

# **SZAKDOLGOZAT**

**Major András**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Budai Campus**  
**Környezettudományi Intézet**  
**Kertészmérnök alapképzési szak**

**A beltéri ászkakomposztálás alkalmazási lehetőségei a  
kertészetben**

**Belső konzulens:** **Dr. Kotroczó Zsolt**  
egyetemi docens

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** Környezettudományi Intézet,  
Agrárkörnyezettani Tanszék

**Készítette:** **Major András**

**Budapest**  
**2025**

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	4
2. Célkitűzés .....	5
3. Irodalmi áttekintés .....	6
3.1. A talaj és a talajélet jelentősége.....	6
3.2. A szerves anyag lebontásának biológiai folyamatai.....	7
3.3. A komposztálás folyamata és típusai.....	8
3.4. Az ászkarákok.....	10
3.4.1. Általános leírásuk .....	10
3.4.2. Szerepük a szervesanyag-lebontásban.....	10
3.5. A földigiliszták (Lumbricidae) .....	11
3.5.1. Általános leírásuk .....	11
3.5.2. Szerepük a szervesanyag-lebontásban.....	12
3.6. Vermikomposztálás és annak kertészeti alkalmazása.....	13
3.7. A paprika .....	14
3.8. Palántanevelés és tápanyagellátás.....	14
3.9. Összefoglalás és a kutatás helye a szakirodalomban.....	16
4. Anyag és módszer.....	17
4.1. A kísérlet célja .....	17
4.2. A kísérlet helyszíne és időtartama. ....	17
4.3. A komposztálás.....	17
4.4. A palántanevelés .....	19
4.5. Laborvizsgálatok.....	20
4.5.1. Zsázsateszt .....	20
4.5.2. Talajok kémhatásának meghatározása.....	20
4.5.3. Fajlagos vezetőképesség meghatározása .....	20

4.5.4. Gravimetrikus víz tartalom meghatározása .....	21
4.5.5. Talaj labilis széntartalmának meghatározása.....	21
4.5.6. Enzimaktivitás mérése FDA enzimmel .....	22
4.5.7. Enzimaktivitás mérése dehidrogenáz enzimmel.....	23
4.5.8. Talaj tápanyag vizsgálat (NPK).....	24
5. Eredmények, következtetések.....	26
5.1. Zsázsateszt eredményei .....	26
5.1.1. Csírázás.....	26
5.1.2. Szár- és gyökérnövekedés.....	27
5.2. Paprika palánták méréseinek eredményei.....	28
5.2.1. Zöldtömeg.....	28
5.2.2. Gyökértömeg .....	29
5.2.3. Szárátmérő .....	29
5.2.4. Növények magassága.....	30
5.3. Talajvizsgálatok eredményei .....	31
5.3.1. Nedvességtartalom.....	31
5.3.2. Elektromos vezetőképesség.....	32
5.3.3. Kémhatás .....	33
5.3.4. Nitrogéntartalom.....	34
5.3.5. Foszfortartalom.....	36
5.3.6. Káliumtartalom .....	37
5.3.7. Labilis széntartalom.....	38
5.3.8. Mikrobiális enzimaktivitás FDA enzimmel.....	38
6. Összefoglalás .....	40
Köszönetnyilvánítás.....	42
7. Irodalomjegyzék .....	43
8. Ábrajegyzék .....	46
9. Táblázatjegyzék.....	46



## 1. Bevezetés

A talaj a földi élet alapja, amely közvetlenül meghatározza a növénytermesztés sikerességét, a víz- és tápanyagforgalmat, valamint a környezet ökológiai stabilitását. A mezőgazdasági és kertészeti gyakorlatban a termőtalaj minőségének romlása az utóbbi évtizedek egyik legsúlyosabb problémájává vált, amely elsősorban az intenzív talajhasználat, a szerves anyag visszapótlásának hiánya és a kémiai inputokra épülő tápanyag-utánpótlás következménye. A talajélet elszegényedése nemcsak a termőképesség csökkenéséhez, hanem az ökoszisztéma-funkciók gyengüléséhez is vezet, ezért a fenntartható termelés egyik kulcskérdése a talajbiológiai aktivitás megőrzése és fokozása.

A fenntarthatóság és a környezettudatosság ma már a kertészetben is meghatározó szempont. A cél a hulladékok mennyiségének csökkentése, az anyagkörforgás megvalósítása, a műtrágyák és a tőzeg kiváltása. A tőzeg bányászata jelentős környezeti terheléssel jár, hiszen a kitermelés során szén-dioxid szabadul fel és élőhelyek pusztulnak el. Ezért egyre nagyobb az igény olyan természetes, helyben előállítható alternatívák iránt, amelyek alkalmasak a tőzeg legalább részleges helyettesítésére a palántanevelésben.

A szerves anyagok hasznosításának egyik legjobb módja a komposztálás, amely nemcsak a hulladék mennyiségét csökkenti, hanem értékes, tápanyagokban gazdag talajjavító anyagot is eredményez. Az utóbbi években külön figyelmet kapott a vermikomposztálás, amely során földigiliszták segítik a lebontást. A giliszták tevékenysége gyorsítja az anyagok átalakulását, és biológiailag aktív, homogén végterméket eredményez. Kevésbé ismert azonban, hogy más talajlakó szervezetek — például az ászkarakok — is jelentős szerepet játszhatnak a lebontásban. Az ászkák a talaj felszínén történő aprító és keverő tevékenységükkel előkészítik az anyagot a mikroorganizmusok számára, és így hozzájárulhatnak a komposztálás hatékonyságához.

## 2. Célkitűzés

A kísérlet célja különböző állati lebontó szervezetekkel – földigilisztákkal és ászkarákokkal – előállított komposztok palántanevelésben való alkalmazhatóságának vizsgálata volt. A kutatás során arra kerestem választ, hogy az eltérő lebontási folyamatok hogyan befolyásolják a komposzt minőségét, és a keletkezett anyag alkalmas-e palántaneveléshez.

A kísérletben négyféle komposztot állítottunk elő: egy kontrollt, egy csak ászkarákokkal, egy gilisztákkal és ászkarákokkal közösen működő, valamint egy dupla állatsűrűségű kevert komposztot. A lebontott anyagokat tőzeggel különböző arányban keverve paprika palánták nevelésére használtuk fel, hogy megfigyeljük a növények fejlődésére és egészségi állapotára gyakorolt hatásokat.

Célom az volt, hogy megállapítsam, az ászkarákok és földigiliszták közös, illetve előbbiek egyedüli lebontó tevékenysége javítja-e a komposzt tápanyagértékét, valamint hogy a kapott anyag fenntartható, biológiailag aktív alternatívát nyújthat-e a palántanevelésben széles körben használt tőzeg részleges helyettesítésére.

### 3. Irodalmi áttekintés

#### 3.1. A talaj és a talajélet jelentősége

A talaj, mint az emberi életminőséget befolyásoló, illetve a természet élő, és élettelen részei közötti kapcsolatot alapvetően meghatározó elem, rendkívüli jelentőséggel bír. (Brady & Weil, 2017). Feltételesen megújuló természeti erőforrás, aminek jellemzője a multifunkcionalitás. Közeg a növényi fejlődés számára, természetes hő- és víztároló, élettér az élőlények nagy hányadának, az őt érő stresszhatások kiegyensúlyozója, képes a környezetbe jutó káros anyagokat kiszűrni, eliminálni és az emberiség számára építőanyagokat biztosítani. (Várallyay, 2016). Termékenysége kulcsfontosságú a társadalom számára, az egész mezőgazdaság alapja ez, ehhez viszont elengedhetetlen a benne és részeként élő ökoszisztéma fennmaradása.

A talajélet, tehát a benne lakó élőlények összessége döntő hatással van a talaj szerkezetére, tápanyagtartalmára és termékenységére. A szerves anyagok lebontását a mikroorganizmusok (baktériumok, gombák, sugárgombák) végzik, miközben olyan tápanyagokat szabadítanak fel, amelyek a növények számára hasznosíthatók. A mezo- és makrofauna tagjai, például a giliszták és az ászkarákok, a talajt fizikailag keverik, járatokat hoznak létre. Ezzel fokozzák a levegőzést és a vízáteresztést. Ezenkívül a nagyobb méretű szerves hulladékokat aprítják, ezzel hozzájárulnak a talaj mikroaggregátumainak keletkezéséhez. Tevékenységükkel együttesen hozzájárulnak a talaj stabil szerkezetének kialakításához és a megfelelő humuszképződéshez (Lavelle & Spain, 2001).

1. táblázat: a talaj élőlényei (Griffiths et al., 2021)

<b>Mikrobiota (&lt;200 µm)</b>	<b>Mezofauna (0,2-2 mm)</b>	<b>Makrofauna (&gt;2 mm)</b>
baktériumok, gombák, sugárgombák (aktinomiceszek), fonálféreg, egysejtűek	atkák, ugróvillások, egyes ászkarák fajok	földgiliszták, ikerszelvényesek, százlábúak, csigák, ászkarákok, termeszek, bogarak

A talajban zajló biológiai folyamatok összessége alapjaiban határozza meg, hogy a talaj mennyire képes ellátni ökológiai és gazdasági funkcióit. Az egészséges talajban nagy a biológiai sokféleség, ami biztosítja az ellenállóképességet különböző stresszhatásokkal szemben, például szárazság vagy szennyezés esetén. A biológiai aktivitás csökkenése ezzel szemben a talaj

degradációjához és a termékenység romlásához vezet. Ezért a talajélet megőrzése a fenntartható mezőgazdaság egyik alapfeltétele. A modern kutatások szerint a talajélet nemcsak a tápanyagok körforgásában, hanem a növények egészségében is szerepet játszik. Egyes talajmikrobák képesek elnyomni kórokozókat, mások növekedésserkentő anyagokat termelnek, vagy szimbiózisban élnek a gyökerekkel (például mikorrhiza gombák) (Bhaduri et al., 2022).

A talajélet vizsgálata és védelme különösen aktuális a mezőgazdasági termelés intenzívvé válása miatt. A túlzott műtrágya- és növényvédőszer-használat, valamint a talaj bolygatása (például mélyszántás) jelentősen csökkenti annak biológiai aktivitását. Ezzel szemben a szerves anyagok, komposztok és állati eredetű trágyák alkalmazása segíti a talajélet helyreállítását. Az ilyen beavatkozások nemcsak a talaj termékenységét, hanem annak ökológiai stabilitását is növelik (Six et al., 2006).

### **3.2. A szerves anyag lebontásának biológiai folyamatai**

A természetes és mesterséges rendszerekben egyaránt a szervesanyag-lebontás több, egymásra épülő szakaszban zajlik, amely során a friss növényi és állati maradványokból végül viszonylag stabil humusz-komponensek keletkeznek. A mikroorganizmusok (baktériumok, gombák, sugárgombák) a kémiai lebontás fő végrehajtói: enzimatis úton poliszacharidokat (cellulózt és lignint) hidrolizálnak, majd mineralizálják a tápanyagokat. A különböző mikrobiális taxonok eltérő enzimmérettel rendelkeznek, ezért a bontásban betöltött szerepük a szubsztrátum összetételétől és a környezeti feltételektől függ. A modern vizsgálatok egyre inkább mutatják, hogy a mikrobiális közösség szerkezete és aktivitása döntő a lebontás sebessége és iránya (humifikáció vs. mineralizáció) szempontjából (Lou et al., 2022; Kovács et al., 2024).

A talaj makrofaunája — ideértve a gilisztákat, ászkarákat, ikerszelvényeseket és más nagyobb testű lebontókat — elsősorban a fizikai aprításban és a szerves anyagok mechanikai feldolgozásában játszik kulcsszerepet. Ezek az állatok megnövelik a mikroorganizmusok számára hozzáférhető felületet, keverik a szubsztrátumot és járatrendszereket hoznak létre, amelyek javítják a gázcserét és a nedvességviszonyokat (Scheu és Poser, 1996).

A lebontás ütemét és irányát jelentősen szabályozzák környezeti tényezők: hőmérséklet, talajnedvesség, pH, valamint a szubsztrát kémiai összetétele (C:N arány, lignin-tartalom stb.). Általában a melegebb, mérsékelt nedves és semleges pH-jú körülmények elősegítik a mikrobiális aktivitást és gyorsabb lebontást; extrém szárazság vagy oxigénhiány viszont lassítja a folyamatokat és anaerob útvonalakhoz vezet (Wang et al., 2016).

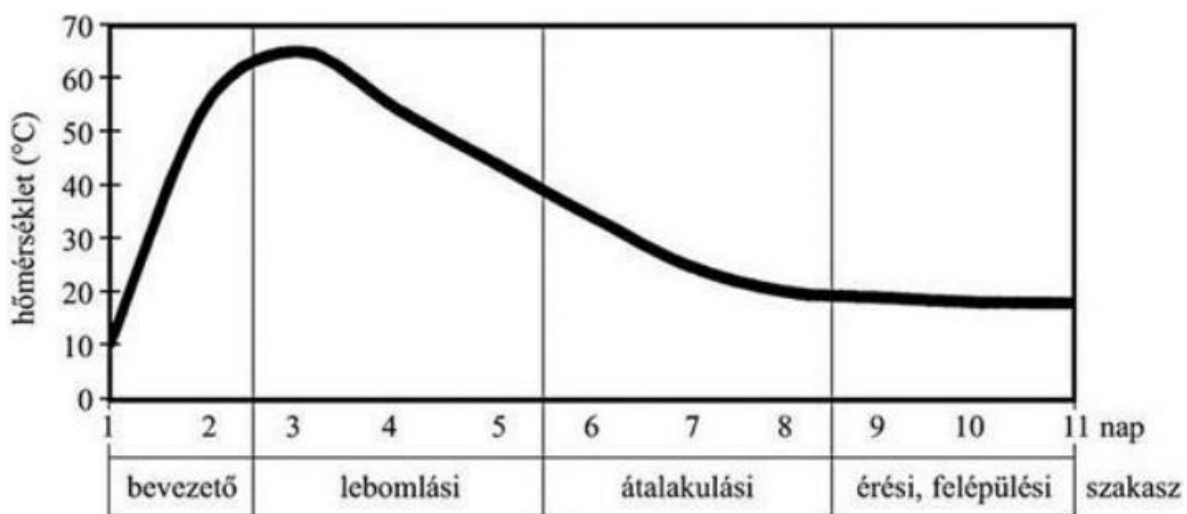
Összefoglalva, a szervesanyag-lebontás egy soktényezős biológiai hálózat eredménye, ahol a mikro- és makroorganizmusok, valamint a környezeti feltételek közötti dinamikus kölcsönhatások

határozzák meg az átalakulás sebességét és irányát. Ennek gyakorlati vonatkozása, hogy a komposzt előállítási módja, illetve utólagos alkalmazása a természetközegben lényegesen befolyásolhatja a növények tápanyagellátását és növekedését

### 3.3. A komposztálás folyamata és típusai

A komposztálás a szerves anyagok mikrobiális lebontásának irányított, kontrollált folyamata, amelynek során a nyers szerves anyagok stabil, humuszban gazdag, növények számára hasznos végtermékké – komposztta – alakulnak át. A folyamat lényege a mikroorganizmusok (baktériumok, gombák, sugárgombák) biológiai tevékenysége, amelynek során a szerves anyagok energiája hő formájában is felszabadul. E hőtermelés alapján különböztethetjük meg a komposztálás szakaszait is (Diaz et al., 2007).

A komposztálás első szakaszában – a bevezető/mezofil fázisban – 20–45 °C között aktívak a lebontó baktériumok, elsősorban a könnyen hozzáférhető szerves vegyületek (cukrok, aminosavak) lebontását végzik. E szakaszt hamar felváltja a lebomlási/termofil fázis, amikor a hőmérséklet 45–70 °C közé emelkedik. Ebben a szakaszban a hő hatására elpusztulnak a kórokozók, a gyommagvak elvesztik csírázó képességüket, miközben a cellulóz, hemicellulóz és egyéb összetettebb szerves anyagok lebontása zajlik, főként sugárgombák hatására. A lebontás előrehaladtával csökken az elérhető energia, így a hőmérséklet is visszaesik: ezt nevezzük átalakulási szakasznak. Végül a komposzt stabilizálódik, és megkezdődik a felépülési szakasz, amikor a mikrobiális közösség összetétele átrendeződik, és kialakulnak a humuszanyagok, a komposzt végleges szerkezete és tápanyagtartalma.



1. ábra: A komposztálás hőmérsékleti görbéje (Ángyán, 2003.)

A komposztálás során az optimális lebontás érdekében biztosítani kell a megfelelő szén/nitrogén arányt, nedvességtartalmat (40–60%) és oxigénellátást. Az anaerob viszonyok kerülendőek, mivel ezek kellemetlen szagokat, metánképződést és lelassult lebontást eredményezhetnek. A jól beállított komposztálási rendszerben az anyag néhány hónap alatt stabil humuszformákká alakul (Haug, 1993).

