

SZAKDOLGOZAT

Horváth Sebestyén

2024

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Hulladékkezelési és -hasznosítási szakmérnök

**Szántó művelési ágú termőföldek tápanyagutánpótlása kommunális
szennyvíziszap és biológiailag lebomló hulladékból készült komposzt
felhasználásával**

Belső konzulens: Dr. Aleksza László egyetemi
docens, kihelyezett tanszékvezető

Belső konzulens intézete: Környezettudományi intézet

Külső konzulens: Varga Gábor †Fejérvíz Zrt.

Gaja Környezetvédő Egyesület elnöke

Készítette: Horváth Sebestyén

Gödöllő

2024

Absztrakt

Szántó művelési ágú termőföldek tápanyagutánpótlása kommunális szennyvíziszap és biológiailag lebomló hulladékból készült komposzt felhasználásával

Horváth Sebestyén

Hulladékkezelési és -hasznosítási szakmérnök levelező

Környezettudományi Intézet

Belső konzulens: Dr. Aleksza László egyetemi docens, kihelyezett tanszékvezető

Belső konzulens intézete: Környezettudományi intézet

Külső konzulens: Varga Gábor †Fejérvíz Zrt.

Gaja Környezetvédő Egyesület elnöke

Kivonat

Szakdolgozatomban azt vizsgáltam, hogy a Magyarországon termelődő biológiai hulladék, és szennyvíziszap felhasználásával készült komposzt mekkora területű szántó művelési ágú termőföldet tudna ellátni szerves anyaggal. Szakirodalmi források alapján állapítottam meg a komposzt alapanyagok mennyiségét, a keverési arányt, és a készülő komposzt mennyiségét. A komposzt szárazanyag és nitrogén tartalmát, és a termőföldre kijuttatandó mennyiséget jogszabályi határértékek alapján határoztam meg. A szakdolgozatban meghatározottak szerint készülő komposzt a Magyarországon található szántók töredékét tudná ellátni szerves anyag utánpótlás céljából.

Abstract

In my thesis, I investigated how much agricultural land under cultivation in Hungary could be supplied with organic matter using compost made from biological waste and sewage sludge produced in Hungary. Based on literary sources, I determined the quantity of compost raw materials, the mixing ratio, and the amount of compost produced. The dry matter and nitrogen content of the compost, as well as the amount to be applied to the soil, were determined based on legal threshold values. According to the calculations made in my thesis, the compost produced could supply a fraction of the arable land in Hungary with organic matter.

Tartalomjegyzék

Bevezetés	5
1. Szakirodalmi források.....	6
1.1 Jogszabályi háttér	6
1.2 Komposztálás	9
1.3 Szennyvíziszap	14
1.4 Biológiaiilag lebomló hulladék	18
1.5 Membrán takarásos komposztálási technológia.....	19
1.6 Talajok szerves anyag utánpótlása	20
1.7 Szennyvíztisztítás Dr. Országh József munkássága alapján	23
2. Anyag és módszer.....	26
3. Eredmények	28
4. Összefoglalás	30
5. Irodalomjegyzék	31
6. Ábrajegyzék	33

Bevezetés

Magyarországon folyamatosan romlik a termőföldek állapota. Talajaink romlásának megállítása összetett feladat, melynek egyik része a szerves anyag visszajuttatása. Kevés területet tudnak szerves trágyával ellátni a gazdálkodók az állattállományok csökkenése miatt. A szerves anyag pótlására megfelelő a komposzt.[25] Magyarország rendelkezik tartalékokkal komposzt alapanyag tekintetében. Amint a későbbiekben bemutatom évről évre növekszik a szennyvíziszap, és biológiailag lebomló hulladék mennyisége. Azt a kérdést vizsgálom, hogy Magyarországon a lakosság által termelt biológiailag lebomló elemek hasznosításával ki lehet-e elégíteni a minket élelmiszerrel ellátó termőföldek tápanyag igényét. A vizsgálat elvégzéséhez az elérhető statisztikai adatok, és szakirodalmi források segítségével dolgozom. A komposzt készítésének a lakossági szennyvíziszapot, és a lakosság által termelt biológiailag lebomló hulladékokot veszem alapul. Azt vizsgálom, hogy az így készült komposzt mekkora területű szántó művelési ágú termőföldet tudna ellátni szerves anyaggal. A komposzt készítéséhez bemutatom, a membrán takarásos technológiát. Szakdolgozatomban bemutatom Ország József szennyvíztisztításra vonatkozó munkásságát. A szennyvíztisztítás bemutatott módja egyrészt egy kevésbé szennyezett szennyvíziszapot eredményez, továbbá a vízzel történő takarékoság alapja.

Témám aktualitását az elmúlt években ingadozó, többnyire dráguló műtrágya árak adják, továbbá az EU-s kötelezettség, miszerint 2024. januártól kötelező a biológiailag lebomló hulladékok szelektív gyűjtése.

1. Szakirodalmi források

1.1 Jogszabályi háttér

Magyarországon a hulladékról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény szabályozza a szakdolgozatomban bemutatott komposzthoz felhasznált hulladékfajtákat. A törvény megfogalmazása szerint „biohulladék: a biológiailag lebomló, kerti vagy parkból származó hulladék, háztartásban, irodában, étteremben, nagykereskedelmi, étkeztetési, vendéglátóipari és kiskereskedelmi létesítményben képződő élelmiszer- és konyhai hulladék, valamint az élelmiszer-feldolgozó üzemekben képződő hasonló hulladék; biológiailag lebomló hulladék: minden szervesanyag-tartalmú hulladék, amely aerob vagy anaerob úton biológiailag lebomlik vagy lebontható, ideértve a biohulladékot is;”[1]

A készülő komposzt célja a termőföldek tápanyagutánpótlásának biztosítása. A hulladékból készült komposztnak, hogy az termék legyen a következő kritériumoknak kell megfelelnie, hogy kikerüljön a hulladékstátusz alól :

Az Európai Parlament és a Tanács 2008/98/EK Irányelve 3. cikk 1. pontja szerint a hulladék „olyan anyag vagy tárgy, amelytől birtokosa megválnak, megválni szándékozik vagy megválni köteles”.

„Egy adott hulladék megszűnik a 3. cikk 1. pontja értelmében hulladék lenni, amennyiben hasznosítási műveleten, beleértve az újrafeldolgozást, esett át, és megfelel az alábbi feltételekkel összhangban kidolgozandó konkrét kritériumoknak:

- a) az anyagot vagy tárgyat általánosan használják, adott rendeltetéssel;
- b) az anyagnak vagy tárgynak van piaca, vagy van rá kereslet;
- c) az anyag vagy tárgy megfelel az adott rendeltetések műszaki követelményeinek és a termékekre vonatkozó hatályos jogszabályoknak és előírásoknak; és
- d) az anyag vagy tárgy felhasználása nem idéz elő általános káros környezeti vagy egészségügyi hatásokat.

A kritériumok szükség esetén a szennyező anyagok határértékeit is tartalmazzák, és figyelembe veszik az anyag vagy a tárgy lehetséges káros környezeti hatásait.”[2]

A 43/2016. (VI. 28.) FM rendelet szerint a komposztálás hulladékgazdálkodási szempontból hasznosítási műveletnek számít.[3]

Az 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet szabályozza a szennyvíziszap felhasználásával készített komposzt mezőgazdasági felhasználását. A rendeletben leírt szabályozás célja, hogy a szennyvíziszap, illetve az abból készített komposzt mezőgazdasági területen történő használata ne károsíthassa, ne jelentsen veszélyt az emberek egészségére, növényekre, állatokra, a felszíni és felszín alatti vizekre, valamint a talajra. A szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági felhasználása engedélyhez kötött tevékenység, amit a kormányhivatal keretében a talajvédelmi hatóság engedélyez legfeljebb öt éves időtartamra. A szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági felhasználásának engedélyezéséhez egyszerűsített talajvédelmi terv szükséges. A szennyvíziszap komposztot azonnal be kell dolgozni a felszínre történő kijuttatás után. Szennyvíziszap komposzt felhasználása tilos a zöldségnövények és a talajjal érintkező gyümölcsök termesztése esetében a termesztés évében, valamint az azt megelőző évben. Csak a vegetációs időn kívül lehet felhasználni termő szőlő és bogyósgyümölcs-, valamint intenzív, alacsony törzsű gyümölcsültetvényekben. Legalább hat hét várakozási idő szükséges a kijuttatás és a betakarítás között hagyományos művelésű magas törzsű gyümölcsfák esetében. Takarmánytermesztésre, szántóföldi növények termesztésére használt területen szennyvíziszap komposzt csak a betakarítás és a következő vetés közötti időszakban használható fel. Szennyvíziszap komposzt szennyvíziszap komposzt nem használható fel olyan talajon, amely a rendelet 3. számú mellékletben közölt értékeket meghaladó koncentrációban tartalmaz mérgező (toxikus) elemeket és káros anyagokat, talajvizének évi átlagos szintje 150 cm-nél magasabb, és a talajvízszint legmagasabb átlaga (a mértékadóan magas talajvízállások 5 éves átlagára vonatkoztatva) nem éri el a 100 centimétert, fagyott, hóval borított, vízzel telített. A rendelet melléklete tartalmazza a megengedhető mérgező (toxikus) elem, káros anyag határértékeket a szennyvíziszap komposztra vonatkozóan. Amennyiben a mérgező (toxikus) elem, valamint káros anyag koncentrációja meghaladja rendelet mellékletében részletezett határértékeket, úgy a szennyvíziszap felhasználására meghatározott előírások vonatkoznak a szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági felhasználására. Amennyiben nem felel meg a rendelet mellékletében szereplő talajhigiénés mikrobiológiai előírásoknak tilos a szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági felhasználása. Tilos szennyvíziszap komposzt felhasználása olyan a földrészen, ahol ökológiai gazdálkodást folytatnak, valamint védett természeti területen, rét és legelő

művelési ágban hasznosított földterületen, a felszíni vizek külön jogszabályban meghatározott parti sávjában és hullámterében, árvíz és belvíz, valamint a fakadó és szivárgó vizek által veszélyeztetett és vízjárta mezőgazdasági területeken, azokon a karsztos területeken, ahol a felszínen vagy 10 méteren belül a felszín alatt mészkő, dolomit, mész- és dolomitmárga képződmények találhatók. Az ivóvízbázisok védőterületén a szennyvíz és szennyvíziszap elhelyezésének külön jogszabályban megállapított szabályait e rendeletben foglalt előírásokkal együttesen kell alkalmazni. A szennyvíziszap komposzt felhasználható mennyiségét az abban levő nitrogén, mérgező (toxikus) elem és károsanyag-tartalom alapján kell meghatározni a termesztési kívánt növény tápanyagigénye, valamint talaj tápelem-ellátottsága szerint.

