

SZAKDOLGOZAT

ÖTVÖS CSONGOR

2025



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
NÖVÉNYTERMESZTÉSI-TUDOMÁNYOK INTÉZET
MEZŐGAZDASÁGI MÉRNÖK ALAPKÉPZÉSI SZAK

REGENERATÍV TALAJMŰVELÉSI MÓDOK HATÁSA A
TALAJ PARAMÉTEREIRE ÉS A FÖLDIGILISZTÁKRA

Belső konzulens:

Dr. Petrikovszki Renáta
tudományos munkatárs

Selmeczi Dóra Sára
PhD-hallgató

Belső konzulens
intézete/tanszéke:

Vadgazdálkodási és
Természetvédelmi Intézet,
Állattani és Ökológiai Tanszék

Készítette:

Ötvös Csongor

GÖDÖLLŐ

2025

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	3
2. Irodalmi áttekintés	5
2.1. A földigiliszták (Lumbricidae)	5
2.1.1. A földigiliszták rendszertani besorolása	5
2.1.2. A földigiliszták morfológiája	5
2.1.3. A földigiliszták életmódja és szaporodása	6
2.1.4. A földigiliszták jelentősége.....	7
2.2. A talaj	7
2.2.1. A talaj fogalma és általános jellemzése	7
2.2.2. A talaj alkotórészei.....	8
2.3. A talajművelés hatása a talaj szerkezetére és a földigilisztákra (szántás, talajbolygatás, no-till)	9
2.3.1. Regeneratív talajművelés	10
2.4. A talajtakarás	11
2.4.1. Általános jellemzők, típusai.....	11
2.5. A komposzt.....	13
2.5.1. A komposzt fogalma és általános jellemzése	13
2.5.2. A komposzt és a földigiliszták kapcsolata	13
3. Anyag-és módszertan	15
3.1. A kísérleti terület, és annak jellemzése	15
3.2. Talajmintavétel.....	17
3.3. A talaj kémiai paramétereinek vizsgálata	18
3.3.1. Laboratóriumi vizsgálatok.....	18
3.3.2. A talaj nedvességtartalmának és hőmérsékletének mérése.....	18
3.4. Földigilisztá-mintavétel	19
3.5. Földigilisztá minták kiértékelése	19
3.6. Adatok kiértékelése.....	19
4. Eredmények	20
4.1. Talajadatok	20
4.1.1. Bővített talajvizsgálat	20
4.1.2. Talajhőmérséklet	23

4.1.3. Talajnedvesség	27
4.2. Földigiliszta adatok	31
4.2.1. Földigiliszta egyedszám	31
4.2.3. Földigiliszta biomassa	34
4.2.4. Életformatípus	36
5. Következtetések, javaslatok	39
6. Összefoglalás	41
7. Irodalomjegyzék	43
8. Köszönetnyilvánítás	47
9. Ábrák és táblázatok jegyzéke	48
10. Nyilatkozatok	50

1. Bevezetés és célkitűzések

Az elmúlt időszakban a növénytermesztésben igen nagy nehézségekkel kellett a gazdáknak szembenézni. A klímaváltozás megnehezíti a termesztők dolgát, ugyanis az elmúlt öt évben igen gyakoriak voltak az aszály okozta károk, sokszor hónapokig nem érkezett eső. Öntözőrendszerrel a növényeket ugyan lehet segíteni, sok esetben viszont ez sem megoldás. A globális felmelegedés mellett a gazdasági bizonytalanság, alacsony felvásárlási árak mellé társult magas önköltség még jobban a kiadások korlátozására szorít mindenkit. Ezen hatásokhoz alkalmazkodva mindenképp változásra van szükség.

A jól bevált, évszázadra visszamenő talajművelést újra kell gondolni, ugyanis nagyon sok nedvességet veszít a talaj, és ilyen aszályos időkben pont a vízmegtartás lenne a cél. A talaj szerkezete is nagy szerepet játszik abban, hogy a biológiai és kémiai folyamatok hatékonyabban végbe tudjanak menni, viszont a sok szántásnak köszönhetően elporosodtak a talajok, a felső, termékeny réteget a szél elhordja, vagy a hirtelen lehulló, nagy mennyiségű csapadék lemossa. A szántás (elmunkálás nélkül) takaratlanul és rögzösen hagyja a talajfelszínt, így az jobban ki van téve az imént említett romboló tényezőknek, és nagyobb felszínt biztosít a víz párologtatásához. A talaj élőlényei is mélyebbre vándorolnak, ugyanis életfolyamataikhoz nedvességre van szükségük.

A regeneratív szó önmagában megújítást, helyreállítást jelent. Ez a mezőgazdaságban abban mutatkozik meg, hogy a talajművelési módokat úgy gondoljuk újra, hogy az mind a talajéletre, mind a talaj szerkezetére pozitív hatással bírjon, és legkevésbé ártson, újraépítse azt. A földigiliszták, mint indikátor szervezetek, segítenek abban, hogy monitorozzuk a talajéletet, ugyanis jelenlétük a talaj egészségére enged következtetni. A földigiliszták amellest, hogy jó indikátor szervezetek, igen hasznosak a talajban. Járataikkal levegőt kevernek a talajba és lazábbá teszik azt, valamint a víz leszivárgása is hatékonyabb lesz ezáltal. Ürülékük nagyban hozzájárul a talaj kiváló szerkezetéhez, tápanyagtartalmához. Abban az esetben, ha alacsony a földigiliszták egyedszáma a területeken, törekednünk kell arra, hogy megteremtsük nekik azokat az életkörülményeket, amire szükségük van, például a szervesanyag pótlásával. Összességében elmondható, hogy a regeneratív talajművelés elengedhetetlen ahhoz, hogy mind gazdaságilag, mind termesztés szempontjából fenttartható legyen a gazdálkodás.

A regeneratív talajművelési módok hatására változás léphet fel a talaj szerkezetében, élővilágában. További szervesanyag hozzáadásával gyorsíthatjuk a pozitív folyamatok végbemenetelét. Jelen kísérletben a szervesanyag a komposzt. Az alábbi szempontokat

tervezem vizsgálni a különböző komposztot alkalmazó technológiák, illetve a takarónövény alkalmazásával összefüggésben: a talaj szerkezetét, kémhatását, szervesanyag-tartalmát, mikro- és makroelem tartalmát, a talaj nedvességtartalmát és hőmérsékletét. Tanulmányozni fogom a különböző technológiák közötti különbségeket, valamint az említett paraméterek változásait. Vizsgálom továbbá a földigiliszták négyzetméterre vetített egyedszámát és tömegét, adult és juvenilis egyedek arányát, illetve a földigiliszták életforma típusait. Ehhez Terényben kísérletet állítunk be háromféle kezeléssel: 1.) komposzttal bedolgozott, 2.) bolygatott + komposzttal takart és 3.) bolygatás nélküli + komposzttal takart ágyások. Az említett kezelések mellett a téli takarónövény és a téli feketefóliás takarás hatását is vizsgálom. Szakdolgozatomban az alábbi kérdésekre keresem a válaszokat:

- Hogyan hatnak a különböző technológiák a talaj egyes paramétereire, úgy, mint a szervesanyag-tartalomra, a tápanyagtartalomra, kötöttségre, pH-ra, CaCO_3 tartalomra? Milyen változás lép fel az idő elteltével ezen tulajdonságok esetében?
- Hogyan hatnak a különböző kezelési módok a talaj nedvességtartalmára és hőmérsékletére? Mekkora a különbség egy komposzttal takart, vagy egy komposzttal bedolgozott, de takaratlan területen?
- Van-e hatása a téli kezelésnek (takarónövény borítás, fólia alkalmazása) a talaj vegetációs időszakban mért paramétereire?
- Hogyan hatnak a különböző kezelési módok a földigiliszták jelenlétére, és azok tömegére?
- Milyen arányban fordulnak elő a különféle életformájú földigiliszták a különböző kezelési módú ágyásokban?

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A földigiliszták (Lumbricidae)

2.1.1. A földigiliszták rendszertani besorolása

A földigiliszták rendszertanilag az állatok (Animalia) országon belül a gyűrűsférgesek (Annelida) törzsébe tartoznak, továbbá a nyeregképzők (Clitellata) osztályába, kevésertéjűek (Oligochaeta) alosztályába, Haplotaxida rendbe, Lumbricina alrendbe, földigiliszta-félék (Lumbricidae) családján belül a *Lumbricus* nemébe soroljuk őket. A világon több száz földigiliszta faj él, hazánkban viszont nagyjából 60 faj található meg (Kiss, 1999).

2.1.2. A földigiliszták morfológiája

A földigiliszták (Lumbricidae) szelvényezett, szegmentált testű, kétoldalúan szimmetrikus, hasoldalukon lapított élőlények. Testük hossza változó, vannak egészen kis méretű, 1 mm körüli giliszták, de előfordulnak 10 cm hosszú egyedek is. Testfelépítésük jól alkalmazkodott a föld alatti léthez (Kiss, 1999).

Egy kifejlett giliszta teste méretüktől függően 30-300 szelvényből áll, melyek gyűrűszerűek, gyűrűzöttségük lehet elsődleges vagy másodlagos. Mindegyik szelvény rendelkezik egy-egy idegrendszeri szervvel. Feji és farki végek kivételével testüket serték borítják, melyek a giliszták mozgásában játszanak nagy szerepet. Többféle elrendeződésben lehetnek a szelvényeken, lehetnek gyűrűszerű, háti, vagy hasi sorokban is, és saját izomzatú tokokba vannak beágyazódva. Serték száma eltérő, maximum 50-100 serté helyezkedik el egy szelvényen, de nem feltétlen található minden szelvényen, egyes egyedeknél hiányozhat. A serték elhelyezkedése, száma és alakja taxonómiai bélyeg (Kiss, 1999). Változóan pigmentált kutikulájuk van, színük segítség a giliszták életformájának meghatározásakor. Testük egyharmadánál, vagy körülbelül a felénél található a nyereg (Clitellum), mely egy vastagabb, nyálkásabb, több szegmenst összekötő szakasz, ez fontos szerepet játszik a szaporodásban, nem mellesleg fontos taxonómiai bélyeg is (Wallwork, 1983).

Nincsenek szemeik, feji végükön található a fejszelvényük, mely serté nélküli. Ezen található a fejlebeny, amely mechanoreceptorokat és kemoreceptorokat tartalmaz. Ezek az érzékelésben segítenek. A fejszelvény alakja és kapcsolódás módja a következő szelvényhez faji bélyeg lehet (Kiss, 1999). Továbbá, a giliszták feji végén található a száj, amin keresztül táplálkoznak, mind a szájüreg, mind a szájnyílás környékén ízérzékelő receptorok segítségével éreznek ízeket. A farki végükön helyezkedik el a farokszelvény, mely szintén serté nélküli. Ezen található a végbélnyílásuk (Kiss, 1999).

Emésztőrendszerük jól tagolt, a felépítése a következő: szájnyílás, szájüreg, mirigyekben gazdag, vastag izomzatú garat, kevésbé izmolt nyelőcső, raktározó szerepet betöltő begy, vastag kutikula réteggel borított, táplálék összedarabolását elvégző gyomor, középbél, melynek belseje egyrétegű és csillós hámmal borított, redő nélküli utóbél, és az ürülék távozását biztosító végbélnyílás (Kiss, 1999).

Zárt idegrendszerük központja a neuroszekrécios sejteket tartalmazó agydúc, mely a garat felett található dúc pár összeolvadásából jött létre, és a 3-4. szelvényben helyezkedik el. A neuroszekrécios sejteknek a szaporodásban és a regenerációban van fontos szerepe. Az epidermiszükben találhatóak az érzékszerveik, melyek legjelentősebb mennyiségben a feji és farki végeken találhatóak, éppen ezért ez a két testvég a legfényérzékenyebb. Keringési rendszerük zárt, hemoglobin, amőbocita tartalmú vér található ereikben. Aortaíveik, azaz a szívük, a nyelőcsövük két oldalán helyezkednek el. 5 pár szívük van, mindegyik erőteljes pulzáló mozdulatot végez, és a háti edényből a hasi edénybe löki a vért a vastagabb, fejlettebb erekben. A földigiliszták kiválasztó szerve a vesécske, amely minden szelvényben előfordul (kivéve az első és az utolsóban), mégpedig párosan (Kiss, 1999).

2.1.3. A földigiliszták életmódja és szaporodása

Hazánkban a földigiliszta fauna kutatását a 19. század vége fele kezdték meg. Először Örley László kapott megbízást a Magyar Tudományos Akadémiától 1879-ben, hogy a Magyarországon található földigiliszta-faunát felmérje, és erről egy tanulmányt készítsen. E kutatásnak eredményeként írta meg a „A magyarországi Oligochaeták faunája I. Terricolae” (Örley, 1881) című művét 1881-ben (Csuzdi, 2003).

A földigilisztákat három életformacsoportra különíthetjük el. Az első csoportban az epigeikus fajok találhatóak, melyek bomló szerves anyagokkal táplálkoznak, ezért elsősorban komposztban, avarban, a talajfelszín felett élnek. A második csoportba az endogeikus fajok tartoznak, akik talajlakók, ott is táplálkoznak, ürítenek, járataikat vízszintesen képzik. A harmadik csoportba az aneikus földigilisztákat soroljuk, járataik függőlegesek, táplálékért feljönnek a talaj felszínére, jellemzően a talaj felszínére ürítenek (Szabó, 1986; Zicsi, 1990; Bouché, 1977).

