

SZAKDOLGOZAT

Kristóf Kata

2025

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet

Kertészmérnök alapszak

**A giliszta-, ászka- és zöldkomposztok hatásainak összehasonlítása
paprika palánták nevelésében**

Belső konzulens: Madaras Krisztina

tanszéki munkatárs

Gál Izóra

egyetemi docens

Belső konzulens intézete/tanszéke:

Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet /

Agroökológiai és ökológiai Gazdálkodási Tanszék

Készítette:

Kristóf Kata

Tartalom

Bevezetés és célkitűzések	4
Szakirodalmi áttekintés	6
A vermikomposztálás.....	7
Giliszták.....	10
Ászkarákok	12
Termesztőközegek összetételének szabályozása	13
Anyag és módszer.....	14
A komposztok előállítása	14
Zsázsateszt.....	16
Tesztnövény (paprika) palánták	17
A palánták paramétereinek mérése	18
A közegek kémiai, biológiai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata.....	19
Statisztikai elemzés.....	22
Eredmények és következtetések.....	23
Zsázsateszt-csírázási képesség.....	23
Zsázsateszt-Hajtás- és gyökéranalízis	24
A paprika palánták zöldtömege.....	24
Paprika gyökértömeg.....	25
Paprika szárvastagság.....	26
Paprika magasság	27
Nedvesség tartalom.....	28
pH.....	28
EC	29
POX-C tartalom	31
Foszfor tartalom	31
Kálium tartalom	33
Ammónia tartalom	34
Nitrát tartalom.....	34
FDA-enzim aktivitás	35
DHA-enzim aktivitás.....	36

Összefoglalás	38
Köszönetnyilvánítás.....	40
Irodalomjegyzék	41
Táblázatok és ábrák jegyzéke	46
Hallgatói nyilatkozat.....	47

Bevezetés és célkitűzések

A kertészetben és a mezőgazdaságban általában fontos szerepet játszik a talaj, a növények és az állatok ismerete. Brundtland 1987-es meghatározása szerint: „A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket.” A fenntarthatóság nagyon fontos a jelen és a jövőbeli helyzetre nézve is, hiszen befolyásolja az emberek jóllétét és a bolygónk állapotát. A gyors iparosodás és a növekvő népesség súlyos hulladékgazdálkodási problémákat és környezeti szennyezést okoz, amely veszélyezteti az agrár-ökoszisztémákat, az emberi egészséget és a környezetet is.

Sokféle hulladék létezik, de messzemenően a legnagyobb mennyiségben Keletkezőek az úgynevezett „nem veszélyes hulladékok”. A jelenlegi adatok alapján az éves hulladéktermelés körülbelül 2,01 milliárd tonnáról 3,40 milliárd tonnára emelkedhet 2050-re (Vuković et al., 2021), ezért a fenntarthatóság érdekében kulcsfontosságú, hogy kialakuljon egy átfogóan jól működő, környezetbarát, gyors és gazdaságos hulladékkezelési technika. A települési hulladékok 25–30%-a biológiailag lebontható, tehát komposztálható. A komposztálással nemcsak a hulladékot csökkenthetjük, hanem energiát és pénzt is spórolhatunk, hiszen kevés ráfordítással tehetünk szert növényeink számára hasznosítható tápanyagokat tartalmazó közegre, amely növeli a talaj termőképességét és javítja biológiai, kémiai és fizikai tulajdonságait is, így például zöldségtermesztésben is tudjuk alkalmazni, ahelyett, hogy megvásárolnánk azt, nagy eséllyel műanyagból készült különböző úrtartalmú zsákokba adagolva (Béres et al., 2017).

Habár a fenntartható fejlődés az Európai Unió hosszú távú célkitűzésévé vált, de Európán belül még mindig nem alakult ki egy olyan átfogó rendszer, melynek keretében felhasználásra kerülne a komposztálásra alkalmas települési hulladék, így ennek oroszánrésze sajnos hulladéklerakóba kerül, értékét elveszítve.

Az ökológiai gazdálkodás egy fenntartható mezőgazdasági termelési forma, ami kedvezően hat az erőforrások használatára a természetre és a társadalomra. Egyre népszerűbb a környezettudatos fogyasztók körében (Hammas és Ahlem, 2017).

Tekintettel a fenntartható mezőgazdaságban alkalmazott gyakorlatokra, a vermikomposztálás, mint hulladékkezelési eljárás, és mint talajjavító közeg előállítási

Lehetőség került érdeklődésem központjába. A jelen kutatás célja bizonyos ismerethiányok pótlása és gyakorlati alkalmazások feltárása ezzel a területtel kapcsolatban.

Célom kisléptékű, beltéri komposztálóban előállított gilisztakomposzt összehasonlítása olyan gilisztakomposzttal, amiben egy másik lebontó szervezet is jelen van, mégpedig az ászkarák, valamint kültéren előállított zöldkomposzttal.

A kísérletben keletkező komposztokat különböző arányokban kevertük a tőzeghez és a soroksári homoktalajhoz, majd paprika palántát neveltünk benne. Így az élő növényen is teszteltük a hatékonyságot a műszeres mérések mellett.

Kifejezetten azt szeretnénk volna megvizsgálni, hogy a különböző komposztokhoz különféle arányokban hozzákevert tőzeg kombinációja szerves természetű közegként, mennyire alkalmas jó minőségű paprika palánták előállítására, hozzájárulva ezzel a tőzegmoha felhasználásának csökkentéséhez, helyettesítéséhez a szükséges ismeretek bővítésével.

Az elemzés során, igyekeztünk megtalálni azokat a keverékeket, amik a leghatékonyabbak optimális paprikapalánták előállítására, ezzel hozzájárulva a fenntartható és környezetbarát palántanevelési gyakorlatokhoz, valamint megoldást kínálva a konyhai hulladék könnyű és hatékony hasznosítására.

A dolgozatban megválaszolandó kérdések:

- Hogyan hatnak a paprika palántákra a bizonyítottan fitotoxikus anyagokat is tartalmazó komposztok?
- Hogyan hat a vermikomposztban egy másik lebontó szervezet (ászkarák) jelenléte a növények fejlődésére?
- Milyen hatással van a komposztban található lebontó makroszervezetek diverzitása a paprika palánták nevelésére?
- Milyen tőzeg-komposzt arány nyújt optimális közeget a különböző komposztokból az általunk választott 'Tizenegyes' fajtájú paprika palánták számára?
- Milyen típusú beltéri komposzttal helyettesíthető legjobban, a konyhai zöldhulladék hasznosítása mellett, a kültéri komposzt?

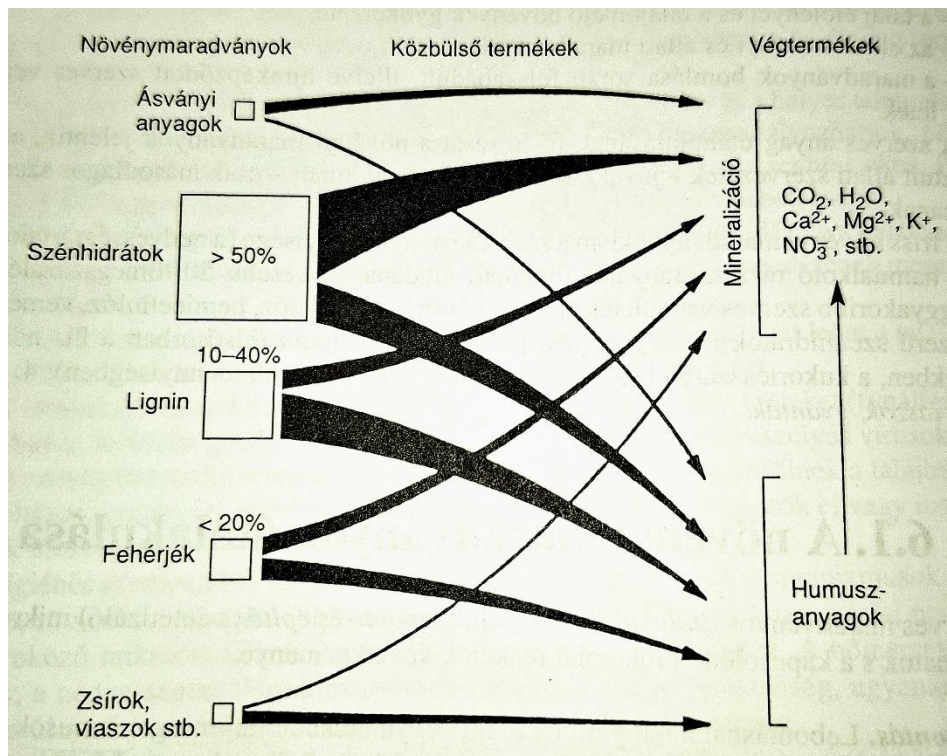
Szakirodalmi áttekintés

A komposztálással egy természetes szervesanyag-bontási folyamatot igyekszünk imitálni. A jó komposztban mindig vannak élő szervezetek, mikroorganizmusok, melyek jó oxigénellátás mellett lebontják a szerves anyagokat ásványi anyagokra és humusz képződik.

A kutatások kimutatták, hogy a komposzt stabilitása kulcsszerepet játszik a csírázásban, a növekedésben és a palánták fejlődésében is. Ugyanakkor további vizsgálatokat igényel annak meghatározása, hogy a komposzt összetétele hogyan befolyásolja ezeket (Hernández-Rodríguez et al., 2017).

A komposzt sokoldalú talajjavító, melyet különféle termelési rendszerekben (Pl.: intenzív zöldségtermesztésben vagy akár az önellátásra szolgáló házi kiskertben) használnak. Az Európai Unióban 2013-ban 34,6 millió m³-t meghaladó mennyiségű természetű közegot állítottak elő a hobbi és a hivatásos felhasználóknak. Bár a tőzeg még mindig a természetű közegek nagyobb részét alkotja (75,1%), a szerves anyagok, mint például a komposzt (7,9%) és más szerves anyagok (10,8%) egyre inkább teret hódítanak számos előnyük miatt (Atzori et al., 2021).

A növényi maradványok átalakulása különböző lebontó és építő mikrobiális folyamatok, és ezekkel együtt járó biokémiai reakciók következménye, melyek sebességét sok tényező befolyásolhatja. Ilyen például a hőmérséklet (25-40 °C optimális), a pH (6-8 közötti optimális), a bomlási termékek kémiai összetétele, stb. A bomlás során a mikroorganizmusok munkája kisebb egységekre osztja a nagy molekulájú vegyületeket, ennek következtében CO₂ és víz keletkezik. A növényekben található molekulák kisebb egységekké alakulnak át, pl. a keményítőből egyszerűbb cukrok, a fehérjéből aminosavak és peptidok, a ligninből kinonok és fenolok keletkeznek. A lebontás igen fontos szereplői a makro- és mezofauna csoportjába tartozó élőlények, valamint az enzimek. Vannak könnyen bontható, humifikálható szerves anyagok, és szerves kötésben levő elemek, melyek ásványi anyagokká való átalakulását mineralizációnak nevezzük (Stefanovits et al., 1999).



1. ábra A mineralizáció és humifikáció közötti összefüggések vázlata (Stefanovits et al., 1999, 72.o)

A vermikomposztálás

A vermikomposztálás elősegíti a fenntartható hulladékkezelést. Ezzel a módszerrel elérhető a zöldhulladékok talajtermékenységet fokozó trágyává alakítása giliszták segítségével és egy kifejezetten alacsony költségű technológiának számít (El-Haddad et al., 2014).

A vermikomposztálás nemcsak a zöldhulladékok újrahasznosítását segítheti, hanem képes fenntartani a talaj egészséges állapotát is. A módszert sokan a talaj termékenységének csökkenése, a talaj degradációja és a műtrágyák indokolatlan használata elleni legjobb megoldásnak tartják (Pilli és Sridhar, 2019).

Már 1881-ben Darwin is felfedezte, hogy azokon a területeken, ahol több földigiliszta fordul elő, (mely közeli rokona a trágya és komposztgilisztáknak,) ott folyamatosan átalakul a talaj ezeknek az élőlényeknek a segítségével és több a növényi humusz.

A gilisztakomposztálás többek között csökkenti az öntözési igényt, mivel javítja a talaj vízmegtartó képességét, növeli a növények ellenállóságát a kártevőkkel szemben, növeli a növények stressztűrő képességét, segít a gyomnövények elnyomásában, javítja a magok csírázási arányát, felgyorsítja a palánták növekedését és fejlődését, valamint a növények gyorsabban nőhetnek és nagyobb termést adhatnak (Lee, 1992).

A vermikomposztálás jelentősen különbözik a hagyományos komposztálástól. Vukovic et al. (2021) szerint a vermikomposztálásból hiányzik az a termofil fázis, amely csökkenti a kórokozókat. Nagyobb nedvességtartalmat is igényel, valamint ez a folyamat túlnyomórészt a giliszták tevékenysége által vezérelt fizikai és biokémiai mechanizmusokat foglalja magába. A fizikai folyamat alatt a közeg keverését, aprítását és levegőztetését értjük, míg a biokémiai folyamat a közeg mikrobiális lebontásán alapul, mely a giliszták bélcsatornájában megy végbe (Bharadwaj, 2010).

A giliszták által előállított komposzt Kiran Pilli és Durgam Sridhar (2019) szerint magasabb tápanyagtartalommal bír, mint a hagyományos komposzt és istállótrágya.

Pilli és Sridhar (2019) szerint a vermikomposzt gazdag alapvető növényi tápanyagokban, mint a nitrogén (N), foszfor (P) és kálium (K), valamint mikroelemekben, például magnéziumban (Mg), vasban (Fe), cinkben (Zn), mangánban (Mn), bórban (Bo) és rézben (Cu), ezért hatékony szerves trágyának számít.

A gilisztakomposzt pozitív hatást gyakorol számos növényre -, például a paradicsomra (*Solanum lycopersicum*), a fekete mustárra (*Brassica nigra*) és a paprikára (*Capsicum annuum*) -, mivel javítja a növekedési mutatókat és a termés minőségét. Bio-trágyákkal együtt alkalmazva elősegíti a palánták növekedését és életerejét (Manzoor et al., 2024).

A giliszták ürüléke kezdetben instabil. De kiszáradás után stabilizálódnak és olyan talajaggregátummá válnak, amik segítenek a talaj szerkezetének javításában, valamint a növények növekedésének elősegítésében (Lee, 1992). A folyamat a mikrobák és a giliszták szoros kölcsönhatásán alapul, amely hozzájárul a komposzt stabilizálásához (Vukovic et al., 2021). A gilisztakomposztálás időtartama a körülményektől függően változhat. 75-100 napig is eltarthat, amíg beérik a komposzt (Kauser és Khwairakpam, 2022).

A vermikomposzt serkentő hatással van a fotoszintézisre, valamint javítani képes a növényi anyagcserét. Kimutatták, hogy a gilisztakomposztot előállító giliszták növényi hormonokhoz hasonló anyagokat választanak ki, például auxint és citokinint, amelyek hatással vannak a növények növekedésére (levinsh et al., 2011).