A szennyvíziszap komposzt felhasználási módját, a területegységre kiadható mennyiséget, az azzal kijutó tápanyagok, mérgező (toxikus) elemek és káros anyagok mennyiségét a rendeletben előírt egyszerűsített talajvédelmi tervben kell meghatározni.

A szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági felhasználása során úgy kell eljárni, hogy az ne eredményezze a talajban a rendelet mellékletében meghatározott határértéknél, felszín alatti vízben a külön jogszabályban meghatározott (B) szennyezettségi határértéknél kedvezőtlenebb állapotot.

A mezőgazdasági területre évente, hektáronként kijuttatható mérgező (toxikus) elemek és káros anyagok mennyisége nem haladhatja meg a rendelet mellékletében meghatározott értékeket, szennyvíziszap komposzt esetében a mellékletben foglalt értékek betartása mellett a kijuttatható szennyvíziszap komposzt mennyisége nem haladhatja meg a 10 t szárazanyag/ha/év adagot.

A külön jogszabály alapján nitrátérzékenynek minősülő mezőgazdasági területre a szennyvíziszap komposzttal kijuttatott összes nitrogén mennyisége nem haladhatja meg évente a 170 kg/ha értéket. Ha az adott területen a szennyvíziszap vagy szennyvíziszap komposzt kijuttatásának évében még szerves trágyázást is végeznek, a szennyvíziszappal vagy szennyvíziszap komposzttal és a szerves trágyával évente kijuttatott nitrogén együttes mennyisége nem lehet több, mint 170 kg/ha.[4]

A biológiailag lebomló hulladék képződésének megelőzésére vonatkozó tevékenységekről, a biológiailag lebomló hulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységek részletes szabályairól és a biohulladékból előállított komposzt osztályozásának szabályairól szóló 559/2023. (XII. 14.) Korm. rendelet szabályozza a

biológiailag lebomló hulladék kezelésére vonatkozó előírásokat. A rendelet szorgalmazza a biológiailag lebomló hulladék képződésének megelőzését a házi, vagy közösségi komposztálás segítségével. A rendelet előírja a biológiailag lebomló hulladék elkülönített gyűjtését. Az elkülönítetten gyűjtött zöldhulladék és konyhai zöldhulladék hasznosítására a rendelet elsősorban a telepi komposztálást, valamint biogáz-előállítást írja elő, legvégső esetben biomassza erőművi energetikai hasznosítást ír elő, amennyiben a házi, vagy közösségi komposztálás nem valósult meg. A telepi komposztálás során felhasználható hulladéktípusok a rendelet mellékletében kerülnek felsorolásra. A rendeletben meghatározott feltételek mellett szennyvíziszap felhasználható telepi komposztálás során. Telepi komposztálásnál engedélyezett a nyitott komposztálási rendszert, a zárt komposztálású rendszer, illetve ezen rendszerek kombinációja. A biológiailag lebomló hulladék hulladékstátusza akkor szűnik meg mezőgazdasági célú felhasználás esetében, ha az abból előállított komposzt a terménynövelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról szóló miniszteri rendeletben és az uniós terménynövelő anyagok forgalmazására vonatkozó szabályok megállapításáról szóló 2019/1009 EK rendeletben meghatározott követelményeket is teljesíti. [5]

A készült komposztnak meg kell felelnie a 36/2006. (V. 18.) FVM rendelet a terménynövelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról előírásainak.

1.2 Komposztálás

A komposztálás az emberiség egyik legrégebbi hulladék hasznosítási módszere. Régészeti feltárások szerint a skótók időszámításunk előtt 5000 évvel rothadó trágyahalmokba ültettek terményeket. Az ókori kínai és hindu írások azt mutatják, hogy a gazdák trágyát és más szerves anyagokat használtak talajuk gazdagítására. [9] Már az időszámításunk előtt 2350-ből találtak írásos emléket a szerves trágyák kezeléséről, és használatáról. [6] A komposztálás már a rómaiaknak is ismeretes volt. Kitub al Falakab arab tudós a X. században írodott művében „A mezőgazdaság kézikönyve” részletesen foglalkozik a komposzt készítésével és felhasználásával. [7]

A komposztálás egy olyan eljárás, amely a mezőgazdasági melléktermékeket, élelmiszeri és biológiailag lebomló hulladékokat alkalmassá teszi jó minőségű szerves trágyaként a termőföldek tápanyagutánpótlására. [6]

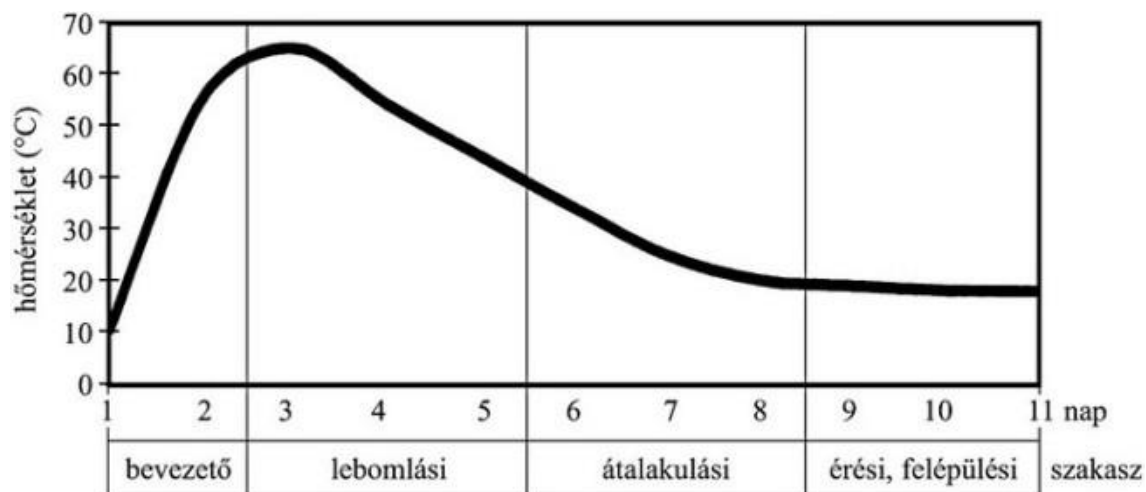
A komposztálás közben a szerves anyagok egyszerű alapvegyületekre bomlanak le mikro- és makroorganizmusok segítségével, valamint humuszanyagok képződnek a nem mineralizálódott szerves anyagokból. A komposztálás exoterm-hőtermelő folyamat, a keletkező energia hő formájában jelenik meg.[8]

„A komposztálás biológiai folyamat, amely mezofil és termofil mikroorganizmusok vegyes populációjának optimális fejlődésétől és aktivitásától függ.”[7]

A szerves anyagból komposztálás és a mezőgazdasági felhasználás során humusz-zeolit komplex és tartós humusz képződik. Az összes lebontható szerves anyag nem alakul át teljesen. Nagyban befolyásolja az alapanyag minősége azt, hogy a szerves anyag mekkora hányada komposztálódik.[7]

Talajbiológiai szempontból a komposztálás a korhadással azonosítható folyama. A komposztálás folyamán a szerves anyagok aerob mikroorganizmusok segítségével mineralizálódnak, illetve bizonyos hányaduk humifikálódik.[10]

A komposzt érése során hő szabadul fel, exoterm folyamat. A komposzt érésekor a hőmérséklet változás szerint négy szakasz különíthető el: bevezető, lebomlási, átalakulási, és felépülési szakasz.[6]



1. ábra A hőmérséklet változása a komposztálás során [11]

A komposztálás során gyors a mikróbák szaporodása, nagy mennyiségű hő keletkezik, ezáltal a biotomassza produkció a külső hőmérséklettől részben függetlenné válik.[7]

A rövid bevezető szakasz hossza néhány órától 1-2 napig tarthat. Megfelelő körülmények között a mikroorganizmusok nagy sebességgel szaporodnak, az intenzív anyagcsere miatt a hőmérséklet gyorsan emelkedik.[10]