A földigiliszták ivaros úton szaporodnak. Hímnős állatok, ezért mindkét nem ivarszerveivel rendelkeznek, viszont öntermékenyülésre alkalmatlanok, szükség van egy másik egyedre a szaporodáshoz. Szaporodásuk során szorosán összetapadnak, hímivar-sejteket adnak át egymásnak (Cosín, 2010).

Maga a megtermékenyítés, illetve a teljes embrionális fejlődés a kokonban történik. Ez egy harmadlagos burok, mely kitines fallal rendelkezik. Egy kokon nagyjából 3-7 darab megtermékenyített petesejtet tartalmaz. A teljes embrionális fejlődés időtartama változó, ideális hőmérsékleten (22-24 °C) nagyjából 23-27 napot vesz igénybe (Rouabah-Sadaoui és Marcel, 1995). A kokonban található kokonfolyadék sok szikanyagot tartalmaz, melyet a kokonfállal együtt a clitellum, azaz a nyereg hoz létre. A nyeregben több mirigysejt típus található, mindegyik különböző anyagot termel, mint például szikalbumint, kokonfalat alkotó proteint, illetve nyálkát. Ezek mind kulcsfontosságú anyagok a megtermékenyítés végbemeneteléhez, továbbá, az embrionális fejlődéshez (Boros, 2010).

2.1.4. A földigiliszták jelentősége

A földigiliszták nélkülözhetetlenek az ökoszisztémában. Jones (1994) szavaival élve a földigiliszták az „ökoszisztéma mérnökei”, ugyanis rengeteg hasznos feladatot ellátnak mind a talaj szerkezetére nézve, mind a szervesanyag körforgásában. Több olyan szerepet is betöltenek a talajban, amik pozitívan járulnak hozzá a talaj egészségéhez, és minőségéhez egyaránt. Ilyen többek között a szervesanyag-képzés és átalakítás, ugyanis miután a szervesanyagokat elfogyasztják, és megemésztik, ürülékükkel növelik a talaj humusztartalmát. Továbbá, járataik által a talajt lazítják, ezáltal elősegítik a csapadékvíz beszivárgását és átszellőztetik az al- és feltalajt. Ennek következtében a gyökérzet is könnyebben tud fejlődni. A földigiliszták jó indikátorok lehetnek, ugyanis érzékenyen reagálnak a különféle behatásokra, így általuk felmérhető a talajélet minősége, vagyis, hogy mennyire egészséges és termékeny a talajunk (Bádonyi, 2006).

2.2. A talaj

2.2.1. A talaj fogalma és általános jellemzése

A talaj Földünk legkülső termékeny, szilárd burka, egy háromfázisú, polidiszperz rendszer, amely tartalmaz szilárd, folyékony, illetve gáz halmazállapotú részecskéket egyaránt. Egy másik megfogalmazásban úgy definiálják, hogy a talaj egy “feltételesen megújuló természeti erőforrás” (Várallyay, 1997), mely a napenergia, a légköri tényezők, a domborzati viszonyok, a felszíni és felszín alatti vízkészletek, valamint az élővilág hatásai által módosított környezeti tényezők biztosítják a növények számára a termőhelyet, ezáltal a talaj a legfontosabb termelési feltétele a mezőgazdaságnak (Szalai, 2011).

Összességében hét talajképző tényezőt különítünk el egymástól, melyek az éghajlat, földtani tényezők, domborzat, víz, élővilág, idő, illetve az emberi tevékenység (Szalai, 2011).

Az éghajlat a “legáltalánosabb rendező elv” a földrajzi elrendeződés szerint, ezen belül a csapadék és a hőmérséklet szerepe a legmeghatározóbb (Szalai, 2011).

A földtani tényezőket kétféleképpen csoportosíthatjuk. Az aktív földtani tényezők a Föld belső energiái által hajtott folyamatok, míg a passzív tényezők azok a felszíni kőzetek, melyek a talajosodás folyamatához hozzájárulnak. A domborzati tényezők kontinentális, regionális és helyi szinten egyaránt meghatározó szerepet játszanak a talajok fejlődésében (Szalai, 2011).

A talajok fejlődésében a víz is kulcsfontosságú, haladási iránya megszabja fejlődését. A beszivárgó víz lefele, illetve fel-le irányú mozgást is tud végezni, kapillárisemelés által a talajvízből a földfelszín irányába mozog. Továbbá pangó vízről is beszélhetünk, mely mozgás nélkül van jelen a talajszelvény egy részében, vagy akár egészében (Szalai, 2011).

Az élővilág elősegíti a szervesanyagok talajba kerülését. Nem csak a szervesanyag termelésében van nagy szerepük, hanem a különféle növényi maradványok lebomlásában is, melynek során humuszosodás következik be, mely által a talaj tápanyagtartalma is növekszik. Az emberi tevékenység külön tekinthető az élővilág hatásaitól. Sajnos a földművelés, talajbolygatás kihat az élővilágra, illetve a talaj sokféleségére is (Szalai, 2011).

2.2.2. A talaj alkotórészei

A talaj fizikai alkotóelemei közül a szilárd fázis a legfontosabb, ugyanis a talaj legtöbb tulajdonságát ez határozza meg. Szemcséi nagyon eltérő, a Nemzetközi Talajtan Társaság (Atterberg-féle) rendszere alapján a 0,002 milliméternél kisebb szemcseméret az agyag, a 0,002-0,02 mm közötti szemcseméret az iszap, a 0,2 mm alatti átmérővel rendelkező szemcseméret pedig a finom homok kategóriába sorolandó. A durva homok 0,2-2 mm tartományba esik, végül a 2 milliméternél nagyobb szemcseátmérőjűek a kő törmelékek és a kavicsok (Szalai, 2011).

A szemcseméret, és azok egymáshoz viszonyított aránya nagyban befolyásolja a talajok fizikai féleségét, azaz a textúráját. Az USDA háromszög diagram segítségével be tudjuk határozni, hogy az adott talaj homok, vályog vagy agyag fizikai féleségű (Szalai, 2011).

A talajok szilárd alkotóelemei között kialakult hézagokat gázfázis, vagy talajoldat töltheti ki. A talajban található nedvességet talajoldatnak nevezzük. Gáz fázisra azért van nagy szükség, mert ezáltal jut el az aerob élőlényekhez az oxigén, továbbá a talajban lejátszódó kémiai reakciókhoz is kulcsfontosságú. Ez a legváltozékonyabb fizikai paraméter, ugyanis sok

hatás befolyásolja mennyiségét, illetve arányát, mint például a talajművelés, csapadék, gyökerek, talajban élő állatok, mikroorganizmusok (Szalai, 2011).

A talajlevegő főbb összetevőit összehasonlítva a légköri levegővel megállapítható, hogy $N_2\%$ nagyjából megegyezik, O_2 kevesebb mennyiségben található a talaji levegőben, viszont CO_2 akár 100-125-ször nagyobb mennyiségben fordulhat elő a talajlevegőben, mint a légkörben, aminek az egyik fő oka az, hogy a talajban élő aerob szervezetek oxigén belégzés után CO_2 -t lélegeznek ki, továbbá ugyanezt az anyagot bocsátják ki a magasabb rendű növények gyökérlégzésük során (Szalai, 2011).

2.3. A talajművelés hatása a talaj szerkezetére és a földigilisztákra (szántás, talajbolygatás, no-till)

Földünk népessége folyamatosan növekvő tendenciát mutat. Míg az 1960-as években közel 2,5 milliárd volt az emberek létszáma, mára már ez a szám drasztikusan megemelkedett 8 milliárd fölé, és a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) legfrissebb adatai szerint ez az érték 2070-re a 10 milliárdot is elérheti (KSH, 2025).

A népesség növekedése mellett számolnunk kell azzal, hogy ennyi emberre meg kell termelni az élelmiszert. Ez azt jelenti, hogy minél kisebb területen a lehető legtöbb terményt kell előállítani. Ez nem csak a gazdáknak lesz nagy kihívás, de a talaj állapotára is kihatással lesz, ugyanis az intenzív művelés a talaj totális kizsigereléséhez vezethet (Szilágyi, 2024). Mindezek mellett, egyre inkább az tapasztalható, hogy a minőségi, ökológiai szemléletű gazdaságban termelt élelmiszere egyre nagyobb a kereslet a fogyasztók körében. Ezért is fontos az ökológiai szemlélet, mely fő szempontja a fenntarthatóság, természetel való szimbiózis, hogy ne csak a profitot akarjuk mindenáron kitermelni, hanem gondoskodjunk arról is, hogy talajaink megtartsák a természetésre alkalmas paramétereiket, szervesanyag-tartalmukat (Brundtland et al., 1987).

A talajművelés szempontjából fontos a megfelelő munkaeszköz használata és annak az optimális körülmények közötti alkalmazása. 100 évvel ezelőtt az ekét tartották a legjobb talajművelő eszköznek, akkoriban nem fordítottak figyelmet annak talajdegradáló, illetve élővilágra való negatív hatásaira (Birkás et al., 2017). A szántás a forgatásos művelés egyik legalapabb művelete, mely során egy adott talajréteg teteje a felszín alá kerül, míg az alja a felső rétegbe. Ilyenkor a talaj sokkal jobban ki van téve az időjárás káros hatásainak (erózió, defláció, cserepesedése), mivel nem takarja semmi azt (Lal, 2007). További negatívumnak mondható, hogy nagy rögök keletkeznek, ha nem optimális nedvességű talajon végezzük el a

szántást. Ezek a rögök kiszáradásuk során olyan keménnyé válnak, mint a szikla, a talajélet megszűnik bennük, később porrá alakulnak, amit a szél és a víz könnyedén elhord (Birkás, 2021). Ha túl nyirkos a talaj, akkor az ekevas használata során eketalp alakul ki (Cannel, 1985), amely egy olyan tömör réteg, amin keresztül a gyökeresedés is nehezebben megy végbe, továbbá a víz mélyebb rétegbe való lejutását is nehezíti (Birkás, et al. 2015).

A szántás, mivel beforgatja a szerves szármadaradványokat, növényi melléktermékeket, bizonyos típusú földigiliszták táplálékhoz való hozzájutását hátráltatja. Másik hátránya az, hogy míg a talaj felszíne közelében élő epigeikus földigiliszták az avarszintben, a talaj legfelső rétegében élnek, a forgatással azonban mélyebbre kerülnek, kedvezőtlenül megváltoznak az életfeltételeik, ami a pusztulásukhoz vezethet. Ugyanez igaz a talajban élő, hasznos mikroorganizmusra is (Simon, 2011). Továbbá, a szántás a gilisztajáratok pusztítását eredményezi (Dekemati, 2020), illetve a talajban élő földigiliszták a felszínre kerülnek, így könnyedén kiszáradhatnak, és a madarak is lecsaphatnak rájuk (Chan, 2001).

Már több kutatás is igazolta, hogy a kevesebb talajbolygatás, és a művelés elhagyása (no-till), több szervesanyag kijuttatás, illetve mulcshagyás, a talaj szerkezeti javulása mellett kedvezően hat a földigilisztákra is. A szervesanyag táplálékul szolgál a földigiliszták számára, és ha biztosítjuk a számukra megfelelő életkörülményeket, akkor tudnak hatékonyan szaporodni (Zicsi, 1969; Larink és Schrader, 2000; Bádonyi et al., 2008; Capowiez et al., 2009; Roger-Estrade et al., 2010).

E fejezetet Darwin (1837) jól megfogalmazott mondataival zárnam: „Csodának kell minősíteni, hogy a termőtalaj egész tömege a giliszták bélcsatornáján hatolt át, mégpedig örökös ismétléssel. Az eke ugyan a mezőgazdasági kultúra legfontosabb találmánya, de mielőtt ezt alkalmazták, a talaj rendszeres művelését, keverését, ápolását a giliszták végezték. Kevés állat van, melynek oly fontos szerepe van a Föld történetében, mint eme alacsonyrendű állatoknak.”

2.3.1. Regeneratív talajművelés

Egyre több gazda kezd rádöbbenni arra, hogy a régen jól bevált talajművelési módszerek mellett nem tudnak eredményesen termelni. Ez köszönhető a leromló talajállapotnak és a csökkenő talajéletnek, továbbá az átalakult piaci és gazdasági helyzetnek (Makszim, 2023). Az Európai Unió is hangsúlyozza fenntartható és talajkímélő művelés fontosságát, továbbá a talajélet helyreállítását, gyarapítását. Ezért hozta létre az Európai Bizottság az Európai Zöld Megállapodást (European Green Deal), mely ösztönző jelleggel hathat a gazdákra (Fetting,

2020). Honvári (2023) kiemelte, hogy az oktatásba is bele kell vinni a fenntartható regeneratív gazdaság szemléletét, mind középiskolai, mind egyetemi szinten, de még a tanácsadók, illetve politikai döntéshozók körébe is. Erre hoztak létre egy ERASMUS+ kooperációs projektet, amely a REGINA nevet képviseli.

A környezetbarátabb szemléletű termesztésre alternatív megoldás lehet a regeneratív talajművelés, ami felválthatja az eddig berögzült talajművelési módszereket. Magával a regeneratív talajműveléssel már az 1980-as évek elején elkezdtek foglalkozni, kezdetben Amerikában (Giller et al., 2021). Rodale (1983) vizsgálatai alapján megállapította, hogy a talajok képesek a légkörből való szerves szén megkötésére. A talajbolygatás hatására viszont a talajban található szén csökken, és a légkörbe kerül vissza (Giller et al., 2009).

