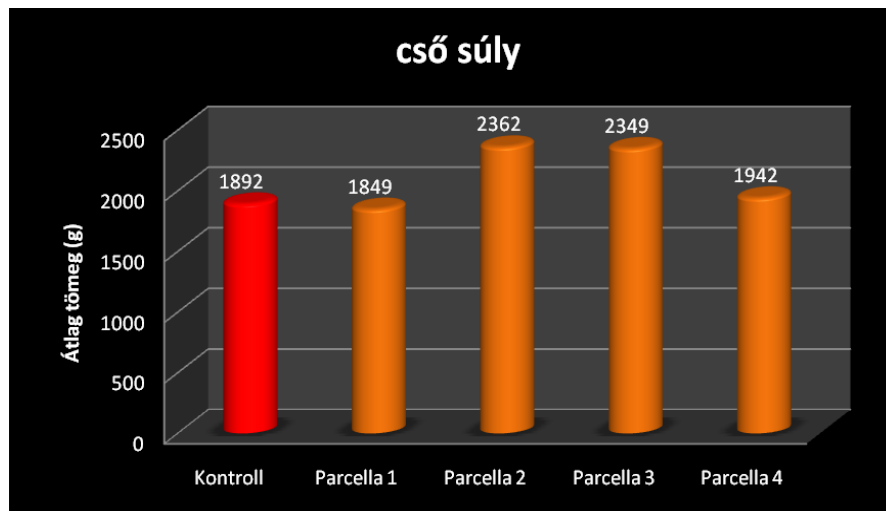
5.1. Kikelt tőszám



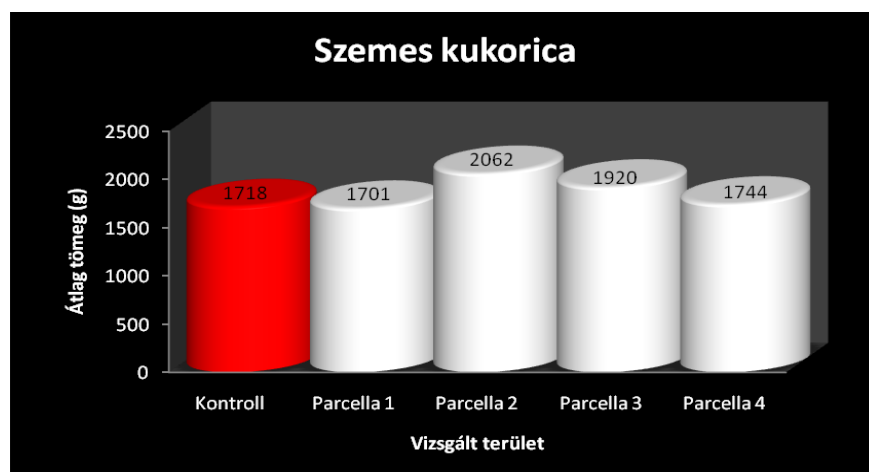
1. diagramm. Parcellánként kikelt tőszám

Vizsgáltuk az egyes parcellákon kikelt tőszámot. A diagrammon látható értékek alapján megállapítható, hogy a kikelt tőszám esetében a legjobb eredményt a III. parcella produkálta. Az érintett parcellára 40 t/ha-os komposztadag került. Az eredmények alapján elmondható, hogy a kontrollhoz képest a megfelelő adagok alkalmazásával nagyon jó eredmények érhetők el. Annak ellenére, hogy a kontroll területéhez képest minden kezelt terület növekedést mutat, mégis megfigyelhető, hogy a legnagyobb komposztadaggal kezelt területen visszaesést tapasztaltunk a kisebb komposztadaggal kezelt területen kikelt tőszámhoz képest. Ez arra vezethető vissza, hogy a kihelyezett nagyobb arányú komposzt már gátló hatást fejt ki a kukorica fejlődésére, azaz a 80 t/ha-os komposztadag már akkora mértékű szervesanyag utánpótlást jelent, melyet a termesztett kukorica illetve a talaj nem tudja feldolgozni a megfelelő ütemben.