A mikroorganizmusok számára a szerves anyagok bontásához nemcsak szénre, hanem megfelelő mennyiségű, felvehető nitrogénre is szükség van. Ennek következtében szoros összefüggés figyelhető meg a szerves anyag bonthatósága és annak C/N aránya között. Azok az anyagok, amelyek viszonylag magas nitrogéntartalommal, de alacsony széntartalommal rendelkeznek, gyorsabban bomlanak le. Ezzel szemben a nitrogénben szegény vagy nitrogénhiányos szerves maradványok esetében a lebontás jelentősen lelassul. A jól bontható növényi anyagok C/N aránya rendszerint 30:1 alatti (ilyen például a frissen nyírt fű vagy általában a konyhai zöldségmaradékok), míg a nehezebben lebomló növényi részek – mint a száraz levelek, fadarabok, szalmák – C/N aránya gyakran meghaladja a 80:1-et. Fontos megjegyezni, hogy a növények C:N aránya nemcsak fajonként eltérő, hanem jelentősen változhat a növény fejlettségi állapotának függvényében is (Stefanovits, 1999).

A komposztálás technológiai megközelítés alapján több típusba sorolható. A legegyszerűbb az ún. passzív, prizmás (statikus) komposztálás, amely során a szerves anyagot kupacba vagy prizmába halmozzák, és időnként átforgatják. Ennél intenzívebb a rendszeres forgatással járó, ún. dinamikus komposztálás, amely során gépi vagy kézi forgatással biztosítják az oxigénellátást és az egyenletes bomlási feltételeket. Nagyüzemi körülmények között alkalmazzák az ún. in-vessel (zárt térben zajló) rendszereket, amelyek konténerben, automatizált módon történő lebontást tesznek lehetővé, gyors és higiénikus módon. Kisléptékű rendszerek, mint a kísérletben is alkalmazott vermikomposztálás, amely során a szerves anyagot lebontó mikroorganizmusokat földigiliszták és más talajlakók segítik, különösen hatékonyak lehetnek konyhai vagy zöldhulladék esetében, valamint beltéri használat során.

A komposzt típusát nagyban befolyásolja az alapanyag is: beszélhetünk zöldhulladék-komposztról, trágyakomposztról, háztartási biohulladékból készült komposztról, vagy speciális esetekben gombakomposztról is. A végtermék minőségét az alapanyag aránya, a lebontás intenzitása és az utókezelés módja határozza meg. Az érett komposzt szerkezetében morzsalékos, földszerű, szagát tekintve humuszos jellegű, kórokozóktól mentes és a növények számára jól hasznosítható tápanyagforrás (Haug, 1993).

## 3.4. Az ászkarákok

### 3.4.1. Általános leírásuk

Az ászkarákok (Oniscidea) a szárazföldi életmódhoz alkalmazkodott rákok csoportját alkotják. Testük a rovarokéhoz hasonlóan három testtájra tagolódik: fejrészre (cephalon), torra (pereion) és potrohra (pleon). A testük a legtöbb faj esetében lapított, gyakran enyhén ívelt, de gömbölyded formák is előfordulnak. Hátoldalukat kitinlemezekből álló, jól pigmentált, erősen szklerotizált páncél borítja. A különböző fajok színe általában szürke vagy barnás árnyalatú, de előfordul zöldes vagy mintázott változat is.

Magyarország területéről eddig 57 ászkarákfajt írtak le, melyek 10 családba és 21 nemzetségbe tartoznak. A leggyakrabban előforduló fajok közé tartozik az *Armadillidium vulgare*, *Cylisticus convexus*, *Porcellio scaber*, *Philoscia muscorum*, valamint a *Trachelipus rathkii* és a *Trachelipus nodulosus*. Az *Armadillidium* fajok közül legtöbb képes gömbölyödéssel védekezni, míg más nemzetségek erre nem képesek, vagy csak részben.

Az ászkák jellemzően nedves, árnyékos élőhelyeken fordulnak elő: avarban, korhadó faanyagban, kövek alatt vagy falrepedésekben. Változatos ökológiai igényekkel rendelkeznek: egyes fajok kimondottan humuszos talajhoz, mások üde lombos erdőkhöz, vagy épp nyílt, száraz gyepekhez kötődnek. Vannak olyan fajok is, amelyek bolygatott, városi vagy mezőgazdasági környezetben is jól megélnek, így a hazai fauna összetétele egyaránt tükrözi a természetes és ember által alakított élőhelyek jelenlétét (Farkas és Vilisics, 2013).

### 3.4.2. Szerepük a szervesanyag-lebontásban

A szárazföldi ászkarákok fontos szerepet töltenek be az avar- és szervesanyag-lebontási folyamatokban, különösen erdei és humuszos élőhelyeken. Noha táplálkozásuk elsődlegesen elhalt növényi anyagokra irányul, lebontó tevékenységük nem csupán közvetlen fogyasztásukon keresztül fejt ki hatását. Az ászkák által elfogyasztott levél- és korhadékmaradványok nagyrészt emésztetlenül vagy csak részlegesen megemésztve kerülnek vissza a környezetbe, ám az ürülék mechanikai és kémiai módosulásokon átesett formában jelenik meg, így a mikrobák számára sokkal hozzáférhetőbbé válik (Zimmer, 2007).

A szerves anyag lebontásában tehát közvetett szerepük is jelentős: az ászkák által elfogyasztott anyag a tápcsatornában finomabb részekre törik, és olyan mikroorganizmusokkal kerül kapcsolatba, amelyek enzimatikus lebontásra képesek. Az ürülékük magasabb mikrobás kolonizációs arányt mutat, mint a nyers levélanyag, így gyorsítja az anyagcserét a talajban.

Emellett az ászkák mozgása fellazítja a felső humuszréteget, javítva a levegő és nedvesség bejutását, ami szintén serkenti a mikrobiális aktivitást. Az ászkarákok tápanyaghasznosítása alacsony hatékonyságú: sok faj esetében a cellulóz és lignin bontása csak részlegesen történik meg, ezért a lebontási láncban elsődlegesen „előkészítő” szerepet töltenek be. Ezen kívül a gyomrukban és béltraktusukban élő mikroorganizmusok is hozzájárulnak a szerves anyagok feltáráshoz, illetve a mikrobák jelenléte (pl. gombák) gyakran előfeltétele annak, hogy az ászkák egyáltalán elfogyasszák a levélanyagot.

Mindezek alapján elmondható, hogy az ászkarákok lebontó hatása nemcsak a fizikai feldolgozásban és emésztésben rejlik, hanem abban a szerepükben is, ahogy közvetítőként működnek a növényi maradványok és a mikrobiális lebontó szervezetek között (Zimmer, 2007). Tevékenységük ilyen tekintetben hasonló hatású a gilisztákéhoz, kifejezetten azok avarlakó fajaihoz.

### **3.5. A földigiliszták (Lumbricidae)**

#### **3.5.1. Általános leírásuk**

A földigiliszta-félék családja a gyűrűsférgék (Annelida) törzsébe, a nyeregképzők (Clitellata) osztályába, a kevésertéjűek (Oligochaeta) alosztályába tartozik (ÖMKI, 2024). A család Európában, Ázsiában és Észak-Amerikában őshonos, de számos fajuk mára világszerte elterjedt. A család kb. 700 fajból áll, amelyek közül Magyarországon mintegy 60 taxont tartanak számon (Csuzdi, 2007).

Testük hengeres, szelvényezett, kutikulával borított, amely alatt bőrizomtömlő helyezkedik el. A hazánkban élő fajok többnyire 2-30 cm hosszúak. Az első szelvény kivételével mindegyiken serték találhatóak, melyek segítik a mozgást. Légzésük a test felületén történik. A nyereg (clitellum) megvastagodott, néhány szelvényből álló szakasz, ami a szaporodásban játszik szerepet. Szaporodásuk kokonnal történik, amiből fajtól függően 2-8 hét alatt 1-5 utód kel ki (Csuzdi, 2007).

A térségünkben előforduló fajok közül leggyakrabban a közönséges földigiliszta (*Lumbricus terrestris*), a szürke földigiliszta (*Aporrectodea rosea*), a bűzgiliszta (*Aporrectodea caliginosa*) és a trágyagiliszta vagy komposztgiliszta (*Eisenia fetida*) fordul elő.

Életmódjukat tekintve három csoportra oszthatók (FiBL, 2020):

- Avarlakók: a felszínhez közel, leginkább az avarrétegben élnek. Mezőgazdasági területeken az avarréteg hiánya miatt jelenlétük nem jellemző, viszont a komposztálásban ezen fajok szerepe a legnagyobb. Szaporodásuk sebességének és intenzív

metabolizmusuknak köszönhetően e csoport képes a leggyorsabban feldolgozni a szerves hulladékokat.

- Járatások: a talaj felső rétegeiben, vízszintes járataikban élő giliszták. Életmódjuk lehetővé teszi, hogy mezőgazdasági területeken is előforduljanak, de a felszín közelsége miatt kitettek a növényvédőszernek, azok talajba szivárgása jelentős csökkenést okoz állományaikban.
- Ásványitalaj-lakók: függőleges járataik a talaj mély rétegeibe hatolnak, akár 4 méter mélységig. Jelentős szerepük van a mezőgazdasági talajokban, mert azok mély rétegeit képesek lazítani, táplálkozásukkal pedig szerves anyagokkal ellátni, mivel járataikba nagyméretű növényi maradványokat húznak le.

### **3.5.2. Szerepük a szervesanyag-lebontásban**

A földigiliszták a talaj legfontosabb lebontó szervezetei, funkciójuk több szinten is szorosan kapcsolódik a talaj szerves anyagainak, és növényi tápanyagainak körforgásához. A szárazföldi ászkarákokhoz hasonlóan főként elhalt növényi részekkel táplálkoznak, de aktivitásuk révén jelentősebb mértékű átalakítást végeznek: évi akár 6–9 tonna szerves anyagot is képesek hektáronként a talajba juttatni, miközben az anyag mechanikai és mikrobiális átalakulása is megindul (ÖMKi, 2021).

Az avarból vagy a talaj felszínéről behúzott növényi maradványokat a giliszták járataikban fogyasztják el, miközben az emésztésüket elősegítő mikroorganizmusok lebontó tevékenysége is megkezdődik. Az így képződő ürülék jelentős tápanyagtartalommal rendelkezik: átlagosan ötször több nitrogént, hétszer több foszfort és tizenegyszer több káliumot tartalmaz, mint a környező talaj, és gyorsan hozzáférhető formában biztosítja a növények számára a tápanyagokat (ÖMKi, 2024).

A földigiliszták táplálkozása közben jelentős mértékben homogenizálják a talajt: nyálkát választanak ki, és szerves talajszemcsékkel együtt stabil morzsákat képeznek, ezáltal hozzájárulva a jó talajszerkezet kialakulásához. Emellett az ásványitalaj-lakó fajok a szerves anyagok vertikális mozgásával – a mélyebb rétegekből a felszín felé és vissza – elősegítik a humuszképződést és a tápanyagok visszaforgatását is (Simon et al. 2025).

Szerepük a mikroorganizmusok szaporodásának serkentésében is kiemelkedő: ürülékük és járatrendszerük kedvező élőhelyet nyújt számos gombának és baktériumnak. Különösen jelentős az a képességük, hogy emésztőrendszerükön keresztül úgy juttatják vissza a talajba a lebontó mikroorganizmusokat, hogy azok aktivitása még fokozódhat is – ezáltal hatékony szimbiózis jön létre a talajélet különböző szereplői között.

Mindezek révén a földigiliszták ökoszisztéma-szolgáltatásai túlmutatnak a közvetlen lebontáson: javítják a vízháztartást, növelik a talaj levegőzöttségét, hozzájárulnak a szénmegkötéshez, és elősegítik a növények gyökérfejlődését is. E komplex funkciók miatt joggal nevezhetjük őket a termékeny talaj „mérnökeinek” (ÖMKi, 2021).

### **3.6. Vermikomposztálás és annak kertészeti alkalmazása**

A vermikomposztálás a szerves anyagok lebontásának olyan biológiai módszere, amely a hagyományos komposztálástól abban különbözik, hogy a folyamat zárt rendszerben történik és földigiliszták támogatják a lebontást. A giliszták és a mikroorganizmusok közötti szimbiózis révén az anyag átalakulása gyorsabb és hatékonyabb, a végtermék pedig tápanyagokban gazdagabb, homogénebb és biológiailag aktívabb, mint a hagyományos komposzt (Lim et al., 2014).

A hagyományos, mikrobiális komposztálás során a lebontás főként a mikroorganizmusok hőtermelő aktivitásának köszönhetően, termofil fázisban megy végbe, 45–70 °C hőmérsékleten. A vermikomposztálás ezzel szemben alacsonyabb hőmérsékleten zajlik, mivel a földigiliszták csak 15–30 °C között aktívak. Emiatt a vermikomposztálásban hiányzik a termofil szakasz, a folyamat inkább mezofil jellegű, ami kíméletesebben tartja meg a tápanyagokat és a mikrobiális közösségek sokféleségét. A komposztálásra jellemző kórokozó- és gyommagpusztító hatás itt kisebb, viszont a mikrobiológiai aktivitás és az enzimeképződés sokkal erőteljesebb (Lim et al., 2014; Kardos et al., 2022).

A vermikomposztálás gyorsabb stabilizációt eredményez: a giliszták mechanikai aprítása és emésztése növeli a felületet, így a mikroorganizmusok számára hozzáférhető tápanyagok mennyisége nő. A giliszták bélrendszerében zajló átalakulások során nő a nitrát- és oldható foszfortartalom, miközben a C/N arány 20 alá csökken, ami az érettség jele.

A vermikomposzt finom szemcséjű, morzsalékos szerkezetű, nagy fajlagos felületű anyag, amelynek vízmegtartó képessége és levegőzöttsége kedvezőbb, mint az egyéb komposztálási eljárással készült anyagoké. Tápanyagtartalma is magasabb: a nitrogén-, foszfor-, kálium-, kalcium- és magnézium-koncentráció általában meghaladja a hagyományos komposztét, továbbá több mikroelemet és növekedésszabályozó anyagot (auxinok, gibberellinek, citokininek) tartalmaz. Ez utóbbiak a mikroorganizmusok másodlagos anyagcseréjéből származnak, és a növények fejlődésére közvetlen serkentő hatást gyakorolnak (Lim et al., 2014).

Kertészeti szempontból a vermikomposzt a komposztnál intenzívebb hatású talajjavító. Javítja a talaj szerkezetét, növeli a vízmegtartást és a porozitást, valamint lassan feltáródó tápanyagokat biztosít, így csökkenti a kimosódásból adódó veszteségeket. Míg a hagyományos komposzt elsősorban szervesanyag-visszapótló, a vermikomposzt biológiailag aktív

tápanyagforrás, amely a talaj mikroflóráját, enzimeit és növényélettani folyamatait is befolyásolja. A túlzott adagolás azonban kerülendő, mert magas sótartalma a növények növekedését gátolhatja, ezért a kutatások szerint a legkedvezőbb arány a 20–40% vermikomposzt a termesztőközegben (Lim et al., 2014).

A vermikomposzt tehát nem csupán a hagyományos komposztálás továbbfejlesztett változata, hanem önálló, biológiailag aktív talajjavító rendszer, amely egyszerre szolgálja a szerves hulladék hasznosítását és a talajélet fokozását. Ez a kettős hatás teszi különösen értékesé a kertészeti gyakorlatban, különösen palántanevelésben, konténeres termesztésben és ökológiai gazdálkodásban.

### 3.7. A paprika

*„A magyar nép kedvező egészségügyi helyzetének egyik oka a nagy paprikafogyasztás, mely az egyoldalú táplálkozás (kenyér és szalonna) hátrányait kiküszöböli” (Szent-Györgyi Albert)*

A burgonyavirágúak (Solanales) rendjének burgonyafélék (Solanaceae) családjába tartozó paprika (*Capsicum annuum*) a világ élelmezésében aránylag kis jelentőséggel bír. Magyarországon ezzel szemben az egyik legfontosabb zöldség, amit az évi 200 ezer tonna össztermés is jól mutat.

Meleg- ( $25\pm 7^\circ\text{C}$ ), fény- és tápanyagigényes növény. Termesztésére a mezőségi, közép-kötött talajok a leginkább alkalmasak. Hajtatása és szabadföldi termesztése egyaránt gyakori itthon. Az esetek döntő többségében palántázzák, de a fűszerpaprikát helyre vetve is szaporítják (Balázs, 1994).

Kísérletünkhöz azért választottuk, mert érzékenyen reagál a talaj tápanyagainak nem megfelelő mennyiségére, ezenkívül a termesztésben palántázzák, így a kísérletnek gyakorlati jelentősége is van (Papdi et al., 2024).