A lebontási vagy termofil szakasz elején olyan mezofil mikroorganizmusok felelnek a szerves anyagok lebontásáért, melyek hőmérsékleti optimuma 25-30 Celsius fok. A mezofil mikroorganizmusok intenzív anyagcseréjük miatt a hőmérséklet folytonosan emelkedik. Mintegy 12-24 óra alatt a mezofil mikróbák száma 45 °C-ig gyarapodik, 50 °C felett az állományban pusztulás indul meg, 55 °C már csak hőmérséklet rezisztens formái maradnak fenn. Ezzel párhuzamosan gyorsan növekszik a termofil mikroorganizmusok száma, melyek hőmérsékleti optimuma 50-55 °C között van, azonban bizonyos fajok 75 °C-ig aktívak maradnak. 75 °C felett biológiai folyamatok már nem zajlanak, hanem csak tisztán kémiai folyamatok vannak. A mezofil, és termofil mikroorganizmusok között metabiózis él, a mezofil mikróbák anyagcseréje hőt termel, amely biztosítja a termofil flóra számára optimális hőmérsékletet. Továbbá a mezofil mikroorganizmusok szervesanyag-átalakító tevékenysége folytán a tápanyagok jobban hozzáférhetőek termofil mikroorganizmusok számára. A komposztérés második fázisa az átalakulási szakasz, amely több hétig is tarthat. Ebben a szakaszban a hőmérséklet jelentősen csökken. A nehezen bontható lignin bontását kezdi el a mikroorganizmusok, közben mono-, di- és trifenol vegyületek keletkeznek. Ezen vegyületek összekapcsolódásából képződnek a humuszanyagok. Az utolsó szakasz a felépülési szakasz, melyet a szerves anyagok humifikálódása jellemez. Ennek a humifikálódásnak az eredménye az érett komposzt sötét színe. A komposzt hőmérséklete tovább csökken. A komposzt érésében penészgombák, és baktériumok vesznek részt, melyek hőmérsékleti optimuma 15-20 °C. A sugárgombák száma jelentősen növekszik, mely jelezheti a komposzt érettségét. [6,10]

A komposztálásban részt vesznek mikro, és makro szervezetek. A makrofauna a komposztban az érés végén jelenik meg. A mikroorganizmusok közül részt vesznek a komposztálásban aerob, és anaerob baktériumok, gombák, sugárgombák, algák, és protozoonok.[6]

A mikroorganizmusok száma 2-8 millió/g anyag.[7]

Megfelelő oxigénellátás szükséges az aerob komposztáláshoz. Az aerob mikroorganizmusoknak, melyek részt vesznek a komposztálásban jelentős mennyiségű

oxigénre van szükségük, különösképpen a kezdeti intenzív lebontó fázisban. Ahhoz, hogy a levegőáramlás folytán bejutó oxigén a komposzt prizma szélétől a magzónáig egyenletesen elérjen, az anyagnak megfelelő mértékben lazán kell állnia, megfelelő mennyiségű strukturáló anyagot kell tartalmaznia, vagy megfelelő mennyiségű levegőt kell bejuttatnunk, vagy megfelelő gyakorisággal kell a komposztot átforgatnunk. [6]

A komposztálásban résztvevő mikroorganizmusok számára szükséges megfelelő mennyiségű vizet biztosítani. A komposztalkazalban az optimális nedvességtartalom 40-60 % között van. A mikroorganizmusok aktivitása, szaporodása 40% alatti nedvességtartalom alatt leáll, és csak a megfelelő nedvességtartalom visszaállítása után indul újra. Amennyiben a nedvességtartalom 60% felett van, a komposztalkazalban nem lesz megfelelő a légter, az oxigén áramlása, az aerob állapot nem fenntartható. A víz kiszorítja a pórusokból az oxigén szint nem lesz megfelelő, és anaerob állapotot teremt. [10]

A komposztalkazal összeállításánál az egyik legfontosabb tényező a biomassza szén- (C) és nitrogén (N) aránya. A komposztálásban résztvevő mikroorganizmusoknak a fejlődéshez szükségük van energiaforrásként szénre, a fehérjeszintézishez nitrogénre. A gyors és hatékony komposztálás elérése érdekében a 25-35 közötti C/N arány az optimális. Szűkebb C/N arány esetén nitrogén veszteség lép fel ammónia formájában, tágabb C/N arány esetén a komposztáláshoz szükséges idő növekszik. [7]

A gyakorlatban az optimális C/N arány a 30-35/1 a nehezen bomló lignintartalom miatt. Leegyszerűsített alapszabályként kimondható, hogy a barnább fásabb, öregebb alapanyagok több szenet, a zöldebb, frissebb, lédúsabb alapanyagok több nitrogént tartalmaznak.[6]

A biológiailag lebomló hulladék képződésének megelőzésére vonatkozó tevékenységekről, a biológiailag lebomló hulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységek részletes szabályairól és a biohulladékból előállított komposzt osztályozásának szabályairól szóló 559/2023. (XII. 14.) Korm. rendelet szerint a komposzt: „az 1. melléklet szerinti hulladék, továbbá háztartásokban képződő zöldhulladékból és a konyhai zöldhulladékokból, segédanyagok felhasználásával, házi és közösségi vagy telepi komposztálás során előállított, magas szervesanyag-tartalmú, növényi tápanyagban gazdag – külön jogszabályban meghatározott – humuszszerű anyag, amelynek megszűnt a hulladékstátusza”[5] „A komposzt stabilizált szerves

anyag, ásványi anyagok és mikrobiális termékek összessége. Földszerű anyag, nedvességtartalma nagyjából 40-50%, humuszképző szerves anyag és növényi tápanyag.” A komposztálás végterméke a komposzt, amely ásványi tápanyagok, stabilizált (humifikált) szerves anyag, és mikrobiális termékek (fermentumok) összessége. [10]

A komposztok fontos szerepet játszanak a talajjavításban és a tápanyagellátásban. A komposztálás során a szerves anyagok mikroorganizmusok által stabilizálódnak, ami kedvező hatásokat eredményez a talaj termékenységére. A komposztok alkalmazásának előnyei a következők:

Kémiai és biológiai hatások:

Növelik a talaj biológiai aktivitását. A tápanyagok fokozatosan szabadulnak fel, csökkentve a kimosódás kockázatát. Magas adszorpciós képességük révén javítják a talaj tápanyagtároló kapacitását. A szerves anyagok mineralizációja során keletkező szén-dioxid a növények által hasznosul. A nehezen oldható ásványi tápanyagok a humusz bomlásakor keletkező savak és fermentumok hatására könnyebben hozzáférhetővé válnak. A komposztokban található hormonok serkentik a növények növekedését. Növelik a növények ellenállását a kórokozók és kártevőkkel szemben.

Fizikai hatások:

Stabilizálják a talajszerkezetet, csökkentve a porosodás és erózió kockázatát. Javítják a talaj víz-, hő- és levegőgazdálkodását. A jó minőségű komposzt használata során nem várható kedvezőtlen hatás. Ugyanakkor a nyersanyagok szennyezettsége és a komposztálási folyamat hibái kedvezőtlen következményekkel járhatnak, például:

Nehézfém szennyezettség, amely elsősorban a kommunális hulladékok komposztálásakor fordul elő. A szabványokban meghatározott határértékek betartása segít elkerülni a káros anyagok táplálékláncba jutását.

A szerves szennyezőanyagok (például poliaromás és klórozott szénhidrogének) hatása bonyolultabb, de bizonyított, hogy ezek jelentős része lebomlik a komposztálás során.

Tökéletlen érés esetén a rothadás során keletkező anyagok (pl. SO_2 , NH_3 , NO_2 , szerves savak) gátolhatják a növények fejlődését, és vonzhatják a kártevőket.

Közegészségügyi kockázatok elsősorban az ellenőrizetlen érési folyamatok során merülhetnek fel. [6]

1.3 Szennyvíziszap

Az 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet szerint:

„iszap: a települési szennyvíz tisztítása során keletkező és az ehhez hasonló összetételű szennyvizeket kezelő egyéb szennyvíztisztító művekből, szennyvízkezelő berendezésekből származó iszap és a települési folyékony hulladék;

kezelt iszap (a továbbiakban: szennyvíziszap): biológiai, kémiai, illetve hőkezeléssel vagy más megfelelő eljárással (így különösen szennyvíziszap felhasználásával történő biogáz előállítás, komposztálás révén), továbbá a települési folyékony hulladék tartós, legalább 6 hónapig tartó tárolásával vagy kémiai kezelésével nyert olyan iszapok, melyek szennyezőanyag tartalma e rendelet előírásainak megfelel, és amelyekben a kezelés hatására a fekál coli és a fekál streptococcus szám iszap ml-ben mért mennyisége az eredeti érték tíz százaléka alá csökken;”

„szennyvíziszap komposzt: olyan szennyvíziszap, amelyhez az e rendelet előírásainak megfelelő minőség elérése érdekében biohulladékot és ásványi eredetű adalékokat kevertek, és az a külön jogszabály szerinti komposztáló telepen kerül előállításra.”[4]

A szennyvíz tisztító telepekre kerülő szennyvíz mennyiségének 0,5-1 %-a szennyvíziszap. A szennyvíziszap nehezen szűrhető szuszpenzió. A vizet különböző kötési formában tartalmazza. Az iszap szervesanyag tartalma kellemetlen szag kibocsátása közben rohad. Fehérjét, zsírt, és szerves-anyag fehérjét, zsírt, szénhidrátot tartalmaz a szerves anyag. A kommunális szennyvíziszap mennyisége nagyjából 30 kg/fő/év. A szennyvíztisztítás biológiai tisztítás során keletkezett ún. fölösiszap igen magas szervesanyag tartalommal rendelkezik. Előülepített, rothasztott, vagy aerob úton stabilizált iszap is alkalmas komposzt készítésére. 1 tonna iszap szilárd anyagból nagyjából 2,5 tonna komposzt állítható elő. A szennyvíziszap fertőző mikroorganizmusokat tartalmaz. Jelentős számban találhatók az iszapban hasznos baktériumcsoportok is, amelyek a hulladék anyagok elbontásához nélkülözhetetlenek, ugyanakkor a patogén szervezetek antagonistaként is működnek. A kommunális szennyvíztisztítás eredményeként keletkező szennyvíziszap biológiai kezelés után nyersiszapként 2-5% szárazanyag-tartalommal szárításra került, melynek következtében szárazanyag-tartalma 25-35%-ra emelkedik és térfogata csökken. A szennyvíziszap kémiai összetétele változó, és nagymértékben függ a használt kezelési módszerektől,

valamint az egészségügyi csatornahálózatba bevezetett ipari hulladékok típusától és mennyiségétől. Ezért a "komposztálhatóság" egy adott iszap esetében a kémiai összetevőitől és a feldolgozási eljárástól függ. Az iszapokban és más tömeganyagokban található kémiai elemek különböző körülmények között befolyásolhatják a komposztálási folyamatot, a hatásuk mértéke pedig az adott rendszerben lévő koncentrációjuktól függ. A szennyvízben lévő anyagok mezőgazdasági és kertészeti hasznosításának feltételeit a vonatkozó szabványok és a komposztálási technológiák határozzák meg. Az alkalmassági vizsgálatok során figyelembe kell venni az alábbi paramétereket: szárazanyag-tartalom, szerves anyag tartalom, makro- és mikrotápanyagok, nehézfémionok, valamint a humán-, állatorvosi és fitohigiéniai állapot. Megfelelő kezeléssel, magas rothadási arány mellett a szennyvíziszap higiénikusan elfogadhatóvá tehető. [7]