Az érett vermikomposzt mikrobákban gazdag. Például foszfátoldók, N₂-megkötők, enzimet termelő szervezetek és növekedést serkentő baktériumok találhatóak benne (Vukovic et al., 2021). A vermikomposzt a humuszos anyagok (huminsavak, fulvósavak, humin) mellett gyakran fenolos anyagokat is tartalmaz, melyek nagy koncentrációban fitotoxikusak

lehetnek. Különösen a gyökérkezdemény (radikula) növekedését gátolják, a szik alatti szárrészt (hipokotil) kevésbé. Ezért kijelenthető, hogy a gyökérképződés érzékenyebb ezekre a vegyületekre a paprika (*Capsicum annuum*) esetében is. (Ievinsh et al., 2011)

Paul és Metzger (2005) kutatásai is kimutatták, hogy a gilisztakomposztálás során a tápanyagok könnyebben felvehetővé alakulnak (nitrát, ammónium, kalcium, magnézium, oldható foszfor). A végterméket homogenitás jellemzi, valamint porózus, magas a vízmegtartó képessége, jó a stabilitása, alacsony C:N aránya van és környezetbarát (Vukovic et al., 2021).

A vermikomposzt gazdag esszenciális tápanyagokban, mint például a N, P, K, valamint Mg, Fe, Zn, Mn, B, Cu (Pilli, M. és Sridhar, D., 2019). A huminsavak és fitohormonok hozzájárulnak a sejtek és szövetek differenciálódásához, a gyökér növekedéséhez, valamint kedvező hatással bírnak bizonyos növénybetegségek ellen is (Vukovic et al., 2021).

A giliszták tevékenysége a pH-értéket és a C:N arányt is befolyásolhatja. Néhány kutatás azonban azt javasolja, hogy a vermikomposztálás során a pH-t célszerű 6,5-8,4 közötti tartományban tartani. Ennek oka, hogy az alacsonyabb pH csökkentheti a baktériumok aktivitását, ami a giliszták pusztulásához vezethet. A C:N arány a komposzt érettségének fontos mutatója. Ha ez az arány 20 alá csökken, az a zöldhulladék mineralizációját (a szerves anyagok lebomlanak szervetlen, ásványi anyagokká) és a komposzt érettségét jelzi.

Az optimális C:N arány elengedhetetlen a lebontó szervezetek (különösen a mikroorganizmusok) számára. Túl kevés nitrogén esetén a bomlás lassul, túl soknál anaerob körülmények alakulnak ki és kellemetlen szagok. A komposztálás során célszerű körülbelül 25:1-30:1 C:N arányon tartani a komposztot (Ayilara et al., 2020).

Hamilton (2014) szerint a giliszták akkor érzik jól magukat, ha a táplálékuk C:N aránya 50-nél nagyobb. Ennek hátterében az áll, hogy alacsonyabb C:N aránynál a mikroorganizmusok versenybe szállnak a gilisztákkal a tápanyagért. A legjobb esetben a mikrobák fogyasztják el a táplálékot a giliszták előtt, a legrosszabb esetben pedig a mikrobatevékenység annyira felmelegíti a komposztot, hogy a giliszták el is pusztulhatnak.

A folyamat közben a szén mennyisége csökken. Ennek oka az oxidáció mely során a szén CO₂-dá alakul és a légkörbe kerül. Kutatások igazolták, hogy a szerves szén csökkenése a vermikomposztálás során elsősorban a mikroorganizmusok és a giliszták légzési aktivitásának

következménye. A giliszták váladékukkal nitrogént is juttatnak a komposztba (Filipović et al., 2022).

Az elektromos vezetőképesség (EC) is kulcstényező az optimális gilisztakomposzt előállításánál. Filipović et al. (2023) kutatása alapján 3,5-4,7 mS/cm érték nem gátolja a káposzta és a spenót csírázását. Egy másik kutatás (Kim et al., 2024) alapján az EC érték összefügghet a szervesanyagok lebomlása során keletkező ionok mennyiségével, a hőmérséklettel és a víztartalommal (a tanulmányban a nedvesség tartalom lineárisan növelte az EC-t). A túl magas sótartalom fitotoxikus lehet a növényekre.

A K- és P- tartalom a giliszták aktivitásával növekszik, különösen szennyvíziszap esetén. A giliszták ürüléke és járatfalai növelik a P felvehetőségét a növények számára (Domínguez és Gómez-Brandón, 2013).

Egy bio paradicsom palántákat vermikomposzttal tesztelő kutatásban kimutatták, hogy a gilisztakomposzt növeli a növények számára felvehető nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmat a talajban, így potenciális tápanyagforrásnak minősíthető a növénytermesztésben (Akef Bziouech et al., 2024).

Giliszták

A giliszták, mint a vermikomposztálás főszereplői, fontos szerepet töltenek be a lebontó folyamatokban. Életmódjuk szerint ásásra specializálódott testfelépítésük egyszerű. Darwin körülbelül 3000 fajt azonosított, míg Sherman (2019) szerint több mint 9000 ismert giliszta faj van, köztük viszont csak hét alkalmas a vermikomposztálásra. Prajapati (2023) szerint legalább 4400 faj ismert.

A gilisztákat három ökológiai csoportba sorolják táplálkozási szokásaik, és a talajban elfoglalt helyük alapján. Az epigeikus, az anecikus és az endogeikus fajok képezik ezt a három csoportot (Domínguez, 2018).

1. Epigeikus fajok: általában kisméretűek, pigmentáltak és az avarrétegben tartózkodnak. Ezek közé tartoznak azok a giliszták is, melyeket a kísérletben alkalmaztunk a vermikomposztok előállítására.

Magas anyagcsere- és szaporodási rátával rendelkeznek, jól alkalmazkodva a talajfelszín jellemző változékony állapotokhoz. Nem alakítanak ki állandó járatokat, főleg korhadó szerves növénymaradványokkal táplálkoznak. Epigeikus fajok közé tartozik az *Eisenia fetida*, a *Dendrobaena veneta*, az *Eisena andrei*, stb.

2. Anecikus fajok: testméretük nagyobb, függőleges járatokat ásnak a talajban. Éjjel a felszínre jönnek, hogy szerves anyagokkal táplálkozzanak. Életciklusuk hosszabb, lassú szaporodás és sötétbarna szín jellemzi őket. Az anecikus fajok közé tartozik a *Lumbricus terrestris*, stb.

3. Endogenikus fajok: a talajban 10-15 cm mélyen tartózkodnak, és vízszintes járatokat készítenek. Főleg a talajban lévő szerves anyagokkal táplálkoznak. Hosszabb az életciklusuk és lassan szaporodnak, de ellenállóak a kedvezőtlen körülményekkel szemben.

Endogenikus fajok közé tartozik például az *Aporrectodea caliginosa*.

Sherman (2019) szerint vermikomposztálásra kifejezetten az Epigeikus fajok alkalmasak.

A komposztgiliszta (*Eisenia fetida*) bevált faj komposztálásnál, hiszen gyorsan szaporodik, és hatékonyan alakítja át a szerves anyagokat végtermékké (Prajapati et al., 2023).

A giliszták képesek a saját testsúlyuk 25-30%-át megenni naponta. Testük elülső tájékán kémiai receptorok vannak, amelyek a szagokra reagálnak (Sherman, 2019). Ezzel szemben Prajapati (2023) állítása szerint egy kilogramm giliszta akár naponta képes elfogyasztani 1 kilogramm tömegű szerves anyagot. Térigényük szerint optimálisan egy négyzetméterre körülbelül 1000-2000 egyed fér el (Ranga, 2020).

A Jakutföldön, a „Nezhnost” fajta paprikával végzett vizsgálat kimutatta, hogy 300 gramm gilisztakomposzt alkalmazása növényenként jelentősen javította a paprika növekedését és termékenységét, valamint elősegítette a vegetatív fejlődést és a levélfelület növekedését is (Stepanova et al., 2024).

Egy másik kutatás során mikorrhiza oltóanyaggal beoltott 15% (v/v) arányú gilisztakomposzt-tőzeg keverék a *Capsicum annuum* vegetatív fejlődési szakaszára elegendő tápanyagot biztosított, de a generatív szakaszban tápanyag utánpótlására volt szükség (Sharifi, 2019).

Dihingia et al. (2017) kutatása szerint a csilipaprika (*Capsicum frutescens* L.) palánták műanyag szaporítótálcákban való nevelésére a 20–40% (térfogat arányban) gilisztakomposztot tartalmazó palántázó föld a legalkalmasabb.

Egyéb vizsgálatok megállapították, hogy a 35% tőzeg és 35% gilisztakomposzt keverék (27% perlit és 3% vermikulit használata mellett) több szempontból is (pl.: csírázás, növekedés, nagyobb levéltömeg) kedvező paprika palánták nevelésére. Ezen felül figyelemreméltó eredményeket értek el akkor is, amikor a tőzeg 70%-át gilisztakomposztal helyettesítették (70% vermikomposzt + 27% perlit + 3% vermikulit) (Büyükarıslan et al., 2024).

A tőzegmoha a palántanevelésben (is) népszerű szerves termeszítő közeg, azonban számos hátránnyal jár a használata. Többek között nem megújuló erőforrás, üvegházhatású gázok képződését idézi elő, valamint sokba kerül importálni (Hernández-Rodríguez et al., 2017). Emiatt számos kutató a tőzeg gilisztakomposzttal való helyettesítését szorgalmazza (Kinigopoulou et al., 2022). Azonban a tőzeg teljes kiváltására szolgáló megoldás még nem készült el. Bár sok kutatás vizsgálja a vermikomposzt és a tőzegmoha kombinált alkalmazását például a saláta és paradicsom termesztésénél (Hernández-Rodríguez et al., 2017), de még mindig sok felfedezni való van a gilisztakomposzt optimális alkalmazási arányával, valamint a palántanevelésben való hatékonyságával kapcsolatban.

Jelenleg is folyik a vita arról, hogy hogyan és milyen mértékben befolyásolja a biológiai sokféleség az ökoszisztéma folyamatait, valamint miként lehet annak stabilitását előmozdítani. Arra következtetünk, hogy minél több szervezet vesz részt a komposztálásban, annál jobb komposztot kapunk. Simmons et al., (2005) szerint az ászkarákok és giliszták szinergikus hatásúak lehetnek a lebontásban. Az izopodák felgyorsíthatják az avar lebomlását és javíthatják a talaj tápanyagtartalmát (Xi Yang et al., 2020).

Ászkarákok

A szárazföldi izopodák elősegítik az anyagok körforgását az ökoszisztémában. Közvetlen és közvetett hatások révén is képesek tápanyagokat átalakítani. Az izopodák az alacsony széndioxid-arányú közeget részesíthetik előnyben és javítják a talaj minőségét és tápanyagtartalmát. Jelenlétük az avarban növeli a bomlási sebességet. (Zimmer és Topp, 1999).

Az izopodák szaprofág gerinctelenek, amelyek gyakran a talajfauna-közösségek domináns tagjai (David és Handa, 2010), és széles körben elterjedtek az egész világon. Főként az avarrétegben élnek, amit hatékonyan lebontanak (Simmons et al., 2005). Az avarhoz képest az abból előállított ürülék magasabb nitrogén- és labilis szénkoncentrációt tartalmaz (Madritch et al., 2007), így több baktérium fordul elő benne (Suzuki et al., 2013). Ennek következtében a szárazföldi izopodák közvetve befolyásolják a talaj biológiai aktivitását és a talaj biológiai összetételét (Hanlon és Anderson, 1980, Lavelle et al., 1997).

Az ászkák (*Crustacea, Isopoda*) biológiai értelemben vett generalisták, azaz sokféle környezetben képesek sokféle táplálékon megélni. Világszerte mintegy 15 000 leírt fajukkal jelentősen hozzájárulnak a biodiverzitáshoz. Ezek az ízeltábúak a növényi avar lebontásában

játszanak fontos szerepet a trópusi és mérsékelt égövi területeken egyaránt. Az éghajlat melegedése gyorsabb populációnövekedést és egyéb mérsékelt övi fajokhoz hasonlóan nagyobb egyedsűrűségét eredményezhet (David, 2010).

Egy kutatás szerint, ahol különböző gombafajokkal beoltott talajokon tartottak ászkákat, az ászkák egyedsűrűsége nem befolyásolta a gombabiomasszát és a mikrobiális összetételt, viszont a gomba faj függvényében az enzimaktivitásra hatást tudott kifejteni. A kutatás szerint az ászkák csökkenteni képesek a leucin-aminopeptidáz és a ligninbontó peroxidáz aktivitását. Ezzel szemben a magasabb ászka-egyedsűrűség növeli a bükk (*Fagus sylvatica*) faanyag lebomlását és a leucin-aminopeptidáz aktivitást a *P. velutina*-val oltott parcellákban (A'Bear et al., 2014).

Simmons et al., (2005) kutatása azt bizonyítja, hogy még alacsony fajszám mellett is számottevő lehet a lebontó szervezetek diverz összetétele az ökoszisztéma működésére, míg a lombdiverzitás önmagában kevésbé jelentős tényező.

Termesztőközegek összetételének szabályozása

A komposztok jó alternatívát nyújthatnak, de sok megoldásra váró feladat van velük, ami egyelőre hátráltatja az elterjedésüket. Például: nehéz az összetételüket szabványosítani (ha nem mindig ugyanaz kerül bele), gond lehet a nem megfelelő előállítás esetén a gyommagokkal, kártevőkkel, kórokozókkal, kezelésekkel, stb...

A komposztálási folyamatokról szóló kísérletek egységesítését különböző új matematikai modellek segítik, hogy a változó körülmények és folyamatok, mint például a közegek összetétele, az oxigénellátás, a szennyező anyagok koncentrációja, a komposztálás időtartama, a hőmérséklet (stb.), hogyan befolyásolják a komposzt minőségét a folyamat során (Sokač et al., 2022).

Az ökológiai szemléletű palántanevelésben szigorú szabályozások és irányelvek vannak, és emellett a felhasználható anyagok csökkentése is egy nehezítő tényező, különösen, ha törekszünk a fenntartható (Pl. helyi alapanyag) és környezetbarát eszközök alkalmazására is a tiltott anyagok használatának elkerülése mellett. A mesterségesen előállított és a potenciálisan veszélyes anyagokat tartalmazható közegalkotók, mint például a kőzetgyapot használata nem engedélyezett.

A tőzeg használata, habár még nincsen kivonva az ökológiai növénytermesztésből, de környezetterhelő tulajdonságai miatt felhasználásának elkerülése fontos szempont.

Anyag és módszer

A kísérletet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet Agroökológiai és Ökológiai Gazdálkodási Tanszékén, és a Környezettudományi Intézet Agrárkörnyezettani Tanszékén végeztük 2024.12.05. és 2025.10.16. között.

A komposztok előállítása

A kísérlethez 3 db nem fényáteresztő dobozt használtunk, melyet azonos mennyiségű és arányú közeggel töltöttünk meg. A dobozok fedelére lyukakat vágunk, a megfelelő oxigénellátottság érdekében.

A közeg összetétele (/ doboz):

- 4 l szélmezői natúr tőzeg (Tek-Land)
- 2 l soroksári talaj (Az Öko Ágazatból)
- 1 l zöldkomposzt a Budai Arborétum területén képződött szerves anyagból
- 1 l durva, szerves törmelék (A zöldkomposzt szitálása során keletkezett)
- 0,5 l avarlevelek
- 150 g kéreg (Puha nyárfa kéreg)
- 130 g korhadék (A zöldkomposzt környékén talált fehérkorhadat faanyagok)
- 15 g használt ászkatalaj (amit egy tenyészetnyi ászka már feldolgozott)

A dobozok ismertetése:

1. doboz 0 (K): kontroll (csak közeg)
2. doboz 1 (G): közeg + komposztgiliszták (20 g)
3. doboz 2 (GÁ): közeg+ komposztgiliszták (10 g) + ászkák (1,86 g)

Giliszta fajként az *Eiseina fetida* és *Eisenia andrei*-ra esett a választás. Ászka fajok közül az alábbiakat ismertük fel: *Armadillidium vulgare*, *Armadillidium nasatum*, *Porcellio scaber*, *Cylindricus convexus*, *Porcellionides pruinosus*, *Proporcellio vulcanius*.