### 3.8. Palántanevelés és tápanyagellátás

A palántanevelésnek számtalan előnye közül talán a legfontosabbak, hogy jelentős költségeket takaríthat meg a termesztő számára azzal, hogy a termesztés kezdeti szakaszában kisebb helyet foglalnak el a növények, illetve a koraiság is fokozható vele. A burgonyafélék, a kabakosok és a káposztafélék (az élelmezésben legnagyobb jelentőségű zöldségek) szaporítása szinte minden esetben így történik. Különösen fontos a meleg- és fényigényes fajok, például a paprika, paradicsom, zeller vagy padlizsán esetében, amelyek csírázásához és korai fejlődéséhez a hazai éghajlaton ritkán adóttak a kedvező feltételek.

A palántanevelés nem csupán egyszerű nevelési eljárás, hanem a termesztési lánc „első fejezete”, amely meghatározó lehet a növény későbbi fejlődése, hozama és minősége szempontjából. Ahhoz, hogy egészséges, stressznek és károsítóknak ellenálló, erős és gyorsan növő palántákat tudjunk előállítani, különös figyelmet kell fordítani a vetőmag minőségére, a megfelelő klíma- és fényviszonyok megteremtésére, az egyenletes vízellátásra, valamint olyan közeg biztosítására, aminek tápanyagtartalma és fizikai tulajdonságai megfelelőek a fiatal növény ellátására. A palánták tápanyagutánpótlása különösen fontos és érzékeny feladat, mert a növények korából adódóan a túlzott vagy éppen elégtelen tápelem-ellátás nagyobb arányban okozhat hátrányt. (Balázs, 2000)

A palántanevelés általában fűtetlen fóliasátorban vagy fűtött üvegházban történik. A termesztési környezet megválasztása a növény fajtától, a tervezett kiültetési időponttól és a gazdálkodás intenzitásától függ. A jó minőségű palánta erős, zömök, egészséges gyökérrzel rendelkezik, színe élénk, levelei vastag szövetűek, szártagjai rövidek, és nincsenek rajta tápanyaghiányra vagy kórokozóra utaló jelek.

A palántanevelésben általában kétféle földkeveréket használnak: a szaporítóföldet, amelyben a mag csírázik és a palánta tűzdelésig fejlődik, valamint a tápkockaföldet, amely a tűzdelés után a növény végső közege lesz. A jó minőségű palántaföld laza szerkezetű, jó víz- és levegőgazdálkodású, valamint alacsony sótartalmú. A közeg enyhén savanyú vagy semleges kémhatású (pH 6,5–7,5), mivel a szélsőséges pH értékek gátolják a tápanyagok oldhatóságát és felvételét. A magas humusztartalom elősegíti a kedvező szerkezetet, javítja a víz- és tápanyagmegkötő képességet, valamint fokozza a mikrobiológiai aktivitást. A humusz elsősorban a nitrogénforrás szerepét tölti be, mivel a talajban lévő nitrogén döntő része szerves kötésben található. A palánták érzékenyek a magas sókoncentrációra, ezért csak alacsony sótartalmú közegek alkalmazhatók, hogy elkerüljük a gyökérvárosodást és a növekedés visszamaradását. (Balázs, 2000)

A paprika palántanevelése különösen igényes művelet, mivel a faj meleg- és fényigényes, gyökérfejlődése lassú, és érzékeny a hirtelen hőmérséklet-változásokra. A vetést a kiültetés előtt általában 8–12 héttel végzik, a cél az, hogy a palánta a kiültetés idejére 5–8 leveles, zömök, jól fejlett gyökérrzel rendelkező állapotba kerüljön. A csírázáshoz 25–28 °C hőmérséklet szükséges, a nevelés során nappal 22–25 °C, éjszaka 16–18 °C az optimális. A paprika érzékeny a tápanyaghiányokra: foszforhiány esetén a levelek lilás-vörös árnyalatúvá válnak, nitrogénhiánynál sápadtság és satnyulás figyelhető meg, káliumhiánykor a levélszélek száradnak, vas- vagy mangánhiány esetén klorózis alakul ki (Sipos, 2011). A hideg közeg különösen kedvezőtlen, mivel jelentősen csökkenti a foszfor- és vasfelvételt, ezért a nevelés során az optimális közeg-

hőmérséklet fenntartása elengedhetetlen. A palánták fejlődése alatt a vízellátásnak is egyenletesnek kell lennie: a túllöntözés levegőtleniséget, a vízhiány pedig gyors hervadást és tápanyag-transzportzavart okozhat. (Balázs, 2000; Szalayné, 2004)

### **3.9. Összefoglalás és a kutatás helye a szakirodalomban**

A szakirodalmi áttekintés alapján egyértelműen látható, hogy a talaj biológiai aktivitása, a mikroorganizmusok és a talajfauna — különösen a földigiliszták — szerepe a szerves anyagok lebontásában és a talajszerkezet kialakításában jól kutatott és széles körben dokumentált. A giliszták ökológiai jelentőségét, komposztálásban, talajjavításban betöltött szerepüket és a vermikomposztálás hatásait részletesen vizsgálták. Ugyanakkor a talaj makrofaunájának más tagjai, köztük az ászkarákok, jóval kevesebb figyelmet kaptak a tudományos vizsgálatok során, annak ellenére, hogy lebontó tevékenységük és a mikroorganizmusokkal való szoros kapcsolatuk alapján szerepük a talaj biológiai folyamataiban bizonyos. Különösen kevés adat áll rendelkezésre arról, hogy az ászkarákok és a giliszták együtt milyen szinergikus hatást fejthetnek ki a szerves anyagok lebontásában és a komposzt tápanyagértékének alakulásában.

A hazai szakirodalomban az ászkarákkal kapcsolatos vizsgálatok túlnyomórészt zoológiai, ökológiai jellegűek, a kertészeti hasznosításuk lehetősége – például komposztálásban, talajjavításban vagy palántanevelésben – eddig nagyrészt feltáratlan terület. Pedig lebontó és talajlazító tevékenységük, valamint mikrobiális aktivitást fokozó szerepük alapján feltételezhető, hogy hozzájárulnak a növények tápanyagellátásának javításához és a fenntartható termesztési rendszerek fejlesztéséhez.

Jelen kutatás ennek a tudáshiánynak a csökkentéséhez kíván hozzájárulni azáltal, hogy az ászkarákok és földigiliszták közös komposztálási hatásait vizsgálja, különös tekintettel a keletkezett komposzt kertészeti felhasználhatóságára palántanevelési közegként. A kutatás tehát egy kevésbé feltárt, de nagy gyakorlati jelentőségű területet vizsgál, amely hozzájárulhat a körforgásos gazdálkodás, a komposztalapú tápanyag-utánpótlás és a fenntartható kertészeti technológiák fejlesztéséhez.

## **4. Anyag és módszer**

### **4.1. A kísérlet célja**

A kísérlet célja a különböző állati segítséggel előállított vermikomposztok palántanevelésre gyakorolt hatásának vizsgálata volt. Ebben az esetben a giliszták és ászkarákok által létrehozott anyagot adtuk paprika palántáknak, tőzegbe keverve, különböző hígításokban. A kísérletet szaktársammal és barátommal, Kristóf Katával együttműködve végeztem, aki a párhuzamos kezelések másik feléért volt felelős. A komposztálási és palántanevelési vizsgálatok során az adatgyűjtés és kiértékelés részben közös módszertan alapján történt, az eredmények pedig megosztásra kerültek a két dolgozat között.

### **4.2. A kísérlet helyszíne és időtartama.**

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusán zajló, közel egyéves kutatás három, egymástól jól elkülönülő szakaszból állt. A komposztálás, mint első szakasz, amit az Agrárkörnyezettani Tanszéken végeztünk, 2024. december 5-én kezdődött, és 2025 június 5-ig tartott. A második szakaszban történt a palánták nevelése, ami június 10-én kezdődött a paprika magok előnevelése után, és július 25-ig tartott a Kertészettudományi Intézet Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékének üvegházában. Végül a talajmintákon az Agrárkörnyezettani Tanszéken végeztünk laborvizsgálatokat, amik október 16-án értek véget.

### **4.3. A komposztálás**

A komposztok előállítása a kísérletemhez négy darab, 30 cm × 30 cm × 50 cm-es, műanyag dobozban történt. A dobozok a megfelelő oxigén-ellátottság érdekében szellőzőnyílásokkal, az állatok zavartalan tevékenységének érdekében pedig takarással voltak ellátva. Az összeállítás során figyelembe vettük a giliszták és ászkarákok környezeti tényezőkkel szemben támasztott igényeit.

A dobozok aljára körülbelül 15 cm vastagon került szubsztrát/közeg, aminek összetétele a következő:

- Tőzeg, 4 liter: vegyszermentes, szélmezői, natúr tőzeg; pH:6,4+-0,5; TekLand (Talajerőgazdálkodási Kft., Magyarország)
- Kerti talaj, 2 liter: a Soroksági Kísérleti Üzem és Tangazdaság Ökológiai Gazdálkodás Ágazatából származó, alacsony szervesanyag-tartalmú, meszes, homokos talaj

- Komposzt, 1 liter: a Budai Arborétum komposztálójából, a mikrobiális élet elindítását segítő. A benne lévő, sok, még elbomlatlan növényi maradvány miatt nagyobb lyukbőségű szitán átszitáltuk.
- Durva, szerves törmelék, 1 liter: a komposzt szitálása után visszamaradt anyag egy része további táplálékként visszakerült.
- Avar, 0,5 liter: a Budai Arborétumból kemény- és puhafák ősszel lehullott levelei.
- Ászkák által használt talaj, 15 gramm: ászkarák-tenyésztet talaja.
- Fakéreg, 150 gramm: nagyrészt nyárfakéreg, amit a közeg felszínére helyezve az ászkák számára búvóhelyül szolgált.
- Korhadó fadarabok, 130 gramm: a Budai Arborétum komposztálójából származó, főként fehérkorhadó fa.

Az így elkészített komposztálókba a következők szerint kerültek az állatok (a fejlécen írt rövidítések a dobozok tartalma szerint különbözteti meg azokat. Jelentésük balról jobbra: kontroll, kizárólag ászkákat tartalmazó, ászkát és gilisztát is tartalmazó, dupla annyi állatot tartalmazó, mint a GÁ doboz):

2. táblázat: fajok összetétele a kísérlet kezdetekor

	K (g)	Á (g)	GÁ (g)	GÁD (g)
<i>Eisenia fetida</i> , <i>Eisenia andrei</i>	0	0	20	40
<i>Armadillidium vulgare</i>	0	0,97	0,49	0,97
<i>Armadillidium nasatum</i>	0	1,25	0,63	1,25
<i>Porcellio scaber</i>	0	1,15	0,58	1,15
<i>Cylistricus convexus</i>	0	0,88	0,44	0,88
<i>Porcellionides pruinosus</i>	0	0,15	0,08	0,15
<i>Proporcellio vulcanius</i>	0	0,25	0,13	0,25
<b>Összes giliszta</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>40</b>
<b>Összes ászka</b>	<b>0</b>	<b>4,65</b>	<b>2,35</b>	<b>4,65</b>

A giliszták a Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet Agroökológiai és Ökológiai Gazdálkodási Tanszékéről érkeztek a kísérlethez, az ászkarákok a MATE Szent István Campusáról. Utóbbiak fajainak ellenőrzését határozókulccsal végeztem (Farkas és Vilisics, 2013).

A következő hónapokban gyakori ellenőrzés és gondoskodás mellett folyt a lebontás. Heti rendszerességgel került konyhai hulladék (zöldség és gyümölcs maradékok) a komposztálóba, illetve szükség esetén a közegeket nedvesítettük, az avart pótoltuk. A hulladékok kezdeti, lassú feldolgozását követően látványosan serkent annak üteme.

A komposztáló dobozok fél évvel összeállításuk után felszámolásra kerültek, az állatok, illetve a megmaradt növényi maradványok eltávolításával kaptuk meg a komposztálás végtermékét.

Ekkor a toxikus anyagok jelenlétének megállapítására zsázsatesztet végeztünk, amelynek menetét praktikus okokból a laborvizsgálatokat leíró részben taglalom.

#### **4.4. A palántanevelés**

A palántanevelés az elkészült komposzt különböző mértékben tőzeggel elegyített keverékein, 6 cm × 6 cm-es, műanyag cserepekben történt.

A keverési arányok a következők voltak:

5% komposzt – 95% tőzeg

10% komposzt – 90% tőzeg

20% komposzt – 80% tőzeg

50% komposzt – 50% tőzeg

Tesztnövényként a talaj tápanyagaira való érzékenysége miatt paprikát alkalmaztunk, annak Tizenegyes fajtáját. Ez egy magyar nemesítésű, determinált növekedésű, tölteni való fajta, a nagyüzemi termesztés fővonalából mára a modern fajták kiszorították, de kisebb gazdaságokban, házikertekben továbbra is gyakran használják. A magok vetése tőzegbe történt, amit követően a magoncok június 10-én az előkészített palántanevelő közegekbe kerültek.

Minden kezelésből öt ismétlést végeztünk, így a minták végső száma 4 (komposztok száma) × 4 (keverési arányok száma) × 5 (ismétlések száma) = 80 lett.

A következő másfél hónapban a palántákról való rendszeres gondoskodás mellett hetente mértük a növények magasságát a növekedés ütemének megállapítása érdekében. Az üvegházi környezet, a nyári napsütés, a megfelelő vízellátás és dús talaj miatt egészséges és gyors fejlődés volt jellemző a növényekre, viszont az utolsó hetekben enyhe levéltetű fertőzés jelent meg.

A palántanevelés végeztével, július 25-én az állomány felszámolásra került. Ekkor a növények föld feletti magasságát, szárvastagságát, gyökér- és zöldtömegét mértük, ezen adatokkal számszerűsítve a paprikák fejlettségét.

## 4.5. Laborvizsgálatok

A komposztok elkészültekor zsázsatesztet végeztünk annak eldöntésére, hogy a komposztok milyen bekeverési arányban a legideálisabbak a kísérleti beállításban. Később, a palánták felnevelése után a közegek kémhatását, fajlagos elektromos vezetőképességét, víztartalmát, labilis széntartalmát, mikrobiális aktivitását, illetve növényi tápanyagok közül nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmát megállapító vizsgálatokat folytattunk.

### 4.5.1. Zsázsateszt

A komposztok fitotoxicitásának vizsgálatára zsázsatesztet (*Lepidium sativum* L.) végeztünk a frissen kitermelt komposztminták felhasználásával. A vizsgálat célja a komposztok növényfejlődésre gyakorolt közvetlen hatásának értékelése volt.

Minden kezelést négyszeres ismétlésben végeztünk. A vizsgálatához 15 gramm friss komposztmintát mértünk ki steril, 9 cm átmérőjű Petri-csészékbe, majd a mintákat desztillált vízzel megnedvesítettük a megfelelő víztelítettség eléréséig. A talajfelszínre 16 db zsázsamagot vetettünk egyenletes elosztásban. A csészéket laboratóriumi körülmények között, szobahőmérsékleten és természetes megvilágítás mellett tartottuk.

A csírázást és a növénykékek fejlődését 7 nap elteltével értékeltük: feljegyeztük a kicsírázott magvak számát, valamint a hajtások és gyökerek hosszát milliméterben. Az eredmények alapján kiszámítottuk a csírázási százalékot és a növekedési arányt, amelyek a komposztok fitotoxicitásának jellemzésére szolgáltak.

### 4.5.2. Talajok kémhatásának meghatározása

A minták kémhatását üvegelektrodos Adwa AD12 típusú pH-mérővel határoztuk meg.

A vizsgálat menete a következő volt:

- 5 g légszáraz talajmintát mértünk be főzőpohárba.
- A mintához 12,5 cm<sup>3</sup> desztillált vizet adtunk, majd 30 percig állni hagytuk
- Az ülepedés után a felülúszó oldat pH-értékét üvegelektrodos pH-mérővel mértük meg szobahőmérsékleten.

### 4.5.3. Fajlagos vezetőképesség meghatározása

A minták sótartalmának jellemzésére a fajlagos elektromos vezetőképességet (EC) ADWA AD 32 típusú digitális műszerrel határoztuk meg.

A vizsgálat menete:

- 10 g légszáraz talajmintát mértünk be rázóedénybe.
- A mintához 50 cm<sup>3</sup> desztillált vizet adtunk, majd alaposan összeráztuk.
- Az elegyet 1 órán keresztül rázógépből tartottuk, ezután redős szűrőpapírral szűrtük.
- A szűrlet fajlagos elektromos vezetőképességét vezetőképesség-mérő műszerrel mértük meg 20 °C-on.

Az eredmények alapján a talajoldat összes sótartalma is kiszámítható az alábbi összefüggés segítségével:

1 mS/cm = 640 mg/dm<sup>3</sup> összes sótartalom.