A kezelt települési szennyvíziszapok jelen helyzetben még a nagyobb városok koncentráltabb szennyezései esetében is megfelelnek mezőgazdasági és rekultivációs célokra. Az Európai Unió energia- és klímavédelem dokumentumai szerint a szennyvíziszap megújuló energiaforrás. A hulladékról szóló törvényben rögzített alapelvek kimondják, hogy a szennyvíziszap nyersanyag, melynek a hasznosításából fakadó környezeti kockázatok minimalizálása mellett energia- és növényi tápanyagtartalmát hasznosítani kell. Magyarországon a települési szennyvíziszapok 38%-át hasznosítják a mezőgazdaságban iszapként, komposztként vagy termékkomposztként. Hazánkban a szennyvíziszapok másik jelentős hasznosítási módja a tájsebek kezelésénél, a rekultiváció során szükséges biológiai fedőréteg kialakítása, erre a célra az iszapok 46%-át használták fel. Nem haladja meg a 2%-ot a települési szennyvíziszapok végleges lerakása. A szennyvíziszapok és szennyvíziszap komposztok a hasznosításuk során azon túl, hogy a növények számára fontos makro- és mikrotápelemeket szolgáltatnak, növelhetik a talajok szerves anyag tartalmát, adszorpciós kapacitását, javíthatják annak fizikai tulajdonságait, továbbá az aggregátum stabilitáson keresztül kedvezően módosíthatják a talajok vízgazdálkodását is. A szennyvíziszapok, szennyvíziszap komposztok toxikus nehézfémeket tartalmazhatnak, amelyek a talajban feldúsulhatnak és deflációval, erózióval, kilúgozódással vagy növényi felvétellel távozhathatnak. A szennyvíziszapok tartalmazhatnak szerves szennyezőket, amelyek közül elsősorban a stabil, nehezen bontható, vagy szinte bonthatatlan perzisztensek okoznak

problémát. Aggályokat okoznak továbbá a gyógyszermaradványok valamint egyéb szerves szennyező anyagok, mivel a jelenlegi szennyvíztisztítási technológiák nem alkalmasak a szennyvízbe kerülő ilyen típusú szennyezőanyagok kiszűrésére, így azok jó része a befogadókba jut. A szennyvíziszapok és a szennyvíziszapból készült komposztok mezőgazdasági felhasználása az 50/2001. (IV. 3.) Kormányrendelet és a 36/2006. (V. 18.) FVM rendelet keretein belül történik. Az első rendelet a hulladékstátusszal rendelkező anyagok hasznosítására vonatkozik, így a hozzá kapcsolódóan adatgyűjtési kötelezettség vonatkozik rá, amelyért a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal a felelős. Ezzel szemben a második rendelet a szennyvíziszap komposztok forgalmazását mint termésnövelő anyag szabályozza. Az 50/2001. Kormányrendeletben meghatározott kritériumok alapján az ország területén körülbelül 3 millió hektár terület alkalmas települési szennyvíziszap és komposzt hasznosítására. Ha azonban a talaj- és talajvíz-vizsgálatok alapján a kizárható területeket 60%-ra becsüljük, akkor is legalább 1,2 millió hektár mezőgazdasági terület marad, amely megfelelően hasznosítható.

Szennyvíziszap kihelyezésre alkalmas területek Magyarországon



2. ábra Szennyvíziszap kihelyezésére alkalmas területek Magyarországon

Ez a terület nagyságrendileg lehetővé tenné évente akár 5-6 millió tonna szennyvíziszap elhelyezését, ami az országban várható éves iszaptömeg 20-szorosa. A jogszabályi keretek nem különböztetik meg a növénytermesztés célját, de a nem élelmiszeripari felhasználás esetén kedvezőbb lehet a befogadókészség. Erdőterületeken az Erdőtörvény miatt csak a termékkomposztok hasznosítására van lehetőség, ami évente körülbelül 20.000 hektáron (például új erdők telepítésekor vagy tarvágás utáni erdők felújításakor) biztosíthatna 160.000 tonna éves felhasználást. Ebből látható, hogy a hasznosítást nem a terület mérete korlátozza. Ha a szennyvíziszap komposzt nem tartalmaz a 36/2006. (V. 18.) FVM rendeletben meghatározott határértéknél több toxikus anyagot, és megfelel a minőségi előírásoknak, termésmnövelő anyaggá nyilvánítható. A termékkomposztok felhasználási lehetőségei szélesebbek, mint az 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet által szabályozott szennyvíziszap komposztoké. A különböző minőségű szennyvíziszap komposztok esetén a hulladék státuszúak főleg ipari felhasználásra, míg a termékkomposztok élelmiszeripari növénytermesztéshez is ajánlhatók. [18]

Magyarországon a kormány előrejelzése szerint folyamatosan nőni fog a szennyvíziszapok mennyisége. A tervek szerint a keletkező éves iszapmennyiség növekedésével jelentkező többlet hasznosítási igény a mezőgazdasági és az energetikai hasznosításra terhelődik. [17]

Szennyvíziszap mennyiségére a legutóbbi adat 2017. évből származik a KSH nyilvántartása szerint, ami 264710 t_{sz}. [15]

„A jövőben a szennyvíziszapok mezőgazdasági melléktermékkel illetve közterületeken keletkező zöldhulladékokkal együtt történő komposztálása célszerűnek tűnő megoldás, hiszen a szennyvíziszap-komposzt biológiailag stabilizált humusszerű anyag, megjelenése kedvező, nincs kellemetlen szaga, higiénikus, nem tartalmaz patogén mikroorganizmusokat.” [6]

Világszinten Európa, Észak-Amerika és Kelet-Ázsia termeli a legtöbb szennyvíziszapot. A szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosítása több nyugat-európai országban (pl. Németország, Hollandia) már betiltásra került. Az Egyesült Államokban a termelt iszap mintegy 55%-a kerül ki termőföldre mezőgazdasági és talajrekonstrukciós célokra, míg 45%-a kommunális hulladéklerakókban és égetőművekben végzi. A jelenlegi

szennyvíziszap kezelés Japánban és Dél-Koreában, mint két szomszédos fejlett országban jelentős kontrasztot mutatnak. A szennyvíziszap elégetése (70%) és a hulladéklerakóban történő elhelyezés a fő ártalmatlanítás Japánban, míg Dél-Koreában tengerbe ürítették 2012-ig, jelenleg hulladéklerakókban helyezik el. Kínában jelenleg a termőföldre kihelyezést preferálják, a költséghatékonyság, és a környezetre gyakorolt kedvező hatás miatt. [26]

A szennyvíziszapot leggyakrabban hulladéklerakókban helyezik el, ez a megoldás költséghatékony, viszont a környezetre ártalmas lehet. Gyakran égetőművekben ártalmatlanítják, az égetés után visszamaradó hamuban található N, P, K nyomelemeket a termőföldeken lehet hasznosítani. A szennyvíziszapból szárítás, és víztelenítés után magas hőmérsékletű kalcinálás útján építőanyagokat is lehet gyártani. Ismert hasznosítási módja a szennyvíziszapnak a biogáz termelés anaerob fermentációval. [27] Több technológiát dolgoztak ki a foszfor, és nitrogén kinyerésére szennyvíziszapból, de ezek a módszerek költséghatékonysági szempontból nem tudnak versenyezni a hagyományos műtrágya gyártással. Ezen a technológiák sikeressége hosszú távon képezhető el. [26]

1.4 Biológiaiilag lebomló hulladék

A biológiaiilag lebomló hulladék a hulladék törvény szerint: „minden szervesanyag-tartalmú hulladék, amely aerob vagy anaerob úton biológiaiilag lebomlik vagy lebontható, ideértve a biohulladékot is”. A biológiaiilag lebomló hulladékaam részei a mezőgazdaságban és élelmiszeriparban keletkező szerves hulladékok, a szennyvíziszap, valamint a települési hulladék szerves összetevői. A vegyes települési hulladékból (~2,4 millió tonna) származó biohulladék mennyisége a 2018-as hulladék összetételi vizsgálat szerint 411 600 tonna/év, amelyből az élelmiszerhulladék 288 000 tonna/év. A tervezés során figyelembe kell venni, hogy 2030-ra a keletkezett mennyiséget 50%-kal kell csökkenteni.

A vegyes települési hulladék részeként a zöldhulladék mennyisége mintegy 120 000 tonna/év. Ezen kívül további 296 000 tonna/év (közszolgáltatás keretein belül) és 64 000 tonna/év (nem közszolgáltatás keretében) zöldhulladék keletkezik. A keletkezett zöldhulladék körülbelül 285 000 tonnáját komposztálják.