A negyedik közeg a Budai Arborétumban található kültéri zöldkomposzt.



2. ábra Betelepítés (Készítette: Major András, Kristóf Kata)

A komposztok elkészítése (2024. 12. 05.- 2025. 06. 05.) alatt hetente adtunk a dobozokba körülbelül 1 liter mennyiségű konyhai hulladékot és/vagy avart.



3. ábra Etetés (Készítette: Kristóf Kata)

A kutatásban nem vettük figyelembe az avar összetételét. Időnként vizet is permeteztünk a dobozokba, ha úgy láttuk, hogy kezd kiszáradni.

A dobozok fedelére készített levegőztető nyílások jól funkcionáltak, nem tapasztaltunk kellemetlen szagokat. A giliszták és ászkák eltávolítása 2025. 06. 05.-én történt.

Zsázsateszt

A keletkezett komposztok érettségét zsázsateszttel határoztuk meg. Ezt akkor végeztük, amikor a szerves anyagok bomlása felgyorsult és látványosan aktív állapotot mutatott. Ehhez zsázsatesztet végeztünk, amely szakszerűen alkalmazva képes a komposztok érettségét és fitotoxicitását is kimutatni. A teszt során minősített *Lepidium sativum* magokat alkalmaztunk. Az összes általunk készített komposzt mintából 15-15 grammot helyeztünk külön Petri-csészékbe, majd körülbelül 5 ml csapvízzel nedvesítettük a közeget.

Majd az összes csészébe 16-16 db zsázsamagot helyeztünk. A zsázsamagok vetésének időpontja 2025. május 30. A magok az ablakpárkányon csíráztak a Petri-csészék fedelével lefedve 7 napig. A hetedik napon megszámoztuk a kicsírázott magokat és lemértük a gyökér és hajtás hosszukat (Fekete-Kertész et al., 2013).



4. ábra Zsázsateszt (Készítette: Kotroczó Zsolt, Madaras Krisztina, Kristóf Kata)

Tesztnövény (paprika) palánták

A kiválasztott tesztnövényt (*Capsicum annum* '11-es' fajtájú, tölteni való paprika) magokat elvetettük, a különböző arányokban tőzeggel kevert komposzt keverékekbe. A három általunk készített komposzt mellé egy kültéren, más anyagokból (Pl.: dísnövények metszése során képződő zöldhulladék) készült komposztot is alkalmaztunk. A vetésre 2025. május 15.-én 100% tőzegbe, a tűzdelésre a komposztos keverékekbe 2025. június 10.-én került sor.



5. ábra Tűzdelés és kész palánták (Készítette: Madaras Krisztina)

Az anyagok (komposztok):

- zöldkomposzt (a Budai Arborétumból) (Z)
- kontroll (beltéri komposztos nullkontroll) (K)
- gilisztakomposzt (G)
- giliszta-ászka komposzt (GÁ)

A felsorolt anyagokat az alábbi arányokban kevertük be:

- 5% komposzt + 95% tőzég (5)
- 10% komposzt + 90% tőzég (10)
- 20% komposzt + 80% tőzég (20)
- 50% komposzt + 50% tőzég (50)

Az egyes mintákból ötszörös ismétlést használtunk, tehát a kísérlet (4 féle anyag x 4 féle arány x 5 ismétlés) **80 db növényből** állt.

A palántákat a Budai Arborétum területén a Kertészettudományi Intézet Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékének üvegházában neveltük, ügyelve a megfelelő mennyiségű és gyakoriságú öntözésre.

A palánták paramétereinek mérése

A növényeket 2025. július 25.-én késznek nyilvánítottuk arra, hogy megmérjük a paramétereit.

A palánták gyökereiről alaposan lemostuk a közeget, ügyelve arra, hogy ne szakadjon le belőle. Ehhez rövid ideig be is áztattuk vízbe.

Az alábbi paramétereket mértük meg:

1. Zöldtömeg (digitális mérleg)
2. Gyökértömeg (digitális mérleg)
3. Szárvastagság (tolómérő)
4. Növények magassága a gyökérnyaktól a legfelső levélig (vonalzó)

Ezeket a paramétereket azért tartottuk fontosnak megmérni, mert ezek átfogóan megmutathatják, a palánták fejlettségét.



6. ábra Paprika palánta fizikai mérések (Készítette: Gál Izóra, Madaras Krisztina)



7. ábra Paprika palánták (Készítette: Madaras Krisztina)

A legfontosabb paraméternek a gyökér és zöldtömeget tartjuk, mivel a palánták kissé megnyúlhatnak bizonyos nem nekik kedvező esetekben (pl.: fényhiány esetén), így a magasság nem minden esetben mérvadó, azonban például a gyökér és lombtömeg nagysága egyértelműbben prezentálja egy egészséges palánta állapotát.

A közegek kémiai, biológiai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata

Laboratóriumi körülmények között az alkalmazott komposzt keverékeken az alábbi paramétereket határoztuk meg:

1. Nedvesség tartalom
2. pH
3. Vezetőképesség (EC)
4. Aktív szén-tartalom 8 (POX-C)
5. Felvehető foszfor-tartalom
6. Felvehető Kálium-tartalom
7. Fontosabb nitrogén formák (ammónium, nitrát)
8. Biológiai aktivitás (FDA enzim)
9. Biológiai aktivitás (DHA enzim)

A komposzt keverékek **nedvesség tartalmát** %-ban határoztuk meg. A meghatározás során a minták gravimetrikus víztartalmát határoztuk meg szárítószekrényben. Tömegállandóságig 105°C-on szárítottunk ismert tömegű mintát, majd kb. 24 óra elteltével ismét meghatároztuk a tömegét. A kettő különbsége adta a minta nedvességtartalmát.

A talajminták **pH**-értékét vizes kivonatból határoztuk meg. 5 g légszáraz talajt bemértünk főzőpohárba, majd 12,5 cm³ desztillált vizet adtunk hozzá. 2-3 óra állás után üvegelektrodos ADWA AD12 típusú pH-mérővel mértük le a mintákat.

A **fajlagos vezetőképesség (EC)** az oldat elektromos ellenállásának reciprokértéke, amelyet két, egyenként 1 cm² területű platina elektród közti oldatra vonatkoztatnak 1 cm elektródtávolság mellett 20 °C-on. A fajlagos vezetőképesség egysége az 1 cm-re vonatkoztatott elektromos vezetés (mS/cm vagy μS/cm). A fajlagos elektromos vezetőképesség értékéből a talajkivonat összes sótartalma kiszámítható. (1 mS/cm = 640 mg/dm³ összes sótartalom) A mérés során 10 g légszáraz talajt rázóedénybe mértünk és 50 cm³ desztillált vizet adtunk hozzá, majd 1 órán keresztül rázógéppel ráztattuk. A mintát átszűrtük Erlenmeyer-lombikba redős szűrőpapír segítségével. A szűrlet fajlagos elektromos vezetőképességének mérését ADWA AD32 EC-mérővel mértük.

A talaj **labilis széntartalmának (POX-C)** meghatározását, Weil et al.,(2003) módszere alapján végeztük. A vizsgálat során 0,02M KMnO₄ oldatot alkalmaztunk. A kálium-permanganát a talajban előforduló szénformák legkönnyebben oxidálható (aktív) formáival reagál és az eloxidált széntartalom miatt bekövetkező színváltozás fotometrikan jól mérhető.

A vizsgálathoz kimértünk 1 g talajmintát, amelyet előtte 2 mm-es szitán átszitáltunk. Hozzáadtunk 10 ml kálium-permanganát oldatot, majd 2 percig ráztattuk és 5 percig hagytuk ülepedni. Kivettünk egy kémcsőbe 200ul-t a felülúszóból, majd 10 ml desztillált vizet adtunk hozzá és 565 nm-en megmértük az abszorbanciáját.

Az aktív széntartalom arányos az oxidálószer fogyással, azaz a kálium-permanganát lila színének halványulásával, ami pedig kisebb mértékű abszorpciót eredményez. A számszerű eredmény kiszámításához Blair et al. (1995) feltevését vettük alapul, miszerint 1 mol MnO₄ elfogyását (Mn⁷⁺ → Mn⁴⁺ redukció) 0,75 mol (9000 mg) C oxidálása eredményezi: X: standard sor mol/L C, Aktív C [mg/kg] = Labilis C [mg/kg] = (0,02 – X) * 9000 * 10, (0,02 – X): fogyott szén.

A talaj felvehető tápanyagtartalmának megállapításához az AL-oldható **foszfort** és **kálium** tartalmat spektrofotometriásan határoztuk meg Buzás et al. (1988) módszere alapján. A meghatározáshoz 5g talajhoz 100 ml AL-oldatot (ammóniumlaktát) adtunk, majd 1 óra rázatás után leszűrtük a mintákat. A szűrletből közvetlenül lángfotométerrel mértük a K-tartalmat. A P tartalmat is ebből a szűrletből mértük: kivettünk 10 ml-t, hozzáadtunk 15 ml ammónium-molibdenátot és 1 ml aszkorbinsavas ón-kloridot. Ezután 15 percig állni hagytuk, majd spektrofotométerrel mértük az abszorbanciát 438 nm-en. A kapott értékeket behelyettesítettük az elkészített standard sor egyenletébe, és megkaptuk a koncentrációt (mg/L) értékben. Az egyenlet: $y = 0,0076x^2 - 1,2169x + 82,36$.

A minták szerves anyag tartalmát Walkley-Black módszerrel határoztuk meg (Walkley és Black, 1934). Az **ammónia** és **nitrát** tartalom meghatározása kolorimetriás módszerekkel történt, A meghatározáshoz Visocolo ECO nitrát és ammónium gyorsesztesztet használtunk (Aktivit Kft.).

A talaj biológiai aktivitásának megállapításához kétféle módszert alkalmaztunk: a Fluorescein-diacetát (FDA) (Varma, 2007) aktivitás, valamint Thalmann et al., (1968) módosított Dehidrogenáz enzim aktivitás meghatározását (Veres et al., 2013).

Az **FDA enzim (fluorescein-diacetát)** méréséhez foszfát puffert (1l deszt. víz + 1,3 g KH_2PO_4 + 8,7 g K_2HPO_4), három párhuzamos méréshez 1-1 g+ 1 g szárazanyag méréshez kémcsövekbe mért talajmintát, FDA-t és acetont használtunk. A folyamat menete: kémcsövekbe mért 1 g talajhoz adtunk 7,5 ml kálium-foszfát puffert. Rázatóba helyeztük fél órára 30°C-on. Minden mintához adtunk 180 μl FDA-t (kivéve a kontroll mintákhoz). További 2 órára rázatóba tettük. Eppendorf csövekbe kimértünk 700 μl acetont majd a mintákból hozzáadtunk 700 μl mintát. Öt percig centrifugáltuk 3000-es fordulaton majd fotométerrel megmértük a fényelnyelést 490nm-en. A kapott értékekből kiszámoljuk a minták nettó abszorbanciáját ($\text{ABS}_{\text{net}} = (\text{A} - \text{ABS}_0 + \text{B} - \text{ABS}_0) / 2 - \text{S} - \text{ABS}_0$ átlag, ahol A, B, ABS_0 és az S a mért értékek.) Majd kiszámoljuk a felszabadult fluorescein mennyiségét. $(\text{Fluorescein } (\mu\text{g}) / \text{dwt}(\text{g})) = [\text{Fluorescein } (\mu\text{g}) / \text{ml} \times 30] / [1 \times \text{szna}]$ (Ahol: Fluorescein (μg)/ml A kalibrációs görbe értéke (0,6595); 7,5 a használt oldat mennyisége, 1 a kimért talaj tömege; szna pedig a száraz nedves aránya a talajnak.)

A **DHA enzim (dehidrogenáz)** vizsgálatára az alábbi oldatokat használtuk: Tris puffer (100 mM=0,1M), TTC oldat, Metanol, TPF standard oldat. A DHA meghatározás menete a

következő volt: A TTC és TPF fény érzékenysége miatt az egész vizsgálatot szórt fény alatt kellett végezni. 1 g nedves talajt mértünk ki a kémcsövekbe és 1 ml TTC-t adunk hozzá, majd vortexeltjük. A kémcsöveket lezártuk és inkubáltuk 24 órán át 30 °C-on. A kontroll csak 1 ml tris-puffert tartalmazott (TTC nélkül). Az inkubációs idő lejárta után minden kémcsőbe 4 ml metanolt adtunk és alaposan összeráztuk, majd tovább inkubáltuk szobahőmérsékleten 2 órán át sötétben, időközönként összerázva a kémcsöveket. A talaj szuszpenziót (6 ml) leszűrtük és a tiszta felülúszót mértük blankkel szemben 546 nm-en (piros szín). Kalibrációs görbét készítettünk, amelynek segítségével kiszámoltuk a végleges értékeket.

Számolás: Leolvastuk a TPF koncentrációkat ($\mu\text{g/ml}$) a kalibrációs görbéből a kontrollhoz igazítva, és a következők szerint számoltunk: dehidrogenáz aktivitás TPF $\mu\text{g/sz\acute{a}raz talaj}$
 $g = \text{TPF } (\mu\text{g/ml}) \times V / \text{dwt} \times m$, ahol: dwt: 1g nedves talaj száraz tömege, m: a kimért nedves talaj tömege (g), V: a vizsgálat során a talajhoz adott oldat térfogata.

Statisztikai elemzés

A statisztikai elemzést az IBM SPSS Statistics 29.0 programmal végeztük el. Egytényezős variancia analízist (ANOVA-tesztet) futtattunk.

Az adatok szórását és normalitását ellenőriztük. Ha a szóráshomogenitás sérült, Games-Howell tesztet alkalmaztunk, ha a szóráshomogenitás feltétele teljesült, akkor Tukey- tesztet használtunk.

Eredmények és következtetések

Az ebben a fejezetben megjelenített diagramokhoz az alábbi jelmagyarázat tartozik:

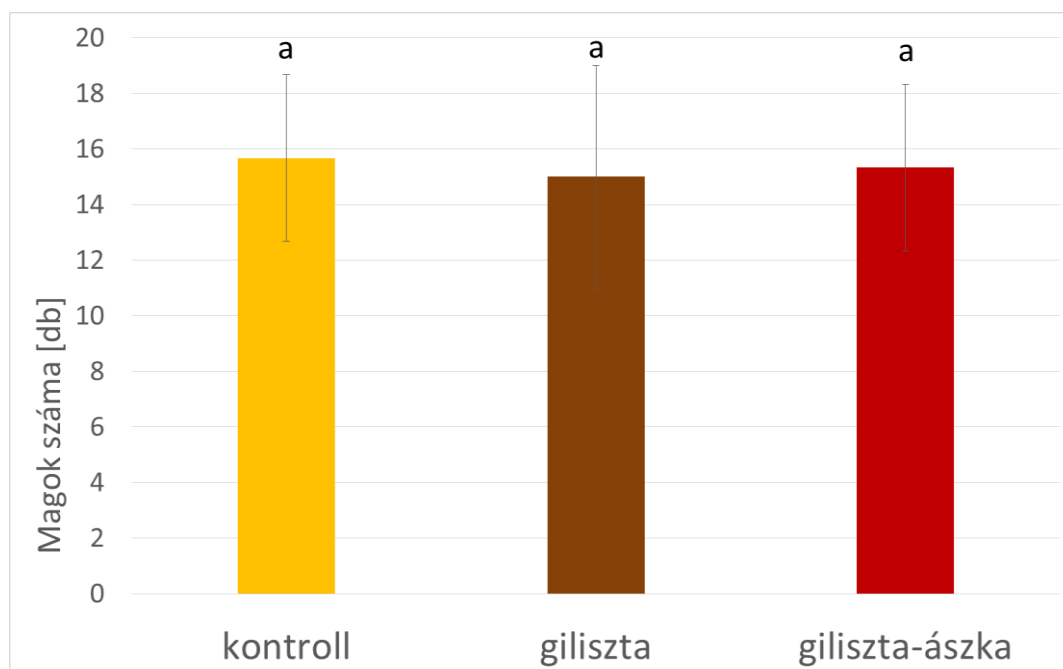
A betűk (G, GÁ, K, Z) a komposztok fajtáját jelzik ebben a sorrendben: giliszta, giliszta-ászka, kontroll, zöldkomposzt.