#### 4.5.4. Gravimetrikus víztartalom meghatározása

A minták víztartalmának mérése egyéb számításokhoz volt elengedhetetlen.

A vizsgálat menete:

- Fedővel együtt előzetesen lemért edényekbe 100-100 g mintát mértünk ki. A fedők nem kerültek vissza azokra.
- A nyitott edényeket 105 °C-ra beállított szárítószekrényben szárítottuk állandó tömeg eléréséig.
- A lehűtött, lezárt edényeket ismét lemértük, és a víztartalmat a tömegváltozás alapján számítottuk ki az alábbi képlettel:

$$\theta = \frac{(\text{g nedves talaj}) - (\text{g száraz talaj})}{(\text{g száraz talaj})}$$

ahol  $\theta$  a gravimetrikus víztartalom, mint g H<sub>2</sub>O/g száraz talaj.

#### 4.5.5. Talaj labilis széntartalmának meghatározása

A talaj aktív, könnyen oxidálható szénfrakciójának meghatározását 0,02 M kálium-permanganát (KMnO<sub>4</sub>) oldattal végeztük.

A vizsgálat menete:

- 1 g légszáraz talajmintát mértünk ki (2 mm-es szitán átszitálva).
- A mintához 10 ml 0,02 M KMnO<sub>4</sub>-oldatot adtunk.

- A mintákat 2 percig ráztuk, majd 5 percig ülepedni hagytuk.
- A felülúszóból 200 µl-t vettünk ki, amelyet 10 ml desztillált vízzel hígítottunk.
- Az oldatok abszorbanciáját 565 nm hullámhosszon mértük spektrofotométeren.
- A kapott abszorbanciaértékek alapján a labilis széntartalmat az alábbi képlettel számítottuk:

$$\text{Aktív C} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right] = \text{Labilis C} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right] = (0,02 - X) \times 9000 \times 10$$

ahol

X = a standard sorból kapott mol/L C-érték,

0,02 = a kiinduló KMnO<sub>4</sub>-koncentráció (mol/L).

A labilis széntartalom arányos a permanganát-oldat színvesztésével, vagyis a fogyott oxidálószer mennyiségével.

#### 4.5.6. Enzimaktivitás mérése FDA enzimmel

A pontosabb eredmény érdekében talaj mikrobiális aktivitását kétféle módszerrel határoztuk meg: fluoreszcein-diacetát (FDA) hidrolízisén alapuló, illetve dehidrogenáz-enzim működésén alapuló eljárással. Elsőként az FDA módszert mutatom be.

Az enzimaktivitás mértéke a fluoreszcein felszabadulásával arányos, amelyet spektrofotométerrel mérünk.

A vizsgálat menete:

- Minden mintához 1 g nedves talajt mértünk kis üvegcsékbe.
- Hozzáadtunk 7,5 ml foszfátpuffert (1 l desztillált víz + 1,3 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + 8,7 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>).
- Az üvegcséket 30 °C-on, fél órán át rázógépből inkubáltuk.
- Ezt követően minden mintához 180 µl FDA-oldatot adtunk (a kontrollhoz nem került FDA).
- Az üvegeket további 1–2 órán keresztül ráztuk 30 °C-on.
- Ezután minden mintából 700 µl szuszpenziót pipettáztunk 700 µl acetonhoz Eppendorf-csővekbe.
- A mintákat 2000 rpm-en, 2 percig centrifugáltuk.
- A felülúszó abszorbanciáját 490 nm-en mértük spektrofotométeren.

Számítás:

A nettó abszorbancia kiszámítása:

$$ABS_{\text{net}} = \frac{A_{\text{ABS}} + B_{\text{ABS}}}{2} - 0_{\text{ABS}} - S_{\text{ABS,átlag}}$$

A fluoreszcein mennyiségének meghatározása:

$$\text{Fluoreszcein } (\mu\text{g})/\text{dwt (g)} = \frac{\text{Fluoreszcein } (\mu\text{g/ml}) \times 30}{1 \times \text{szna}}$$

ahol

- Fluoreszcein ( $\mu\text{g/ml}$ ) = a kalibrációs görbe szerinti érték (0,6595),
- 30 = az alkalmazott oldat térfogata (15 ml puffer + 15 ml acetone),
- szna = a talaj száraz/nedves aránya.

A mikrobiális aktivitás mértékét a fluoreszcein mennyiségében fejeztük ki ( $\mu\text{g}$  fluoreszcein/g száraz talaj).

#### 4.5.7. Enzimaktivitás mérése dehidrogenáz enzimmel

A talaj mikrobiális aktivitását a dehidrogenáz-enzimek működésén alapuló módszerrel is meghatároztuk, a Thalmann (1968) által kidolgozott, Veres et al. (2013) által módosított TTC-módszer szerint. A módszer lényege, hogy a talajban lévő aktív mikroorganizmusok a trifenil-tetrazólium-kloridot (TTC) redukálják trifenil-formazánná (TPF), amelynek mennyisége spektrofotometriásan mérhető.

A vizsgálat menete:

- A vizsgálatot szórt fény mellett végeztük, mivel a TTC és TPF fényérzékeny anyagok.
- Minden mintához 1 g nedves talajt mértünk ki kémcsövekbe.
- Hozzáadtunk 1 ml TTC-oldatot, majd vortexeltük a mintákat.
- A kémcsöveket lezárva 30 °C-on, 24 órán át inkubáltuk.
- A kontrollmintákba TTC helyett 1 ml Tris–HCl puffert adtunk.

- Az inkubáció után minden mintához 4 ml metanolt adtunk, majd 2 órán át szobahőmérsékleten, sötétben tartottuk, időnként összerázva.
- A szuszpenziót (kb. 6 ml) leszűrtük, és a tisztított felülúszót 546 nm hullámhosszon mértük spektrofotométeren.

Számítás:

A TPF-koncentrációkat a kalibrációs görbe alapján, a kontrollhoz igazítva határoztuk meg.

A dehidrogenáz-aktivitást a következő képlettel számítottuk:

Dehidrogenáz aktivitás ( $\mu\text{g TPF/g száraz talaj}$ ) =  $\text{TPF } (\mu\text{g/ml}) \times V / (\text{dwt} \times m)$

$$\text{Dehidrogenáz aktivitás } \left( \mu\text{g} \frac{\text{TPF}}{\text{g száraz talaj}} \right) = \text{TPF } \left( \mu \frac{\text{g}}{\text{ml}} \right) \times \frac{V}{\text{dwt}} \times m$$

ahol

- TPF ( $\mu\text{g/ml}$ ) = a mért TPF-koncentráció,
- V = a vizsgálat során a talajhoz adott oldat térfogata,
- dwt = 1 g nedves talaj száraz tömege,
- m = a kimért nedves talaj tömege (g).

#### 4.5.8. Talaj tápanyag vizsgálat (NPK)

A talaj ammónium- ( $\text{NH}_4^+$ ) és nitrát-nitrogén ( $\text{NO}_3^-$ ) tartalmát 1 M KCl-oldatos extrakcióval határoztuk meg.

A vizsgálat menete:

- 40 g légszáraz talajmintát mértünk be.
- A mintához 100 ml 1 M KCl-oldatot adtunk.
- Az elegyet 1 órán keresztül rázógépből rázattuk, majd leszűrtük és a szűrletet további feldolgozásig tároltuk.

Az ammónium- és nitrát-tartalom meghatározása a KCl-es kivonatból kolorimetriás módszerrel történt, Visocolor ECO nitrát és ammónium gyorsteszték (Aktivit Kft.) felhasználásával.

A talaj foszfor- (P) és káliumtartalmát (K) AL-oldatos extrakcióval határoztuk meg. Az AL-oldat (ammónium-laktát–ecetsav oldat, pH = 3,75) a talaj tápanyag-szolgáltató képességének jellemzésére szolgál.

A vizsgálat menete:

- 5 g légszáraz talajmintát mértünk be.
- A mintához 100 ml AL-oldatot adtunk.
- Az elegyet 1 órán keresztül rázógépből ráztuk, majd a mintákat leszűrtük és a szűrletet tároltuk további feldolgozásig.

A káliumtartalom meghatározása lángfotometriás módszerrel történt közvetlenül a szűrletből.

A foszfortartalom meghatározásához a szűrletből 10 ml-t vettünk ki, majd hozzáadtunk 15 ml kénsavas ammónium-molibdenát és 1 ml aszkorbinsavas ón(II)-klorid oldatot. A keveréket 10–15 percig állni hagytuk, majd 438 nm hullámhosszon mértük az abszorbanciát spektrofotométeren.

A koncentrációkat a standard sor alapján, ennek egyenlete a következő:

$$y = 0,0076x^2 - 1,2169x + 82,36$$

ahol

x = a mért abszorbancia érték,

y = a foszfor koncentrációja (mg/L).

Az így kapott eredmények alapján meghatározható a talaj foszfor- és káliumtartalma, amelyek a tápanyag-ellátottság jellemzésére szolgálnak.

## 5. Eredmények, következtetések

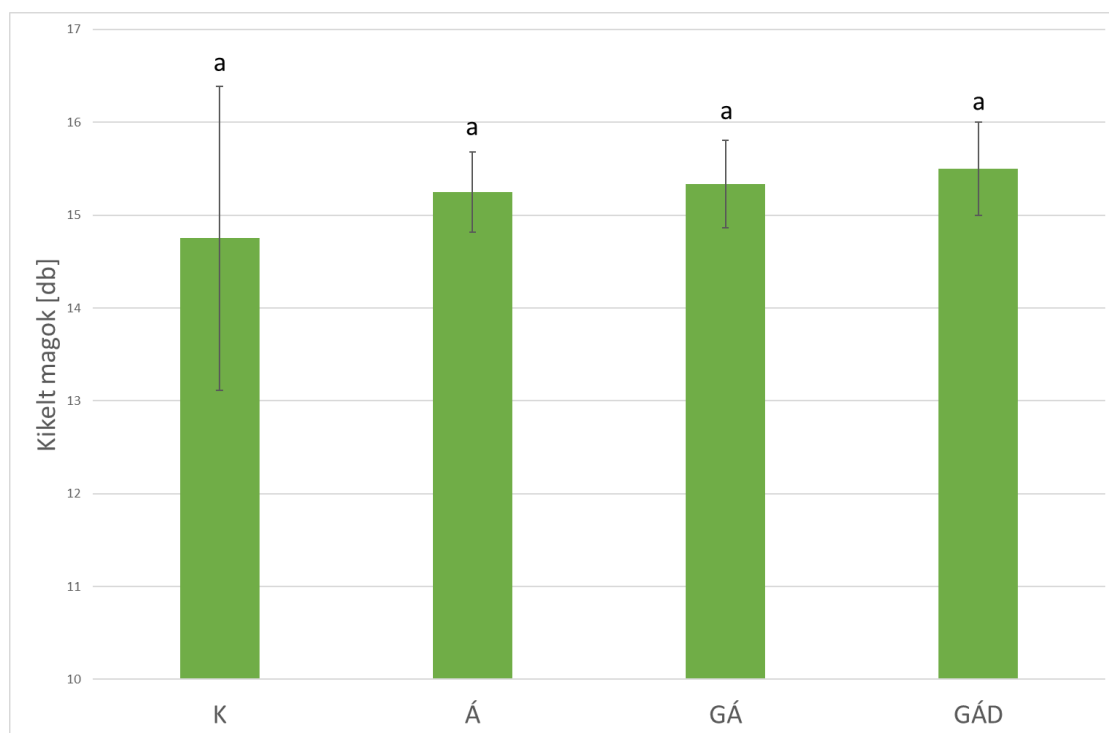
Az eredmények bemutatásakor a közegek jelölésére a következő rövidítéseket alkalmaztam:

- K – kontroll, csak mikrobiális lebontáson átesett komposzt
- Á – ászkakomposzt
- GÁ – giliszta- és ászkakomposzt
- GÁD – giliszta- és ászkakomposzt, ahol az állatok kétszer akkora tömegben kerültek betelepítésre, mint a GÁ komposztálóban

Az ezek után látható számok a palántanevelésben használt hígításokat jelölik, ahol a szám, a közeg százalékban kifejezett komposzt-tartalmát jelöli.

### 5.1. Zsázsateszt eredményei

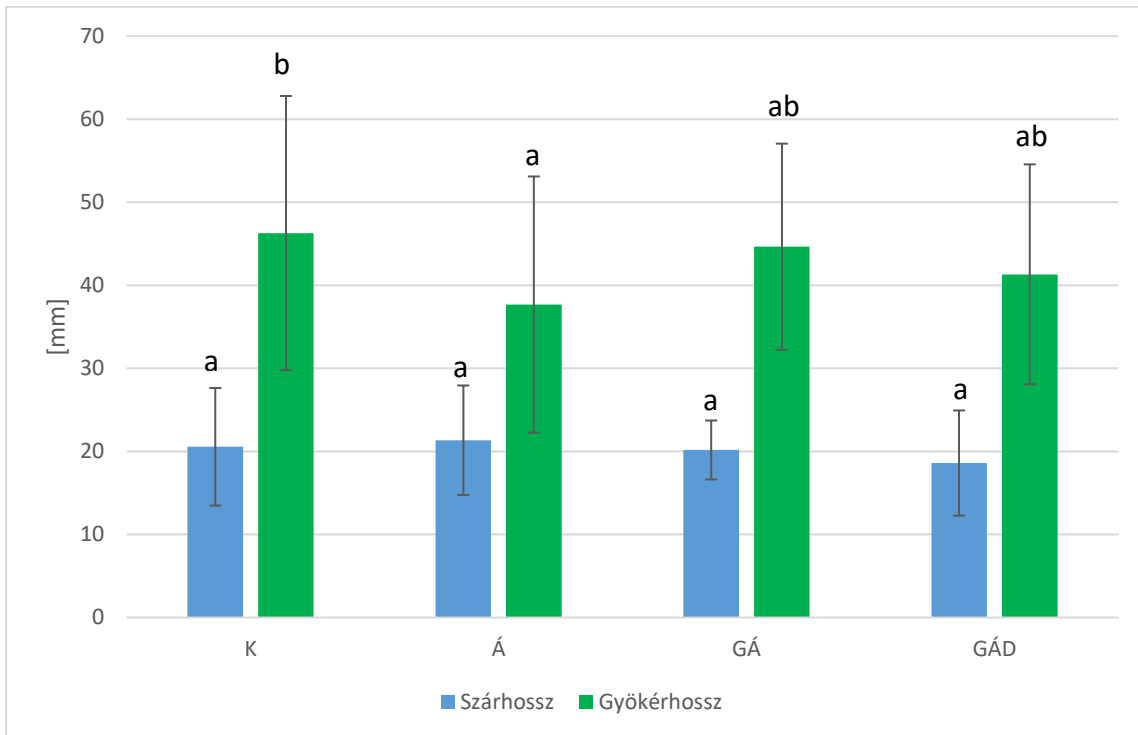
#### 5.1.1. Csírázás



2. ábra: Zsázsateszt során kicsírázott magok száma (átlag és szórás)

A csírázási arányban nem volt kimutatható szignifikáns különbség a kezelések között. A magok közel 100%-a minden közegben kicsírázott, ami arra utal, hogy a komposztok nem tartalmaztak fitotoxikus anyagokat.

### 5.1.2. Szár- és gyökérnövekedés

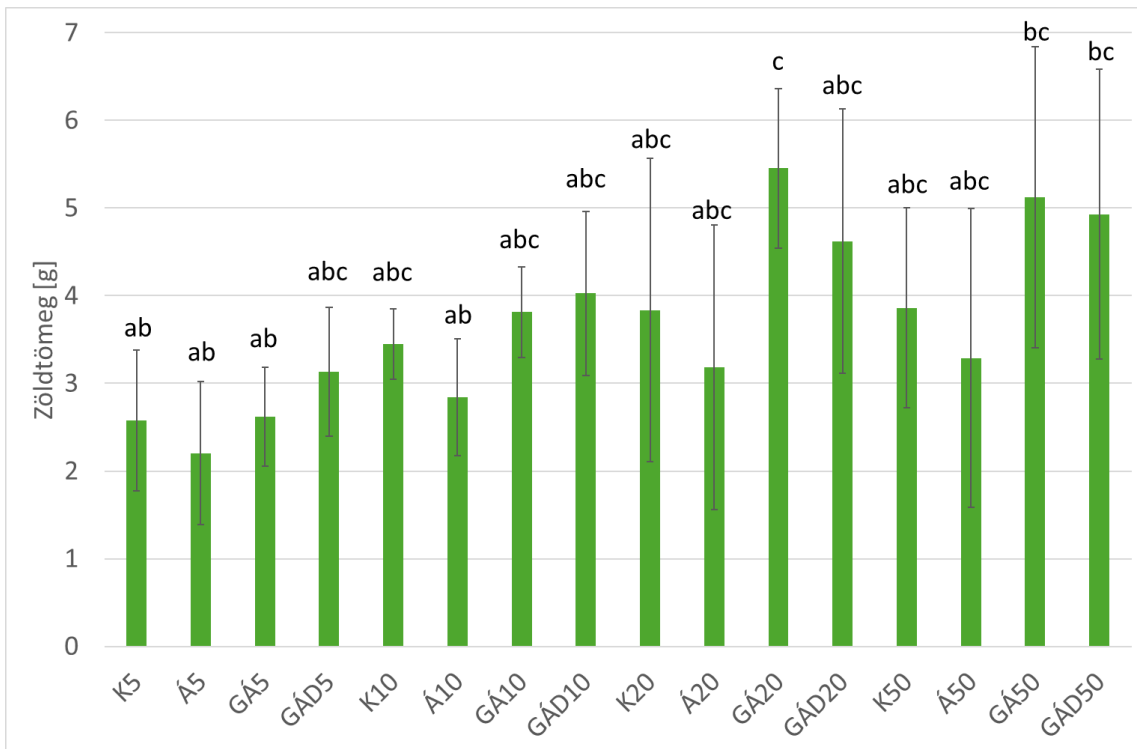


3. ábra: Zsázsatesszt növényeinek szár- és gyökérhossza (átlag és szórás)

A szárhossz értékek között nem volt jelentős eltérés, viszont a gyökérhossz esetében kimutatható különbség mutatkozott. A kontroll közegen hosszabb, míg az Á jelű komposzton rövidebb gyökeret fejlesztettek a fiatal, szikleveles korú növények. Ez arra utal, hogy az ászkával kezelt komposzt kevésbé kedvez a gyökérnövekedésnek.