A regeneratív művelés központjában a talaj áll, és annak javítása. Fontos szempont a minimális talajbolygatás, szervesanyagtartalom megtartása és növelése, műtrágya kijuttatásának elkerülése, takarónövény és zöldtrágya alkalmazása, a komposztálás, talajtakarás, illetve a vetésforgó. Mindezek során a biológiai sokszínűség gyarapodhat, a talajok termékenyebbek lesznek, továbbá a talajszerkezetre is kedvező hatásokat gyakorolhat, aminek következtében hatékonyabb lehet a növénytermesztés is (Rhodes, 2017).

2.4. A talajtakarás

2.4.1. Általános jellemzők, típusai

A felszíntakarás megakadályozza a talajpusztulást, javítja és kíméli annak fizikai és biológiai állapotát (Birkás, 2023). Napjainkban a felgyorsult klímaváltozás hatással van az egész mezőgazdasági ágazatra, így a gazdákat is próbára teszi. Hazánkban az egyik legfontosabb szempont a víz megtartása, ugyanis egyre inkább az figyelhető meg, hogy az eső nagyon szélsőséges időben és mennyiségben érkezik. Van, hogy egyszerre lezúdul 100 mm csapadék, ezután előfordulhat akár hónapokig tartó csapadékmentes periódus. Ezért van nagy hangsúlyban a víz megtartása, amit a leghatékonyabban a talaj takarásával érhetünk el.

A talajtakarás további előnyét a gyomok visszaszorításában is tapasztalhatjuk. Ha szerves anyaggal fedjük a felszínt, kedvező hatást érhetünk el a talajéletre, ugyanis minél több szervesanyagot hagyunk a területen, annál gazdagabb lesz a talajélet a különféle mikroorganizmusok miatt. A hőmérséklet a talajban sokkal kiegyenlítettebb, nyáron kevésbé forrósodik át, télen kevésbé van kitéve a fagy okozta károknak, és kevésbé esik vissza a

talajhőmérséklet. Negatívuma, hogy tavasszal hosszabb időt vesz igénybe a talaj felmelegedése, így a vetés és a palántázás időpontja is csúszhat (Makkai, 2008; Ombódi, 2008).

Takaróanyag típusától függően beszélhetünk szerves és szervesetlen felszín takarásról. Szántóföldi növénytermesztésnél az előbbit alkalmazzuk, ugyanis a kivitelezése így oldható meg gazdaságosan. Aratás után nagyon fontos a minél kisebbre szecskázott növénymaradvány egyenletes szétterítése, hogy az minél hatékonyabban tudja ellátni feladatát (Birkás, 2023).

A szerves mulcs nagyon jó vízmegtartó képességű, hatékonyan védi a talajt a környezeti tényezőktől, lebontása révén tápanyagként szolgál a növényeknek. A legalkalmasabb anyagok a szecskázott növénymaradványok, komposzt, aprított ágak, gallyak, levelek, levágott fűnyesedék. Utóbbit viszont érdemes komposztálni, mielőtt szétterítjük, ugyanis jelentős mennyiségű gyommagot tartalmazhat. Továbbá előszeretettel használják a szerves trágyát, amely serkenti a talajéletet, növeli a talaj tápanyagtartalmát, ha az eső bemossa azt, és pozitív hatással van a talajszerkezetre (Racskó, 2004).

A legtöbbet használt szerves mulcs a szalma, melyet mind a gyümölcssteresztésnél, mind a kertészetben gyakran alkalmaznak. Gondoskodni kell a takaróanyag pótlásáról, ugyanis a szalma bomlásával a mulcsréteg vastagsága csökken. Negatívumként elmondható, hogy eléggé költséges, ezért nagyobb területen nem feltétlen éri meg alkalmazni, továbbá a pentozánhatással is számolni kell (Racskó, 2004).

Dekemati (2020) vizsgálta többek között a földigiliszták jelenlétét szervesanyaggal fedett, illetve fedetlen területeken egyaránt. A mulcsréteg a táblán lévő növények maradványaiból származott, a talajfelszín borításának mennyiségét és vastagságát a talajművelési módok, illetve művelési mélység határozta meg. Az 5 különböző százalékban borított területet három évig vizsgálta, mely során azt az eredményt kapta, hogy a legalacsonyabb felszínborítottságú parcellában (0-10% növénymaradvány) volt a legcsekélyebb földigiliszta abundancia ($30,5 \pm 8,7$ ind/m²), míg a 71-100%-os borítottságú kategóriában volt a legmagasabb egyedszám ($185,7 \pm 40,7$ ind/m²).

Az egyik leggyakrabban használt szervesetlen talajtakarási eszköz az agroszövet. Egy 2017-es kutatás szerint, ahol 3 talajtakarási módot (szalma, széna és agroszövet) hasonlítottak össze, megállapították, hogy az agroszövet a legkedvezőbb gyomelnyomó hatású a többihez képest. Hátránya viszont, hogy nagy területen nehéz kivitelezni az alkalmazását, ugyanis költséges beszerezni (Király, Maczkó, 2017).

2.5. A komposzt

2.5.1. A komposzt fogalma és általános jellemzése

A komposzt mikroorganizmusok által aerob körülmények között (oxigén jelenlétében) lebomlott szerves anyagok összessége. Komposztálás során keletkezett magas humusztartalmú, földszerű anyag talajba juttatva kiváló szerkezetjavító hatású, továbbá magas tápanyag tartalma a növényeknek is kedvez (Sequi, 1991).

Magyarországon nagyjából 4,5 millió tonna szilárd hulladék keletkezik, aminek egy jelentős része, 1,5-1,8 millió tonna biohulladék, ami a komposztálható szerves hulladékok összessége (Gulyás, 2020). Ha minden ilyen szerves hulladékot komposztálnánk, azzal ezt a mennyiséget jelentősen csökkenthetnénk, és előállíthatnánk egy tápanyagban gazdag, talajéletre és talajszerkezetre pozitív hatású anyagot.

A komposztot többféle szervesanyag is képezheti, mint például a növénytermesztésből kikerülő elhalt növényi maradványok, konyhai, éttermi hulladékok egy része (Balláné, 2016), erdészeti, de akár ipari szerves hulladékok is, viszont fontos szempont, hogy mérgező anyag ne keveredjen bele, és egyéb károsanyagtól is mentes legyen (Alexa, 2001). Komposztálás során végbe mennek fizikai, kémiai és biológiai változások, mineralizáció és humifikáció. A megfelelő minőségű komposzt homogén, jól stabilizálódott (Sullivan et al., 2002).

Fontos a kiváló minőségű, stabil, érett komposzt használata, ugyanis előfordulhat olyan eset is, hogy komposztálás közben nem mentek végbe megfelelően a lebontási folyamatok. Ha ilyen állapotú komposztot juttatunk ki a talajba, akkor a lebontás és a stabilizálódás a talajban fog végbe menni, ami tápanyagvesztéssel járhat, így könnyen nitrogénhiány léphet fel. A stabilizálódási folyamat anaerob körülményeket idézhet elő a gyökérszónában, elindulhat az ammóniaképződés, melynek hatására elhalhatnak a növények (Ábrahám, 2011; Alexa, 2001; Gulyás, 2020).

2.5.2. A komposzt és a földigiliszták kapcsolata

A talaj természetes körforgásának elengedhetetlen feltétele a mikroorganizmusokban gazdag talajélet. Ahhoz, hogy a biomasszát növelni tudjuk, elengedhetetlen a szervesanyag kijuttatása a talajba. A mezőgazdaságban a legtöbbet kijuttatott szervesanyagot az állati ürülék, illetve növényi maradványokból készült komposzt teszik ki.

A komposzt, illetve komposzt anyagok földgilisztákra mért közvetlen hatását kevesen vizsgálták. A szakirodalomban sokkal elterjedtebb a földgiliszták bontási tevékenysége következtében keletkezett gilisztahumusz talajra mért hatásának vizsgálata.

A földgiliszták alapvető táplálékául a szerves növényi maradványok szolgálnak, melyek különböző enzimek segítségével bomlanak le a giliszták bélcsatornájában (Kiss, 1999). A bélcsatornában az általuk elfogyasztott bomló szervesanyag talajjal keveredik.

A földgiliszták ürítésük révén keletkezik a gilisztahumusz, mely kalciummal stabilizált szilárd golyócskák formájában távozik az állat testéből. A gilisztahumusz igazoltan javítja a talaj tápanyagtartalmát az igen magas makro- és mikroelem tartalmának köszönhetően. Pozitívuma, hogy a benne rejlő tápanyagok nehezen mosódnak ki, emellett pedig rengeteg baktériumot tartalmaz. Továbbá, a növénytermesztésre is jótékony hatású, ugyanis tartalmaz növekedésserkentő auxinokat, különféle hormonokat, melyek ellenállóbbá teszik a növényeket a gombás és a baktériumos fertőzésekkel szemben. Mindezek mellett a talajszerkezetre is kedvező hatással van. Gilisztahumusz hozzáadásával talaj vízmegtartóképessége jelentősen nő, a talaj kémhatását ellensúlyozza, ezáltal a növény könnyebben fel tudja venni az egyes tápanyagokat, mint például a foszfort, vagy a káliumot ([http1](http://)).

3. Anyag-és módszertan

3.1. A kísérleti terület, és annak jellemzése

A kísérleti terület egy Nógrád vármegyei kis faluban található, Terényben, mely Dezsény Zoltán és felesége által vezetett MagosVölgy Ökológiai Gazdasághoz tartozik, telephelyük a Kossuth utca 42. szám alatt található. Dezsény Zoltánék gazdaságának fő profilja az ökológiai zöldségtermesztés. A kísérleti parcellák GPS koordinátái: 47.94739464805165, 19.4423330488564.

A kísérleti terület előkészítése során 2023 őszén elvégeztünk egy sekély talajmunkát, így a felső réteg meg lett forgatva. Ezután bevetettük „Álmos” nevezetű takarónövény magkeveréssel. Ez a keverék 4 növény vetőmagját tartalmazza: 75%-ban rozst, 22%-ban szösös bükkönyt, 1,5-1,5%-ban pedig vörösherét és talajművelő retket.

A következő feladat az ágyások kialakítása volt, amit a takarónövények terminálása után végeztünk el. 2024 tavaszán, április 15-én alakítottuk ki a parcellákat, kezdetben kimértük és kijelöltük a helyüket. 24 darab 20 méter hosszú és 80 centiméter széles ágyást jelöltünk ki, közöttük 40 cm-es művelő utakkal. Minden parcella 2 db 10 méter hosszú és 80 cm széles, azonosan kezelt ágyást tartalmazott. Az ágyásokra 10-12 cm vastagon komposztot hordtunk és kialakítottuk az alábbi 3 kezelést:

- a) komposzt bedolgozva,
- b) bolygatott talaj komposzttakarással,
- c) bolygatatlan talaj komposzttakarással.

A háromféle kezelést 4 ismétlésben vizsgáltuk. Az első kezelés esetében komposztot rotációs kapával dolgoztuk be a talajba több menetben, a második kezelésnél a talajt a komposzthordás előtt bolygattuk rotációs kapával, a harmadik kezelés esetében a talajt nem bolygattuk és 10-12 cm vastagon komposztot terítettünk rá.

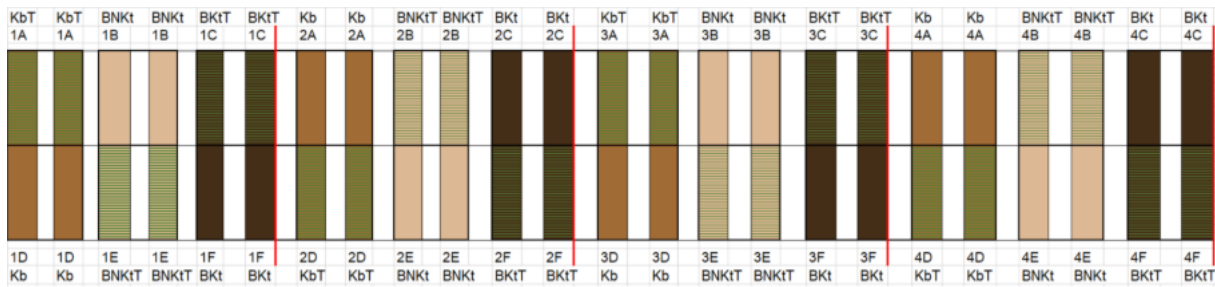
A parcellákat úgy alakítottuk ki, hogy 4 blokkból álljanak, viszont egy blokkban mind a 3 kezelés megtalálható legyen. A komposzttal kevert területek az „A” és „D” jelű parcellákat kapták, a „B” és „E” jelű parcellák a bolygatás nélküli, komposzttal takart területek, illetve a „C” és „F” betűt kapó egységek a bolygatott, komposzttal takart területek. Az alábbi ábrán látható a parcellák felosztása (1. ábra):

1. ábra: 2024-es kísérleti terület a parcellák kódjaival
(Forrás: drónfelvétel, EKKE)



2024 őszén a sütőtök növények letermése és eltávolítása után a parcellák felére fekete fóliát terítettünk, míg a másik felére takarónövény keveréket vetettünk. Így kaptunk az előző év 3 féle kezelési módjából 6 féle kezelési módot (2. ábra). 2025 tavaszán ismételten kialakításra kerültek az alap kezelési módok: a bolygatott ágyások esetében ismételten bolygatásos művelés lett alkalmazva, a bolygatatlan ágyások továbbra is bolygatatlanul lettek hagyva, a komposzt kijuttatása pedig a 2024-es évvel megegyező módon történt.