5.2. Betakarításkori átlagtömeg



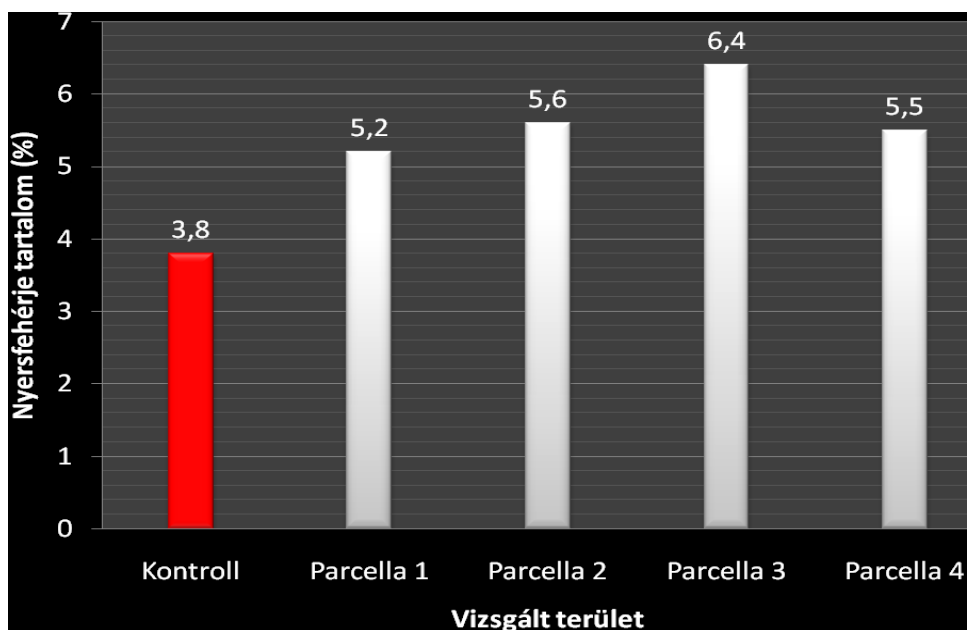
2. diagramm. Kukoricacső mért átlagtömege



3. diagramm. Szemes kukorica átlagtömege

Közvetlenül betakarítás előtt parcellánként és a kontroll területből véletlenszerűen szedtem 10 csövet. A leszedett csövek súlyát is (2. diagramm), majd a lemorzsolt kukorica súlyát (3. diagramm) is meghatároztam. A diagrammok szemléltetik az eredményt, miszerint a kontroll területhez képest a Parcella 2 mutat a legmagasabb tömeget, erre a területre 20 t/ha komposztadag került. Parcella 1 és a Parcella 4 esetén a tömegek elmaradnak a kontroll területhez képest. Parcella 3, 40 t/ha komposztadag esetén is még optimális az átlagosan mért súly, kevés grammal tér el a Parcella 2 értékétől.

5.3. Nyersfehérje tartalom

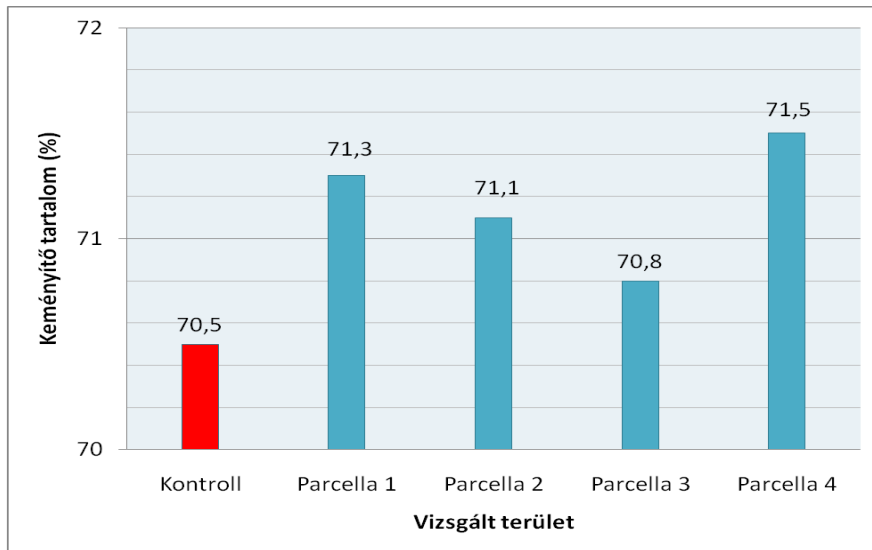


4. digramm. A kukorica mintában mért nyersfehérje tartalom

A kísérletben vizsgált körülmények között a kukorica nyersfehérje tartalmának mérésekor a legnagyobb növekedést a kontrollhoz képest, ami 3,8 % nyersfehérje tartalommal rendelkezett, a 40 t/ha komposztadagos Parcella 3 terület esetén tapasztaltuk, ami 6,4 % nyersfehérje tartalmat produkált.