## 5.2. Paprika palánták méréseinek eredményei

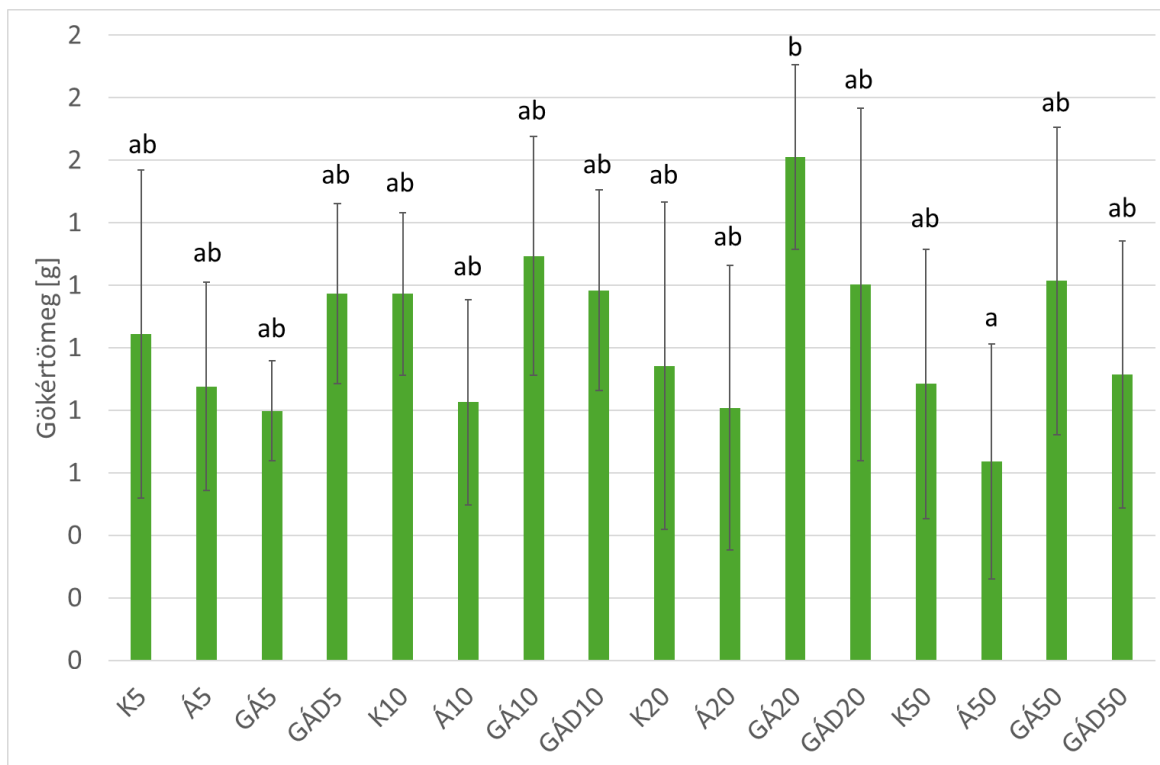
### 5.2.1. Zöldtömeg



4. ábra: paprika palánták zöldtömege (átlag és szórás)

A zöldtömeg tekintetében a különböző komposztkeverékek eltérő hatást mutattak. A legmagasabb értéket a GÁ20 kezelésnél mértük, amely szignifikánsan meghaladta a többi mintát. A GÁD50 és GÁ50 kezelések szintén magasabb átlagos zöldtömeget eredményeztek. A legalacsonyabb értékek az alacsony ászkakomposzt-arányú (Á5) mintánál jelentkeztek. Összességében elmondható, hogy a giliszta- és ászkakomposztot nagyobb arányban tartalmazó közegek kedvezően befolyásolták a paprika palánták vegetatív növekedését.

### 5.2.2. Gyökértömeg



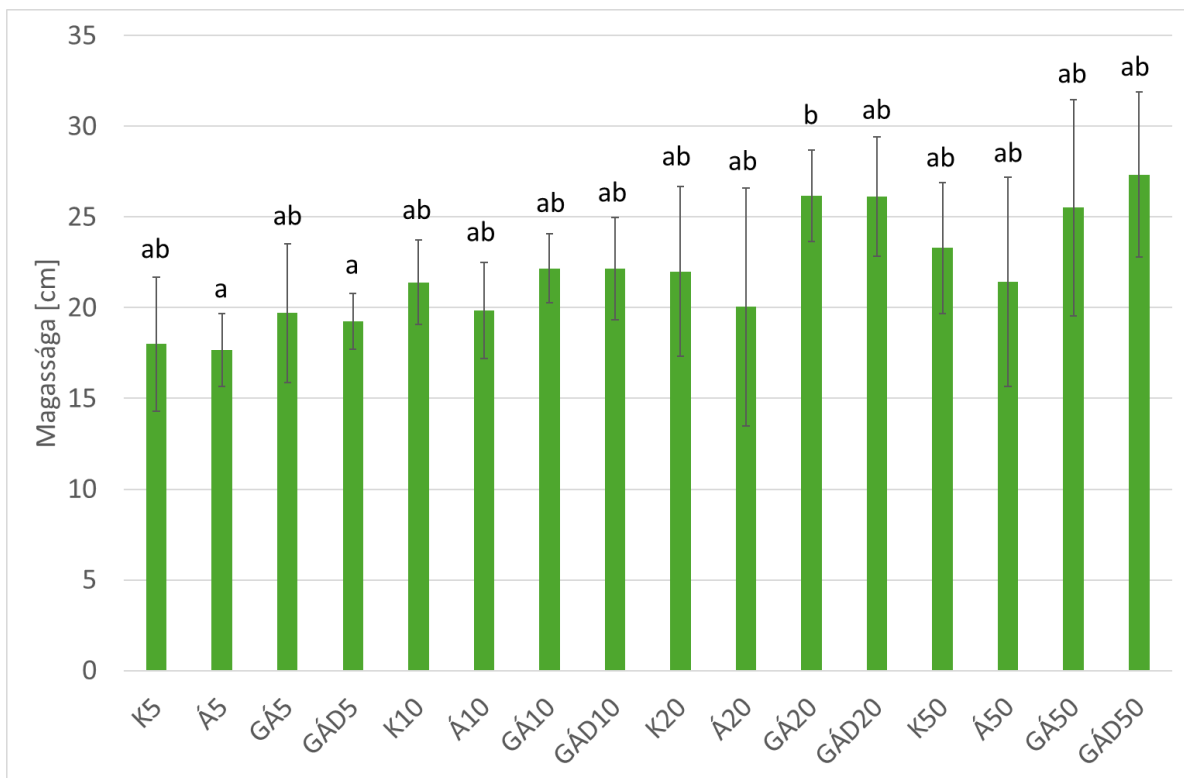
5. ábra: paprika palánták gyökértömege (átlag és szórás)

A gyökértömeg eredményei hasonló tendenciát mutattak, mint a zöldtömegé. A legnagyobb gyökértömeg a GÁ20 kezelés esetében volt megfigyelhető, amely szignifikánsan eltért a kontrolltól. Ez arra utal, hogy a giliszták és ászkák által előállított komposzt optimális arányú alkalmazása elősegíti a gyökérszét fejlődését. Az ászkakomposzton nevelt növényekről általánosan elmondható, hogy gyökértömegük kisebb, mint a többié. Ez hasonlóságot mutat a zsázsateszt során mért gyökérhosszokkal.

### 5.2.3. Szárátmérő

A szárátmérő esetében nem mutatkozott szignifikáns különbség a kezelések között, aminek oka az lehet, hogy e paraméternek alakulására inkább a talajon kívüli környezeti tényezők (fény intenzitása, minősége, szél, mechanikai hatások) hatnak, amik a palántanevelés módjából adódóan azonosak voltak minden növénynél.

#### 5.2.4. Növények magassága



6. ábra: paprika palánták magassága

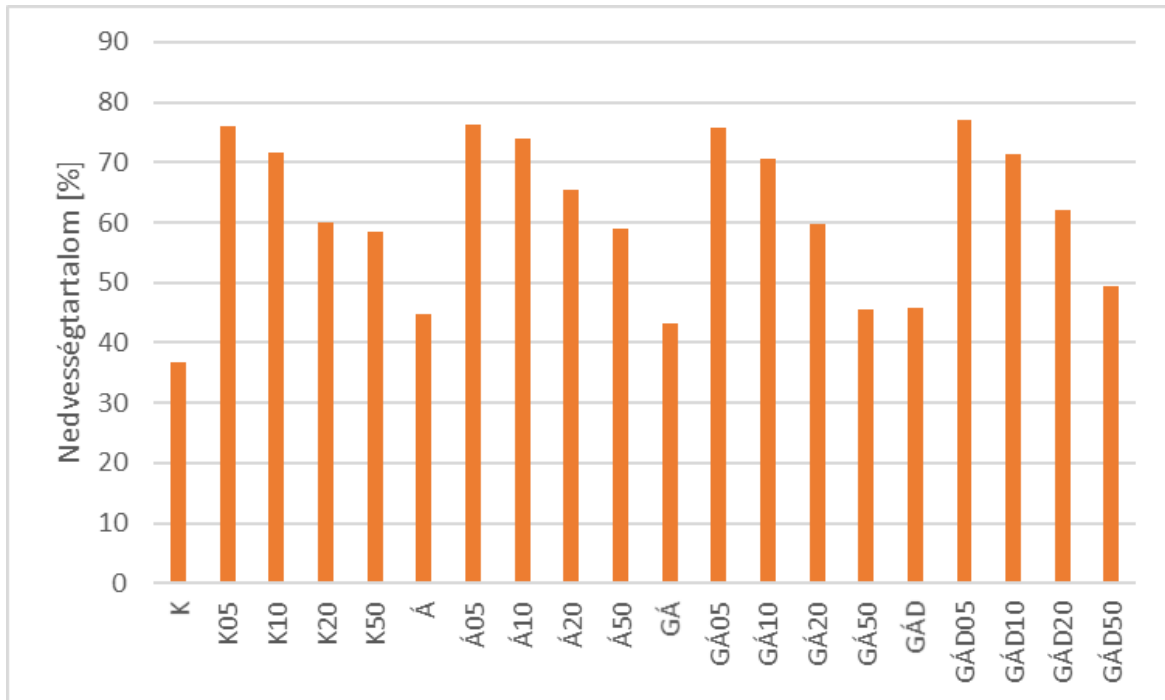
A növénymagasság tekintetében ismét a GÁ20 kezelés értékei emelkedtek ki szignifikánsan, míg az Á5 és GÁD5 kezelések alacsonyabb értéket mutattak.

A palánták mérésének eredményei alapján elmondható, hogy a 20 és 50%-os komposztarányú keverékek jobb eredményeket adtak, mint az 5 és 10%-os változatok. Továbbá, a GÁ és GÁD kezelések általában eredményesebbek voltak, kifejezetten a magas komposztarány mellett. A legjobb eredményt a GÁ20 kezelés nyújtotta, amely a zöldtömeg, a gyökértömeg és a növénymagasság tekintetében is kiemelkedett.

Nem várt eredmény volt, hogy az ászkakomposzton nevelt palánták szinte minden vizsgált paraméterben gyengébben teljesítettek, mint akár a kontrollkezelés növényei.

## 5.3. Talajvizsgálatok eredményei

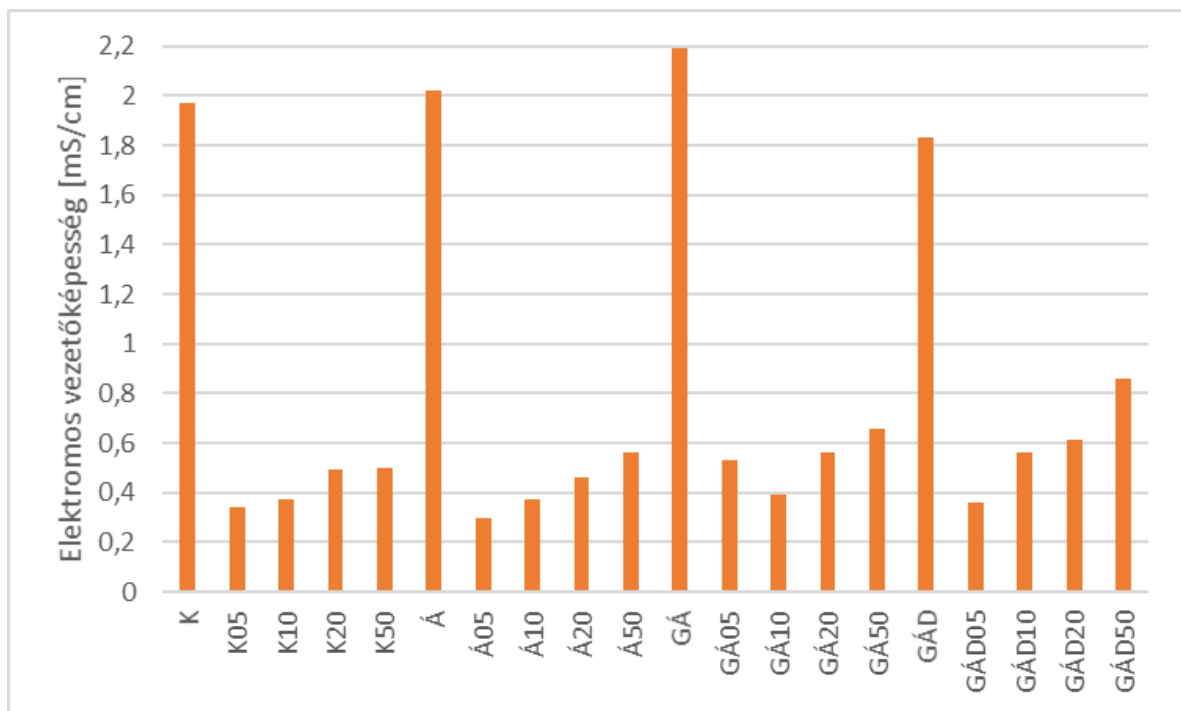
### 5.3.1. Nedvességtartalom



7. ábra: a közegek nedvességtartalma

Az azonos hígítású csoportok nagyon hasonló értékeket mutatnak. Ennek oka feltételezhetően az, hogy az egyes komposztok nedvtartó képessége hasonló, és a felhasznált tőzeg minden kezelésnél ugyanaz. Így azonos arányú keverés és öntözés mellett a nedvességtartalom is hasonlóan alakult. A tőzeg jelentős vízmegtartó képességgel bír, ezért ahol nagyobb arányban volt jelen, ott a közeg víztartalma is magasabb volt.