2. ábra: 2025-ös kísérleti területek felosztása, jelmagyarázattal
(Forrás: Microsoft Excel, 2025)



	1.	Kb	Komposzt bedolgozva
	2.	KbT	Komposzt bedolgozva + takarónövény
	3.	BKt	Bolygatott + komposzt takarás
	4.	BKtT	Bolygatott + komposzt takarás + takarónövény
	5.	BNKt	Bolygatás nélküli + komposzt takarás
	6.	BNKtT	Bolygatás nélküli + komposzt takarás + takarónövény

Az általam használt, ábrákon is feltüntetett rövidítések a következők:

- Kb: Komposzt bedolgozva
- KbT: Komposzt bedolgozva + takarónövény
- BKt: Bolygatott + komposzt takarás
- BKtT: Bolygatott + komposzt takarás + takarónövény
- BNKt: Bolygatás nélküli + komposzt takarás
- BNKtT: Bolygatás nélküli + komposzt takarás + takarónövény

2024-ben a területen sütők volt, amit előnevelt palántaként ültettünk ki a területekre. Ennek az időpontja június 12-re esett. 2025-ben pedig a burgonya került minden parcellára, amit előcsírázott gumó formában vetettünk el április 16-án.

3.2. Talajmintavétel

Az első talajmintavételezést 2024 tavaszán, egészen pontosan április 26-án végeztük el, amit egyik szaktársammal, Zvekán Zsomborral végeztem el, aki szintén közreműködő ebben a kísérletben. Egy ásó segítségével minden parcella esetén 10-10 helyről kb. 15 cm mélységből talajmintát vettünk, jól összekevertünk, majd körülbelül egy kilogramm talajt egy lezárható

tasakba helyeztük. Azért lényeges, hogy lezárható tárolóba kerüljön, mert így fogunk reális értéket kapni a nedvességtartalom a mérésénél, ha nem lenne lezárva, akkor elpárologna belőle a nedvesség, és kiszáradna. Ezt a folyamatot 2024 őszén, továbbá 2025-ben tavasszal is elvégeztem.

3.3. A talaj kémiai paramétereinek vizsgálata

3.3.1. Laboratóriumi vizsgálatok

A talajminták egy részét elküldtem a SoilChem Agrár és Környezetanalitikai Laboratóriumba (SC Lab, Mórahalom) bővített talajvizsgálat céljából. Itt részletesen kielemezték a talaj Arany-féle kötöttségét, pH-ját (KCl, H₂O), illetve só, humusz, CaCO₃, P₂O₅, K₂O, NO₃⁻-N⁺, NO₂⁻-N, Na, Mg, Cu, Zn, Mn tartalmát. A kísérleti periódus során összesen 3 alkalommal lett végezve ilyen bővített vizsgálat: legelőször 2024 tavaszán, őszén, majd 2025 tavaszán.

3.3.2. A talaj nedvességtartalmának és hőmérsékletének mérése

A talajok nedvességtartalmának és hőmérsékletének meghatározására, tavasszal, nyáron és ősszel sort kerítettem. A talajvizsgálat céljából vett talajmintákból részmintát vettem és nedvességtartalmukat szárítószekrényes módszerrel mértem. Ennél a módszernél a nedves talaj és a száraz talaj tömegeinek különbségéből tudtam meghatározni az elpárolgott víz mennyiségét, ezáltal pedig a minták nedvességtartalmát.

A mintákból két ismétlésben üvegedényekbe 5 gramm talajt mértem ki három tizedes pontossággal. Majd szárítószekrényben 105 °C-on tömegállandóságig szárítottam a mintákat. A mintákat ismételten lemértem, majd a kapott adatokat beírtam egy Excel táblázatba. A nedvességtartalom kiszámításához Buzás (1993) módszerét alkalmaztam. Egy üveg csészével egybe mért nedves talaj és a száraz talaj tömegeinek különbségét elosztottam a száraz talaj csésze nélküli tömegével, majd felszoroztam a kapott eredményt 100-zal.

Minden parcellában 3-3 különböző ponton lett mérve a talaj hőmérséklete pálcás talajmérő szondával, 10 cm mélységben. 2024 nyarán külön lett mérve a talaj felszíni hőmérséklete is annak céljából, hogy egyes művelési módok, illetve a komposzt jelenléte hogyan befolyásolja a talajt a nyári forróság esetén. A három különböző helyről vett minták eredményeit átlagoltam, és azt tekintettem mérvadónak.

3.4. Földigilisztá-mintavétel

A földigiliszták mintavételezését egy időben végeztük el a talajmintavételezéssel. A földigiliszták talajból való kieszedését kézi válogatással végeztem el (ISO 23611-1:2006). Minden év áprilisában és októberében került sor erre a folyamatra. Ezt úgy valósítottam meg, hogy minden parcellában egy ásóval kiástam egy 25x25x25 cm-es talajkockát, melyet egy műanyag fóliára helyeztem. Ezután apró morzsa frakcióra szedtem szét a talajmintát, így ebből a talajkockából az összes benne lévő földigilisztát félre tudtam rakni egy kis tégelybe, melynek az aljába egy kis földet helyeztem. Következő lépés volt lezárni a tárolókat, és rájuk írni az adott parcella kódját.

3.5. Földigilisztá minták kiértékelése

A mintákból kiválogatott földigilisztákat a tégelyekben a laboratóriumba szállítottuk, majd a gilisztákat egy szórófejes palack segítségével vízzel lemostam, ezután papírtörülkövel finoman leittam róluk a felesleges nedvességet, ami azért volt fontos, hogy a valódi tömegüket kapjam meg. Ezután letárazott üveg Petri csészében lemértem külön a felnőtt (amelyiken van nyereg) és a juvenilis (nyereg nélküli, fiatal) földigilisztákat digitális gramm mérlegen (PD-2027) két tizedes pontossággal. Majd színezetük és habitusuk alapján megállapítottam az egyedek morfortípusát. Miután ezt mind elvégeztem, egy Excel táblázatba felírtam az egyedszámot, a tömeget és hogy melyik életforma típusból hány egyed volt az adott mintában.

3.6. Adatok kiértékelése

A mért adatokat Excel táblázatban elemeztem ki és ennek segítségével készítettem el a diagrammokat is. A kapott eredményeket a Past 4.03. statisztikai szoftverben értékeltük ki, a Microsoft Excel adatbázis-kezelő kimutatásai után. Az adatokra egytényezős variancianalízist (ANOVA) végeztünk, ha a Levene teszt szerint a szóráshomogenitás teljesült. Az egytényezős variancianalízis után Mann-Whitney vagy Turkey-féle páronkénti összehasonlítást végeztünk. A sávos grafikonok a parcellánkénti átlagokat ábrázolják a talajtakarásos kezelésekben, melyeken a szórást is megjelenítettük. Ha a statisztikai elemzés eredményénél a p-érték kisebb, mint 0,05, a különbséget szignifikánsnak tekintettük.

4. Eredmények

4.1. Talajadatok

4.1.1. Bővített talajvizsgálat

A 2024 tavaszán bevizsgált talajok eredményeiből a kiindulási állapot látható, később vizsgálható, hogy egy év elteltével milyen változás ment végbe (1. táblázat).

1. táblázat: A talaj különböző kémiai paramétereinek alakulása (átlag±szórás) a három mintavételi időpontban (2024. tavasz, őszi, 2025. tavasz) a különböző kezelések függvényében. (Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény) (Forrás: saját munka)

2025. tavasz						2024. őszi						2024. tavasz					
Kb	BNKtT	BNKt	BKtT	BKt	Kb	Kb	BNKt	BNKt	BKt	Kb	Kb	BNKt	BNKt	BKt	Kb	BNKt	BKt
38,29 ±0,81	38,43 ±0,89	38,86 ±2,02	36,86 ±1,12	37,93 ±0,63	41,05 ±1,19	41,06 ±1,97	41,06 ±1,97	41,06 ±1,97	41,06 ±1,97	36,84 ±1,61	36,84 ±1,61	35,93 ±1,52	35,93 ±1,52	36,88 ±1,77	36,88 ±1,77	36,88 ±1,77	36,88 ±1,77
7,1 ±0,01	7,09 ±0,03	7,12 ±0,11	7,10 ±0,08	7,07 ±0,07	7,47 ±0,15	7,43 ±0,04	7,43 ±0,04	7,43 ±0,04	7,38 ±0,09	7,27 ±0,06	7,27 ±0,06	7,3 ±0,06	7,3 ±0,06	7,3 ±0,04	7,3 ±0,04	7,3 ±0,04	7,3 ±0,04
0,05 ±0,01	0,04 ±0,01	0,05 ±0,01	0,04 ±0,01	0,04 ±0,01	0,04 ±0,01	0,05 ±0,01	0,05 ±0,01	0,05 ±0,01	0,04 ±0,01	0,03 ±0,01	0,03 ±0,01	0,03 ±0,01	0,03 ±0,01	0,03 ±0,01	0,03 ±0,01	0,03 ±0,01	0,03 ±0,01
2,52 ±0,54	2,62 ±0,62	2,5 ±0,51	2,09 ±0,23	2,21 ±0,33	3,07 ±0,79	2,96 ±0,91	2,96 ±0,91	2,96 ±0,91	2,94 ±1,02	1,55 ±0,27	1,55 ±0,27	1,57 ±0,3	1,57 ±0,3	1,7 ±0,35	1,7 ±0,35	1,7 ±0,35	1,7 ±0,35
4,43 ±1,28	4,77 ±1,59	4,83 ±1,6	5 ±1,54	5,05 ±1,65	5,37 ±1,52	5,26 ±1,4	5,26 ±1,4	5,26 ±1,4	5,35 ±1,95	4,92 ±1,59	4,92 ±1,59	5,14 ±1,56	5,14 ±1,56	5,36 ±1,29	5,36 ±1,29	5,36 ±1,29	5,36 ±1,29
537,76 ±128,71	540,07 ±145,5	537,3 ±201,84	506,49 ±105,26	507,57 ±121,9	582,11 ±84,68	563,57 ±166,67	563,57 ±166,67	563,57 ±166,67	562,59 ±156,85	489,01 ±104,58	489,01 ±104,58	474,62 ±141,26	474,62 ±141,26	515,04 ±137,89	515,04 ±137,89	515,04 ±137,89	515,04 ±137,89
614,36 ±241,7	594,5 ±142,82	615,39 ±169,77	577,45 ±113,57	557,21 ±103,65	966,80 ±285,62	970,02 ±312,93	970,02 ±312,93	970,02 ±312,93	875,91 ±260,78	476,08 ±179,05	476,08 ±179,05	490,79 ±178,4	490,79 ±178,4	519,91 ±109,96	519,91 ±109,96	519,91 ±109,96	519,91 ±109,96
11,89 ±4,75	11,82 ±2,69	12,68 ±3,04	10,41 ±2,9	9,71 ±1,06	62,69 ±18,3	59,78 ±19,55	59,78 ±19,55	59,78 ±19,55	51,61 ±24,6	50,86 ±22,17	50,86 ±22,17	46,93 ±29,83	46,93 ±29,83	55,15 ±23,41	55,15 ±23,41	55,15 ±23,41	55,15 ±23,41
36,64 ±14,85	16,3 ±2,25	37,17 ±11,07	6,15 ±7,16	25,17 ±3,8	19,46 ±12,93	31,16 ±23,24	31,16 ±23,24	31,16 ±23,24	31,14 ±20,3	3,13 ±4,4	3,13 ±4,4	4,39 ±5,07	4,39 ±5,07	5,49 ±4,71	5,49 ±4,71	5,49 ±4,71	5,49 ±4,71
63,2 ±17,32	50,41 ±5,16	58,83 ±10,46	42,88 ±2,57	47,31 ±5,01	53,91 ±12,3	63,06 ±22	63,06 ±22	63,06 ±22	54,03 ±10,42	36,35 ±4,83	36,35 ±4,83	36,59 ±5,49	36,59 ±5,49	34,73 ±5,11	34,73 ±5,11	34,73 ±5,11	34,73 ±5,11
325,15 ±53,3	299,79 ±16,52	299,99 ±70,19	276,74 ±21,07	297,15 ±17,19	458,27 ±41,42	468,16 ±71,97	468,16 ±71,97	468,16 ±71,97	436,33 ±50,4	292,32 ±38,6	292,32 ±38,6	311,3 ±46,51	311,3 ±46,51	308,7 ±37,99	308,7 ±37,99	308,7 ±37,99	308,7 ±37,99
2,9 ±0,87	2,47 ±0,08	2,47 ±0,18	2,51 ±0,13	2,5 ±0,28	2,85±0,22	2,76 ±0,17	2,76 ±0,17	2,76 ±0,17	2,77 ±0,2	2,65±0,27	2,65±0,27	2,76 ±0,53	2,76 ±0,53	2,71 ±0,29	2,71 ±0,29	2,71 ±0,29	2,71 ±0,29
5,5 ±2,49	4,9 ±1,89	4,79 ±3,02	4,95 ±2,23	4,31 ±2,02	6,39 ±2,3	6,3 ±2,16	6,3 ±2,16	6,3 ±2,16	6,20 ±3,1	2,51 ±1,64	2,51 ±1,64	2,7 ±1,99	2,7 ±1,99	3,17 ±2,12	3,17 ±2,12	3,17 ±2,12	3,17 ±2,12
73,77 ±10,67	69,65 ±13,38	71,27 ±12,05	73,86 ±9,97	67,85 ±16,46	97,53 ±8,89	103,01 ±4,45	103,01 ±4,45	103,01 ±4,45	100,57 ±14,06	80,54 ±18,73	80,54 ±18,73	78,43 ±15,86	78,43 ±15,86	73,51 ±10,33	73,51 ±10,33	73,51 ±10,33	73,51 ±10,33

KbT	39,24 ±0,16	7,1 ±0,1	0,04 ±0,01	2,22 ±0,31	4,83 ±2,18	576,91 ±139,16	674,62 ±189,11	8,86 ±2,61	24,03 ±8,55	60,69 ±21,28	309,63 ±57,19	3,03 ±0,93	4,79 ±2,53	78,84 ±23,6
------------	----------------	-------------	---------------	---------------	---------------	-------------------	-------------------	---------------	----------------	-----------------	------------------	---------------	---------------	----------------

2024 tavaszán az Arany-féle kötöttség esetében a három féle kezelési mód között nem volt lényeges különbség. A parcellák sótartalmából kikövetkeztethetjük, hogy szikesedésről szó sincs, minden minta 0,1-es érték alattit mutatott. A réz- és a cinktartalom az összes kezelési módnál megegyezik, 3-3 mg/kg (száraz anyagban), az SO₄²⁻-S tartalom a bolygatott, illetve a bolygatatlan talajok komposzt takarással lévő parcellákban megegyezik: 9 mg/kg (száraz anyagban).