A betűk mellett álló számok a tőzeggel kevert százalék-arányt mutatják. (Pl.: G5 esetében a keverék 5% gilisztakomposztból és 95% tőzeggől áll, a G20 esetében pedig 20% gilisztakomposztból és 80% tőzeggől.

Az oszlopok felett elhelyezkedő betűk a minták közötti szignifikáns különbségeket jelentik a közegek különböző arányai között. ($p < 0,05$)

Zsázsateszt-csírázási képesség

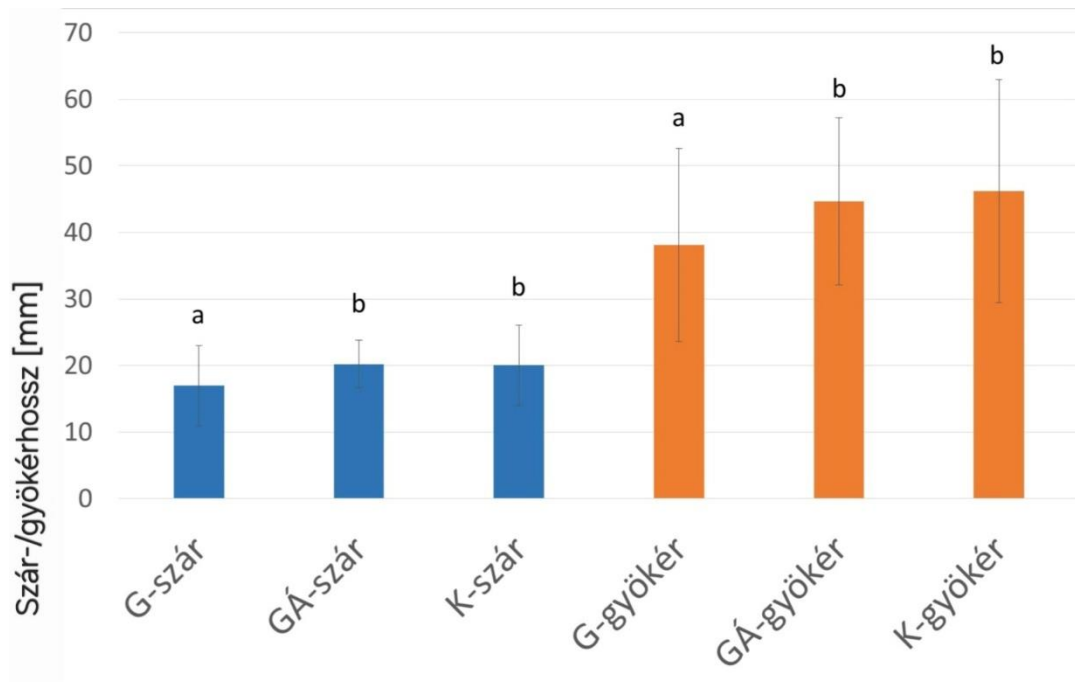
A 8. ábrán látható diagram a zsázsateszt eredményeit mutatja. Az eredmények között nincsen szignifikáns különbség. 16 db magból legalább 15 minden esetben kicsírázott. Így a komposztok érettség-vizsgálata sikeresnek bizonyult. Az eredmények azt bizonyították, hogy a minták nem tartalmaztak számottevő mennyiségben, növényekre káros, csírázást-gátló anyagokat.



8. ábra Zsázsateszt során kicsírázott magok száma (átlag±szórás).

Zsázsateszt-Hajtás- és gyökéranalízis

A 9. ábrán a zsázsateszt csíranövények hajtás- és gyökérhosszát látjuk. A gilisztakomposztban nevelt növények hajtás és gyökérhossza is szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a giliszta-ászka és kontroll közegekben nevelt csíranövények.



9. ábra A zsázsateszt során kifejlődött csíranövények szár- és gyökérhossza (átlag±szórás).

A kísérlet további részében a paprikák palántázásához bevettünk egy negyedik fajta közeget, a zöldkomposztot. Ezt a további diagramokon a zöld színű oszlopok fogják jelölni.

A paprika palánták zöldtömege

A paprika palánták zöldtömegének (g) mérésekor kapott eredmények átlagát a 10. ábra jelöli.

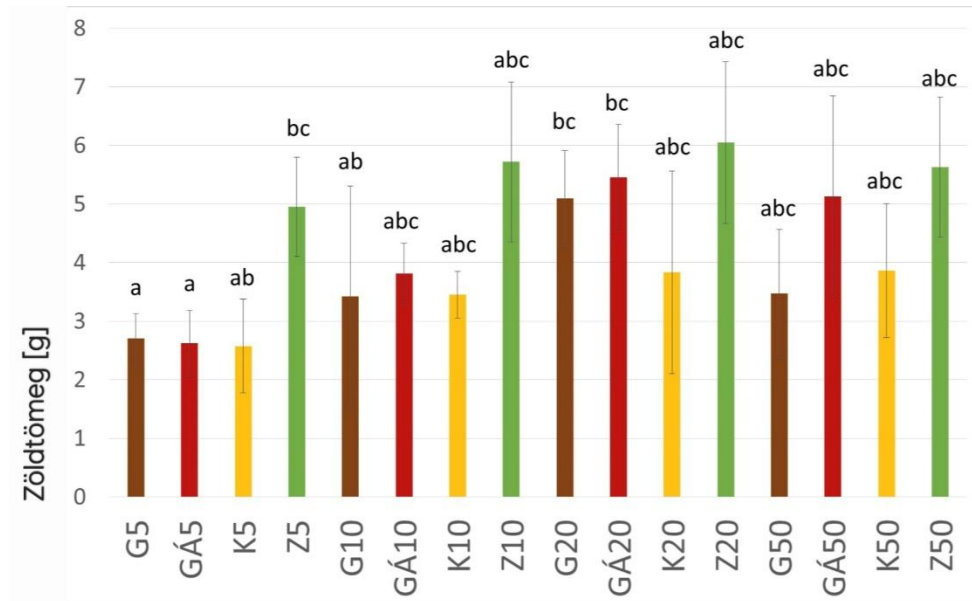
Szignifikáns különbséget vehetünk észre a G5 és GÁ5 minták esetében, amikben a palánták zöldtömege szignifikánsan alacsonyabb eredményeket ért el a Z5, G20 és GÁ20 mintákhoz képest.

Az ábrán azt láthatjuk, hogy a zöldkomposztot tartalmazó közegekben nevelt palánták lényegesen nagyobb zöldtömeget tudtak fejleszteni. A zöldkomposzt után, a legnagyobb lombzatot a GÁ20-as közeg érte el.

A kontrollhoz képest azonban a GÁ5 keverékben nevelt paprikák produkálták a legkisebb zöldtömeget.

A G5 és GÁ5 keverékekben nevelt paprikák zöldtömege szignifikánsan eltért a többitől.

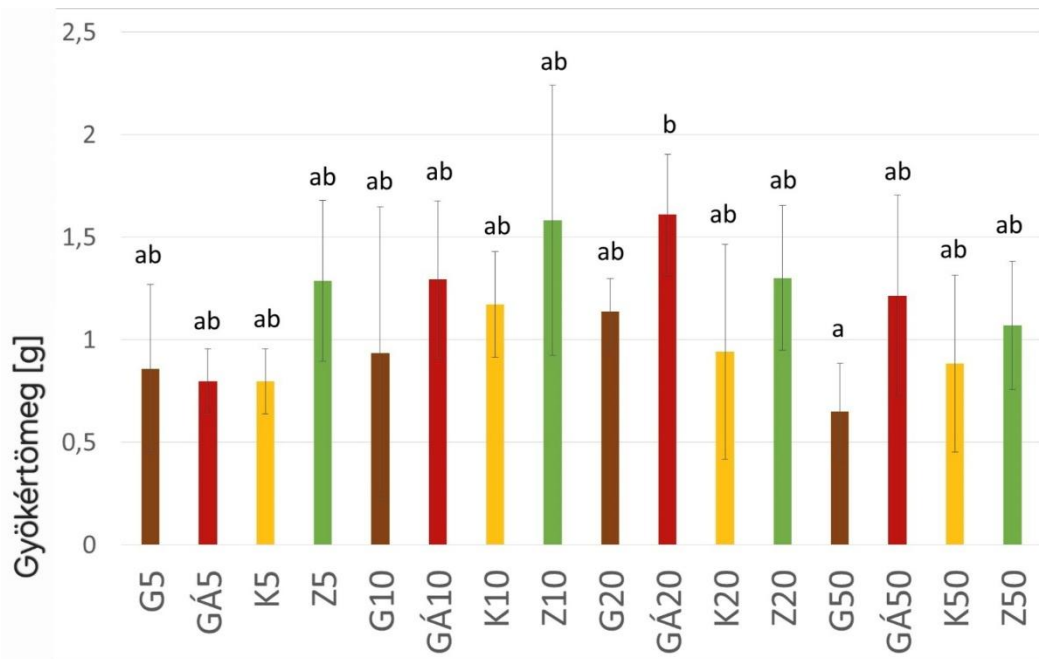
Valószínűsíthetően a legjobb eredményeket elért palánták közegében lehetett a legtöbb nitrogén, de ezt sajnos hiányzó adatok miatt nem tudjuk prezentálni. (Lásd: 24. ábra)



10. ábra Paprika palánták zöldtömege (átlag±szórás).

Paprika gyökértömeg

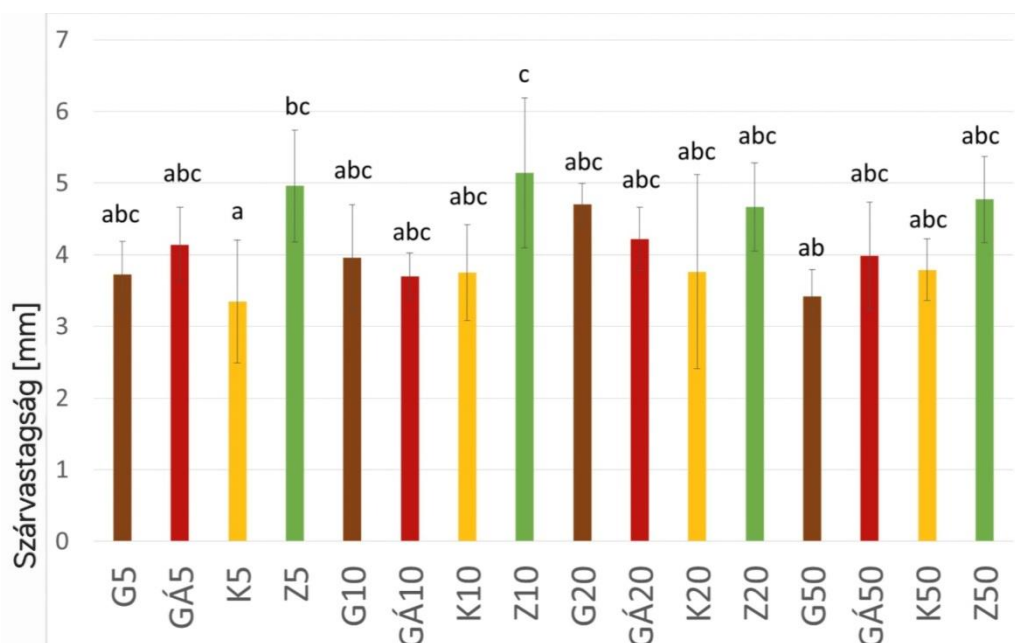
A gyökértömegek (g) eredményének elemzésekor, amit a 11. ábrán láthatunk, konstatálhatjuk, hogy a GÁ20 keverék szignifikánsan jobb eredményt ért el, mint a G50 közeg. Megfigyelhető, hogy kisebb komposzt arányban (5%, 10%) a zöldkomposztban nevelt paprikák fejlesztettek nagyobb gyökértömeget, míg a nagyobb komposzt arányban (20%, 50%) a giliszta-ászka komposztokban fejlődött növények gyökerei fejlődtek jobban.



11. ábra Paprika palánták gyökértömege (átlag±szórás).

Paprika szárvastagság

Az 12. ábrán a paprika szárvastagságának (mm) vizsgálatánál a Z10 közeg szignifikánsan magasabb volt, a K5 és a G50 keverékhez képest. A K5 szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a Z10 és Z5. Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy ebben a paraméterben is a zöldkomposzt tekinthető a legjobb eredményeket biztosító közegnek.

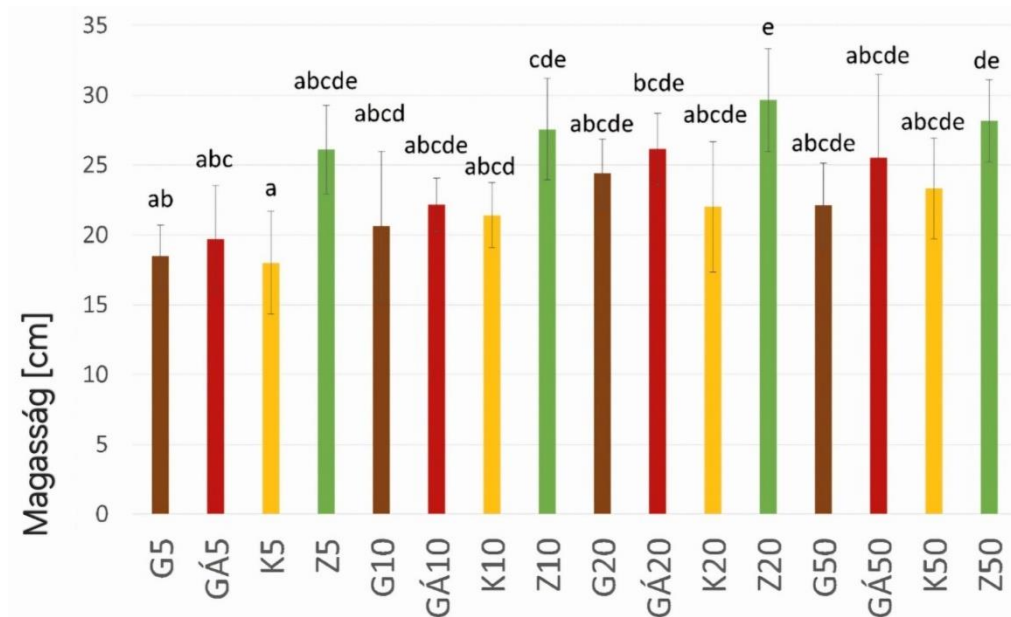


12. ábra Paprika palánták szárvastagsága (átlag±szórás).

Paprika magasság

A 13. ábrán megfigyelhető a paprika palánták magasságából (cm) kapott diagramon, hogy a zöldkomposztban nevelt palánták magasabbra nőttek, mint a többi közegben.