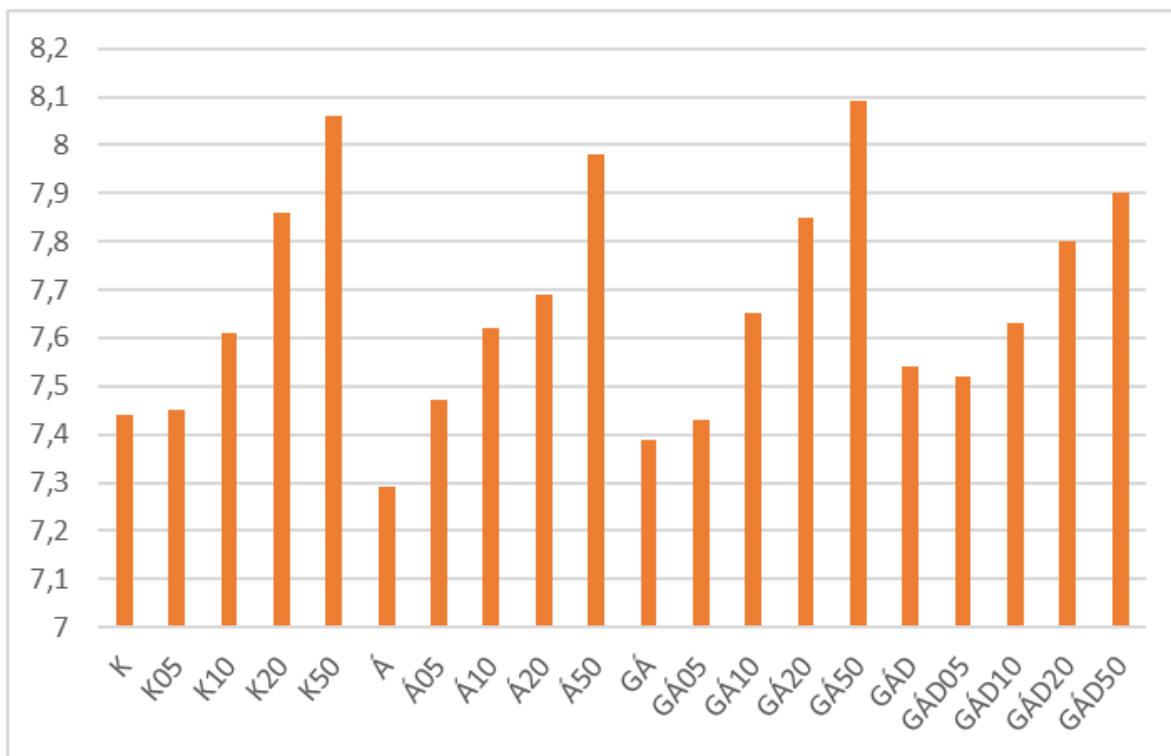
### 5.3.2. Elektromos vezetőképesség



8. ábra: a közegek elektromos konduktivitása

Az elektromos vezetőképesség (EC) értékei között a GÁ kompozst mutatta a legmagasabb (2,2 mS/cm) eredményt, de a többi kompozst sótartalma sem volt számottevően alacsonyabb. Ezek az értékek még nem gátolják a legtöbb mezőgazdasági növény fejlődését, ráadásul a hígítás után minden keverék a „nem sós” kategóriába került (Stefanovits et al., 1999). A keverékek értékei a palántanevelés előtt feltételezhetően magasabbak voltak, de a növények tápanyagfelvevő tevékenységének hatására ez minden közeg esetében 1 mS/cm alá süllyedt.

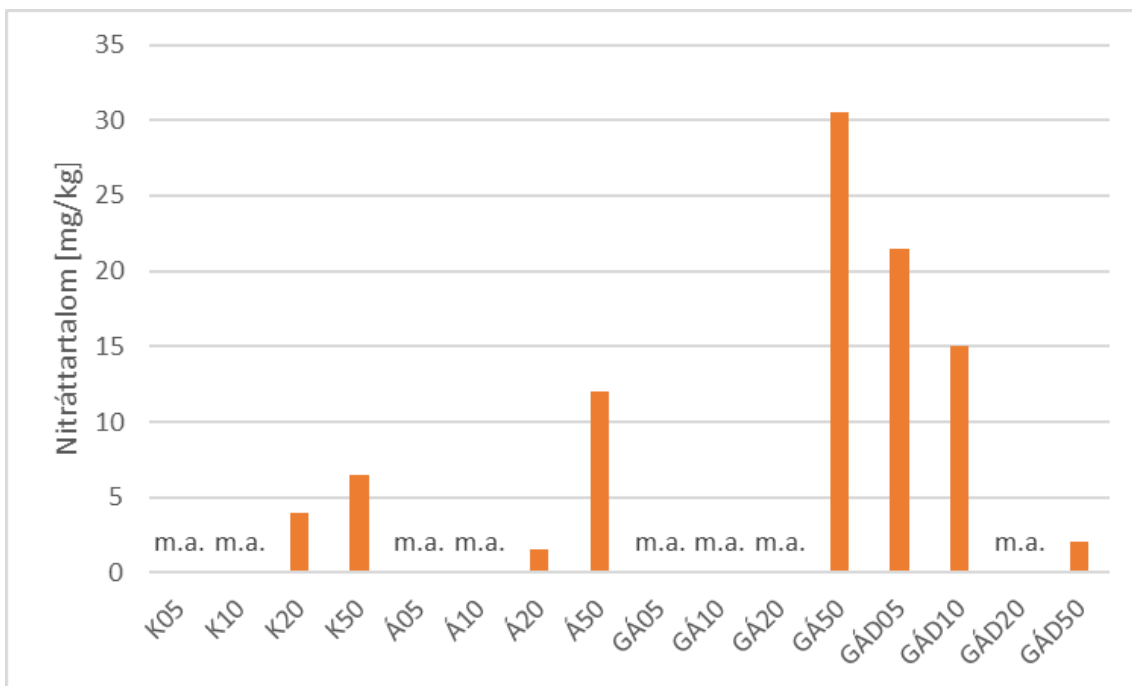
### 5.3.3. Kémhatás



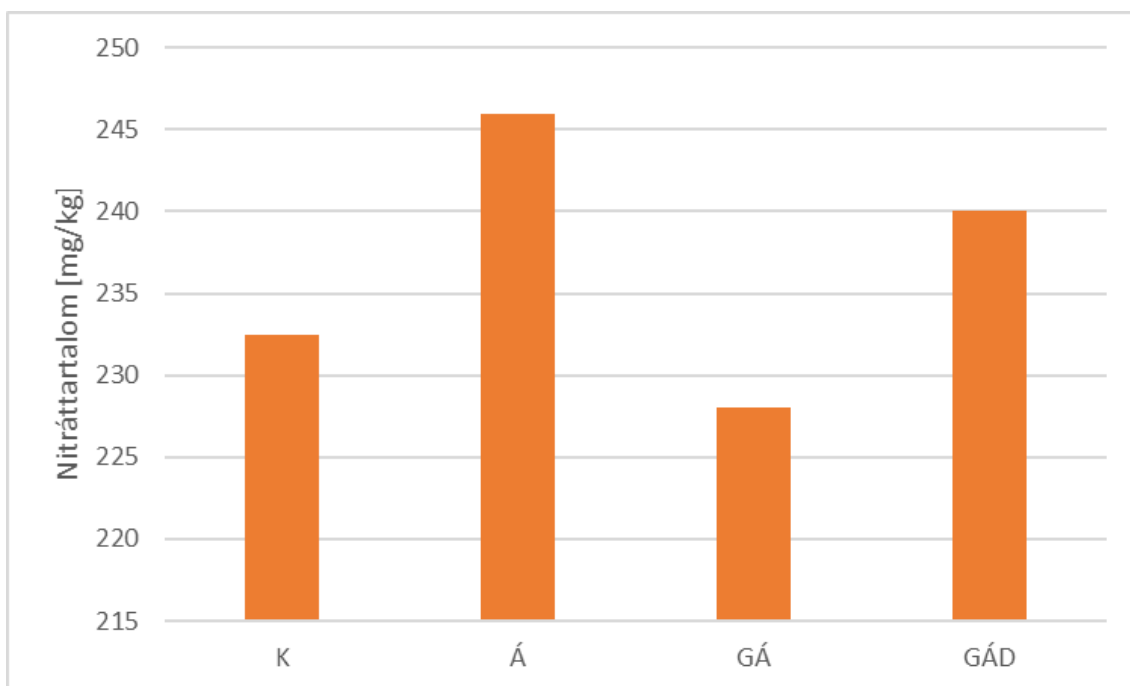
9. ábra: a közegek kémhatása

A kémhatás alakulása nehezen magyarázható. A tiszta komposztokban semlegeshez közeli, enyhén lúgos pH-t tapasztaltunk, a palántanevelés során viszont ezen adatok szinte minden esetben emelkedtek. Ennek oka lehet, hogy ahogy a későbbiekben is látszik, több mintában nőtt az ammónia mennyisége, ez pedig lúgosítja a közegeket. Másik magyarázat a növények szelektív tápanyagfelvétele, ugyanis a nitrát ( $\text{NO}_3^-$ ) ionok felvételekor a növény hidroxidionokat ( $\text{OH}^-$ ) választ ki a gyökérszónába, ez lúgosítja a környezetét. Mivel a nitrát a paprika számára könnyebben felvehető az ammóniánál, ez a magasabb pH irányába tolja a kémhatást. Továbbá, egyes szerves anyagok mineralizációja után karbonátok is felszabadulhatnak, ami tovább növeli a lúgosságot (Szabó, 2014).

### 5.3.4. Nitrogéntartalom

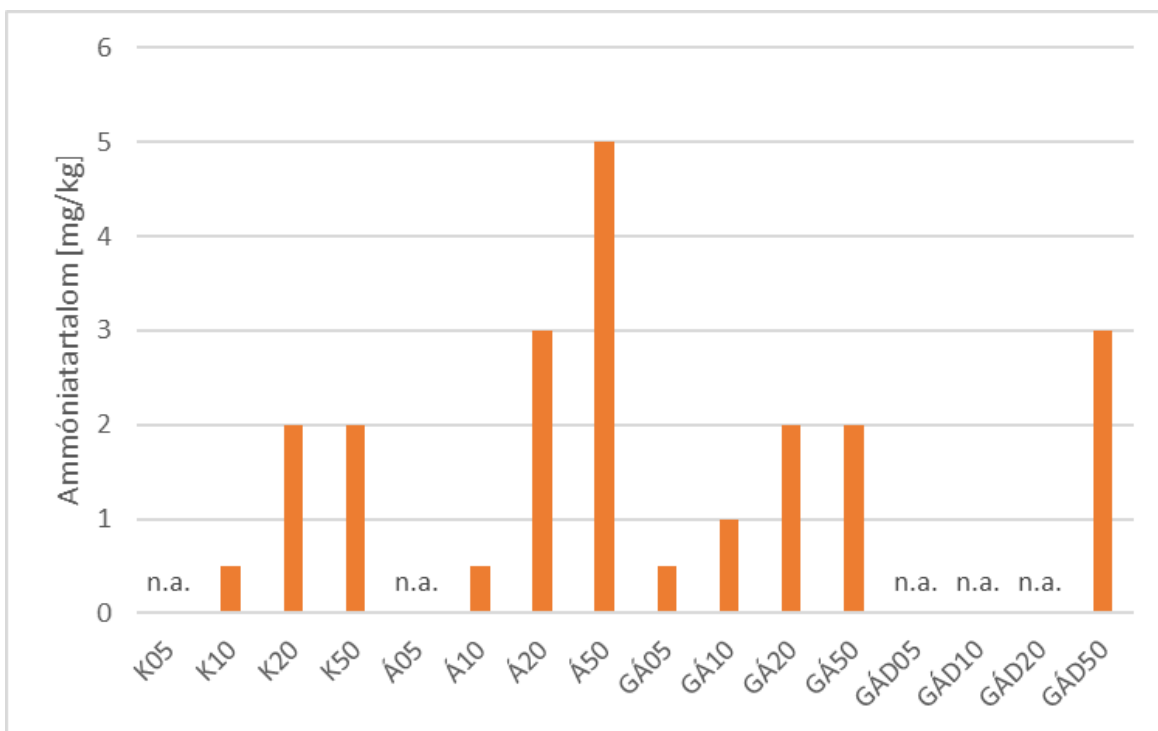


10. ábra: a palántanevelő közegek nitráttartalma

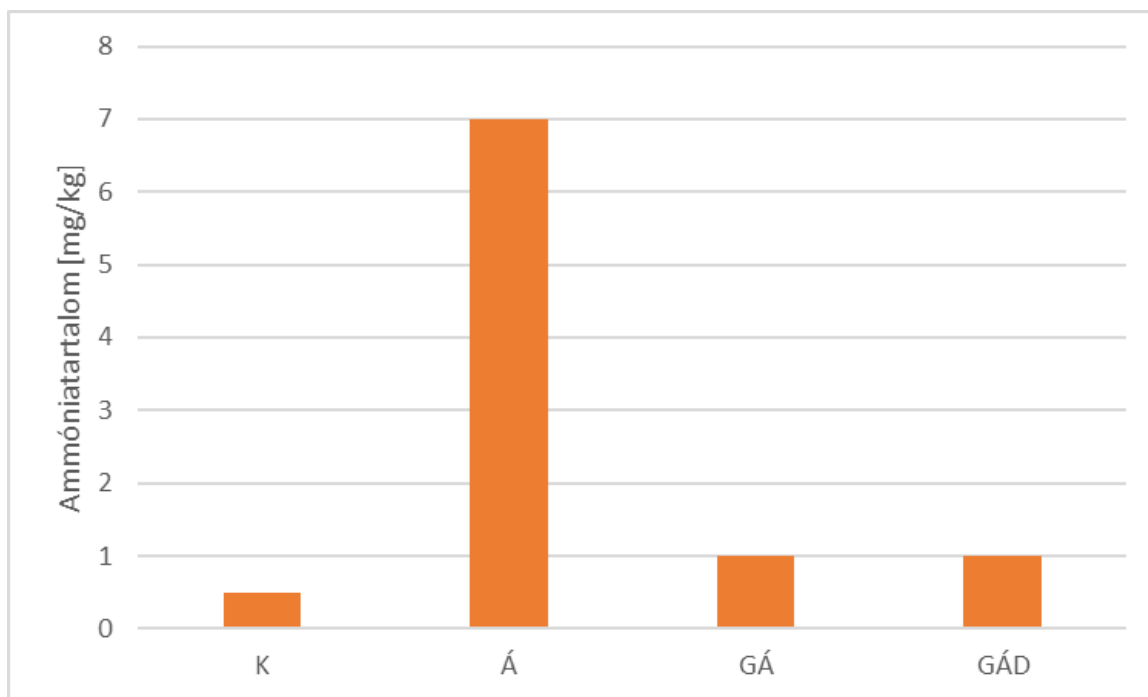


11. ábra: a komposztok nitráttartalma

A nitrát-nitrogén mennyisége jelentős különbségeket mutatott. A palántanevelő közegek közül a legmagasabb értékeket a GÁ50 (31 mg/kg) és GÁD5 (22 mg/kg) mintákban mértük, míg több minta esetében nem volt mérhető érték (m.a. – méréshatár alatt), ami a növények hatékony tápanyag-felvételére utal. A komposztok közül az Á minta mutatta a legmagasabb átlagos nitráttartalmat, ami a nitrogén intenzív mineralizációját jelezheti.