A következő tervezési ciklusban várhatóan további 200 000 tonna/év zöldhulladék kezelésére lesz szükség, amely házi/közösségi, telepi és ipari komposztálással valósulhat meg. Az élelmiszer-hulladék kapcsán, figyelembe véve a kötelező csökkentési követelményeket, 160 000 tonna/év mennyiség kezelésére további fejlesztések szükségesek, elsősorban anaerob kezelés biztosítása érdekében, ami elősegíti az energiahatékonyságot is. [17]

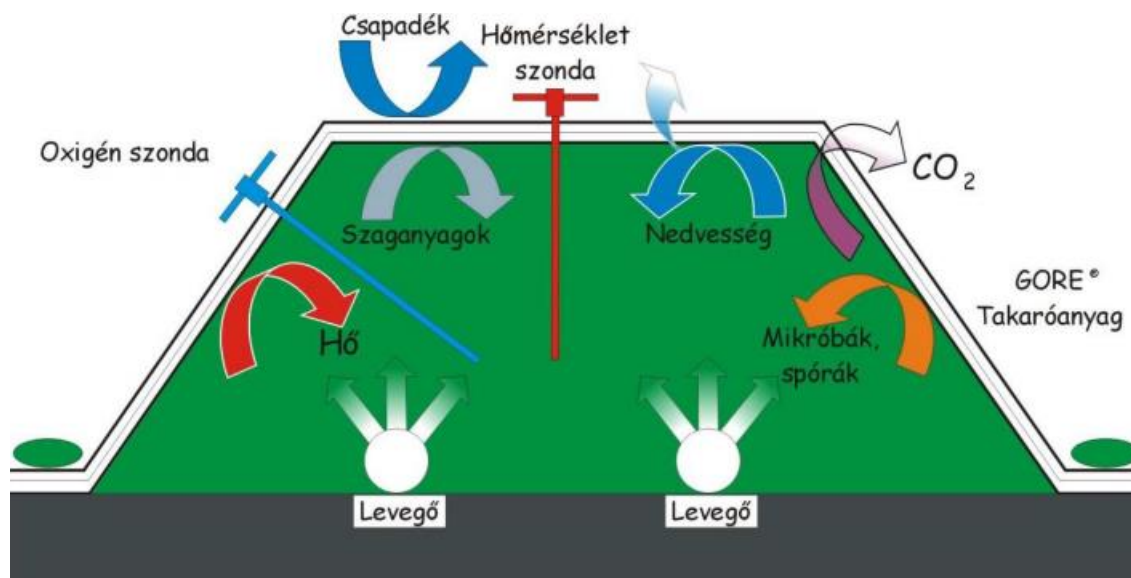
Magyarországon a KSH online nyilvántartása szerinti legutóbbi adat 2022. évből származik. A 2022. évi nyilvántartás szerint 3911 tonna települési hulladék keletkezett. [15]

A keletkező települési hulladék harmada komposztálásra felhasználható szerves anyag. [14]

1.5 Membrán takarásos komposztálási technológia

Komposztálási technológiák esetén megkülönböztettünk nyitott, félig zárt és zárt komposztálási technológiákat. Nyitott komposztálási technológiák esetében beszélhetünk passzív komposztálásról, forgatásos prizmakomposztálásról és levegőztetett prizmakomposztálásról. Félig zárt rendszerek esetében a komposztálás vízszintes silófolyosókban zajlik. A silófolyosókba levegőztető rendszer és forgató rendszer kerül beépítésre. Zárt rendszerek közé a dobkomposztálás, kamrás (box) illetve konténerkomposztálás, brikollare komposztálás, és toronykomposztálás tartozik. A levegőztetett prizmakomposztálás új megközelítése a szemipermeábilis membrántakaróval ellátott zárt komposztálási rendszer, amely három fő elemből áll. Az aktív levegőztető egység biztosítja a komposztálásban részt vevő mikroorganizmusok oxigénellátását. A levegőztetést a komposztáló anyag hőmérséklete és oxigéntartalma alapján folyamatosan, visszacsatolással szabályozzák. A zárt komposztálási folyamatot egy speciális membrántakaró teszi lehetővé. A prizmákat 2-3,5 méter magasra építik, szélességük 6-12 méter, hosszúságuk pedig 18-48 méter között változhat. Az érési időszak négy hete alatt a levegőztetés számítógépes irányítással működik, figyelembe véve a hőmérsékleti és oxigéntartalmi határértékeket. A szemipermeábilis membrán megoldja a korábbi levegőztetett rendszerek számos problémáját, mivel a membrán miatt a prizmában enyhe túlnyomás alakul ki, így anaerob zónák nem képződnek. A

membrán lehetővé teszi a gázcserét, miközben visszatartja a szaganyagokat, nedvességet és hőt. [6]



3. ábra Szemipermeábilis membránnal takart, levegőztetett komposztálási technológia [20]

A technológia alkalmas szennyvíziszapok komposztálására, alacsony beruházási és üzemeltetési költségek mellett. A végtermék higiénizált és jó minőségű. A folyamat során optimális nedvességtartalom-szabályozás biztosított. A szagemisszió 92-97%-os csökkentése bizonyított. A technológia alkalmazásánál fontos a megfelelő mennyiségű és minőségű struktúraanyag használata, valamint a homogenizálás. [20]

Azért a membrán takarásos komposztálási technológiát tartom megfelelőnek a szennyvíziszap, és biológiailag lebomló hulladék komposztálásához, mivel a környezettől elzárt technológiáról van szó, ezáltal csökken a szennyvíziszap használatából adódó fertőzésveszély. A szagemisszió csökkenése lehetővé teszi a komposztálótelep lakossághoz közelebbi elhelyezését.

1.6 Talajok szerves anyag utánpótlása

A talaj az élelmiszer-termelési rendszer alapját képezi, amely egészséges növények termelésével az embert táplálja. [23]

A talaj a Föld felső rétegének összetett, élő része, amely képes támogatni a növények növekedését és termesztését. A talajok hosszú fejlődési folyamaton mentek keresztül, amely évezredek, sőt évmilliókon át zajlott, így sajátos tulajdonságokkal bírnak. Kutatások alapján egy 25 cm vastagságú termékeny talajréteg kialakulása 200-1000

évet vehet igénybe. Fontos megérteni, hogy a talaj termékenysége érdekében szükséges egy változatos „földalatti” táplálékhálózat, amely különböző élőlények szövetségéből áll. A termőföld összetevői közé tartoznak az ásványi anyagok, víz, levegő, valamint számos mikroszkopikus élőlény, gombák, és más állatok, például gerincesek, rovarok és puhatestűek, továbbá a szerves anyagok. A talajban található szerves anyagokat két fő csoportra oszthatjuk: a „nem valódi” humuszanyagokra és a „valódi” humuszanyagokra. Az előbbiek az elhalt növények és állatok maradványaiból, valamint azok bomlástermékeiből állnak, és csak részlegesen átalakultak, tehát nem humifikálódtak. Elengedhetetlen a talaj szerves anyag tartalmának fenntartása és megőrzése, mivel ennek kulcsszerepe van a talaj egészségében és termékenységében. Éppen ezért az AKG program is ösztönzi a gazdálkodókat a zöldtrágyázásra és a szerves trágya használatára, valamint a talajforgatás minimalizálására irányuló agrotechnikai módszerek alkalmazására. Hasonló célokat szolgálnak az ökológiai másodvetések és a nitrogénmegkötő növények alkalmazásának népszerűsítése is. A talajba jutó szerves anyagok a talajélőlények munkájának eredményeként hosszú idő alatt valódi humuszanyagokká alakulnak. A szerves anyagok lebomlanak és átalakulnak a talaj élő szervezetei segítségével, levegő jelenlétében. A lebontás során a szerves anyagok fehérjéi szervesetlen nitrogéntartalmú vegyületekké (például ammónium, nitrit, nitrát) és humusszá alakulnak, amelyek a növények számára tápanyagként hasznosíthatók. Ez a lebontási folyamat több lépcsőben zajlik, jellemzően mikrobiológiai tevékenységek következtében, amelyben a talajban élő állatok is fontos szerepet játszanak, mivel aprítják a szerves maradványokat, elősegítve ezzel a további átalakulásokat. A talajélőlények mennyisége igen jelentős, hiszen egy gramm termőtalaj akár több százmillió baktériumot és sokmillió más mikroszkopikus organizmust is tartalmazhat. Számos, a gyógyászatban használt antibiotikumot, mint például a sztreptomicint és neomicint is ezekből az élőlényekből nyernek. A talajban kialakuló valódi humuszanyagok bonyolult szerkezetű, kolloid tulajdonságú polimerek, stabil, nagy molekulájú vegyületek. E különleges anyag egyedi funkciói a kolloid jellegének köszönhetőek, amelynek felülete rendkívül nagy ($800-1000 \text{ m}^2/\text{g}$). Ez a hatalmas felület képes jelentős mennyiségű víz és tápanyag megkötésére. A humuszanyagok kiemelkedő adszorpciós képességüknek köszönhetően javítják a talaj vízgazdálkodását, lehetővé téve, hogy a humuszban gazdag talaj több vizet tároljon. Ez csökkenti az

aszályérzékenységet, ami különösen fontos a változékony időjárási viszonyok között. Ezen túlmenően a humusz, mint tápanyagforrás, elsősorban nitrogénben gazdag, hiszen a talajban lévő nitrogén körülbelül 95%-a szerves formában található meg. A szerves anyagban gazdag talaj optimális szerkezete jellemzően morzsás és szemcsés, hasonlóan egy jól megkelesztett kenyérhez. Mindezen folyamatok összessége hozzájárul a talaj termékenységéhez, amely a gazdálkodók számára kulcsfontosságú. Az egészséges, jó szerkezetű és szerves anyagban gazdag talaj biztosítja a jó minőségű növények fejlődését, amelyek jobban ellenállnak a környezeti stressznek és a kórokozóknak. Ezért a talajt élő rendszerként kell kezelnünk. [22]

A mezőgazdaság termelés megzavarja a természetes talajfolyamatokat, beleértve a tápanyagok körforgását is, ami a tápanyagok felszabadulását és felvételét jelenti. A mezőgazdasági technológiák hajlamosak voltak kimeríteni a talajok tápanyag készleteit, és csökkenteni a szerves anyag szintjüket a növények ismételt betakarításával a tápanyagok pótlása, és a talaj minőség helyreállítása nélkül. A gazdák számos intézkedést hozhatnak a termőtalaj fenntartására, javítására és helyreállítására, különösen azon talajok esetében, amelyek hosszú ideje művelés alatt állnak. A talaj helyreállításhoz szükséges a szerves anyagok és növényi tápanyagok megőrzése és újrahasznosítása, valamint a vízátszivárgás, lefolyás és erózió okozta veszteségek minimalizálása. A talaj minőségének és egészségének helyreállítása a megfelelő gazdálkodási gyakorlatok révén évekbe telhet, különösen a szárazabb területeken, ahol a korlátozott nedvesség csökkenti a biomassza-termelést és a talaj biológiai aktivitását.