A G5 keverék szignifikánsan alacsonyabb volt a Z10, Z20 és Z50 mintáéhoz képest. A GÁ5 szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a Z20 és a Z50. A K5 keverékhez képest szignifikánsan magasabb eredményt ért el a Z10, a GÁ20, a Z20 és a Z50 keverék.



13. ábra Paprika palánták magassága (átlag±szórás)

A növények fizikai mérései alapján kiemelném a GÁ20 giliszta és ászkakomposzttal kevert mintát, mivel a szárvastagságon kívül az összes többi, a paprika palántákon mért tulajdonságban (gyökértömeg, zöldtömeg, magasság), kiugró teljesítményt ért el. (Lásd: 3.-6. ábra)

A kísérletben szereplő komposztok laboratóriumban mért kémiai, biológiai és fizikai paramétereit:

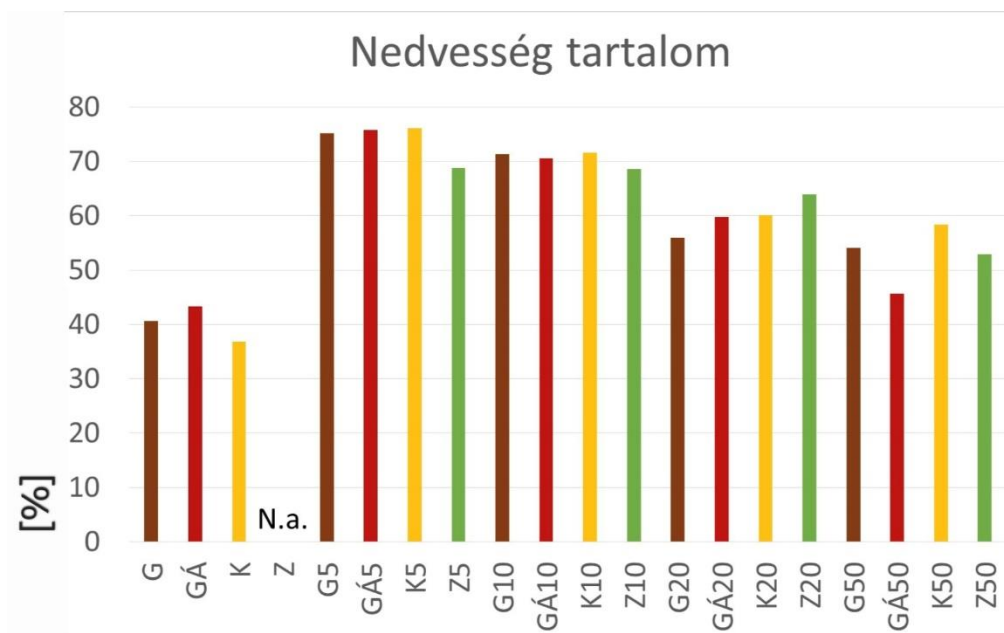
Nedvesség tartalom

A 14. ábrán látható a kísérletben szereplő valamennyi közeg nedvesség tartalma.

A G, GÁ, K, Z kezelések a tömény komposztok kitermelés után mért adatait jelölik, míg a többi kezelés esetén, ahol a betűk mellett számok állnak, ott a mérések a palántanevelés végén történtek, amikor a paprikanövények már használták a közeget.

Látható, hogy a több tőzeget tartalmazó keverékeknek magasabb a nedvességtartalmuk.

Ahol több tőzeget tartalmaz a keverék, ott a közeg tovább volt képes megtartani a nedvességet. Optimális C:N arány mellett (ami >20) 55-60% nedvesség tartalom az ajánlott. (Tiquia et al., 1996)



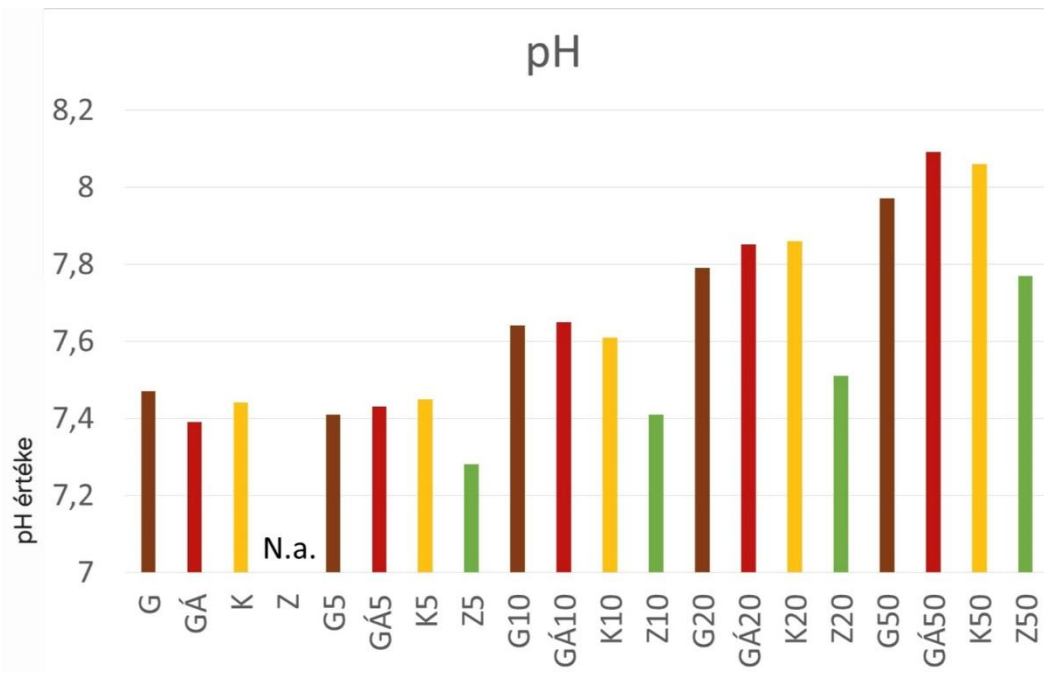
14. ábra A közegek nedvesség tartalma (%)

pH

A közegek kémhatásánál érdekes eredményeket kaptunk. A 15. ábrán megfigyelhetjük, hogy minél nagyobb arányban van jelen a keverékekben a komposzt, annál magasabb lett a pH. Viszont azt is láthatjuk, hogy a tömény komposztok (G, GÁ, K), amik indításkor csak közel fele arányban tartalmaztak tőzeget, savasabb kémhatásúak maradtak.

A pH értéke a komposzt arányok növekedésével emelkedett, holott a tömény komposztok kitermelés után mért pH-ja közel semleges, enyhén lúgos volt.

Arra következtetünk, hogy a biológiai aktivitás és a paprika palánták nevelése során használt öntözővíz miatt nőhetett a pH a komposztokhoz képest a közegekben, de ennek pontos megállapítása további vizsgálatokat igényel.



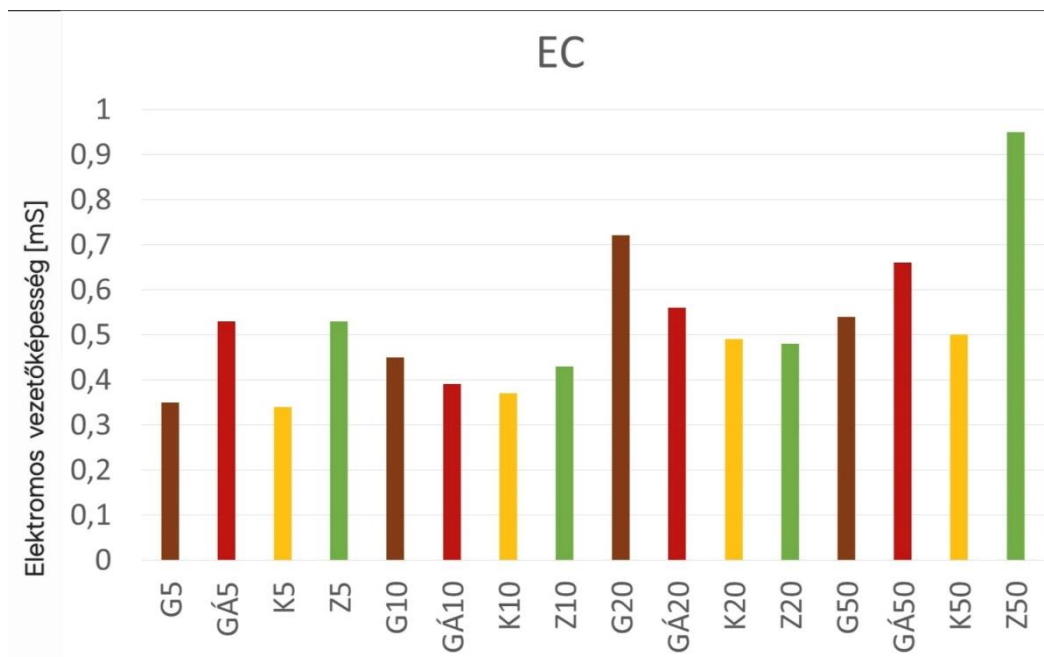
15. ábra A közegek kémhatása (pH)

EC

A sótartalom % az összes palántanevelő közeg esetén „nem sós” (<2 mS) csoportba esett.

(Lásd: 16. ábra) Ez a szint Stefanovits et al. (1999) szerint a növények fejlődését nem gátolja.

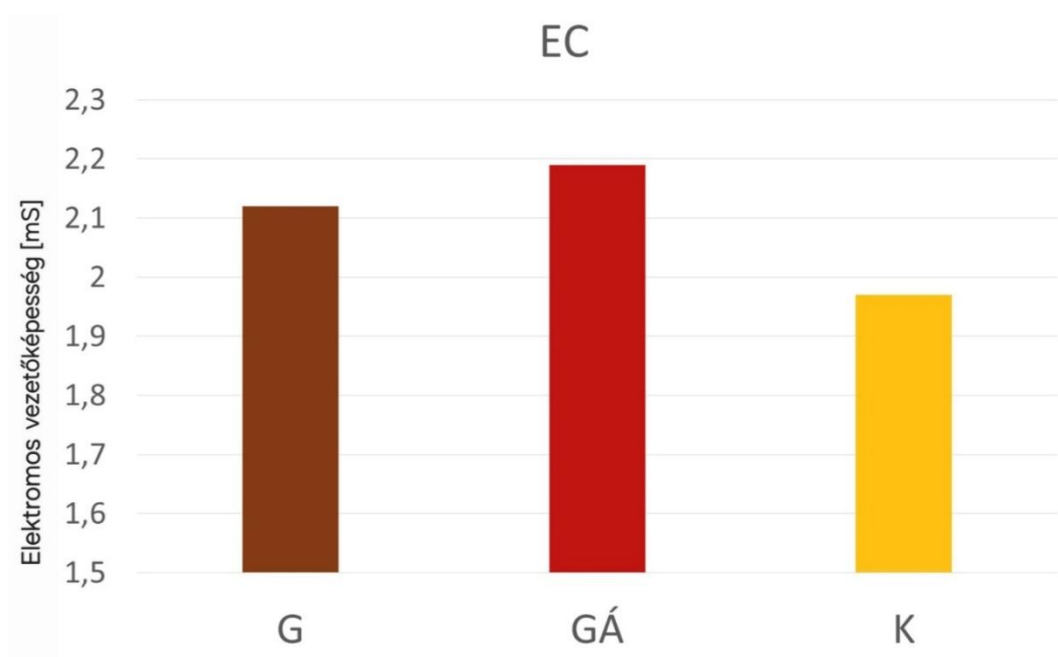
Láthatjuk, hogy a Z50 és G20 közegek sótartalma kiugróan magas a többihez képest, de mivel optimális szinten maradtak az értékek, ezért ezzel bővebben nem foglalkoztunk.



16. ábra A közegek elektromos vezetőképessége (mS)

A tömény komposztoknál (17. ábra) megfigyelhetjük, hogy a giliszta és giliszta-ászka minták már a gyengén sós csoportba nyúlnak át (2-4 mS), ami a paprikákra, a sóérzékenységük miatt nagy töménységben ártalmas is lehet (Stefanovits et al., 1999).

Ugyanakkor a 16. ábrán látható adatokból kiindulva, a tőzeg hozzáadásával képesek voltak csökkenni ezek az értékek, és feltételezhetően a paprikanövények is vettek fel tápanyagot a kevert közegekből.

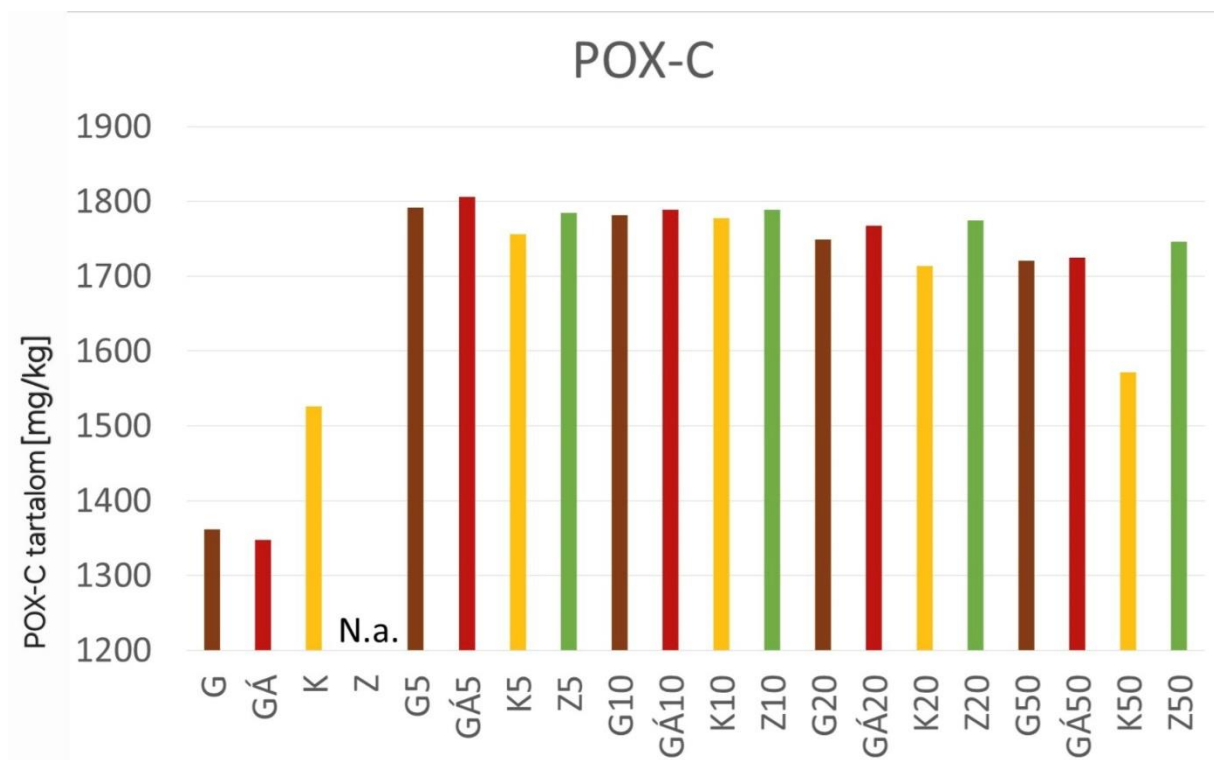


17. ábra A tömény komposztok elektromos vezetőképessége (mS)

POX-C tartalom

A mikrobiális aktivitást többek között a labilis szén mennyiséggel lehet megállapítani. A 18. ábrán a növények számára hasznosítható szén mennyiségét (mg/kg) láthatjuk. Mivel a zöldkomposztot tömény formában nem mértük meg, így egy további kísérletben ez lehetne szempont. Megfigyelhető, hogy azokban a közegekben, amikben nem neveltünk palántát (kontroll, giliszta, giliszta-ászka tömény komposzt) kevesebb labilis szén volt mérhető. Ebből arra következtethetünk, hogy a mikrobiális aktivitás növelte, illetve feltárta a felvehető széntartalmat/ szervesanyag tartalmat a közegben.