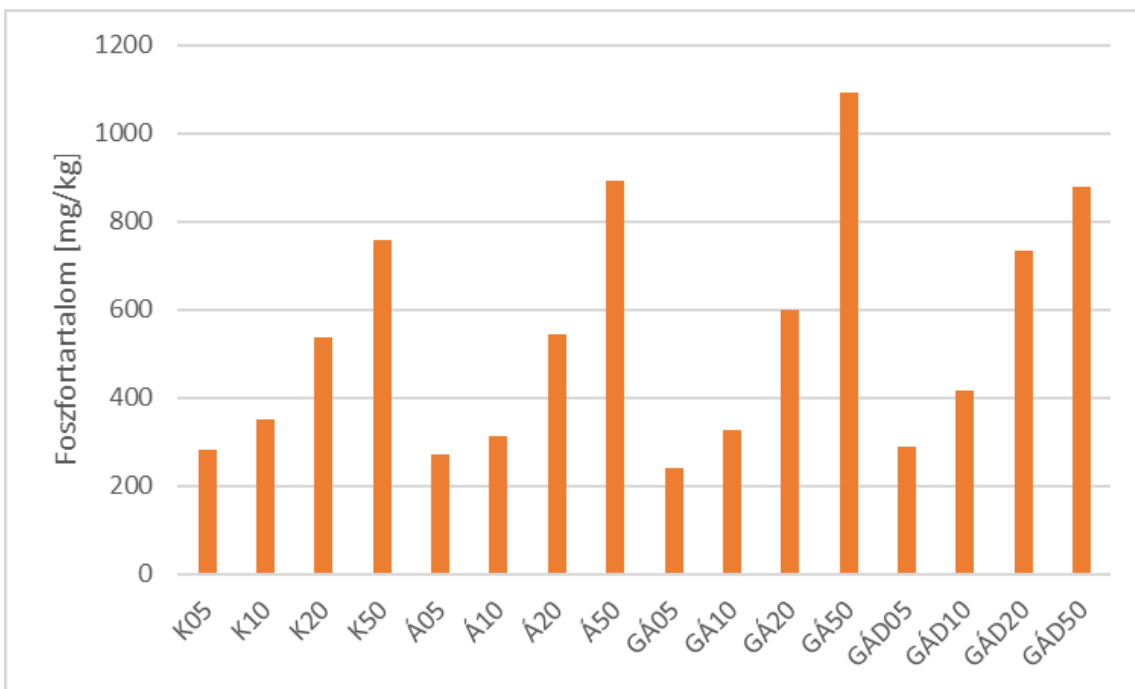
12. ábra: a palántanevelő közegek ammóniatartalma



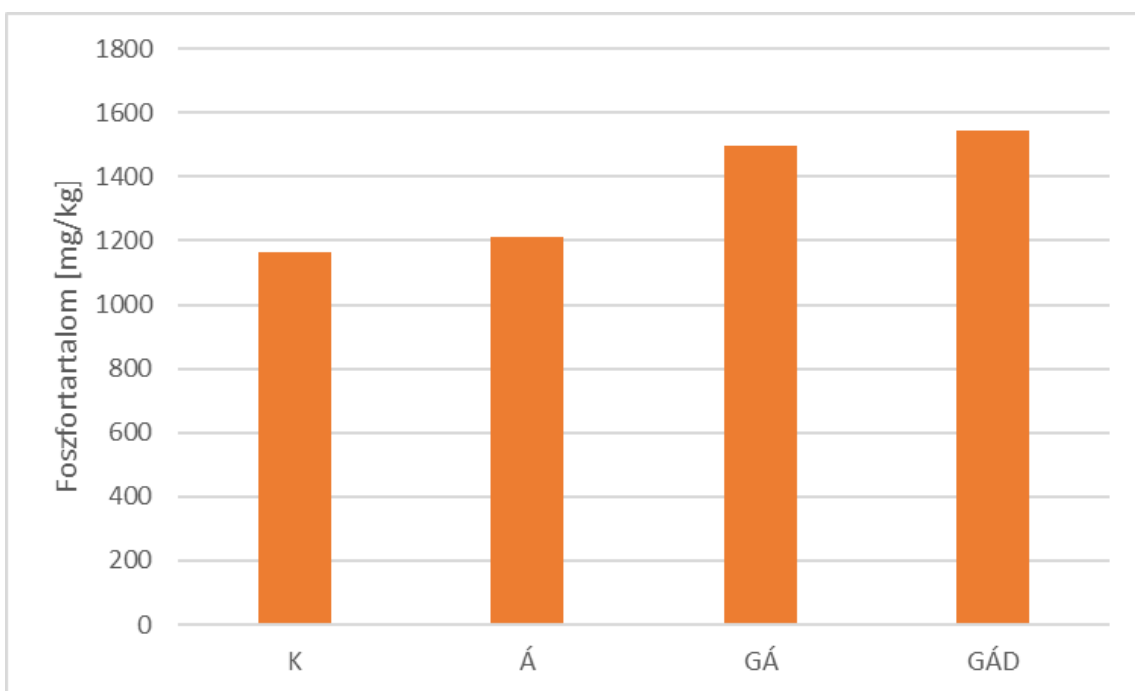
13. ábra: a komposztok ammóniatartalma

A komposztok közül a legnagyobb ammóniatartalom az Á mintában volt (7 mg/kg), ami kiugróan meghaladta a többi kezelés értékeit. A K, GÁ és GÁD mintákban az ammóniatartalom alacsony maradt (0,5–1 mg/kg), ami a nitrifikáció előrehaladását jelezheti. A palántanevelő közegek közül a 20 és 50%-os komposztarányú keverékekben volt jellemzően magasabb az ammóniatartalom, ami a kezdeti magasabb tápanyaginputtal magyarázható.

### 5.3.5. Foszfortartalom



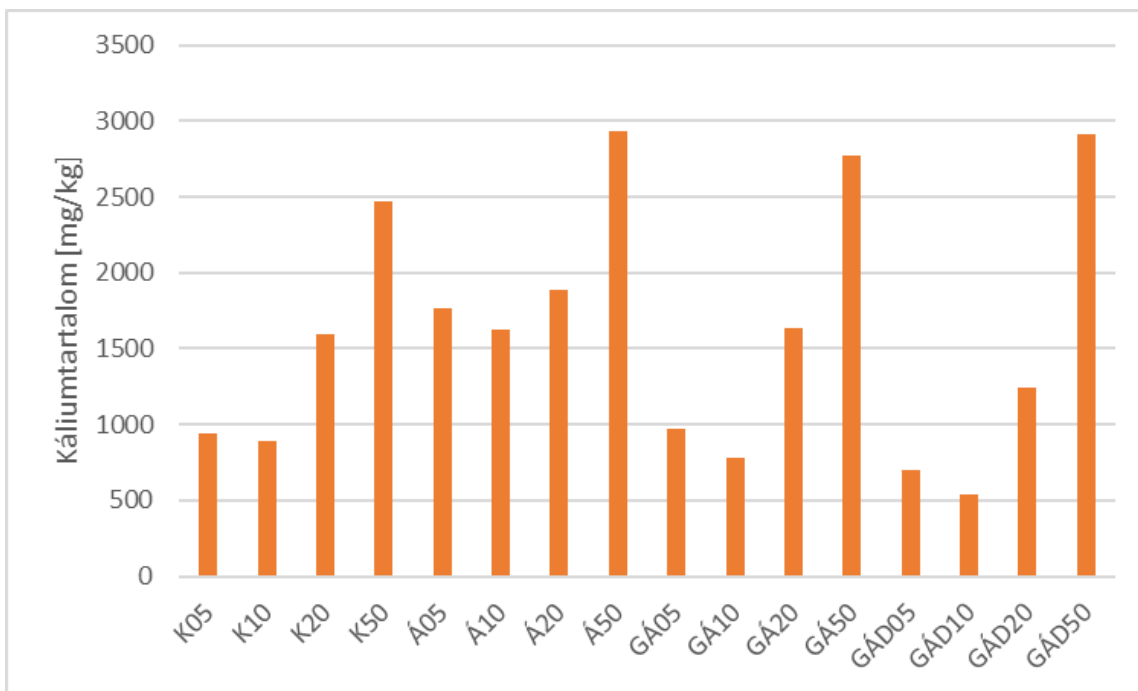
14. ábra: a palántanevelő közegek foszfortartalma



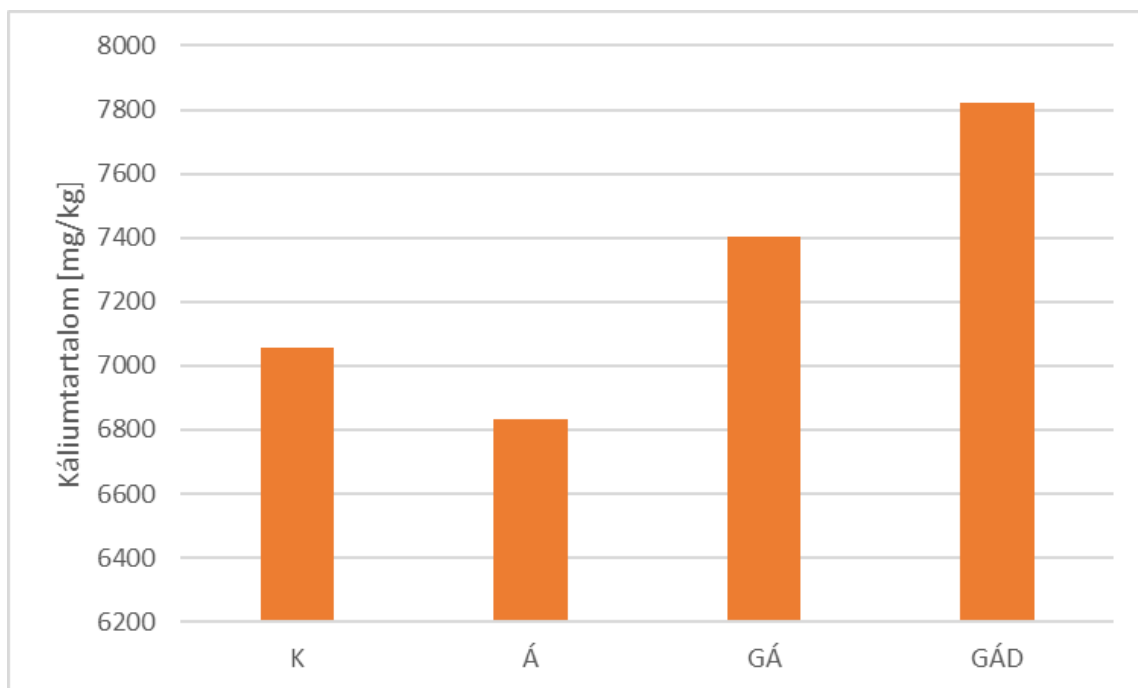
15. ábra: a komposztok foszfortartalma

Foszfortartalom tekintetében a K és Á komposztok valamivel kevesebb mennyiséget mutatnak a GÁ és GAD mintáknál. Ez a giliszták jótékony hatásának, illetve a giliszták és ászkarákok lehetséges szinergikus kölcsönhatásának tulajdonítható. A palántanevelő közegek közül a GÁ50 foszfortartalma kiemelkedő, ezen kívül a várt mintázat látszik, a komposztok arányának növelésével nő a tápanyagtartalom.

### 5.3.6. Káliumtartalom



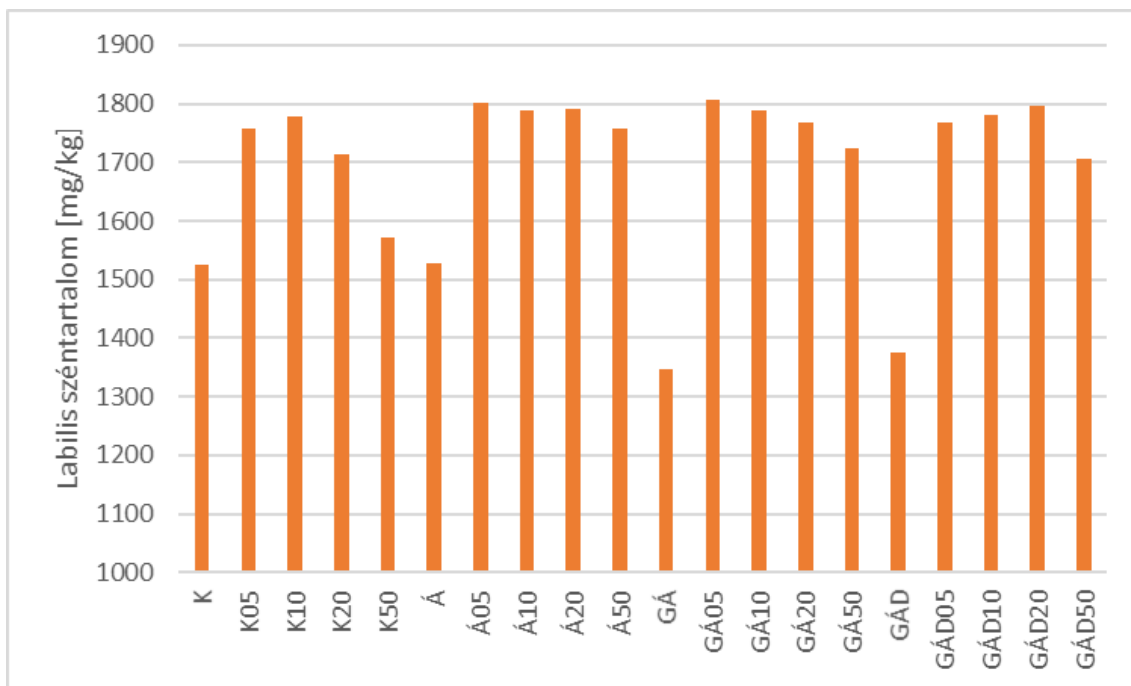
16. ábra: a palántanevelő közegek káliumtartalma



17. ábra: a komposztok káliumtartalma

A káliumtartalom esetében érdekes tendencia látszik. Az 5%-os komposzttartalmú palántanevelő közegek kivétel nélkül magasabb értéket mutatnak a 10%-osoknál. Ezenkívül az Á jelű keverékek mindegyike magasabb értéket mutat a többi, azonos hígítási arányú közegnél, annak ellenére, hogy az ászkakomposzt önmagában tartalmazta a legkevesebb káliumot (6832 mg/kg). A komposztok közül a legmagasabb káliumtartalmat a GÁD minta adta (7820 mg/kg).

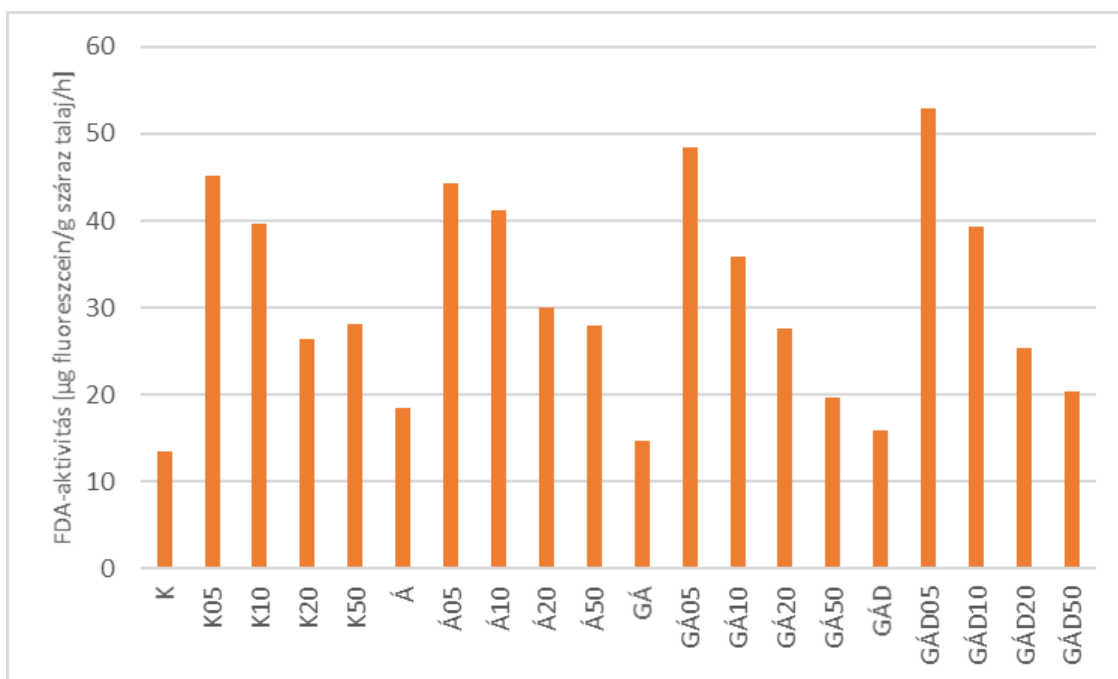
### 5.3.7. Labilis széntartalom



18. ábra: a közegek labilis széntartalma

A komposztok labilis széntartalma alacsonyabb volt, mint a belőlük készült keverékeké, különösen a GÁ és GÁD esetében. A palántanevelő közegek közül egyedül a K50 mutatott jelentősen kisebb értéket. A különbség oka a tőzeg jelenléte vagy hiánya: a tőzeg magas szervesanyag-tartalma miatt a keverékek labilis széntartalma is magasabb.

### 5.3.8. Mikrobiális enzimaktivitás FDA enzimmel



19. ábra: a közegek mikrobiális enzimaktivitása (FDA)

A vizsgált mintákban egyértelmű tendencia mutatkozik. A mikrobiális aktivitás a komposzt mennyiségének növekedésével csökken. Ennek oka, hogy az érett komposztban kevesebb a mikrobák számára elérhető tápanyag, míg a tőzegben ezek mennyisége magas. Így a komposzt mikroorganizmusai által „beoltott” tőzegben intenzívebb mikrobiális élet alakul ki. Minél több elérhető tápanyag áll rendelkezésre, annál erőteljesebb a mikrobiális szaporodás és aktivitás. Megfigyelhető az is, hogy a komposztok közül a kontroll enzimaktivitása nem marad el jelentős mértékben a többitől, így az állati hatás megfigyelhető, de nem kiugró.

A vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy makrofauna létszámának növelésével a talaj értékei néhány kivétellel mindig növekedtek. A palánták legjobban a GÁ20, GÁ50, GÁD20 és GÁD50 közegeken fejlődtek. Ezek közül a GÁ20 keveréken kiemelkedően jó minőségű növényeket sikerült nevelni, a palánták adatai alapján kijelenthetjük, hogy e közeg bizonyult a legjobbnak a paprika igényeinek szempontjából. Hasonló eredményre jutottak Arin és munkatársai (2021), akik vizsgálatuk során különböző arányban (1–20%) adagoltak hagyományos vermikomposztot és ászkakomposztot a termesztő közeghez, és a rajtuk növő fejes saláták fejlődését, valamint a hozam- és minőségi paramétereket értékelték. A jelen dolgozat eredményeihez hasonlóan, a legkedvezőbb növekedést a 20%-os komposztarány mellett figyelték meg, ami azt jelzi, hogy a komposzt ilyen, vagy ehhez hasonló koncentrációban biztosít elegendő tápanyagot jól fejlett palánták neveléséhez.