A talaj szerves anyag tartalmát növelhetjük komposzt kijuttatással, takarónövények, zöldtrágyanövények alkalmazásával, megfelelő vetésforgó használatával, a talajművelés csökkentésével, vagy teljes elhagyásával.[23]

A talajt mint élő rendszert szükséges megőrizni. A megfelelő talajművelés elengedhetetlen, amely segíti a vízkészlet takarékos felhasználását, a csapadék megőrzését, a levegőzés biztosítását, a talaj kapillaritásának optimalizálását és a morzsalékos szerkezet kialakulását. A talaj pH-értékét szükséges megfelelő szinten tartani (5,5-7 pH). A talaj szerves anyag tartalmát lehet növelni szerves trágyázással, ahol ez lehetséges, valamint a megtermelt szerves anyag helyben való hasznosításával.

A szármaradványokat betakarítás szükséges minél előbb a talajba forgatni, apró méretűre vágva, és tarlóbontó anyagokat alkalmazni a lebontásuk gyorsítása érdekében.

Ezek a lépések hozzájárulnak ahhoz, hogy a szár- és gyökérmaradványok újrahasznosítható gazdasági terméké váljanak a hasznos mikroszervezetek tevékenysége révén.[22]

A statisztikai adatok alapján egyre kevesebb területet látnak el szerves trágyával. A gazdák által szolgáltatott információk szerint átlagosan hektáronként mindössze 18-20 tonna szerves trágyát alkalmaznak. Miközben az évi trágyázás optimálisan 255 ezer hektárra lenne elegendő, a művelt terület összessége 4,5 millió hektárt tesz ki. A hígtrágya kijuttatása bonyolultabb folyamat, mivel talajvédelmi tervhez kötött. Átlagosan hektáronként 40-50 köbméteres adagokban alkalmazva körülbelül 200 ezer hektár területet érint. A szerves trágya mennyisége csökkent, mivel az állatállomány – beleértve a szarvasmarhát, sertést és baromfit – jelentősen lecsökkent. Alternatív megoldásként a zöldtrágyanövények vetése, valamint bizonyos kultúráknál a szennyvíziszap szigorú szabályok mellett történő kijuttatása jöhet szóba. [25]

A KSH legutóbbi, 2023. évi adatai szerint Magyarországon 253 943 hektárt láttak el istállótrágyával, hektáronként átlagosan 15,5 tonnát juttattak ki. Hígtrágyát 58 883 hektár termőföldre juttattak ki, átlagosan 47,9 köbmétert hektáronként. [15]

1.7 Szennyvíztisztítás Dr. Ország József munkássága alapján

Dr. Ország József Belgiumban az Université de Mons-Hainaut egyetemen végezte tudományos kutatásait 2002 szeptember 30-ig. A Wallónia Vízügyi Kormánybizottságának 15 évig keresztül tagja volt, ahol a Föld Barátai belgiumi szervezet képviselőjében.[12]

Ország József elektrokémikus, vízkutató, fenntartható vízgazdálkodás mozgalmár volt. Tudományos pályafutása alatt többnyire a gyakorlatban felmerült problémákra kielégítő megoldásokat javasolt.[13]

Munkája során a természetes vizek megóvását helyezte előtérbe. A természetes vízforrások szennyezésének megakadályozása érdekében több rendszert is kidolgozott melyek hosszútávon a fenntartható vízgazdálkodást segítették volna megvalósítani. [12]

Dr. Ország József értelmezésében a hulladékot, mint fogalmat rosszul értelmezzük, mivel a természetben, mint rendszerben nincs hulladék. Amennyiben a természetet körfolyamatként tekintjük, a növényeket elfogyasztjuk, amelyből ürülék keletkezik. Az

ürülékből komposzt lesz, amely tápanyagot biztosít a növény számára. Véleménye szerint a jelenlegi szennyvíztisztítás a víz természetes áramlását megszakítják. A szennyvízben lévő foszfor és nitrogén jelentős része az élővilág részére nem hasznosítható a jelenlegi technológiák miatt. [16]

Dr. Ország József a jelenlegi szennyvízgyűjtési rendszert kettéosztaná szürke-víz és fekete-víz gyűjtésre. A szürke-víz a mosásból, mosogatásból, takarításból, tisztálkodásból eredő szennyvíz. A fekete-víz az a toaletten lehúzott fekália szennyvíz. A professzor tétele szerint a szürke-vizet, és fekete vizet külön kell gyűjteni, és az összetételükhöz igazodó módon erőforrásként kezelni. Tanulmánya szerint ezek a vizek csak összekeverve válnak hulladékká, és a jelenlegi szennyvíztisztítás után környezetre veszélyessé. Állítása szerint a nitrogén, foszfor és baktériumok, mint környezeti károsítók 90 – 99 százaléka a fekete-vízben van.

A fekete-vízben lévő környezetkárosító elemek eredete a fekália és a vizelet. Viszont az ürülék mennyisége nagyjából 550 liter/fő/év, amit 55.000 liter vízbe öntve kezelnek szennyvízként.[12]

A szürke-víz kezelésére, és hasznosítására családi, falusi, és városi szinten is kapunk megoldásokat. Családi háznál a szürke vizet a kerti locsolásra lehet használni előkezelés nélkül. A talajban élő baktériumtenyészetek a szürke-vízben található mosásból, mosogatásból, tisztálkodásból visszamaradó szerek nagy molekuláit szén-dioxidra és vízre építik le. A szürke-víz locsolást olyan módon kell végezni, hogy a növény tövekhez kerüljön csak, így minden következmény nélkül hasznosítható. Számos megfigyelés arra utal, hogy a háztartási szappanos víz kezelés nélkül is előnyösen felhasználható a növények gyökértéri öntözésére.

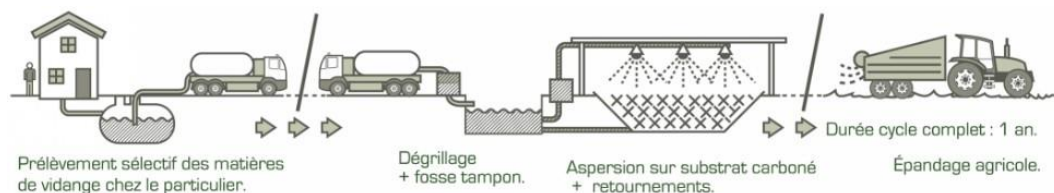
Nagyobb városok esetében két lehetőség kínálkozik: nedves éghajlat alatt a természetes fényes tisztítás, míg szárazabb területeken mezőgazdasági célokra használható. A téli és nyári megoldásokat akár váltogathatjuk is. A városok által termelt szappanos víz jelentős mennyiséget képvisel, amely a mezőgazdaság számára hasznos lehet.

A megfigyelések szerint a szabad levegőn és napfényben kihelyezett szappanos szennyvíz néhány nap alatt, bármilyen kezelés nélkül, letisztul. Az így ülepitett víz megfelel a legszigorúbb szennyvízkiöntési előírásoknak. Ezt a tényt kihasználva a városok által termelt szennyvizet egy lassú lefolyású, nedves zónába kell irányítani. A napfény itt koagulálja a vízben lévő szappanokat és baktériumokat, amelyek iszap

formájában rakódnak le a víz fenekén. A tisztulási folyamatban a növényeknek nincs szerepük; csupán a városi vízhálózatból származó nitrátokat távolíthatják el. A vízalatti gyökértérben lévő baktériumok lebontják a leülepedett iszapot vízre és szén-dioxidra, és esetleg kis mennyiségű metán is keletkezhet. A nagyméretű szennyvíztisztító állomások helyett célszerű lenne nagy hozamú gyűjtőcsatornákat építeni, amelyek a szennyvizet a város peremére irányítják. Száraz, aszályos területeken a városok által termelt szürkevizet rácsszűrés és olajfölözés után, kezelés nélkül is felhasználhatjuk a termőföldek talaj menti öntözésére. A városokban keletkező fekete-vizet kétféle rendszerrel lehet begyűjteni. Zárt beépítésű városközpontokban a meglévő csatornahálózat mellett egy kisebb keresztmetszetű csatornarendszert kell kiépíteni, amely kizárólag a vécéből származó fekete-vizet fogadja.

A külterületeken, kertes családi házakban élők szintén két lehetőség közül választhatnak. Akik a hagyományos vécét használják, a fekete-vizet a kertjükben elhelyezett szippantható tartályba gyűjtik. Ez a víz a jelenlegi szennyvíz mennyiségének még az ötödét sem éri el.

A csatornázott vagy szippantott fekete-vizet alomátitató telepre irányítják, ahol értékes komposztot készítenek belőle.