A komposzttal bekevert parcellákban a foszfortartalom vegyületben (P₂O₅) 489 mg/kg (száraz anyagban), a K₂O tartalom 476 mg/kg (száraz anyagban), a nitrogén (NO₃⁻-N+, NO₂⁻-N) pedig 51 mg/kg (száraz anyagban). A mikroelemekből a következő értékek születtek: SO₄²⁻-S tartalom 8 mg/kg, nátrium 36 mg/kg, mangán 81 mg/kg (mindegyik érték száraz anyagban). A bolygatatlan, komposzttal takart parcellák átlagában a P₂O₅ értéke 475 mg/kg (száraz anyagban), a K₂O tartalom 491 mg/kg (száraz anyagban), a nitrogén pedig 47 mg/kg-ot (száraz anyagban) eredményezett. A nátrium tartalom 37mg/kg, a magnézium 311 mg/kg, mangán 78 mg/kg (mindhárom száraz anyagban) eredményt produkált. A bolygatott, komposzttal takart területeken a P₂O₅ taralom 515 mg/kg, K₂O 520 mg/kg, nitrogén a három közül itt a legmagasabb: 55mg/kg (mind a három száraz anyagban). A nátrium tartalom 35 mg/kg (száraz anyagban, a magnézium 309 mg/kg (száraz anyagban), illetve a mangán itt volt a leggyengébb, 74 mg/kg (száraz anyagban).

2024 őszén az Arany-féle kötöttségének (K_A) értéke az összes parcella esetében 41 egység volt, a pH továbbra is 7, amely semleges, a szénsavas mész szintén 5m/m%. A humusztartalom minden egyes kezelésnél egy m/m%-kal növekedett, ugyanis 2%-ról 3%-ra ugrott, a mikro- és makroelemek mennyisége is növekedett.

A komposzttal bedolgozott, takaratlan talajon a P₂O₅ tartalom 573 mg/kg (száraz anyagban), K₂O koncentráció a tavasszal mért értékének majdnem a dupláját produkálta, 476-ról 916 mg/kg (száraz anyagban), nitrogén tartalma 60 mg/kg (száraz anyagban). A komposzttal takart bolygatatlan talajon a P₂O₅ 567 mg/kg-ra (száraz anyagban) emelkedett, K₂O koncentráció is jelentős növekedést eredményezett a maga 962 mg/kg-os (száraz anyagban) értékével, a nitrogén tartalma a komposzttal bekevert területekkel megegyezve 60 mg/kg-os (száraz anyagban) eredmény született. Végül a bolygatott, komposzttal takart területeken nőtt

a legkevésbé a makroelemek értékei, a P_2O_5 jelenléte 566 mg/kg-ra (száraz anyagban) emelkedett, a K_2O 855 mg/kg-ot (száraz anyagban) eredményezett, a nitrogén tartalom 2 mg/kg-mal csökkent, ugyanis 53 mg/kg-ra (száraz anyagban) változott. A mikroelemek értékei is mind növekedést mutattak a réz egyik parcellán se hozott változást, a cink jelenléte viszont mindhárom esetben a duplájára nőtt.

A **2025-ös** bővített talajvizsgálati eredmények a következőképpen alakultak: külön lettek vizsgálva az őszi fóliával takart területek, illetve az őszi takarónövénnyel takart parcellák. Az őszi takarónövénnyel bevetett parcellák esetében az Arany-féle kötöttség (K_A) a komposzttal bedolgozott területen és a bolygatás nélküli, komposzttal takart területeken megegyezően 38,5 egységet, a bolygatott, komposzttal takart parcellák viszont átlagban 36,75-öt eredményeztek. A pH értékek nem sok különbséggel, nagyjából semlegesek, de inkább a lúgos felé hajlanak. A szénsavas mész a komposzttal bedolgozott ágyásokban volt a legalacsonyabb, ahol 4,775 m/m%, a legnagyobb százalékban a bolygatott, komposzttal takart területen volt jelen: 4,975 m/m%. A bolygatás nélküli területek is megfelelő $CaCO_3$ tartalommal rendelkeznek, ugyanis a 4,8%-os érték, az összes parcella közül viszont ennél a kezelési módnál a legmagasabb a humusz tartalom, míg a másik kettőnél nagyjából megegyező eredmény született. A szervesanyag tartalom mellett a P_2O_5 értéke is a bolygatás nélküli, komposzttal takart területeken a legjelentősebb, 540,05 mg/kg (száraz anyagban). Ezt követi nem sokkal lemaradva a komposzttal bedolgozott területek átlaga, ahol 532,775 mg/kg (száraz anyagban) eredmény született, a legalacsonyabb foszfortartalom a bolygatott, komposzttal takart kezelési mód esetében volt mérhető. K_2O tartalom a komposzttal bedolgozott területek lettek kiemelkedők 647 mg/kg-os (száraz anyagban) átlagos K_2O tartalommal, ezt követte a bolygatás nélküli, komposzttal takart kezelési mód, ahol 594 mg/kg (száraz anyagban) a kálium tartalom, végül a legkisebb koncentráció a bolygatott, komposzttal takart területeken volt mérhető. A nitrogén tartalom a bolygatás nélküli, komposzttal takart területeken volt a legnagyobb mennyiségben jelen a talajban, 11,825 mg/kg (száraz anyagban), a komposzttal bedolgozott területek nitrogéntartalom átlaga 11,575 mg/kg (száraz anyagban) lett, míg végül a bolygatott, komposzttal takart területeken ez az érték 10,4 mg/kg (száraz anyagban) lett. A mikroelemek tartalma összességében a komposzttal kevert területeken volt a legnagyobb mértékben a másik két kezelési módhoz viszonyítva, míg a bolygatott és a bolygatás nélküli területek eredményei szinte megegyeztek, kivéve SO_4^{2-} -S tartalomban, ahol nagy volt az eltérés: bolygatott területeken ennek az átlaga 12,3 mg/kg (száraz anyagban) lett, míg a bolygatás nélküli módnál 16,275 mg/kg (száraz anyagban). Továbbá, a nátriumtartalomban is lett egy kisebb eltérés, jelen

esetben is a bolygatás nélküli, komposzttal takart parcellák tűntek jobbnak a maguk 50,425 mg/kg-os (száraz anyagban) átlag értékeikkel, ettől lemaradva a bolygatott, komposzttal takart területek értéke 42,875 mg/kg (száraz anyagban) lett.

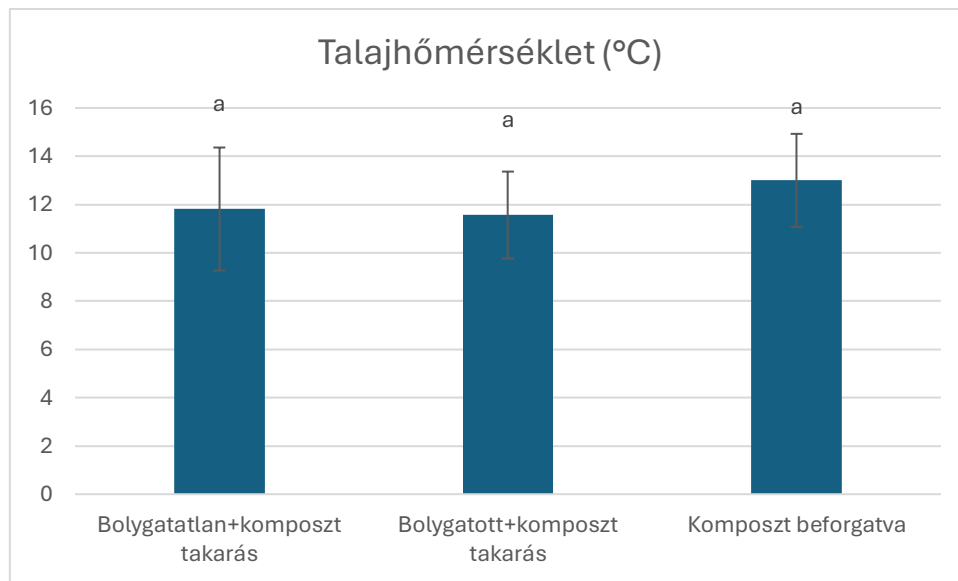
A télen fekete fóliával területeken a pH és só-, mész-, nitrogén-, foszfor-, réz- és cinktartalomban nem keletkezett számottevő változás a takarónövényekkel takart területekhez képest. Az Arany-féle kötöttség a komposzttal bedolgozott területeken 38,25 egység lett, a bolygatás nélküli, komposzttal takart parcellák átlagban 38,75-ös K_A egységet produkáltak, míg a bolygatott, komposzttal takart területeken ez az érték kerekén 38 egység volt átlagban. A káliumtartalom nagyjából megegyező értéket mutatott a komposzttal bekevert, és a bolygatás nélküli, komposzttal takart parcellákban, míg az előbbinél 614,375 mg/kg (száraz anyagban) lett, az utóbbinál 615,4 mg/kg (száraz anyagban). A fóliával takart területeken a SO_4^{2-} -S tartalom jelentősebb a takarónövényvel takart parcelláknál: a komposzttal bedolgozott módnál ez az érték 36,65 mg/kg (száraz anyagban), a bolygatott, komposzttal takart területeknél 25,15 mg/kg (száraz anyagban), végül a bolygatás nélküli, komposzttal takart parcelláknál ez az érték 37,175 mg/kg (száraz anyagban). Nátrium és magnézium tartalomban is jobbnak bizonyult ez a takarási mód.

4.1.2. Talajhőmérséklet

A **2024. tavaszán**, április 26-án mért eredmények alapján a bolygatott és a komposzt takarásos bolygatatlan parcella hőmérséklete 11,5 °C körüli volt. A bekevert komposztos parcellák átlagban melegebbnek bizonyultak, ugyanis átlagosan 13 °C volt mérhető. A szórás viszonylag nagy volt mind a három művelési mód esetében, egyes parcellákban ugyanazon kezelési módban 5-7 °C eltérés is előfordult egy-egy mérési pont között, de ez a terület melletti fák, bokrok miatt fordulhatott elő (3. ábra).

Statisztikai elemzések során kijelenthető, hogy a talajhőmérsékletben (p érték=0,3669) kapott igen csekély különbségek miatt az értékekben nem volt szignifikáns különbség.

3. ábra: 2024. tavaszi talajhőmérsékleti értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik)
(Forrás: Microsoft Excel, saját munka)

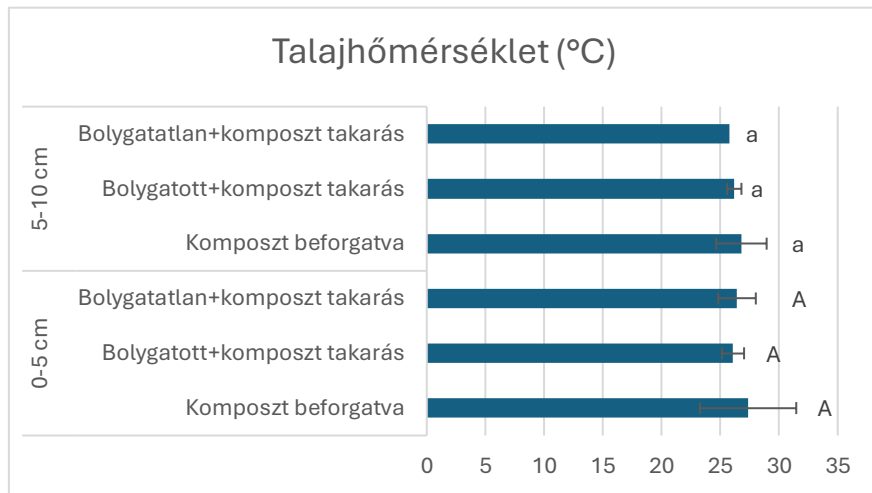


Talajhőmérsékletet **2024 nyarán** parcellánként 3-3 helyen mértem 0-5 cm-en, ahol a komposztréteg vagy egészében, vagy talajjal keverve volt jelen, és 5-10 cm mélységen egyaránt, ahol a talaj és a komposzt réteg összeért.