Az összes parcella esetén tapasztaltunk a fehérje tartalom esetén növekedést, viszont a 4. diagramm is szépen szemlélteti, hogy a Parcella 3 a legoptimálisabb terület. A Parcella 4 esetén szintén tapasztalhatjuk a visszaesést a Parcella 3 kezelt terület eredményeihez képest, mely a korábban már említett nagy dózisú komposztadag negatív hatásával lehet magyarázni.

5.4. Keményítőtartalom



5. diagramm. Keményítő tartalom alakulása a kukoricában

A kísérletben vizsgált körülmények között legmagasabb keményítőtartalmat a Parcella 4 területen (80 t/ha komposztadag) termesztett kukoricában mértünk, ami 71,5 % értéket ért el. A kontrollhoz képest (70,5%) kis mértékű növekedés figyelhető meg.

Mindegyik kísérleti területen növekedést figyelhettünk meg a keményítőtartalomban a kontroll területéhez képest, egyértelmű a komposzt pozitív hatása.

6. Következtetések és javaslatok

A kísérlet eredményeinek elemzése során megállapíthatjuk, hogy a komposzt jó hatással van a kukoricára. Nagy előnye a komposztnak, hogy bűzmentes, nem veszélyezteti az élő környezetet a talajvizekbe való kimosódásával, illetve patogén kórokozókat sem juttatunk ki, mert azok a komposztálási eljárás során elpusztulnak. Napjainkban egyre több vállalkozás a tápanyagok visszapótlását a talajba komposzttrágyával oldja meg, ezáltal alacsonyabbá válnak a termelési költségek. Használata abból a szempontból is kedvezőbb, hogy a nagy szerves anyag tartalma révén tovább tud a növény számára tápanyagokat biztosítani, a műtrágyákkal ellentétben, mert azok hamarabb kimosódnak a talajból.

A vizsgálat eredményeiből megállapítható, hogy az alkalmazott komposztadagok közül a 40 t/ha mennyiség mondható a legideálisabbnak, majdnem minden esetben ez a terület rendelkezett a legjobb mutatókkal, kivéve a keményítőtartalmat – a legnagyobb növekedést a 80t/ha komposztadag eredményezte. Azonban a 80 t/ha adag esetében már megfigyelhető, hogy gátló hatásként lép fel a túlzottan nagy komposztadag. Meg kell említeni, hogy kormányrendelet szabályozza az éves kijuttatható szennyvíziszap-komposzt mennyiségét (20 t/ha), ennek tudatában kell kialakítani a megfelelő komposztadagot.

A kísérlet során kiderült, hogy a szennyvíziszap komposztnak a kukorica tömegére gyakorolt hatása növekedést mutatott a 20 t/ha és a 40 t/ha komposztadagok esetén a kontrollhoz képest. Míg a 10 t/ha és a 80 t/ha komposzt dózist vizsgálva a kukorica mért súlya elmarad, vagy közelíti a kontroll terület értékét.

Beltartalmi értékek vizsgálata során a nyersfehérje tartalomnál a legnagyobb növekedést egyértelműen a Parcella 3 területén mérhető, azaz a 40 t/ha komposztadag esetén. Az ellenőrzött területünk értékeihez képest, mindegyik parcella nyersfehérje tartalma növekedést mutat. A kísérletben vizsgált körülmények között legmagasabb keményítőtartalmat a Parcella 4 területen (80 t/ha komposztadag) termesztett kukoricában mértünk, ami 71,5 % értéket ért el. A kontrollhoz képest (70,5 %) kis mértékű növekedés figyelhető meg.

Mindegyik kísérleti területen növekedést figyelhettünk meg a keményítőtartalomban a kontroll területhez képest, egyértelmű a komposzt pozitív hatása.

A szennyvíziszap komposzt tehát talajjavító célra felhasználható a kukorica termesztése során. Kísérletünk eredményei azt igazolják, hogy a tömeg és a beltartalmi értékek változásának figyelembe vételével, vizsgálatok alapján a 40 t/ha komposztadag felhasználása eredményez még optimális változást. Azonban a helyes dózis megállapítása további vizsgálatokat igényel. Talajtani vizsgálatok is számos információval szolgálhatnak.

7. Összefoglalás

Dolgozatom célja, hogy rávilágítsak egy olyan tápanyag-utánpótlási lehetőségre a növénytermesztésben, melynek segítségével nemcsak gazdaságosabbá lehet tenni a termelési költségeinket, hanem alkalmazásával a környezetünket is óvjuk.