Stefanovits et al. (1999) szerint a növényi eredetű hulladékokban előforduló szerves szén 2/3 része megfelelő körülmények mellett, CO₂-dá oxidálódik.



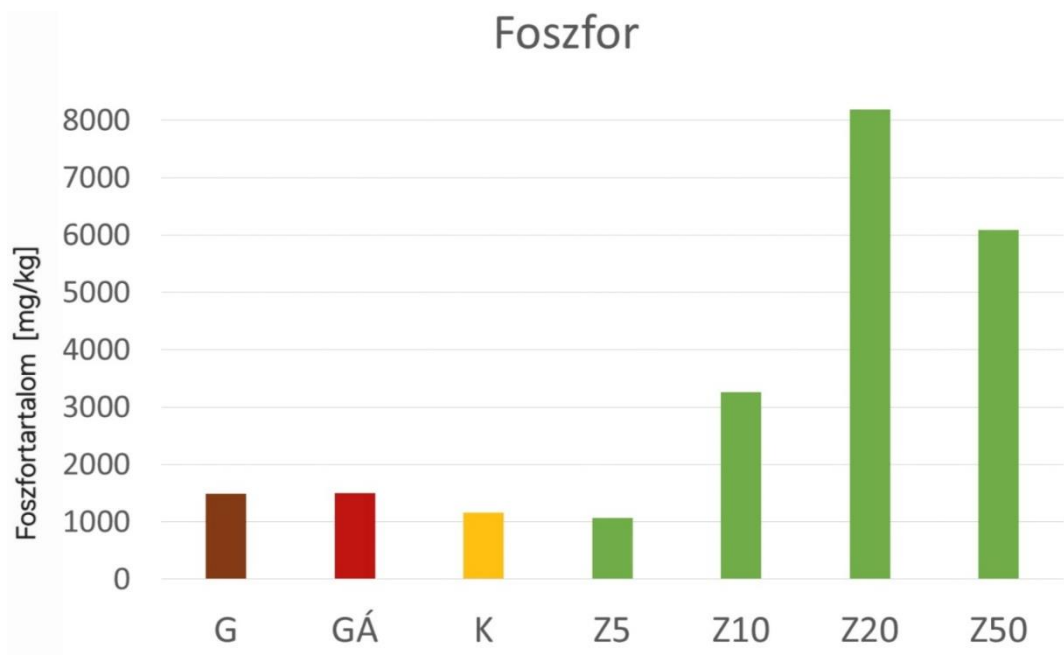
18. ábra POX-C mennyiség (mg/kg)

Foszfor tartalom

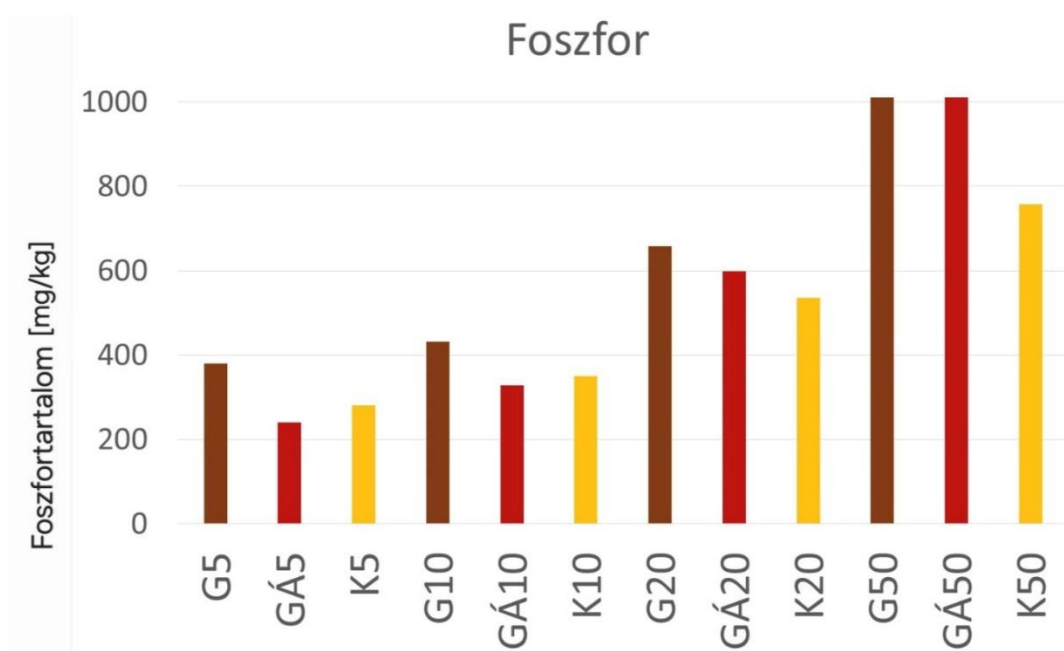
A foszfortartalmat a 19. és 20. ábrák mutatják, melyeken nagy eltérést mutattak a tömény komposztok és a zöldkomposztos keverékek, ezért külön ábrázolom őket egymástól.

A zöldkomposzt kiugróan magas értéket mutatott (különösen a Z20-as közegnél), ezért a tömény komposztokat ábrázoló diagramra került, hogy könnyebben legyenek leolvashatók az értékek.

A kevert palántanevelő közegek arányos foszfor mennyiség növekedése feltehetően amiatt történt, hogy megemeltük az eleve sok foszfort tartalmazó komposzt százalékarányát a mintában.



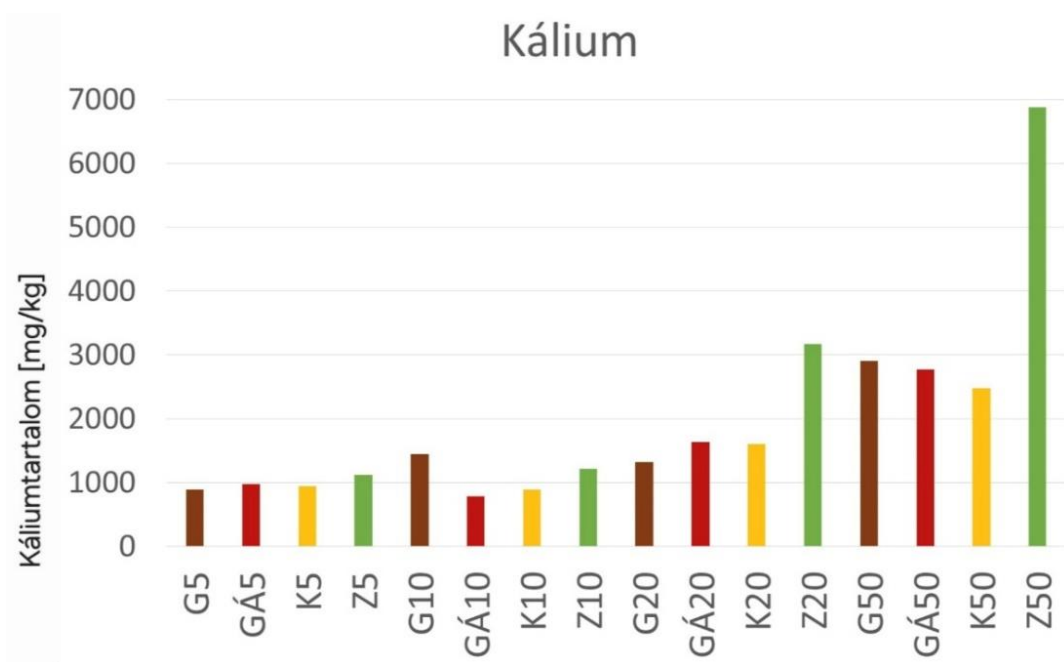
19. ábra A tömény komposztok és a zöldkomposztos közegek foszfor-tartalma (mg/kg)



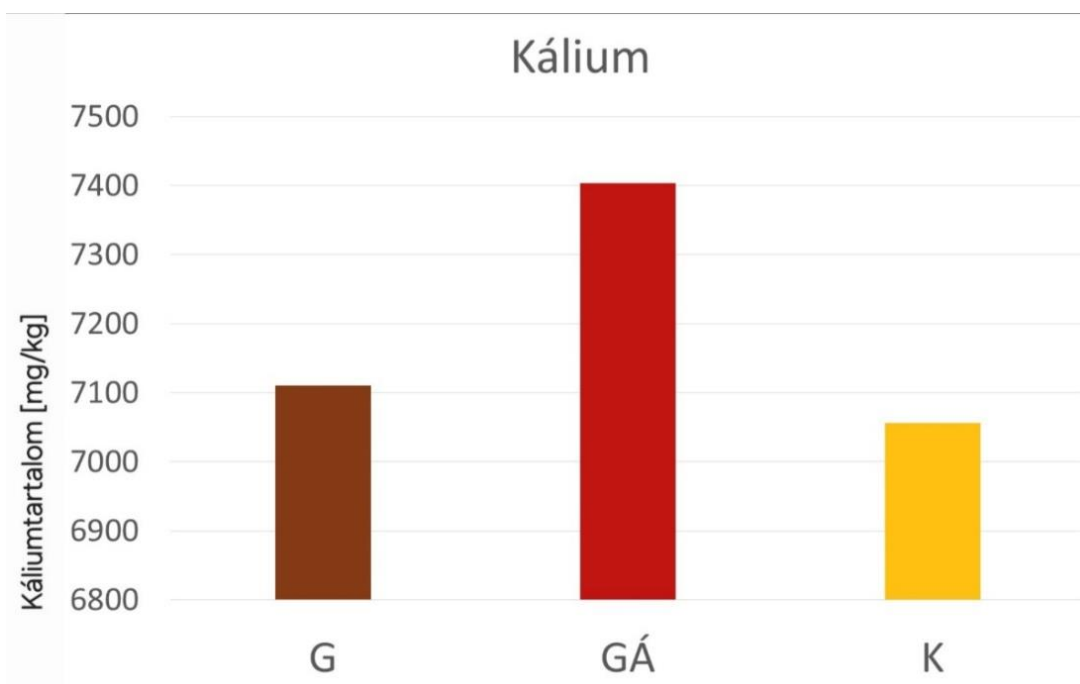
20. ábra G, GÁ, K közegek foszfor-tartalma (mg/kg)

Kálium tartalom

A káliumtartalmat a 21. és 22. ábrán mutatom be. A foszforhoz hasonló módon itt is látható, hogy a káliumot nagy mennyiségben tartalmazó komposztokból minél több van jelen a keverékben, annál nagyobb lesz a közeg káliumtartalma.



21. ábra A közegek kálium-tartalma (mg/kg)

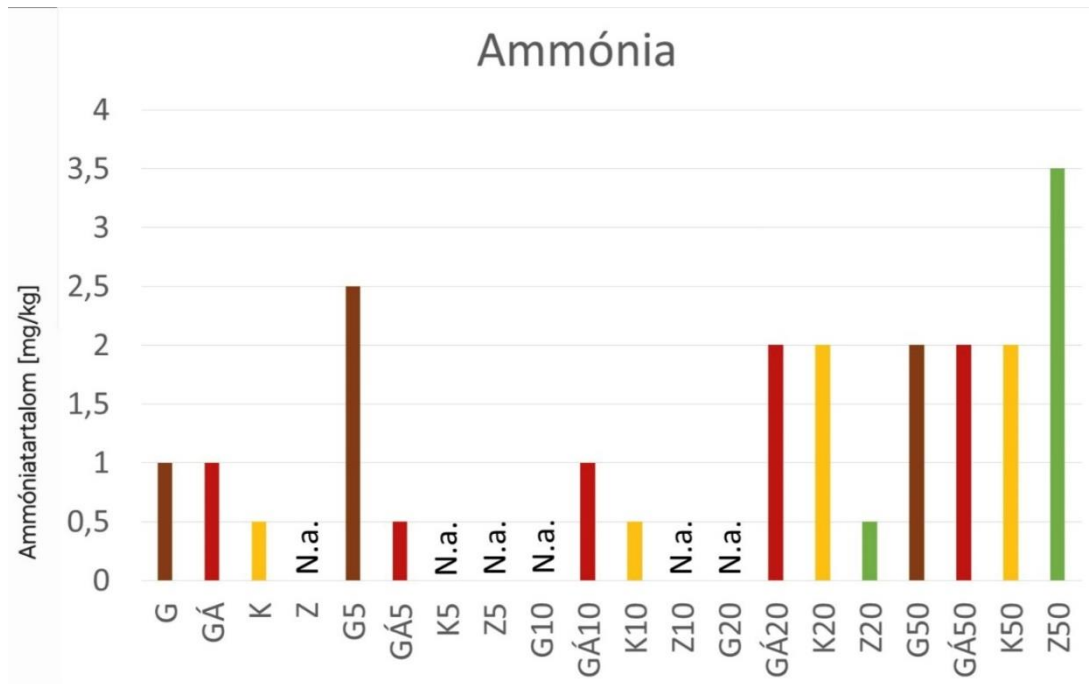


22. ábra A tömény komposztok kálium-tartalma (mg/kg)

Ammónia tartalom

Az ammónia méréseknél lettek olyan adatok (23. ábra), amelyek méréshatár alatt voltak. Ezt a diagramon „N.a.” rövidítéssel jelöltem.

A Z50 keverék kiugró ammónia értéket mutatott.