0-5 cm mélységben a komposzttal bedolgozott terület bizonyult a legmelegebbnek, $27,36 \pm 4,11$ °C-t mértem. A legalacsonyabb hőmérséklet a bolygatott, komposzttal takart kezelés eredményezte. Nem sok eltéréssel, de melegebbnek bizonyult a komposzttal takart, bolygatatlan talaj, előbbinek $26,09 \pm 0,93$ °C-ot mértem, míg utóbbinak a hőmérséklete ebben a mélységben $26,43 \pm 1,6$ °C volt.

5-10 cm mélységben is szintén a komposzttal bekevert, takaratlan parcellák átlaghőmérséklete lett a legnagyobb, nem csak hőmérsékletben, de szórásban is, $26,8 \pm 2,14$ °C. A legalacsonyabb hőmérséklettel a bolygatatlan, komposzttal takart kezelési mód bizonyult $25,76 \pm 1,1$ °C-os értékével, illetve a bolygatott, komposzttal takart területen mértem átlagban a második legmagasabb hőmérsékletet, $26,19 \pm 0,61$ °C-t (4. ábra).

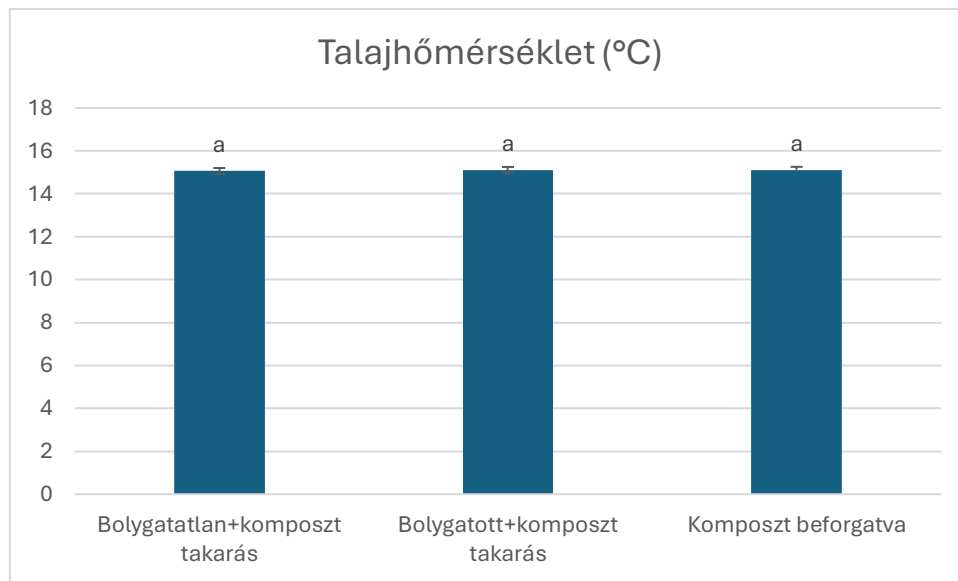
4. ábra: 2024. nyári talajhőmérsékleti értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik: a nagybetűk a 0-5 cm mélységben, a kisbetűk az 5-10 cm-ben mért szignifikanciát jelzik)
(Forrás: Microsoft Excel, saját munka)



Mind a két mélységi tartományban a mért eredmények szórásai valószínűleg annak köszönhetőek, hogy a területen nem mindenhol volt egyenletes a gyomosodás, illetve a kultúrnövény zöldtömege sem. A gyomosabb területeken a növényzet, illetve a fejlettebb sütőtökök jobban fedte egyes pontokban a talajt, ami néhány helyen alacsonyabb hőmérsékletet eredményezhetett. A komposzttal takart parcellák nem eredményeztek ekkora szórásbéli különbséget. Összességében egyik mélységben és egyik fajta kezelési módban sem tekinthetőek szignifikánsnak az eredmények (0-5 cm: p érték=0,6042; 5-10 cm: p érték=0,365)

Az **2024 ősszel** mért hőmérsékletekben nem keletkezett nagy eltérés a parcellák között, mind a három kezelési módnál $15,1^\circ\text{C}$ volt az átlagos hőmérséklet, a szórás is nagyjából egységesen 0,14 volt (5. ábra).

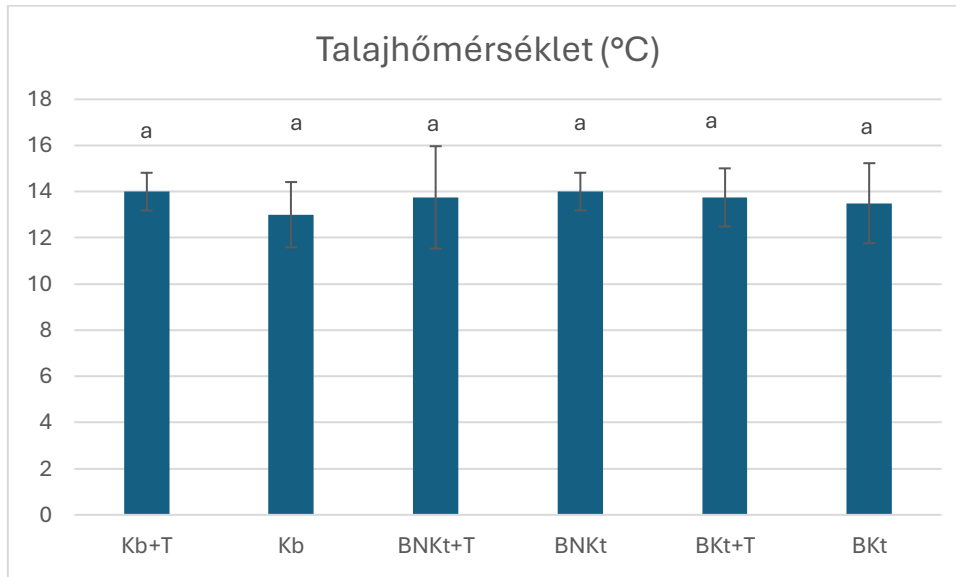
5. ábra: 2024. őszi talajhőmérsékleti értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik)
(Forrás: Microsoft Excel, saját munka)



A különbségek nem voltak szignifikánsak (p érték=0,6907).

A **2025 tavaszán**, április 25-én elvégzett talajhőmérsékletének mérésének eredményei a következőképpen alakultak: a télen fóliával borított területek eredményeit nézve a komposzttal kevert területeken a talajhőmérséklet átlagosan $13 \pm 1,41$ °C volt. A bolygatás nélküli, komposzttal takart parcellák felszín alatti átlaghőmérséklete $14 \pm 0,82$ °C volt. A bolygatott, komposzttal takart kezeléseknél $13,5 \pm 1,73$ °C-t mértem átlagban. Ezekhez az eredményekhez viszonyítva, a télen takarónövényekkel takart területeken az alábbi eredményeket kaptam: a komposzttal bedolgozott területeken egy fokkal többet mértem a fóliával takart kezeléshez képest, $14 \pm 0,82$ °C volt az átlaghőmérséklet, a bolygatás nélküli, komposzttal takart területeken $13,75 \pm 2,22$ °C-ot mértem, majd végül a bolygatott, komposzttal takart területek átlaghőmérséklete $13,75 \pm 1,26$ °C volt (6. ábra).

6. ábra: 2025. tavaszi talajhőmérsékleti értékek a kezelések függvényében. (Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény. ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka)

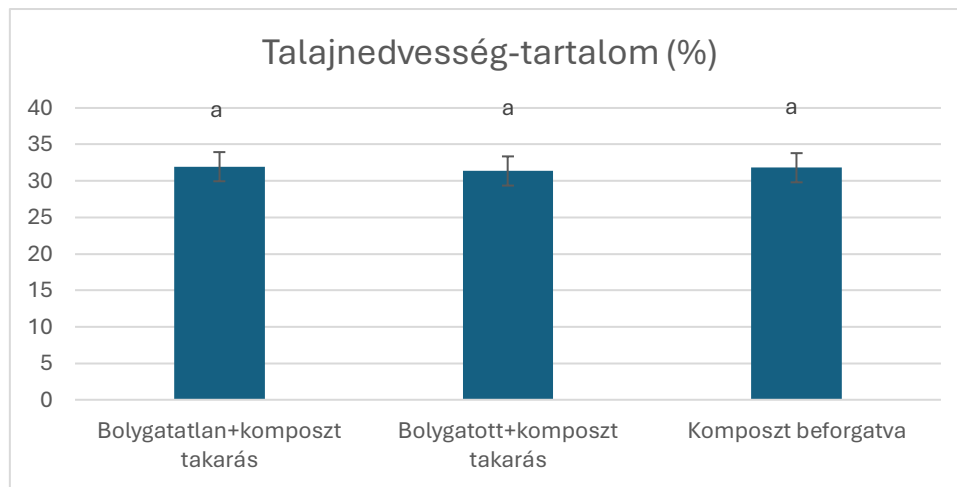


Statisztikai elemzések során megállapítható, hogy a talaj hőmérsékletének eredményei 2025 tavaszán nem különböznek szignifikánsan (p érték=0,9264).

4.1.3. Talajnedvesség

A talajnedvesség mérésénél, **2024 tavaszán**, nem voltak nagy eltérések a kezelések között, itt még nem telt el annyi idő, hogy érdemleges változás álljon be, az összes kezelés 31,5% körüli nedvességtartalommal rendelkezett (7. ábra).

7. ábra: 2024. tavaszi talajnedvességi értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik)
(Forrás: Microsoft Excel, saját munka)



Az elemzések során kijelenthető, hogy a talajnedvesség átlagos értékeiben (p érték=0,8221), nem volt szignifikáns különbség.

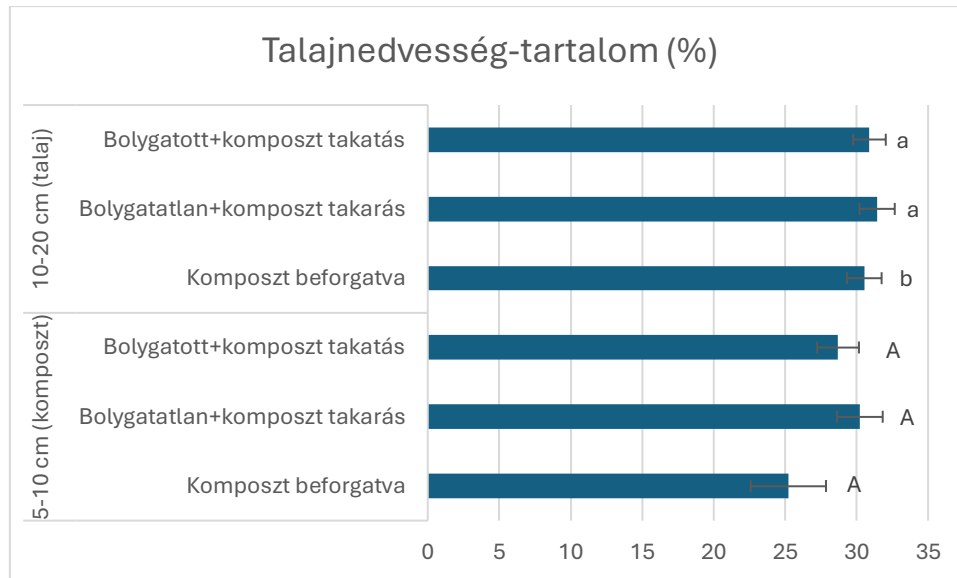
A **2024-es nyári** talajmintavételezésekre 2024.07.05-én került sor, ekkor parcellánként három mintából és két különböző mélységből (5-10 cm és 10-20 cm) lett meghatározva a talaj nedvességtartalma, melyeknek átlagát vettem mérvadónak. Ez azért fontos, mert 5-10 cm mélyen a komposzt volt jelen, és fontos volt tudni annak a nedvességtartalmát, mind mulcsként, mind pedig talajjal keverve. Ehhez viszonyítva az alatta lévő tartományban kapott eredményből a komposzt hatása a talaj vízháztartására is mérhető.

Mind a két mélység eredménye az elvárásoknak megfelelően alakult. Az 5-10 cm mélységben vett minták átlaga azt a területet hozta ki legszárazabbnak, ahol a komposzt be lett keverve, $25,225 \pm 2,64\%$ volt mérhető. A legtöbb nedveséggel a bolygatatlan talajú, komposzt takarással ellátott parcellák rendelkeztek, amelyek átlagban $30,225 \pm 1,6\%$ -ot eredményeztek. Második helyen a bolygatott, komposzttal takart parcellák végeztek $28,7 \pm 1,46\%$ -os nedvességtartalommal.