4. ábra Alomátitató telep [21]

Franciaországban több ilyen telep már évek óta sikeresen működik. A város peremén kiépített alomátitató telepeken fekete-víz mellett itt lehet feldolgozni a hígtrágyát, az élelmiszeripari szennyvíz tömény részét és a városi hulladékok erjeszthető frakcióját, valamint a városi zöld hulladékot is. Továbbá a szállításhoz használt faládák és platók, amelyek aprítva az alom értékes részévé válnak, szintén fontosak. Ha ezek a cellulózban gazdag hulladékok nem elegendőek, a telep igényeit a mezőgazdaságban és erdőgazdálkodásban keletkező növényi hulladékokkal is ki lehet elégíteni, amelyeket jelenleg elégetnek.

Megfelelő aerob erjesztés után a kapott komposzt a mezőgazdaságban nemcsak a talaj termékenységét megőrzi, hanem humusztartalmának növelésével annak állagát is javítja. A homokos, száraz talajok barna televényföldre alakulnak, míg a kötött agyagos talajok porhanyóssá válnak. A humuszban gazdag talajokon a csapadékvíz nem folyik a folyók felé (ami csökkenti az árvízveszélyt), hanem a talajban marad, feltöltve a földalatti vízkészleteinket. [13]

A Dr. Ország József által kidolgozott szennyvízkezelési rendszer jelentősen csökkentené a szennyvíztisztítás költségeit. A fekete víz rendszer végeredménye egy jóval 'tisztább' alapanyaga lenne a komposztálásnak a jelenlegi szennyvíziszapnál, természetesen a lakosság szabálykövetésének függvényében. A kevésbé szennyezett alapanyagból egy kevésbé szennyezett komposzt készíthető, amely a komposzt értékét tudná növelni.

2. Anyag és módszer

A kormányzati kiadványokban szereplő Magyarországon termelődött szennyvíziszap, és kommunális hulladékból következtetett biológiailag lebomló hulladék mennyiségi adatokat vettem alapul a készülő komposzt mennyiségének becslésére.

Szennyvíziszap esetében a kormányzati kiadványok szerint átlagosan 250 000 tsza évente az irányadó mennyiség. [17,18]

A szennyvíziszapok szárazanyag tartalma víztelenítés után 15-25%-ra növekszik. [7]

A szennyvíziszapok átlagos szárazanyagtartalmát 20%-ban határoztam meg a számoláshoz. 250 000 tsza szennyvíziszap 1250 000 tonna szennyvíziszapot biztosít komposztáláshoz.

A vegyes települési hulladékból a biohulladék mennyisége a 2018. évben elvégzett hulladék összetétel vizsgálat alapján 411 600 tonna/év volt. A vegyes hulladékban található zöldhulladék mennyiségen túl, még képződik további 296 000 tonna/év (közszolgáltatás körében) és 64 000 tonna/év (nem közszolgáltatás körében). [17]

$$411\,600\text{ tonna} + 296\,000\text{ tonna} + 64\,000\text{ tonna} = 776\,000\text{ tonna}$$

Egy tonna városi hulladékhoz 0,3 tonna szennyvíz iszapot vagy fekáliát ajánlott keverni. [7]

$$776\,000 * 0,3 = 232\,800\text{ tonna}$$

$$776\,000 + 232\,800 = 1\,008\,800\text{ tonna}$$

1008 800 tonnát tesz ki a komposztálásra szánt anyag mennyisége.

A teljes mértékben végrehajtott komposztálás bomlási, párolgási és idegenanyag veszteségei együttesen elérhetik az 50-60 m/m%-ot, így rendszerint maximum 40-50 m/m%-os komposztkihozattal lehet számolni. [19]

Az elkészült komposzt mennyiségéhez a kiindulási anyag 40 %-át veszem alapul.

1008 800 tonna 40%-a = 403 520 tonna

Tézisemben azt vizsgálom, hogy az így készülő komposzttal mekkora területű szántó besorolású termőföldet lehet ellátni tápanyaggal. Az elkészült komposztnak, és a komposzt felhasználásának meg kell felelnie a mindenkori jogi szabályozásnak.

Az 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás rendjéről szerint „Évente mezőgazdasági területre szerves trágyával kijuttatott nitrogén hatóanyag mennyisége nem haladhatja meg a 170 kg/ha értéket, beleértve a legeltetés során az állatok által elhullajtott trágyát, továbbá a szennyvizekkel, szennyvíziszapokkal, valamint szennyvíziszap komposzttal kijuttatott mennyiséget is.”[24]

Tehát a szennyvíziszap komposzttal kijuttatandó Nitrogén mértéke nem érheti el a nitrát rendeletben meghatározott 170 kg/ha értéket.

A 36/2006. (V. 18.) FVM rendelet a termésnövelő anyagok engedélyezéséről, tárolásáról, forgalmazásáról és felhasználásáról komposztok esetében szárazanyag tartalom esetében legalább 50 (m/m%) értéket ír elő, továbbá nitrogén tartalom esetén legalább 1,0 (m/m%) értéket ír elő.

Dr. Aleksza László tájékoztatása szerint a komposztok átlagos nitrogéntartalma (zöldhulladékok, biohulladékok) esetében 1,5 % sz.a., míg szennyvíziszap komposztok esetén 2,5 % sz.a körül van. Természetesen a komposztok minősége a komposztálásra felhasznált alapanyagok, és a komposztálási technológia függvényében változik.

A termőföldre kijuttatandó anyagmennyiség meghatározásához 1, 1,5, 2, és 2,5 százalékos nitrogéntartalommal, 50 m/m% szárazanyag tartalommal fogok számolni.

Egy tonna komposztban 50 m/m% szárazanyag tartalom, 1 m/m% nitrogén esetén 5 kg Nitrogén van. Max 170 kg/ha nitrogén esetén 34 tonna/ha a legfelső kijuttatható mennyiség. $403\,520 \text{ tonna} / 34 \text{ tonna/ha} = 11\,868,24 \text{ ha}$.

Egy tonna komposztban 50 m/m% szárazanyag tartalom, 1,5 m/m% nitrogén esetén 7,5 kg Nitrogén van. Max 170 kg/ha nitrogén esetén 22,6 tonna/ha a legfelső kijuttatható mennyiség. $403\,520 \text{ tonna} / 22,6 \text{ tonna/ha} = 17\,854,87 \text{ ha}$.

Egy tonna komposztban 50 m/m% szárazanyag tartalom, 2 m/m% nitrogén esetén 10 kg Nitrogén van. Max 170 kg/ha nitrogén esetén 17 tonna/ha a legfelső kijuttatható mennyiség. $403\,520 \text{ tonna} / 17 \text{ tonna/ha} = 23\,736,47 \text{ ha}$.

Egy tonna komposztban 50 m/m% szárazanyag tartalom, 2,5 m/m% nitrogén esetén 12,5 kg Nitrogén van. Max 170 kg/ha nitrogén esetén 13 tonna/ha a legfelső kijuttatható mennyiség. $403\,520 \text{ tonna} / 13 \text{ tonna/ha} = 40\,352 \text{ ha}$.

3. Eredmények

Szaktervezésként azt vizsgáltam, hogy a Magyarországon termelő biológiailag lebomló hulladékból, és szennyvíziszapból mekkora mennyiségű komposzt készíthető, és az így készült komposzt mekkora szántó művelési ágú termőföldet tud ellátni.

A szakirodalmi forrásban megadott keverési arány szerint a Magyarországon termelő szennyvíziszap kevesebb, mint ötöde 232 800 tonna elegendő a biológiailag lebomló hulladékok komposztálásához. A megadott technológia mennyiségileg fel tudja dolgozni 776 000 tonna biológiai hulladékot szennyvíziszap komposztálási társanyagként. A szakirodalmi forrásban megadott keverési aránnyal számolva 1008 800 tonna mennyiségű komposzt alapanyag készülhet a biológiailag lebomló hulladék, és szennyvíziszap felhasználásával. A szakirodalmi forrásban meghatározott veszteséggel számolva 403 520 tonna kész komposzt állítható elő a fent leírtak szerint.

A KSH által megadott adatok szerint 2024. évben 4132 300 hektár szántó művelési ágú termőföld volt Magyarországon. [15] A szennyvíziszap komposzt 50 m/m%

szárazanyag tartalom, 1 m/m% nitrogén tartalom mellett 11 868,24 hektárt tud ellátni, ami a szántó termőföldek mindössze 0,3 százalékát teszi ki. A szennyvíziszap komposzt 50 m/m% szárazanyag tartalom, 2,5 m/m% nitrogén tartalom mellett 40 352 hektárt tud ellátni, ami a szántó termőföldek mindössze 0,98 százalékát teszi. Az eredményekből kitűnik, hogy a tézisemben vizsgált módszerrel készült komposzt nem tudja ellátni Magyarország termőföldjét, de még a szántó művelési ágú termőföldeket sem. Amennyiben csak minden harmadik évben látnánk el a leírtak szerint készített komposztal a szántó művelési ágú termőföldeket úgy is évtizedekbe kerülne a Magyarországon található szántó termőföldek teljes ellátása. A fent leírtakból kitűnik, hogy ez a technológia nem oldaná meg a Magyarországon található termőföldek szerves anyag utánpótlását. Én mégis úgy vélem, hogy a szennyvíziszap kezelés legjobb módszere a komposztálás lenne. A megfelelő komposztálási technológiával megtörténhet a szennyvíziszap 'higienizációja', a szennyvíziszapban jelenlévő patogének ártalmatlaníthatók. Továbbá a komposztálással a szennyvíziszapból hulladékból termék állítható elő, mely költség helyett profitot termel, továbbá a kész komposzt tárolása lényegesen egyszerűbb a szennyvíziszapénál. A bemutatott technológiához a rendelkezésre álló szennyvíziszap mindössze ötöde kerül felhasználásra, tehát mintegy 1000 000 tonna marad vissza. Véleményem szerint a fennmaradó szennyvíziszap mennyiség kezelésére – amennyiben a komposztálás más technológiával nem megoldható – a legjobb megoldás a termőföldeken történő hasznosítás. Úgy gondolom, hogy a szennyvíz iszapban lévő szerves anyagok, nitrogén és foszfor hasznosításának lehetőségét pazarlás hulladéklerakón, vagy égetőművekben veszni hagyni, miközben a termőföldek -részben a szerves anyag pótlás hiánya miatt - pusztulnak. Tézisemben egy olyan helyzetet vizsgáltam, mely során a szakirodalmi forrásokban megadott mennyiségű biológiailag lebomló hulladék rendelkezésre áll szennyvíziszap komposztálásra. Az adatok szakirodalmi forrásokban megadott számok alapján kerültek feldolgozásra, eredményeim ezért csak irányadóak lehetnek.