Összefoglalva elmondható, hogy a komposztálás, napjainkban újra előtérbe került. Egyre több mezőgazdasági szakember ismeri fel a szennyvíziszapban és a komposztban rejlő értékeket. Fontos szempont, hogy a káros és nagy mennyiségben keletkező szennyvíziszap ezzel az eljárással felhasználhatóvá válik, amely együtt jár a felhalmozódott iszap csökkenésével. A komposzt használata előnyös, mivel a szerves anyag tartalma révén tovább tud a növény számára tápanyagokat biztosítani, a műtrágyákkal ellentétben, mert azok hamarabb kimosódnak a talajból.

A szennyvíziszap mennyiségének a folyamatos növekedése is egyre súlyosbodó környezeti probléma. A deponáló helyek kiépítése költséges, és sok esetben csak elodázza a megoldást, vagy további újabb gondokat eredményez. A szárítás, égetés vagy granulálás nagy energiafelhasználást és beruházás igényt jelent. Velük szemben kedvező hosszú távú megoldás a szennyvíziszap komposztálása és mezőgazdasági területen történő hasznosítása. Komoly gazdasági eredményt hozhat a növényi tápanyagkészlet, talajélet-talajerő javítás területén. Nagy mennyiségű zöldhulladék, fásult növényi maradvány egyidejű humifikációját is biztosíthatja. A szerves maradékok, hulladékok jobb hatásfokú újrafelhasználását teheti így lehetővé. Javítja a természet tápanyag gazdálkodási ciklusát.

A komposztált iszap felhasználása, a komposztálás során lejátszódó biológiai, kémiai folyamatok eredményeként olyan értékes anyagokat szolgáltat a talaj, és a növények számára, melynek alkalmazása előnyös a növények növekedésére és fejlődésére.

Kísérletemmel célom, hogy bebizonyítsam a kommunális szennyvíziszapból készült komposzttal képesek vagyunk talajainkat javítani és a növénytermesztéshez szükséges tápanyagokat magasabb szinten biztosítani. Tehát célunk, hogy a szabadföldi kisparcellás kísérlet során bebizonyítsuk a komposzt pozitív hatását a földkéreg legfelső termékeny rétegére, mely egyenesen arányos a növénytermesztés eredményességével.

A gyakorlatban négyszeres ismétléssel, 4 db 9 m² –es parcella lett kimérve. Ezeket különböző komposztadaggal szórtuk meg, a következő szerint: 10:20:40:80 t/ha komposztadag alapján lett kiszámolva a parcellákra kihelyezett komposzt.

A vizsgálat eredményeiből megállapítható, hogy az alkalmazott komposztadagok közül a 40 t/ha mennyiség mondható a legideálisabbnak, majdnem minden esetben ez a terület rendelkezett a legjobb mutatókkal, kivéve a keményítőtartalmat – a legnagyobb növekedést a 80t/ha komposztadag eredményezte. Azonban a 80 t/ha adag esetében már megfigyelhető, hogy gátló hatásként lép fel a túlzottan nagy komposztadag.

A kísérlet során kiderült, hogy a szennyvíziszap komposztnak a kukorica tömegére gyakorolt hatása növekedést mutatott a 20 t/ha és a 40 t/ha komposztadagok esetén a kontrollhoz képest. Míg a 10 t/ha és a 80 t/ha komposzt dózist vizsgálva a kukorica mért súlya elmarad, vagy közelíti a kontroll terület értékét.

Beltartalmi értékek vizsgálata során a nyersfehérje tartalomnál a legnagyobb növekedést egyértelműen a Parcella 3 területén mérhető, azaz a 40 t/ha komposztadag esetén. Az ellenőrzött területünk értékeihez képest, mindegyik parcella nyersfehérje tartalma növekedést mutat. A kísérletben vizsgált körülmények között legmagasabb keményítőtartalmat a Parcella 4 területen (80 t/ha komposztadag) termesztett kukoricában mértünk, ami 71,5 % értéket ért el. A kontrollhoz képest (70,5%) kis mértékű növekedés figyelhető meg. Mindegyik kísérleti területen növekedést figyelhettünk meg a keményítőtartalomban a kontroll területéhez képest, egyértelmű a komposzt pozitív hatása.