A 10-20 cm mélységben vett mintákban mind a háromféle kezelési terület magasabb nedvességtartalommal rendelkezett, mint 5-10 cm mélyen mértem. A legalacsonyabb nedvességtartalommal rendelkező kezelés ebben a mélységben is a komposzttal bedolgozott terület volt, mely szám szerint $30,54 \pm 1,21\%$ nedvességtartalommal rendelkezett, a komposzttal takart, bolygatatlan talajok nedvességtartalma volt a legjelentősebb, $31,44 \pm 1,23\%$, és végül ahogy az 5-10 cm-es magasságban, itt is a bolygatott, komposzttal takart kezelési mód lett a

második legtöbb nedvességtartalommal rendelkező terület, átlagosan $30,9 \pm 1,14\%$ nedvességtartalommal (8. ábra).

8. ábra: 2024. nyári talajnedvességi értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik: a nagybetűk az 5-10 cm-es mélységben, a kisbetűk a 10-20 cm mélységben mért szignifikanciát jelzik)
(Forrás: Microsoft Excel, saját munka)

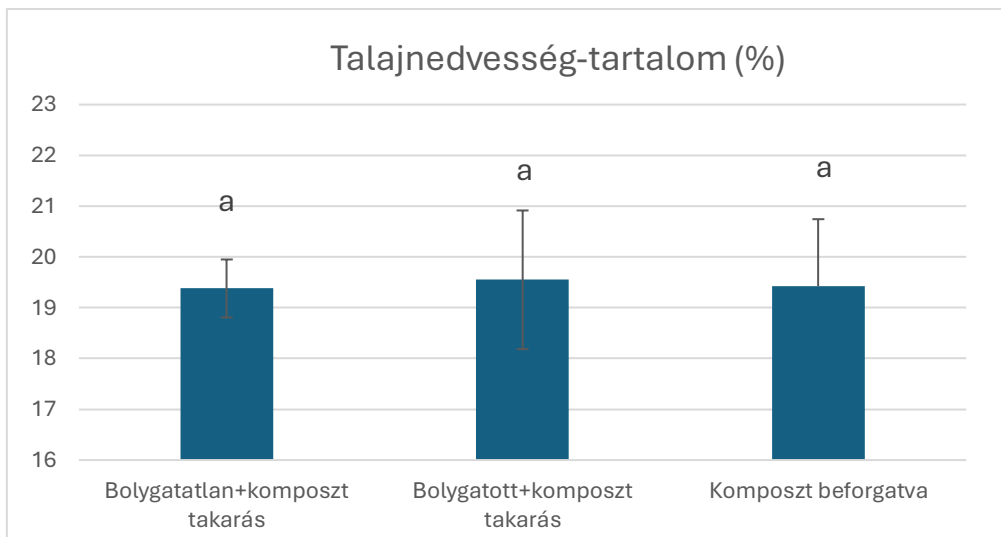


Ezekből az eredményekből megállapítható, hogy az 5-10 cm mélységben mért talajnedvesség eredményei nem tekinthetők szignifikánsnak (p érték=0,336), 10-20 cm mélységben viszont a komposzttal bedolgozott kezelési módban kapott értékek szignifikánsan alacsonyabbak voltak a másik két kezelési terület értékeitől (p érték=0,000167).

2024 őszén a talajnedvességi eredmények között nem sok különbség volt mérhető. A legtöbb és a legkevesebb nedvességgel rendelkező művelési mód között 0,2% különbség volt. A bolygatatlan talaj, komposzttal takarva eredményezte átlagban a legalacsonyabb talajnedvesség tartalmat, $19,38 \pm 0,57\%$ -ot, amely érdekes eredmény, hiszen nyáron ennél a kezelésnél volt a megmagasabb talajnedvességtartalom mérhető. 0,04%-kal többet mértem a komposzttal bedolgozott területről vett mintákban. A legnagyobb nedvességtartalmat összességében a bolygatott, komposzttal takart talajok eredményezték, ahol az értékek átlaga $19,55 \pm 1,37\%$ volt (9. ábra).

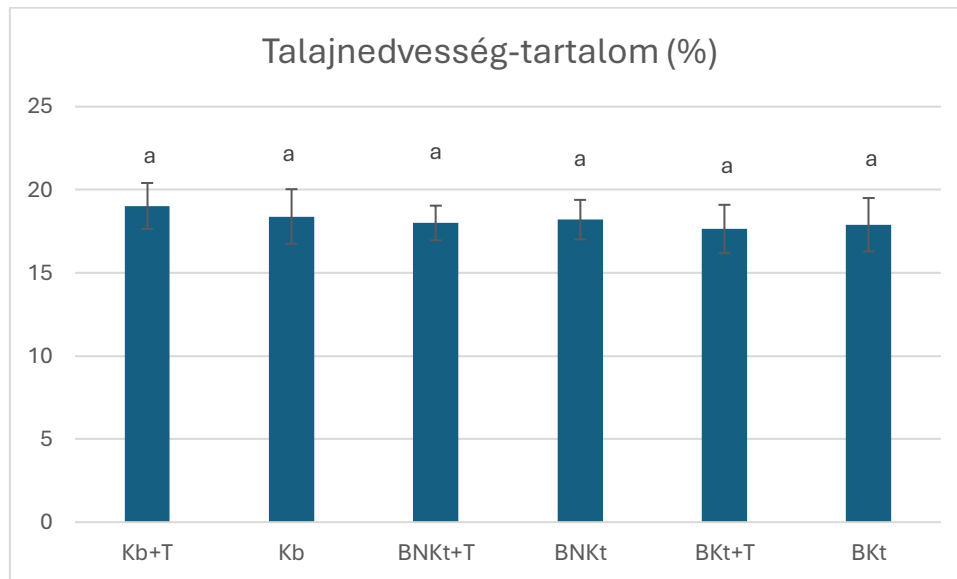
Statisztikai elemzések során megállapítható, hogy a kapott eredmények különbségei nem tekinthetők szignifikánsnak (p érték=0,9534).

9. ábra: 2024. őszi talajnedvességi értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik)
(Forrás: Microsoft Excel, saját munka)



2025 tavaszán, az ősszel takarónövénnyel bevetett parcellák esetében a komposzttal bedolgozott ágyások esetében az átlagos talajnedvesség $19,02 \pm 1,38\%$ volt. A bolygatás nélküli parcellákban $18 \pm 1,04\%$ -os eredményt kaptam, továbbá a bolygatott, komposzttal takart területeken $17,64 \pm 1,45\%$ volt a talaj nedvességtartalma átlagosan. A télen fóliával takart területeknél a komposzttal bedolgozott, takaratlan parcellákban a nedvességtartalom $18,39 \pm 1,65\%$ volt, a bolygatás nélküli, komposzttal takart területeken $18,2 \pm 1,19\%$ -ot mértem, a bolygatott, komposzttal takart területen pedig $17,89 \pm 1,61\%$ -os eredményt kaptam. (10. ábra).

10. ábra: 2025. tavaszi talajnedvességi értékek a kezelések függvényében. (Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény. ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka)



A statisztikai elemzés végén megállapítható, hogy a talajminták nedvességtartalma nem különbözött szignifikánsan (p érték=0,7942).

4.2. Földgiliszta adatok

4.2.1. Földgiliszta egyedszám

Az első földgiliszta mintavételezésre 2024. április 26-án került sor, ugyanazon a napon, amikor a talajmintavételezést is végrehajtottuk. Külön mértem a giliszta darabszámát, illetve tömegét is, majd m^2 -re vetítve adtam meg azt. Az adult, illetve a juvenilis földgiliszta tömegeit külön-külön mértem.

2024 tavaszán a komposzttal kevert területeken átlagosan 77 db földgiliszta volt jelen, melyből 61 db juvenilis, továbbá 16 db adult egyed volt. A bolygatott, komposzttal takart területeken átlagosan összesen $82 \pm 21,7$ db földgiliszta találtam négyzetméterre vetítve. Itt a juvenilis-adult arány 58:24 volt a juvenilisek javára. A bolygatás nélküli, komposzttal takart területeken összesen $65 \pm 45,34$ db giliszta határoztam meg. Arányaiban szintén több juvenilis volt jelen, szám szerint 47 db, adult egyedből 18 db/ m^2 volt megtalálható (11.a. ábra).

A kapott adatokból készült statisztikai számítások alapján megállapítható, hogy az eredmények összességében nem tekinthetők szignifikánsnak (p érték=0,7215), sem külön a juvenilisek darabszáma (p érték=0,7514), továbbá az adult egyedek száma esetében sem (p érték=0,7493).

2024. őszén, október 11-én került sor a második földigiliszta mintavételezésre. A komposzttal bedolgozott területeken átlagosan 132 darab földigilisztát számoltam négyzetméterenként, melyből 98 darab juvenilis, 34 db adult volt. Mind a két korcsoport esetében elég nagy szórás volt megfigyelhető az ismétlések között, a juvenilisek száma az egyik parcellában 16 db/m^2 , de volt 2 olyan terület is, ahol $176\text{-}176 \text{ db/m}^2$ egyedszám volt fellelhető. Felnőtteknél is ennél a kezelési módnál volt a legnagyobb az eltérés, egyes területeken 0 db/m^2 , míg másik parcellában 112 darabot határoztam meg négyzetméterre vetítve, így összességében a szórás $42,28 \text{ db}$. A bolygatott, komposzttal takart területeken az összes földigiliszta száma kevesebb volt az előző kezelési módhoz viszonyítva, 108 db/m^2 volt jelen, melyből $80\pm 56,24$ db juvenilis, $28\pm 23,81$ db adult. Végül, a bolygatás nélküli, komposzttal takart területeken találtam a legkevesebb egyedszámot, összességében 83 darab földigilisztát állapítottam meg négyzetméterenként, amelyből a juvenilisek jelentős fölényben voltak: $75\pm 62,98 \text{ db/m}^2$, míg az adult egyedből átlagban $8\pm 12,1$ darab volt jelen négyzetméterenként (11.b. ábra).

Statisztikai számítások következtében elmondható, hogy sem a juvenilisek (p érték= $0,6635$), sem az adult egyedek darabszáma sem tekinthető szignifikánsnak (p érték= $0,2731$).

A **2025-ös tavaszi** gilisztamintavételezésre április 25-én került sor, miután a téli takarónövényt termináltuk, illetve a fóliát is felszedtük azokról a parcellákról, melyeket ezzel fedtünk le, és miután az ágyásokat is elkészítettük.

A komposzttal bedolgozott területeken, ahol télen fóliát alkalmaztunk, a földigiliszták száma a mintavételezések során 86 darab volt négyzetméterre vetítve, amiből $78\pm 62,1$ darab juvenilis, illetve $8\pm 9,24$ darab adult egyedet számoltam négyzetméterenként. Ehhez viszonyítva ugyanennél a kezelési módnál, viszont télen takarónövényekkel takart ágyások esetében, a giliszták egyedszáma jóval többnek bizonyult, összesen 118 darab egyed volt fellelhető négyzetméterenként, amiből a juvenilis egyedek darabszáma $86\pm 52,81$, az adultaké $32\pm 29,21 \text{ db/m}^2$.

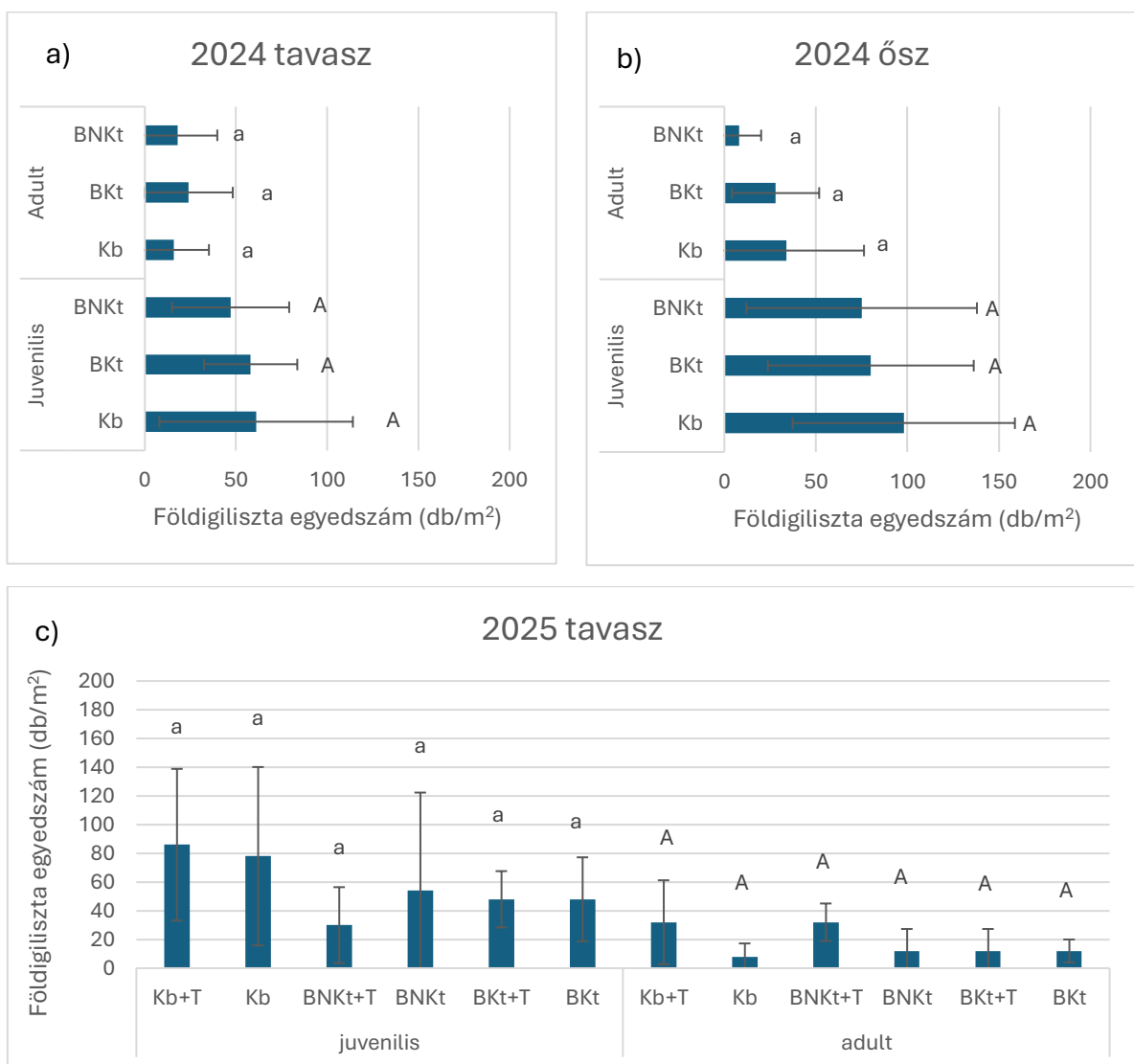
A bolygatás nélküli, komposzttal- és télen fóliával takart területeken a földigiliszták száma elérte a 66 darabot négyzetméterenként, ebből $54\pm 68,31$ db juvenilis, az adult egyedekből $12\pm 15,32$ darabot számoltam négyzetméterenként. Ugyanezen kezelési módnál, ahol téli takarónövény volt vetve, hasonló egyedszám volt mérhető, összesen 62 db/m^2 volt fellelhető, amiből $30\pm 26,43$ db juvenilis, az adult $32\pm 13,06$ darab.