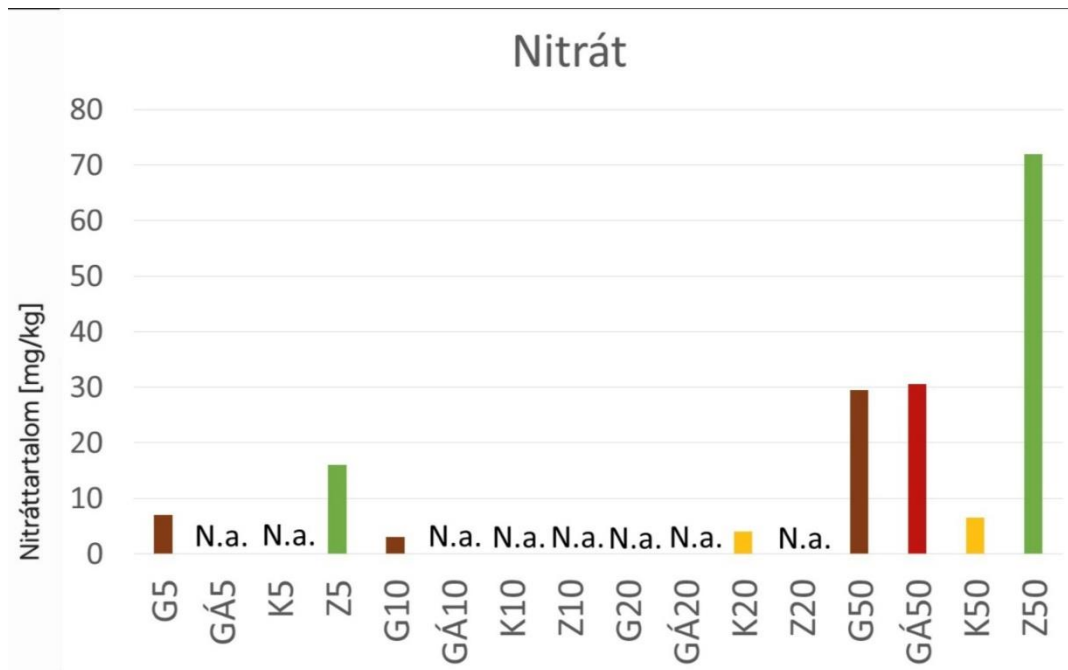


23. ábra A közegek ammónia-tartalma (mg/kg)

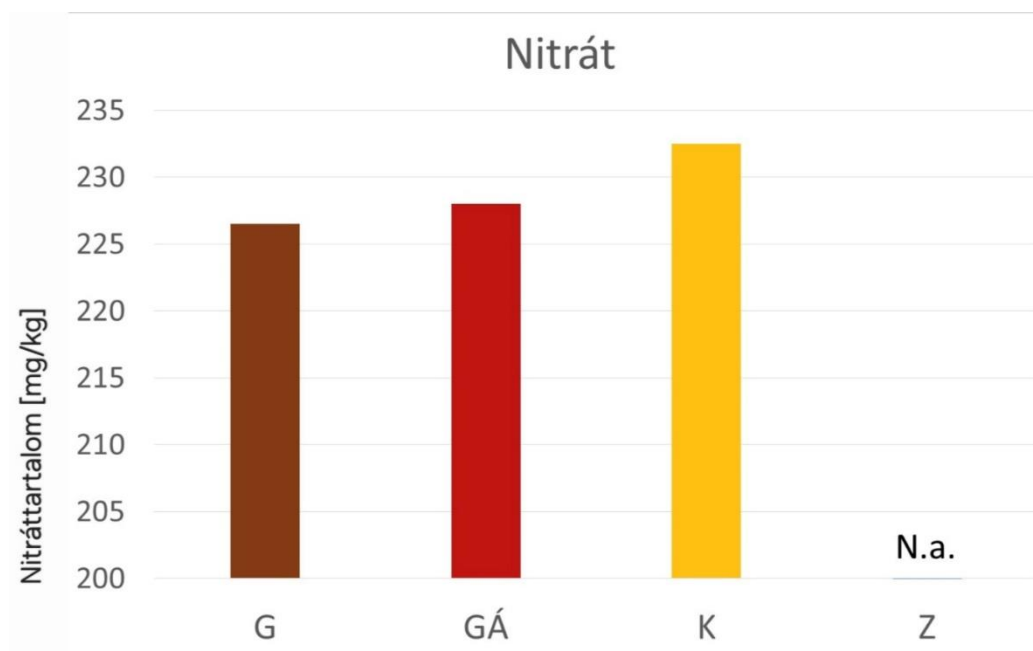
Nitrát tartalom

A nitrát tartalom mérésére sajnos nem maradt megfelelő mennyiségű oldat, így csak hiányos adatokból álló diagrammot tudok bemutatni (24. ábra). A Z50 közeg itt is kiugró értéket mutat.

A 25. ábrán látható, hogy a legtöbb nitrátot a nullkontroll közeg tartalmazta, melybe nem telepítettünk ászkákat vagy gilisztákat. A palántanevelés során viszont nem a kontroll komposzt mutat magas értékeket a nitráttartalomban.



24. ábra A közegek Nitrát-tartalma (mg/kg)



25. ábra A tömény komposztok Nitrát-tartalma (mg/kg)

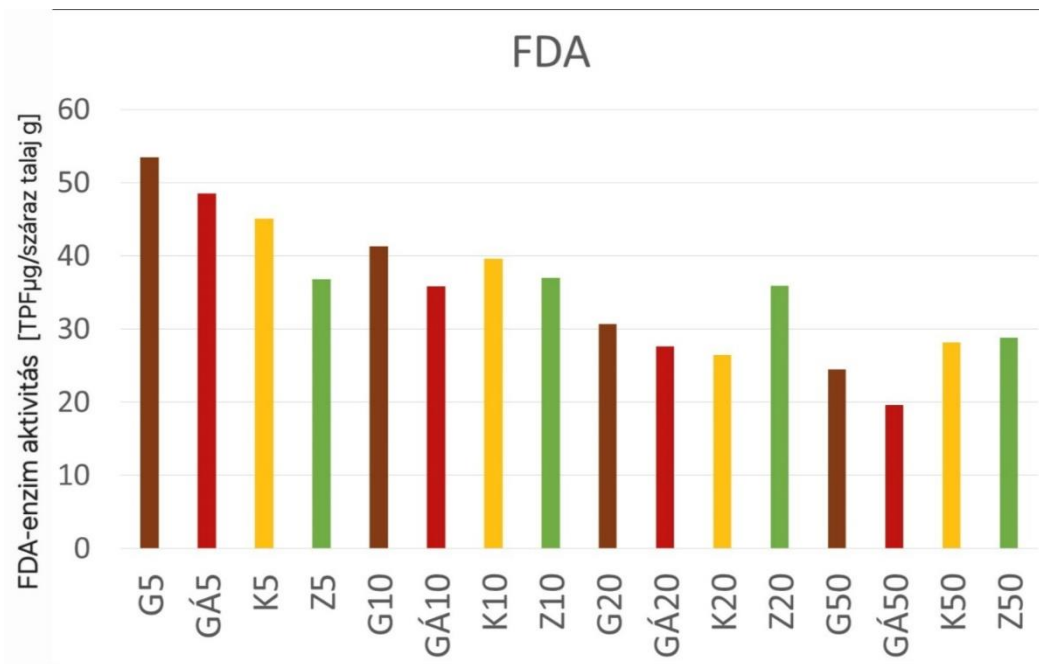
FDA-enzim aktivitás

A biológiai aktivitás FDA-típusú mérésének eredményeit a 26. ábra szemlélteti.

Megfigyelhetjük, hogy minél nagyobb volt a komposzt arány a keverékekben, annál kisebb volt a mérhető FDA-enzim.

A zöldkomposztok egészen stabil aktivitást mutattak a különböző arányok ellenére nagyjából a 30-40-es TPF μ g/1 g száraz talaj tartományban maradtak. Ehhez képest a vermikomposzt nagyobb aránya negatívan hatott az FDA-enzim jelenlétére, tehát a biológiai aktivitásra.

Arra következtetünk, hogy az enzim aktivitás csökkenésének köze lehet a pH emelkedéséhez (15. ábra). Mivel a mikrobák, amik az enzimeket termelik, érzékenyek a magas kémhatású közegekre.



26. ábra FDA-enzim aktivitás (TPF μ g/száraz talaj g)

DHA-enzim aktivitás

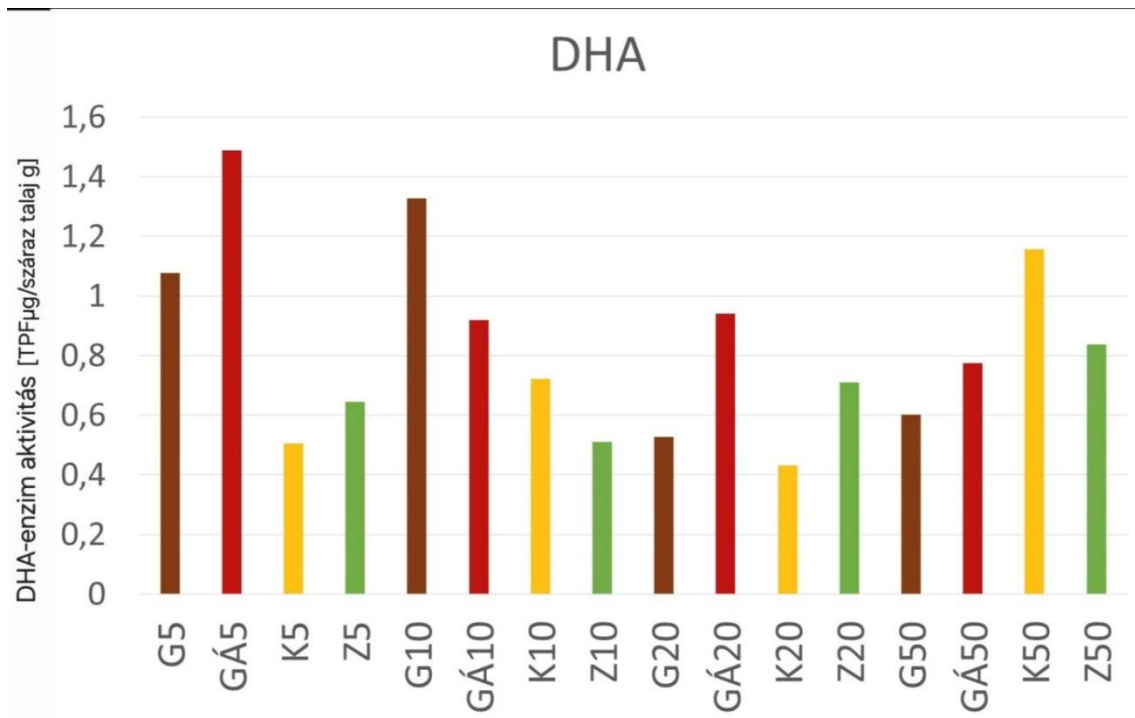
A DHA-típusú talajbiológiai aktivitás mérés során az adatokban nincs olyan tendencia (27. ábra), amiből következtetést lehet levonni, mint az FDA-enzim mérésnél (26. ábra). Mindkét irányba nagyobb eltérést mutattak az eredmények a középértéktől.

Javaslatként érdemes lehet a jövőben több ismétléssel végezni a laboros méréseket, mert úgy bizonyára pontosabban megállapíthatóak az eltérések.

A fokozott biológiai aktivitás nem minden esetben javította a paprikapalánták eredményeit.

A palánták fejlődése valószínűleg nem (csak) az enzimaktivitástól függhet.

Például a legnagyobb DHA-enzim aktivitást mutató G10 és GÁ5 keverékekben nevelt palántáknak sem a zöldtömege, sem a gyökértömege nem magas. (Lásd: 10.-11. ábra)



27. ábra DHA-enzim aktivitás (TPFµg/száraz talaj g)

A beltéri komposztáló dobozok fenntartása egyszerű, nem tapasztaltunk kellemetlen szagokat, személyre szabható (méret, úrtartalom, stb.), így ajánlom azoknak akik beltéren szeretnének komposztálni. Egy 30 cm széles, 30 cm hosszú és 20 cm magas gilisztakomposzt doboz hetente egy átlagos két fős család konyhai zöldhulladékát (1,5 kg) is, míg egy 90 x 60 cm alapterületű doboz akár 6 egy 6 emberes család heti zöldhulladékát (2,7 kg) is képes befogadni (Edwards et al., 2010). További kutatás lehetne az, hogy mennyire képesek felszaporodni a giliszták és/ vagy ászkák, ha gyakrabban nagyobb mennyiségű anyagot kapnak, illetve mennyi időnként lehet nekik anyagot beadni leggyakrabban.

Összefoglalás

A kísérlet célja négy féle komposzt (zöld-, giliszta-, giliszta-ászka- és lebontó makro szervezetekkel be nem telepített kontroll komposzt), paprika palánta nevelésére szolgáló palántaföldként való alkalmazásának összehasonlításáról szólt.

A komposztokat, amelyek (kiv. zöldkomposzt) 6 hónap alatt készültek általunk készített műanyag, fényvédett vermikomposztáló dobozokban, különböző arányokban kevertünk össze natúr tőzeggel (5%, 10%, 20%, 50%) ötszörös ismétlésben. A zöldkomposzt legalább 1 évig készülhetett, kültéren és nem konyhai, hanem különböző dísznövények zöldhulladékából.

Érettségüket zsázsateszt alapján határoztuk meg, melynek eredménye kimutatta, hogy a komposztok nem tartalmaznak növények számára káros mennyiségű fitotoxikus anyagot.

A vizsgálat értékelése kiterjedt a tőzeghez különböző arányban hozzáadott komposztféleségekben megnevelt 'Tizenegyes' fajtájú paprika palánták zöldtömegére, szárvastagságára, gyökértömegére és magasságára. Eredményeinkből összességében elmondható, hogy a beltéri komposztálás jó alternatíva a kinti zöldkomposzt helyettesítésére.

A zöldkomposzt, amiben a paprika palánták a mért paraméterek (zöldtömeg, gyökértömeg, szárvastagság, magasság) alapján a legjobban fejlődtek, nagy fajszámban tartalmazhatott lebontó szervezet populációkat. Feltételezésünk szerint ez (is) vihette az eredményeket jó irányba.

A második legjobb eredményt elérő komposztkeverék a giliszta-ászka komposzt volt, ami szinte minden esetben felülmúlta az ászkarákokat nem tartalmazó gilisztakomposztból készült palántaközegekben nevelt palánták fejlődését. Ebből arra következtetünk, hogy a komposztban levő lebontó szervezetek diverzitása hozzájárul a paprika palánták fejlődéséhez.

Szinte minden esetben a legkedvezőbb arány a 20:80 (komposzt:tőzeg) volt. Az említett paraméterekről statisztika analízist készítettünk. A használt palántaföldeknek laborban mértük meg az alábbi fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait: pH, EC, POX-C, foszfor-, kálium-, nitrát-, ammóniatartalom, FDA- és DHA-aktivitás. A nedvességtartalom a tőzeg

arány csökkenésével lineárisan mozgott. A pH növekvő tendenciát mutatott a komposzt% emelésével. Az EC a komposztoknál gyengén sós (Stephanovits et al. 1999) kategóriába estek, de ez a tőzeg hozzáadásával és a paprika növények növekedésének hatására csökkent. A POX-C tartalom a tömény komposztokban nem volt magas, de ez megváltozott a növények betelepítése után (2-3x akkora értékre nőtt a labilis szén-tartalom, szinte minden esetben). A legtöbb foszfort a zöldkomposzt tartalmazta. Feltevésünk szerint valószínűleg nagy része a sok fás szerves anyag bomlása során keletkezhetett. Az FDA-enzimaktivitás során a komposzt arány növekedésével csökkent a mennyiség, amit valószínűleg a pH emelkedése okozhatott.

A kísérlet alapján beltéri komposztálásra a gilisza ászka komposztot, 20% komposzt, 80% tőzeg arányban keverve ajánlom a leginkább, hiszen a paprika palánták ebben a közegben mutatták a legnagyobb fejlődést.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni őszinte hálámat Madaras Kriszta és Gál Izóra témavezetőimnek a szakdolgozatom elkészítése során nyújtott szakmai iránymutatásukért, türelmükért és értékes tanácsaikért, amelyek nagyban hozzájárultak munkám sikeres megvalósításához.

Külön köszönettel tartozom Kotroczó Zsolt egyetemi docensnek a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézetében végzett laboratóriumi mérések lebonyolításában nyújtott segítségéért és szakmai támogatásáért.

Továbbá szeretném megköszönni Major András szaktársamnak az együttműködését, ászkarákokról való ismereteivel/tapasztalataival való hozzájárulását és a laboratóriumi munkák során nyújtott segítségét.