A szennyvíziszap komposzt tehát talajjavító célra felhasználható a kukorica termesztése során. Kísérletünk eredményei azt igazolják, hogy a tömeg és a beltartalmi értékek változásának figyelembe vételével, vizsgálatok alapján a 40 t/ha komposztadag felhasználása eredményez optimális változást. Azonban a helyes dózis megállapítása további vizsgálatokat igényel.

8. Irodalomjegyzék

ALLHANDS, ET AL. (1995): Municipal Water Resue at Tallahassee, Florida. Transactions of the ASAE 38 (2) 411-418. p.

ANTAL, J., (1962): Kukoricatermesztés homokon. Dél-alföldi Mezőgazdasági Intézet kiadv. 4. 37-42. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest

BARNA, D., (1998): Szennyvíziszap-komposztok vizsgálata bioteszttel. Szakdolgozat. PATE-MTK Mosonmagyaróvár, 5-14. p.

BARÓTFI, I., (2000): Környezet-technika. Mezőgazda Kiadó, Budapest

BENEDEK, P., (1990): Biotechnológia a környezetvédelemben. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 222-236. p.

BOCZ, E., (szerk) (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 362-418. p.

BROWN, P., SHRADER, W. D., (1959): Különböző agrotechnikával termesztett szemes cirok termesztése, evapotranszpirációja és vízfogyasztásának hatékonysága (Grain yields evapotranspiration and water use efficiency of grain sorghum under different cultural practices). Agron. J. Madison

DÖMSÖDI, J., (1989): Talajjavítás, Komposztálás a házikertben. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

EPSTEIN, E., (1997): The Science of Composting. Technomic Publ. Co. Inc. Lancaster, USA

Filep, Gy. (1988) Talajkémia. Akadémiai Kiadó, Budapest

KÁRPÁTI, Á., JUHÁSZ, E. (2002): Szennyvíziszap keletkezése, kezelése, elhelyezési lehetősége. Lakossági szennyvizek aerob tisztítása eleveniszapos és más módszerekkel. Ismeretgyűjtemény Szerk. Kárpáti Á., Veszprémi Egyetem, KmKTT, 18-29. p.

KÁRPÁTI, Á., (2011): Vízgazdálkodás-szennyvíztisztítás. Pannon Egyetem, Veszprém

KÁRPÁTI, Á., (2003): A szennyvíztisztítás követelményei és a tisztítótelep típusválasztási lehetőségei Magyarországon. MASZESZ Hírcsatorna, (május-június) 3-11.p.

LÁNG, I., (1993): Környezetvédelmi lexikon II. Akadémia Kiadó, Budapest

MACCARTHY, P., MALCOLM, R. L., CLAPP, C. E., BLOOM, P. R. (1990): An introduction to soil humic substances. Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings, Eds.: MacCarthy, M. et al., Am. Soc. of Agron. Inc., Madison, WI, USA, 1-12. p.

MENYHÉRT, Z., (1979): Kukoricáról a termelőknek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

MENYHÉRT, Z., (szerk) (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

NÉMETH, T., (1996): Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

PÁSZTOR, I. – PULAI, J. – KÁRPÁTI Á. (2004): Foszforeltávolítás lehetősége és távlatai a szennyvíz-tisztításnál. 69-81. Szerk.: Kárpáti, Á. A víz és a szennyezők hatása a szennyvíztisztítás lehetőségeire távlataira. Tanulmánygyűjtemény No. 9. Veszprémi Egyetem, Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék,

RUZSÁNYI, L., CSIZMAZIA, Z., VÉGH, Cs., (1985): Új kukoricatermesztési technológia osztott sorú vetéssel. Gödöllői Műszaki Napok. Kutatási és fejlesztési tanácskozás, 33. p.

SEIFERT, A., (1962): Compost. Faber and Faber, 24 Russel Square, London

VÁCZI, D., 1981: Kukorica. In Szabó J. (szerk.): A szántóföldi növények vetőmagtermesztése és fajtahasználata. Mezőgazdasági Kiadó, 213-258. p. Budapest

VERMES, L., (2005): Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás. Mezőgazda Kiadó, Budapest

VERMES, L., (2003): Szakirodalmi áttekintés a szennyvíziszapok elhelyezésével és hasznosításával foglalkozó publikációkról. BKÁE Kertészettudományi Kar Talajtan és Vízgazdálkodási Tanszék, Budapest.

Felhasznált internetes források:

URL¹: <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/vedett-erzekeny>

www.agroinform.hu

<http://www.fertilia.hu/kukorica>

www.mohacsvgv.hu/komposzt.pdf