4. Összefoglalás

Szakedolgozatomban a Magyarországon termelődő biológiailag lebomló hulladék, és szennyvíziszap felhasználásával készült komposzttal foglalkoztam. Azt vizsgáltam, hogy szakirodalmi forrásokban megadott adatok szerint mekkora mennyiségű komposzt készíthető, és az így készült komposzt mekkora területű szántó művelési ágú termőföldet láthatna el tápanyagutánpótlás céljából. A szakirodalmi források között áttekintettem a vonatkozó jogszabályokat, és rendeleteket, foglalkoztam a komposztálással, mint technológiával. Szakirodalmi források mentén bemutattam a szennyvíziszapot, és a biológiailag lebomló hulladékokat. Bemutattam a membrán takarásos komposztálási technológiát, és foglalkoztam a talajok szerves anyag utánpótlásával is. Tézisemben bemutattam a jelenlegi szennyvíztisztítási módszertől eltérő technológiát Dr. Ország József munkássága alapján. A Dr. Ország József által kidolgozott rendszer a jelenlegi módszerhez képest tisztább anyagokat eredményezne jelentősen kevesebb anyagi ráfordítás mellett. A szakirodalmi forrásokban megadott mennyiségi anyagokkal számolva megállapítottam, hogy várhatóan 776 000 tonna biológiailag lebomló hulladék, és 1250 000 tonna szennyvíziszap fog termelődni Magyarországon évente. A szakirodalmi forrásban megjelölt keverési aránnyal számolva a biológiailag lebomló hulladék teljes mennyiségéből, és 232 800 tonna szennyvíziszapból a 1008 800 komposztálandó anyag keverhető össze. A szakirodalmi forrásban meghatározott 40%-os veszteséggel számolva megállapítottam, hogy 403 520 tonna komposzt készíthető a kiinduló anyagból. A nitrárendeletben megadott határértéket, és a 36/2006. (V. 18.) FVM rendeletben előírt minimum bel tartalmi értéket vettem alapul a készülő szennyvíziszap komposzthoz. A rendeletek által megadottak szerint számolva 50 m/m% szárazanyag tartalom, 1 m/m% nitrogén esetén maximum 34 tonna/ha a kijutatható komposzt mennyiség, amely 11 868,24 hektárt tudna ellátni. Ez a terület Magyarország szántó művelési ágú termőföldjeinek 0,3%-át teszi ki. A szennyvíziszap komposztok átlagos nitrogéntartalmával számolva, 50 m/m% szárazanyag, és 2,5 m/m% nitrogén tartalom mellett 13tonna/ha a kijutatható komposzt mennyiség, amely 40 352 hektárt tudna ellátni. A 40 352 hektár a szántó termőföldek mindössze 0,98 százalékát teszi.

5. Irodalomjegyzék

- [1] 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról
- [2] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2008/98/EK IRÁNYELVE (2008. november 19.) a hulladékokról és egyes irányelvek hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg)
- [3] 43/2016. (VI. 28.) FM rendelet a hulladékgazdálkodással kapcsolatos ártalmatlanítási és hasznosítási műveletek felsorolásáról
- [4] 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól
- [5] 559/2023. (XII. 14.) Korm. rendelet a biológiailag lebomló hulladék képződésének megelőzésére vonatkozó tevékenységekről, a biológiailag lebomló hulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységek részletes szabályairól és a biohulladékból előállított komposzt osztályozásának szabályairól
- [6] Alexa László, Dér Sándor (2001): Szakszerű komposztálás Elmélet és gyakorlat Profikomp Kft., Gödöllő
- [7] Dr. Kocsis István (2005): Komposztálás Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- [8] Ángyán József, Tardy János, Vajnáné Madarassy Anikó (2003): Védett és érzékeny természeti területek mezőgazdálkodásának alapjai Mezőgazda Lap- És Könyvkiadó Kft., Budapest
- [9] Another Short History of Composting By Steve Callis, Missouri State Coordinator – International Compost Awareness Week
<https://www.compostfoundation.org/Portals/2/Documents/Another%20Short%20History%20of%20Composting-1.pdf>
- [10] Környezetmérnöki Tudástár Sorozat szerkesztő: Dr. Domokos Endre 19. kötet Hulladékgazdálkodás II. Szerkesztő: Dr. Kurdi Róbert 2012 Veszprém Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet Az anyag a TAMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0021 téma keretében készült a Pannon Egyetemen.
https://tudastar.mk.uni-pannon.hu/anyagok/19-Hulladeggazdalkodas_II-v2.pdf letöltve 2024.03.11.
- [11] <https://ujszasz.hu/esemenyek/378-sportbal> megtekintve: 2024.03.31.

- [12] <https://www.eautarcie.org/hu> megtekintve:2024.03.15.
- [13] [https://hu.wikipedia.org/wiki/Orsz%C3%A1gh_J%C3%B3zsef_\(elektrok%C3%A9lmikus\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Orsz%C3%A1gh_J%C3%B3zsef_(elektrok%C3%A9lmikus)) megtekintve:2024.03.15.
- [14] Szabó Fruzsina, Matkó Andrea, Boros Norbert (2014): A háztartásokban keletkező biológiailag bontható szerves hulladék és szennyvíziszap hasznosításának lehetőségei biogáz és komposzt előállítására. Debreceni Műszaki Közlemények 2014/1 (HU ISSN 2061-6869)
- [15] KSH.hu megtekintve: 2024.10.15.
- [16] ORSZÁGH JÓZSEF: A VÍZ ÉS GAZDÁJA (2020) Második bővített kiadás
Kiadó: Vízisztító Szerviz Kft. Budapest
- [17] INNOVÁCIÓS ÉS TECHOLÓGIAI MINISZTERIUM Országos
Hulladékgazdálkodási Terv 2021-2027 Bázisév: 2018 A dokumentumot a Kormány megtárgyalta és a 2021-2027 közötti időszakra szóló Országos Hulladékgazdálkodási Tervről szóló 1704/2021. (X. 6.) Korm. határozattal elfogadta.
- [18] SZENNYVÍZISZAP KEZELÉSI ÉS HASZNOSÍTÁSI STRATÉGIA 2014-2023
Készítette az Országos Vízügyi Főigazgatóság megbízásából a „STRATÉGIA 2014”
KONZORCIUM
- [19] KOMPOSZTÁLÁS Fazekas, Bence Pítás, Viktória dr. Thury, Péter dr. Kárpáti,
Árpád Szerzői jog © 2004
- [20] Hazai és nemzetközi tapasztalatok a membrán takarásos szennyvíziszap komposztálás területén Dr. Aleksza László – vezérigazgató Profikomp örnegetechnika Zrt. Szennyvíziszap Komposzt Mezőgazdasági Hasznosítása Szakma Nap – 2016.10.26. https://www.maszesz.hu/wp-content/uploads/2016/11/aleksza-laszlo_profikomp.pdf megtekintve:2024.10.15.
- [21] <https://www.trecofim.com/fonctionnement.html>
- [22] Élet a talajban Megjelent: 2020-08-27 11:11:13 <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgalatas/kornyezetgazdalkodas/102444-elet-a-talajban> megtekintve:2024.10.10.
- [23] The importance of soil organic matter Key to drought-resistant soil and sustained food production by Alexandra Bot FAO Consultant and José Benites FAO Land and Plant Nutrition Management Service FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome, 2005

- [24] 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméhez szükséges cselekvési program részletes szabályairól, valamint az adatszolgáltatás és nyilvántartás rendjéről
- [25] Tehetünk a talajromlás ellen NZR2020.12.04. 16:00
<https://magyarmezogazdasag.hu/2020/12/04/tehetunk-talajromlas-ellen/>
 megtekintve:2024.10.30.
- [26] Shaddel, S.; Bakhtiary-Davijany, H.; Kabbe, C.; Dadgar, F.; Østerhus, S.W. Sustainable Sewage Sludge Management: From Current Practices to Emerging Nutrient Recovery Technologies. Sustainability 2019, 11, 3435.
<https://doi.org/10.3390/su11123435>
- [27] Siyan Huang, Liu Yang, Lianguo Ji: Current Status and Development Trends of Sludge Disposal Technology E3S Web of Conferences 290, 03002 (2021)
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129003002>

6. Ábrajegyzék

1. ábra A hőmérséklet változása a komposztálás során [11]	10
2. ábra Szennyvíziszap kihelyezésére alkalmas területek Magyarországon	16
3. ábra Szemipermeábilis membránnal takart, levegőztetett komposztálási technológia [20].....	20
4. ábra Alomátitató telep [21]	25

NYILATKOZAT**a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről**

A hallgató neve: Horváth Sebestyén
A Hallgató Neptun kódja: SCAZMV
A dolgozat címe: Szántó művelési ágú termőföldek tápanyagutánpótlása
kommunális szennyvíziszap és biológiailag lebomló
hulladékból készült komposzt felhasználásával
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Környezettudományi intézet
A konzulens tanszékének a neve: Kihelyezett Hulladékgazdálkodási Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítotam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: Székesfehérvár 2024. november 08.


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Horváth Sebestyén (név) (hallgató Neptun azonosítója: **SCAZMV**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Gödöllő, 2024. év november hó 08. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.