Az ászkakomposzt tulajdonságai közül nitrogéntartalma kiemelkedő. Mivel a többi értéke valamivel elmaradt a többi komposzttól, a paprika palánták nevelése az ebből készült közegeken gyengébb minőségű növényeket adott. Feltételezhető, hogy nagyobb nitrogén-igényű zöldségek jobb eredményeket mutatnának ugyanezen közegeken, így a jövőben levélzöldségekkel, káposztafélékkel, vagy akár zellerrel történő kísérletek indokoltak lehetnek. A nitrogéntartalom növekedéséről ászkarákokkal kezelt talajon Yang és munkatársai (2020) is írnak. Kísérletükben vizsgálták a szárazföldi ászkarákok (Porcellionidae és Armadillidiidae családok) hatását három különböző fafaj avarjának (*Catalpa bungei*, *Platanus acerifolia* és *Aesculus chinensis*) lebomlása során. A talaj és az avar keverékeket kontroll- és ászkás kezelésekre helyezték, majd három hónapon keresztül követték a lebontás mértékét és a talaj tápanyagtartalmának változását. Ez idő alatt az összes nitrogéntartalom 27,4%-kal nőtt.

## 6. Összefoglalás

A kutatás célja a tőzeg részleges kiváltására alkalmas, állati lebontó szervezetek közreműködésével előállított komposztanyagok kertészeti alkalmazhatóságának vizsgálata volt. A kísérlet során az ászkarákok és a földgiliszták lebontó tevékenységének hatását elemeztük a komposzt minőségére, valamint a keletkezett anyag palántanevelésben való felhasználhatóságára.

A szerves anyag visszaforgatása a fenntartható kertészeti gyakorlat alapvető eleme. A vermikomposztálás során a földgiliszták tevékenysége gyorsítja a lebontást és növeli a végtermék tápanyag-tartalmát. Kevésbé ismert, hogy a szárazföldi ászkarákok hasonló módon képesek-e elősegíteni a szerves maradványok fizikai aprítását és ezáltal a mikrobiális lebontó tevékenységet elősegíteni, hozzájárulva a mineralizáció fokozásához. A kutatás célja ezért az ászkarákok önálló lebontó szerepének, valamint a gilisztákkal közös komposztálási hatásának összehasonlító értékelése volt.

A kísérlet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusán zajlott 2024 decemberétől 2025 októberéig. Négy különböző típusú komposztot állítottunk elő: állatok nélküli kontrollt (K), kizárólag ászkarákkal készített komposztot (Á), giliszták és ászkák közös rendszerét (GÁ), valamint ennek kétszeres állatsűrűségű változatát (GÁD). A komposztálás 30×30×50 cm méretű, szellőzőnyílásokkal ellátott műanyag dobozokban történt. A közeg tőzegből, kerti talajból, avarból, komposztból, korhadt fából és fakéregből állt. A lebontási időszak hat hónapig tartott, rendszeres nedvesítés és konyhai zöldhulladékkal történő táplálás mellett.

A komposztálás befejezését követően a fitotoxicitás vizsgálatára zsázsatesztet alkalmaztunk. A csírázási arány minden kezelésben meghaladta a 90%-ot, így egyik komposzt sem mutatott fitotoxikus hatást. A vizsgálat következő szakaszában a komposztokat 5%, 10%, 20% és 50%-os arányban tőzeggel kevertük, majd a paprika 'Tizenegyes' fajtájának palántáinak nevelésére használtuk fel. A palántanevelés üvegházi körülmények között, hat héten keresztül zajlott, minden kezelésből öt ismétlésben. A palántanevelés végén a növények magasságát, szárátmérőjét, zöld- és gyökértömegét mértük. A nevelési időszak végén a természetközlegekből talajmintákat vettünk, amelyekben meghatároztuk a pH-t, elektromos vezetőképességet, nitrát- és ammónium-nitrogén, foszfor, kálium és labilis szén tartalmat, valamint az enzimaktivitást.

Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy a különböző eredetű komposztok eltérően befolyásolták a növények fejlődését. A gilisztákat és ászkarákat egyaránt tartalmazó GÁ kezelés 20%-os arányban adott kiemelkedő eredményeket a rajtuk nőtt palánták tekintetében. A növények zöldtömege, gyökértömege és magassága ebben a kezelésben szignifikánsan magasabb volt a kontrollhoz és az egyéb kezelésekhöz képest. Az ászkarákkal önállóan készült komposztban a növények növekedése gyengébb volt, ami a tápanyag-feltáródás alacsonyabb mértékére utal. A

kémiai vizsgálatok szerint a GÁ és GÁD komposztokban mértük a legmagasabb foszfor- és káliumtartalmat, míg az Á kezelésben a nitrát és az ammónium koncentrációja volt kiemelkedő. További kutatások alapja lehet ezért az ászkakomposzt más, nagy nitrogén, és kisebb foszfor- és kálium-igényű palánták nevelésére való alkalmazhatóságának vizsgálata. A palántanevelés során a közegek pH-értéke enyhén lúgos irányba tolódott, amelyet a nitrátfelvétel és az ammónia jelenléte egyaránt befolyásolhatott.

A kísérlet eredményei alátámasztották, hogy a különböző talajlakó állatok lebontási tevékenysége egymást kiegészítve javítja a komposzt minőségét. A földgiliszták keverő és tápanyag-feltáró munkája, valamint az ászkarákok felszíni aprító tevékenysége együttesen kedvező fizikai és kémiai környezetet hozott létre. A vizsgálat megállapította, hogy a giliszta- és ászkakomposzt optimális arányban tőzeggel keverve alkalmas lehet a palántanevelésben használt tőzeg részleges kiváltására. A módszer a helyben képződő szerves hulladékok hasznosításával és a talajélet mérsékelt fokozásával hozzájárulhat a fenntartható kertészeti termesztés megvalósításához.

## **Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretném kifejezni őszinte hálámat mindazoknak, akik segítségükkel, tanácsaikkal és támogatásukkal hozzájárultak szakdolgozatom elkészítéséhez.

Mindenekelőtt köszönöm Kotroczó Zsolt témavezetőmnek a szakmai irányítást, értékes tanácsokat és türelmes segítséget, amely végigkísérte a dolgozat elkészítésének teljes folyamatát.

Hálás vagyok Madaras Krisztinának és Gál Izóranak állandó gyakorlati és szakmai útmutatásáért, segítségért, amelyek nagyban hozzájárultak a kutatás szakmai színvonalához.

Köszönöm Kováts Janosné Éva támogatását és segítségét a gyakorlati munkák során, valamint az eszközök és helyszín biztosítását, illetve Kardos Levente tanszékvezetőnek munkám segítéséért.

## 7. Irodalomjegyzék

1. Ángyán J. (2003): Védett és érzékeny természeti területek mezőgazdálkodásának alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest. ISBN 963-286-004-7.
2. Arin, L. – Dinçsoy, H. – Kar, S. (2021): Effect of vermicompost and terrestrial isopod (*Porcellio laevis*) fertilizers on the yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata cv. Wismar). *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 6(4).
3. Balázs S. (2000): A zöldségajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
4. Balázs, S. (1994). Zöldségtermesztők kézikönyve. Budapest. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
5. Bhaduri, D. – Purakayastha, T. J. – Kumar, K. – Singh, M. – Singh, R. (2022): A review on effective soil health bio-indicators for ecosystem stability and resilience. *Ecological Indicators*, 142, 109168.
6. Birkás M. (2017): *Talajművelés és környezeti kihívások*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
7. Blair, G. J. – Lefroy, R. D. B. – 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. Brady, N. C. – Weil, R. R. (2017): *The Nature and Properties of Soils*. 15th ed. Pearson Education Limited, London.
9. Csuzdi Cs. (2007): A földgiliszták (*Oligochaeta: Lumbricidae*) diverzitása és ökológiai szerepe. *Állattani Közlemények*, 92(1), 3–20.
10. Farkas S. – Vilisics F. (2013): Magyarország szárazföldi ászkarák faunájának határozója (*Isopoda: Oniscidea*). *Natura Somogyiensis*, 23, 89–124.
11. Fekete I. (2021): *Komposztálás a fenntartható gazdálkodásban*. Agroinform Kiadó, Budapest.
12. Fuchs M. – Tóth L. – Várallyay Gy. (2004): A talajok szervesanyag-tartalmának szerepe és megőrzésének lehetőségei. *Agrokémia és Talajtan*, 53(1–2), 1–20.
13. Göblyös J. (2013): *A paprika tápanyagellátása*. Zöldségtermesztők kézikönyve sorozat, 2. kötet. Syngenta, Kecskemét.
14. Gömöri J. (2002): *A talaj szerves anyagainak kémiája*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
15. Griffiths, H. M. – Ashton, L. A. – Parr, C. L. – Eggleton, P. (2021): The impact of invertebrate decomposers on plants and soil. *New Phytologist*, 231, 2142–2149.

16. Haug, R. T. (1993): *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers (CRC Press), Boca Raton – London – New York – Washington, D.C. ISBN 0-87371-373-7.
17. Hornok L. (2006): *Talajbiológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
18. Kardos, L., Erőss, A., Nagy-Mezei, C., Bezsényi, A., Chen, H., & Borges Silva, L. R. (2022). A kommunális szennyvíziszap vermikomposztálásának összefoglaló értékelése. *Journal of Central European Green Innovation*, 10(Suppl 1), 197-210.
19. Kovács, B., Andreolli, M., Lampis, S., Biró, B., & Kotroczó, Z. (2024). Bacterial Community Structure Responds to Soil Management in the Rhizosphere of Vine Grape Vineyards. *Biology*, 13(4), 254.
20. Lavelle, P. – Spain, A. V. (2001): *Soil Ecology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
21. Lehoczky É. – Csepely-Knorr L. (2013): *Talajtan és agrokémia*. Szent István Egyetem, Gödöllő.
22. Lim, S. L., Wu, T. Y., Lim, P. N., & Shak, K. P. Y. (2014). The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1143–1156.
23. Lou, X. – Zhao, J. – Lou, X. – Xia, X. – Feng, Y. – Li, H. (2022): The biodegradation of soil organic matter in soil-dwelling humivorous fauna. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9
24. ÖMKi – Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet (2021): *Földigiliszták – A termékeny talajok építészei*. ÖMKi, Budapest.
25. ÖMKi – Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet (2024): *Földigiliszták, az egészséges talaj hírnökei*. ÖMKi, Budapest.
26. Pálffy J. (2019): *Biológiai sokféleség a talajban*. *Magyar Tudomány*, 180(4), 430–438.
27. Papdi, E., Kovács, F., Fekete, I., Juhos, K., & Kotroczó, Z. (2024). Possibilities of biological soil management in monoculture greenhouse cultivation: cover crops, organic matter replenishment and *Trichoderma* sp. application to improve soil health. *Soil Science Annual*, 75(3).
28. Scheu, S. – Poser, G. (1996): The soil macrofauna (Diplopoda, Isopoda, Lumbricidae and Chilopoda) near tree trunks in a beechwood on limestone: indications for stemflow induced changes in community structure. *Applied Soil Ecology*, 3(2), 115–125.
29. Simon, B., Dekemati, I., Ibrahim, H. T., Modiba, M. M., Birkás, M., Grósz, J., ... & Euteneuer, P. (2025). Impact of tillage practices and soil texture on soil health and

- earthworms in the Pannonian region: A comparative study from Austria and Hungary. *Applied Soil Ecology*, 206, 105863.
30. Sipos József (2011): Palántanevelés és zöldségajtatás. FVM Képzési és Szaktanácsadási Intézet. 23-30. o.
  31. Six, J. - Frey, S. D. – Thiet, R. K. – Batten, K. M. (2006): Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal*, 70(2), 555–569.
  32. Stefanovits P., Filep Gy., Füleki Gy. (1999): Talajtan 41-55.
  33. Szabó L. (2014): A talaj mikrobiológiája. Debreceni Egyetem.
  34. Szalayné Sz. Á. (2004): Zöldségajtatás kézikönyve. Mezőgazda Kiadó. 117–130. o.
  35. Szili-Kovács T. – Tóth Zs. – Földi T. (2012): A talajbiológiai aktivitás néhány vizsgálati módszere és indikátorai. *Agrokémia és Talajtan*, 61(1), 5–20.
  36. Thalmann A. (1968): Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid. *Landwirtschaft. Forsch.* 21:249–258.
  37. Yang, X. – Shao, M. – Li, T. (2020): Effects of terrestrial isopods on soil nutrients during litter decomposition. *Geoderma*, 376, 114546.
  38. Várallyay Gy. (2016): A talaj, mint környezetvédelmi tényező. *Agrokémia és Talajtan*, 65(1), 5–17.
  39. Várallyay Gy. (2016): A talaj multifunkcionalitása és korlátozó tényezői. *Magyar Tudomány*, 177(10). Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
  40. Veres Zs., Kotroczó Zs., 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.
  41. Wall, D. H. – Bardgett, R. D. – Kelly, E. F. (2012): Biodiversity in the dark. *Nature Geoscience*, 5(10), 773–774.
  42. Wang, D. – He, N. – Wang, Q. – Lü, Y. – Wang, Q. – Xu, Z. – Zhu, J. (2016): Effects of temperature and moisture on soil organic matter decomposition along elevation gradients on the Changbai Mountains, Northeast China. *Pedosphere*, 26(3), 399–407.
  43. Zimmer, M. (2007): Nutrition in terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea): an evolutionary-ecological approach. *Biological Reviews*, 82(4), 455–489.

## 8. Ábrajegyzék

1. ábra: A komposztálás hőmérsékleti görbéje (Ángyán, 2003.).....	8
2. ábra: Zsázsateszt során kicsírázott magok száma (átlag és szórás) .....	26
3. ábra: Zsázsateszt növényeinek szár- és gyökérhossza (átlag és szórás).....	27
4. ábra: paprika palánták zöldtömege (átlag és szórás) .....	28
5. ábra: paprika palánták gyökértömege (átlag és szórás) .....	29
6. ábra: paprika palánták magassága .....	30
7. ábra: a közegek nedvességtartalma.....	31
8. ábra: a közegek elektromos konduktivitása.....	32
9. ábra: a közegek kémhatása .....	33
10. ábra: a palántanevelő közegek nitráttartalma .....	34
11. ábra: a komposztok nitráttartalma .....	34
12. ábra: a palántanevelő közegek ammóniatartalma .....	35
13. ábra: a komposztok ammóniatartalma .....	35
14. ábra: a palántanevelő közegek foszfortartalma .....	36
15. ábra: a komposztok foszfortartalma.....	36
16. ábra: a palántanevelő közegek káliumtartalma.....	37
17. ábra: a komposztok káliumtartalma.....	37
18. ábra: a közegek labilis széntartalma .....	38
19. ábra: a közegek mikrobiális enzimaktivitása (FDA) .....	38

## 9. Táblázatjegyzék

1. táblázat: a talaj élőlényei (Griffiths et al., 2021) .....	6
2. táblázat: fajok összetétele a kísérlet kezdetekor .....	18

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 hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és  
eredetiségéről

A hallgató neve: Major András  
A Hallgató Neptun kódja: MX5FW8  
A dolgozat címe: A beltéri ászkakomposztálás alkalmazási lehetőségei a  
kertészetben  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Környezettudományi Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Agrárkörnyezettani 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. 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 valótlan 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 mindenkor 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 védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest, 2025. november, 3.

  
Hallgató aláírása

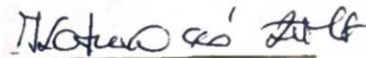
## NYILATKOZAT

Major András (név) (hallgató Neptun azonosítója: MX5FW8) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot 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<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: Budapest, 2025. november. 3.



belső konzulens  
Dr. Kotrocó Zsolt

## Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Major András
Neptun-kódja:	MX5FW8
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*:	Szakedolgozat
A munka címe:	A beltéri ászkakomposztálás alkalmazási lehetőségei a kertészetben

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

### 1. 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!)

### 2. 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)
Forráskeresés	ChatGPT	Irodalmi áttekintés
Nyelvi korrekció	ChatGPT	

#### 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 eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót 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:

.....

.....

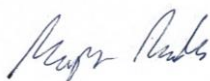
.....

.....

### 3. 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:** Budapest, 2025. november. 3.



.....  
**Hallgató aláírása**  
 Major András



.....  
**Konzulens/Témavezető aláírása**  
 Dr. Kotrocó Zsolt