Irodalomjegyzék

1. A'Bear, A. D., Boddy, L., Kandeler, E., Ruess, L., & Jones, T. H. (2014). Effects of isopod population density on woodland decomposer microbial community function. *Soil Biology and Biochemistry*, 77, 112-120.
2. Akef Bziouech, S., Dhen, N., Ben Ammar, I., Haouala, F., & Al Mohandes Dridi, B. (2024). Valorization of vermicompost: Effects on morpho-physiological parameters of organic tomato plantlets (*Solanum lycopersicum L.*). *Journal of Plant Nutrition*, 47(13), 2149-2164.
3. Atzori, G., Pane, C., Zaccardelli, M., Cacini, S., & Massa, D. (2021). The role of peat-free organic substrates in the sustainable management of soilless cultivations. *Agronomy*, 11(6), 1236. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061236>.
4. Ayilara, M. S., Olanrewaju, O. S., Babalola, O. O., & Odeyemi, O. (2020). Waste management through composting: Challenges and potentials. *Sustainability*, 12(11), 4456.
5. Béres A., Csiffáry N., Gadácsi R., Laczkó B. és Márton Zs. (2017), A komposzt is érték, helyben végzett komposztálás elmélete és gyakorlata. Budapest: Adu-Press Nyomda Kft., 40 p
6. Bharadwaj, A. (2010). Management of kitchen waste material through vermicomposting. *Asian Journal of Experimental Biological Sciences*, 1(1), 175-177. <https://www.researchgate.net/publication/301283960>.
7. Blair, G. J., Lefroy, R. D., & Lisle, L. (1995). Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Australian journal of agricultural research*, 46(7), 1459-1466.
8. Brundtland-jelentés (1987), Közös jövőnk, Környezet és Fejlődés Világbizottsága
9. Buzás, I. (1988), Talaj-és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2., Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 242.
10. Büyükarşlan, D., & Demir, H. (2024). Effects of vermicompost as an alternative substrate on yield and quality of cauliflower and pepper seedlings. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 52(2), 13587-13587.
11. David, J. F., & Handa, I. T. (2010). The ecology of saprophagous macroarthropods (millipedes, woodlice) in the context of global change. *Biological reviews*, 85(4), 881-

895.

12. Dihingia, P. C., Kumar, G. P., Sarma, P. K., & Neog, P. (2017). Production of soil block seedlings in plug trays for mechanical transplanting. *International Journal of Vegetable Science*, 23(5), 471-485., <https://doi.org/10.1080/19315260.2017.1319889>
13. Domínguez, J. (2018). Earthworms and vermicomposting (pp. 63-77). London (UK): IntechOpen. (63-64.o.)
14. Domínguez, J., & Gómez-Brandón, M. (2013). The influence of earthworms on nutrient dynamics during the process of vermicomposting. *Waste Management & Research*, 31(8), 859-868.
15. Edwards, C. A., Arancon, N. Q., & Sherman, R. L. (Eds.). (2010). *Vermiculture technology: earthworms, organic wastes, and environmental management*. (72.o.)
16. El-Haddad, M. E., Zayed, M. S., El-Sayed, G. A. M., Hassanein, M. K., & Abd El-Satar, A. M. (2014). Evaluation of compost, vermicompost and their teas produced from rice straw as affected by addition of different supplements. *Annals of Agricultural Sciences*, 59(2), 243-251., <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2014.11.013>
17. Európai Unióról szóló 2016-os szerződés 3. cikkének 3. bekezdése.
<https://sdgs.un.org/goals>
18. Fekete-Kertész, I., Molnár, M., Atkári, Á., Gruiz, K., & Fenyvesi, É. (2013). Hydrogen peroxide oxidation for in situ remediation of trichloroethylene—from the laboratory to the field. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 57(1-2), 41-51.
19. Filipović, A., Mandić, A., Hadžiabulić, A., Johanis, H., Stipanović, A., & Brekalo, H. (2023). Characterization and evaluation of vermicomposting materials. *Ekológia*, 42(2), 101-107., <https://doi.org/10.2478/eko-2023-0012>
20. Filipović, A., Mandić, A., Hadžiabulić, A., Stipanović, A., & Brekalo, H. (2022). Efficiency of organic waste recycling through vermicomposting process., <https://www.cabdigitalibrary.org/doi/full/10.5555/20230138885>
21. Hamilton, D. W. (2014). Basics of vermicomposting. BAE-1528, <https://openresearch.okstate.edu/server/api/core/bitstreams/6bfa271d-4727-4720-b9c6-e4aa5728f836/content>
22. Hammas, M.-A. és Ahlem, Z. (2017), Organic Farming: A Path of Sustainable Development, *International Journal of Economics & Management Sciences*, 06(05), 5. oldal, <https://doi.org/10.4172/2162-6359.1000456>.

23. Hanc, A., Castkova, T., Kuzel, S., & Cajthaml, T. (2017). Dynamics of a vertical-flow windrow vermicomposting system. *Waste Management & Research*, 35(11), 1121-1128.
24. Hanlon, R. D. G., & Anderson, J. M. (1980). Influence of macroarthropod feeding activities on microflora in decomposing oak leaves. *Soil Biology and Biochemistry*, 12(3), 255-261.
25. Hernández-Rodríguez, A., Robles-Hernández, L., Ojeda-Barrios, D., Prieto-Luévano, J., González-Franco, A. C., & Guerrero-Prieto, V. (2017). Semicompost and vermicompost mixed with Peat moss enhance seed germination and development of lettuce and tomato seedlings. *Interciencia*, 42(11), 774-779.
<https://www.redalyc.org/journal/339/33953499012/html/> (Utoljára megnyitva: 2025. 10. 31.)
26. Levinsh, G. (2011). Vermicompost treatment differentially affects seed germination, seedling growth and physiological status of vegetable crop species. *Plant growth regulation*, 65(1), 169-181., <https://doi.org/10.1007/s10725-011-9586-x>
27. Kauser, H., & Khwairakpam, M. (2022). Organic waste management by two-stage composting process to decrease the time required for vermicomposting. *Environmental Technology & Innovation*, 25, 102193.,
<https://doi.org/10.1016/J.ETI.2021.102193>
28. Kim, H. N., & Park, J. H. (2024). Monitoring of soil EC for the prediction of soil nutrient regime under different soil water and organic matter contents. *Applied Biological Chemistry*, 67(1), 1.
29. Kinigopoulou, V., Mplavakis, K., Hatzigiannakis, E., Guitonas, A., Oikonomou, E. K., & Paraskevas, D. (2022). Utilization of Earthworm Compost Sludge Instead of Peat in Olive Tree Nurseries towards Sustainable Development and Circular Economy: Feasibility Study and Effects on Growth and Nutrition of Olive Rooted Cuttings, <https://www.researchgate.net/publication/362154778>
30. Lavelle, P., D. Bignell, M. Lepage, V. Wolters, P. Roger, P. Ineson, O. W. Heal, and S. Dhillion. 1997. Soil function in changing world: the role of in-vertebrate ecosystem engineers. *European J. Soil Biol.* 33:159-193.
31. Lee, K.E. (1992), Some trends and opportunities in earthworm research or: Darwin's children-the future of our discipline, *Soil Biology and Biochemistry*, 24(12), pp. 1765-

1771. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(92\)90185-Z](https://doi.org/10.1016/0038-0717(92)90185-Z).
32. Madritch, M. D., Jordan, L. M., & Lindroth, R. L. (2007). Interactive effects of condensed tannin and cellulose additions on soil respiration. *Canadian journal of forest research*, 37(10), 2063-2067.
33. Manzoor A, Naveed MS, Ali RMA, Naseer MA, Maqsood UH, Saqib M, Hussain S, Farooq M (2024). Vermicompost: A potential organic fertilizer for sustainable vegetable cultivation. *Sci Hortic* 336:113443.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113443>
34. Pilli, K., Jaison, M., & Sridhar, D. (2019). Vermicomposting and its uses in Sustainable Agriculture. *Research trends in agriculture sciences*. AkiNik Publications, 75-88.
<https://www.researchgate.net/publication/335378138>.
35. Prajapati, S. K., Soni, R. L., Patel, K., & Prajapati, B. K. (2023). Vermicomposting method and its importance in sustainable crop production. *Food and Scientific Reports*, 4(5), 51-60., <https://www.researchgate.net/publication/371109013>.
36. Ranga R. (2020), Vermicomposting | Its Methods, Advantages and Disadvantages, https://www.farmpractices.com/vermicomposting-methods-advantages?utm_content=cmp-true (Utoljára megnyitva: 2025. október 27)
37. Sharifi, P., Shorafa, M., & Mohammadi, M. H. (2019). Comparison of the effect of cow manure, vermicompost, and azolla on safflower growth in a saline-sodic soil. *Communications in soil science and plant analysis*, 50(12), 1417-1424.
38. Sherman, R. (2019), Vermicomposting, NC State Extension Publications, <https://composting.ces.ncsu.edu/vermicomposting-2/earthworms-and-worm-bins/> (Utoljára megnyitva: 2025. október 27).
39. Simmons, S. A., Zimmer, R. K., & Zimmer, C. A. (2005). Life in the lee: local distributions and orientations of honeycomb worms along the California coast.
40. Sokač, T., Valinger, D., Benković, M., Jurina, T., Gajdoš Kljusurić, J., Radojčić Redovniković, I., & Jurinjak Tušek, A. (2022). Application of optimization and modeling for the enhancement of composting processes. *Processes*, 10(2), 229.
41. Stefanovits P., Filep Gy., Füleki Gy., (1999), „Talajtan”, Budapest, Mezőgazda Kiadó, Stefanovits Pál, MGK 712 833/99 (71-73. o)
42. *Stepanova, D. I., Grigorev, M. F., Grigoreva, A. I., Stepanova, S. I., & Tatarinova, Z. G. (2024). The effect of vermicompost on the growth and productivity of pepper in*

Yakutia. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 486, p. 02001). EDP Sciences.

https://www.researchgate.net/publication/344668853_EFFECT_OF_AGEING_PROCESSES_ON_PHYSIO-CHEMICAL_PROPERTIES_OF_VERMICOMPOST

43. Suzuki, S., Kuramochi, T., & Ueno, M. (2013). Female sexual receptivity in the sandy-beach isopod *Tylos granuliferus* (Crustacea). *Invertebrate Reproduction & Development*, 57(1), 27-36.
44. Thalmann A. (1968), Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid, *Landwirtschaft. Forsch.* 21:249–258.
45. Tiquia, S. M., Tam, N. F. Y., & Hodgkiss, I. J. (1996). Microbial activities during composting of spent pig-manure sawdust litter at different moisture contents. *Bioresource Technology*, 55(3), 201-206.
46. Varma, A. (2007), *Soil Biology: Advanced Techniques in Soil Microbiology*. Springer - Verlag Berlin, Heidelberg (207.- 208. o.)
47. Veres, Z., Kotroczó, Z., Magyaros, K., Tóth, J. A., & Tóthmérész, B. (2013). Dehydrogenase activity in a litter manipulation experiment in temperate forest soil. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*. 9: 25–33.
48. Vuković, A., Velki, M., Ečimović, S., Vuković, R., Štolfa Čamagajevac, I., & Lončarić, Z. (2021). Vermicomposting—facts, benefits and knowledge gaps. *Agronomy*, 11(10), 1952. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101952>.
49. Walkley, A., & Black, I. A. (1934), An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method, *Soil science*, 37(1), 29-38.
50. Weil, R. R., Islam, K. R., Stine, M. A., Gruver, J. B., & Samson-Liebig, S. E. (2003). Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18(1), 3-17.
51. Yang, X., Shao, M. A., & Li, T. (2020). Effects of terrestrial isopods on soil nutrients during litter decomposition. *Geoderma*, 376, 114546.
52. Zimmer, M., & Topp, W. (1999). Relationships between woodlice (Isopoda: Oniscidea) and microbial density and activity in the field. *Biology and Fertility of Soils*, 30(1), 117-123.

Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. ábra	A mineralizáció és humifikáció közötti összefüggések vázlata (Stefanovits et al., 1999, 72.o)	8. oldal
2. ábra	Betelepítés (Készítette: Major András, Kristóf Kata)	16. oldal
3. ábra	Etetés (Készítette: Kristóf Kata)	16. oldal
4. ábra	Zsázsateszt (Készítette: Kotroczó Zsolt, Madaras Krisztina, Kristóf Kata)	17. oldal
5. ábra	Tűzdelés és kész palánták (Készítette: Madaras Krisztina)	18. oldal
6. ábra	Paprika palánta fizikai mérések (Készítette: Gál Izóra, Madaras Krisztina)	19. oldal
7. ábra	Paprika palánták (Készítette: Madaras Krisztina)	20. oldal
8. ábra	Zsázsateszt során kicsírázott magok száma (átlag±szórás)	24. oldal
9. ábra	A zsázsateszt során kifejlődött csíranövények szár- és gyökérhossza (átlag±szórás)	25. oldal
10. ábra	Paprika palánták zöldtömege (átlag±szórás)	26. oldal
11. ábra	Paprika palánták gyökértömege (átlag±szórás)	27. oldal
12. ábra	Paprika palánták szárvastagsága (átlag±szórás)	27. oldal
13. ábra	Paprika palánták magassága (átlag±szórás)	28. oldal
14. ábra	A közegek nedvesség tartalma (%)	29. oldal
15. ábra	A közegek kémhatása (pH)	30. oldal
16. ábra	A közegek elektromos vezetőképessége (mS)	31. oldal
17. ábra	A tömény komposztok elektromos vezetőképessége (mS)	31. oldal
18. ábra	POX-C mennyiség (mg/kg)	32. oldal
19. ábra	A tömény komposztok és a zöldkomposztos közegek foszfor-tartalma (mg/kg)	33. oldal
20. ábra	A (G, GÁ, K) közegek foszfor-tartalma (mg/kg)	33. oldal
21. ábra	A közegek kálium-tartalma (mg/kg)	34. oldal
22. ábra	A tömény komposztok kálium-tartalma (mg/kg)	34. oldal
23. ábra	A közegek ammónia-tartalma (mg/kg)	35. oldal
24. ábra	A közegek nitrát-tartalma (mg/kg)	36. oldal
25. ábra	A tömény komposztok nitrát-tartalma (mg/kg)	36. oldal
26. ábra	FDA-enzim aktivitás (TPF μ g/száraz talaj g)	37. oldal
27. ábra	DHA-enzim aktivitás (TPF μ g/száraz talaj g)	38. oldal

Hallgatói nyilatkozat

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kristóf Kata
A Hallgató Neptun kódja: V8C2HC
A dolgozat címe: A giliszta-, ászka- és zöldkomposztok hatásainak összehasonlítása paprika palánták nevelésében
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet /
A konzulens tanszékének a neve: Agroökológiai és ökológiai Gazdálkodási Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, 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 mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2025 év november hó 8. nap



Hallgató aláírása

Konzulensi nyilatkozat

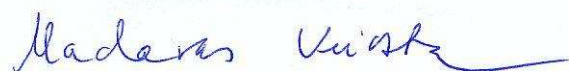
NYILATKOZAT

Kristóf Kata (név) (hallgató Neptun azonosítója: V8C2HC) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre **javaslom / nem javaslom.**

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2025. év november hó 8. nap



belső konzulens

Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Kristóf Kata (név) (hallgató Neptun azonosítója: V8C2HC) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre **javaslom** / **nem javaslom**.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2025. év november hó 8. nap


belső konzulens

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Kristóf Kata
Neptun-kódja:	V8C2HC
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Ökológia specializáció
A munka címe:	A giliszta-, ászka- és zöldkomposztok hatásainak összehasonlítása paprika palánták nevelésében

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója:	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
<ul style="list-style-type: none">FordításIrodalom keresés	<ul style="list-style-type: none">Chat gpt 5.0,Scopus AI	

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-napló tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma
----------------------	--	---	--

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Gödöllő, 2025. november hó 8. nap

Hallgató aláírása

Konzulens/Témavezető aláírása

Konzulens/Témavezető aláírása