Végül a bolygatott, komposzttal takart ágyások esetében a földigiliszták egyedszáma a téli kezelésektől függetlenül megegyezett a fóliával és a takarónövényrel takart területeken,

csak szórásbeli különbséget tapasztaltam: juvenilis egyedekből 48-48 db/m² felnőttekből 12-12 db/m² (11.c. ábra).

Statisztikai elemzések során megállapítható, hogy sem a juvenilis darabszáma (p érték=0,5703), sem az adult egyedek darabszáma (p érték=0,1736) nem tekinthető szignifikánsnak.

11. ábra: Az átlagos földgiliszta egyedszám négyzetméterenként az egyes kezelések esetében a) 2024 tavaszán, b) 2024 őszén, c) 2025 tavaszán. (Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény. ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns (p≤0,05) különbségeket: a nagybetűk a juvenilis egyedek, a kisbetűk az adult egyedek közötti szignifikanciát jelzik)
(Forrás: Microsoft Excel, saját munka)



Összességében, ősszel több gilisztát sikerült gyűjteni, mint 2024 tavaszán, illetve 2025 tavaszán is valamivel több giliszta volt jelen, mint a 2024-es tavaszi kiinduló állapotnál. Ahogy

az ábrák is mutatják, a téli kezeléseknek nem volt egyértelmű hatása. A felnőtt giliszta egyedeknél sejthető valami tendencia, hogy a takarónövénnyel alkalmazott kezelési módokban több felnőtt volt, viszont a nagy szórásnak köszönhetően szignifikáns különbség nem tapasztalható. Juvenilis egyedeknél mintha átlagban magasabb lenne kicsit az egyedszám a takarónövényt alkalmazott területek esetében, kivéve a bolygatás nélküli kezeléseknél, ahol egyértelműen alacsonyabb az egyedszám a takarónövénnyel takart területeknél. A komposzt alkalmazását vizsgáló kezelések között sehol nem volt szignifikáns különbség, juvenilis egyedből mind a három alkalommal a komposzttal bedolgozott kezeléseknél volt a legtöbb egyed, és a bolygatás nélküli kezelésnél határozottan meg a legkevesebb juvenilis egyed mind a három alkalommal. Adult egyedekből nem volt ilyen tendencia megfigyelhető. A kapott eredmények szembe mennek a szakirodalomban olvasott állításokkal, viszont mivel nem szignifikánsak a különbségek, könnyen lehet, hogy ez pusztán a véletlennek köszönhető.

4.2.3. Földgiliszta biomassza

2024 tavaszán a komposzttal bedolgozott területeken a juvenilis földgiliszták tömege átlagosan $19,3 \pm 24,39 \text{ g/m}^2$ volt. Ugyanezen a kezelési módú parcellákban az adult egyedek átlagtömege $4,76 \pm 6,46 \text{ g/m}^2$ volt. A bolygatott, de komposzttal takart területeken a juvenilis giliszták átlagtömege $5,84 \pm 3,14 \text{ g/m}^2$, az adult egyedek tömege $10,3 \pm 11,2 \text{ g}$ volt négyzetméterenként. A bolygatás nélküli, komposzttal takart területeken a juvenilis egyedek tömege $10,54 \pm 7,21 \text{ g/m}^2$ volt, az adult egyedeké $6,58 \pm 6,06 \text{ g/m}^2$ (12.a. ábra).

Statisztikai elemzések során megállapítható, hogy sem a juvenilis földgiliszták (p érték=0,206), sem az adult földgiliszták tömegében tapasztalt különbségek (p érték=0,4017) nem tekinthetők szignifikánsnak.

2024 őszén a földgiliszták tömege a darabszámhoz képest arányos volt. A komposzttal bedolgozott területeken a giliszták tömege átlagban $40,64 \text{ g}$ volt négyzetméterenként, amelyből a juvenilisek súlya $23,34 \pm 14,26 \text{ gramm}$, az adultak tömege $17,3 \pm 30,76 \text{ gramm}$. A bolygatott, komposzttal takart kezelési módnál a giliszták össztömege $49,98 \text{ g/m}^2$, ebből a juvenilisek $18,86 \pm 14,71 \text{ g/m}^2$, míg az adultak $31,12 \pm 37,31 \text{ g/m}^2$. A bolygatatlan, komposzttal takart területeken a földgiliszták tömege $18,14 \text{ g/m}^2$, a juvenilis egyedek $14,76 \pm 13,19 \text{ gramm}$ súllyal rendelkeztek, míg az adultak átlagban $3,98 \pm 6,72 \text{ grammot}$ értek el (12.b. ábra).

Statisztikai számítások alapján megállapítható, hogy az juvenilis és az adult földgiliszták tömegei közti különbségek nem tekinthető szignifikánsnak (p érték=0,7006; p -érték: 0,3361).

2025 tavaszán, a giliszták tömegeit nézve, a komposzttal bedolgozott, télen fóliával takart területeken a földgiliszták tömege $18,72 \text{ g/m}^2$ volt, amiből a juvenilisek tömege $14,24 \pm 10,33$ gramm, az adult egyedeké pedig $4,48 \pm 6,12$ gramm. Ehhez viszonyítva ugyenezen a kezelési módnál, de télen takarónövénnyel takart parcellákban a giliszták összes tömege átlagosan $25,56 \text{ g/m}^2$, ebből a juvenilis egyedek átlagos tömege $14,96 \pm 10,54$ gramm, az adult egyedeké pedig $10,6 \pm 9,19$ gramm volt.

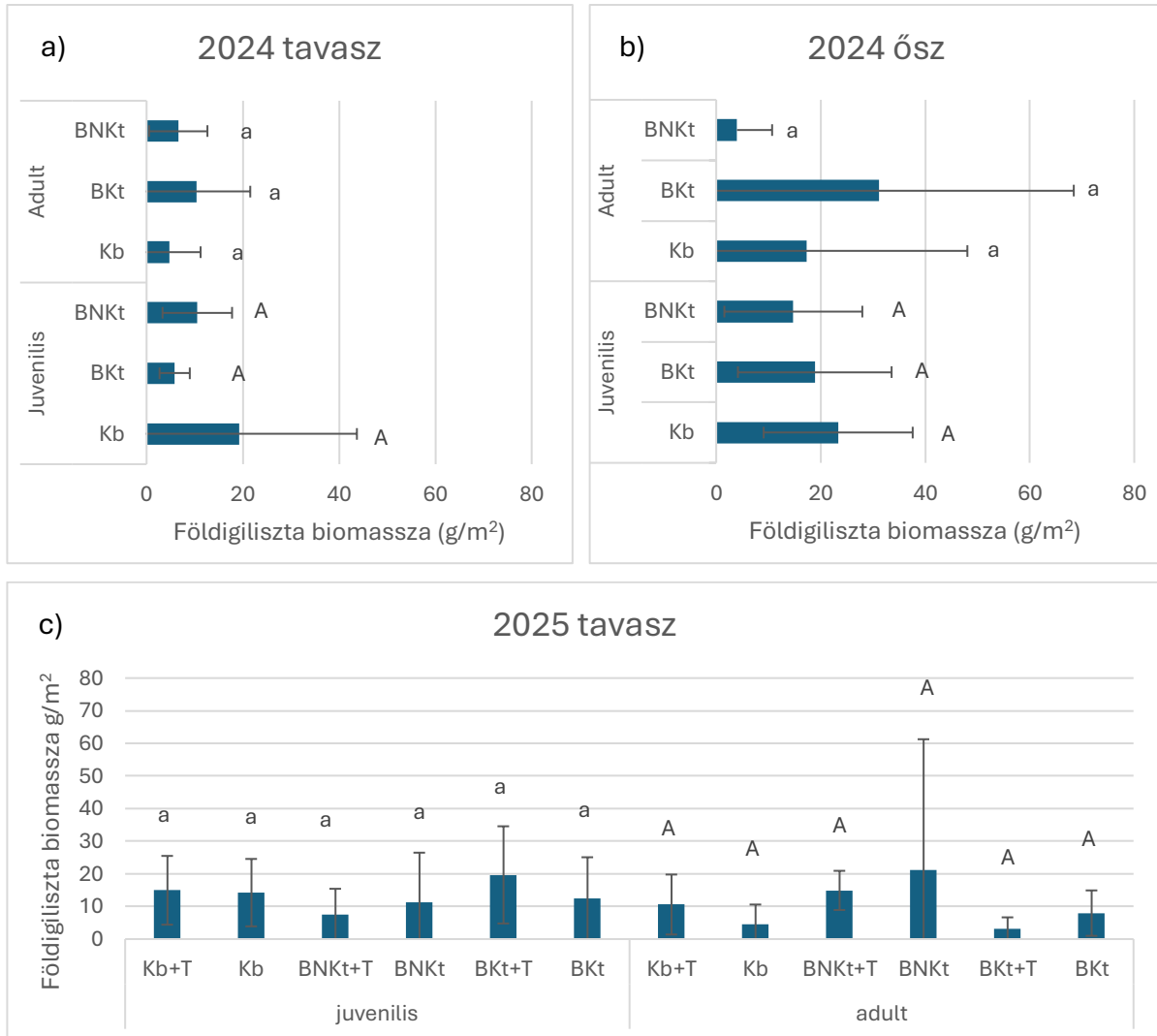
A bolygatás nélküli, komposzttal takart területeken, ahol télen fóliát alkalmaztunk, a giliszták tömege átlagosan $32,32 \text{ g/m}^2$ volt, amiből a juvenilis egyedek tömege $11,2 \pm 15,29$ gramm, az adultaké $21,12 \pm 40,16$ gramm. A télen takarónövénnyel takart ágyásokban a földgiliszták tömege $22,48 \text{ g/m}^2$, ebből a juvenilisek a $7,56 \pm 7,86$ grammos tömeget képviselték, az adult egyedek tömege $14,92 \pm 6,01$ gramm volt.

A bolygatott, komposzttal takart, télen fólia által borított talajokban talált giliszták tömege $20,52$ gramm volt négyzetméterenként, amiből $12,56 \pm 12,53$ gramm volt a juvenilisek tömege, az adult egyedek tömege $7,96 \pm 6,69$ gramm volt. A télen takarónövénnyel takart területnél a giliszták tömege összesen $22,76 \text{ g/m}^2$ volt, ebből $19,68 \pm 14,9$ gramm a juvenilisek tömege, $3,08 \pm 3,59$ gramm az adult egyedeké (12.c. ábra).

Összességében statisztikai számítások során megállapítható, hogy egyik csoport tömegének értéke sem tekinthető szignifikánsan különbözőnek (juvenilisek tömege: p érték=0,8131, adultak tömege: p érték=0,6983).

12. ábra: Az átlagos földgiliszta biomassa négyzetméterenként egyes kezelések esetében a) 2024 tavaszán, b) 2024 őszén, c) 2025 tavaszán. (Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény. ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket: a nagybetűk a juvenilis egyedeket, a kisbetűk az adult egyedek közötti szignifikanciát jelzik)

(Forrás: Microsoft Excel, saját munka)



Ősszel összességében valamivel több biomasszát mértünk, mint a két tavaszi kezelésnél, viszont különösebb tendencia nem volt tapasztalható sem a juvenilis gilisztáknál, sem az adult egyedeknél. Egyik esetben sem volt szignifikáns különbség a kezelések között, a téli kezelésnél különösebb hatást nem tapasztaltam.

4.2.4. Életformatípus

2024 tavaszán mind a három kezelési módban az endogeikus földgiliszták voltak jelen a legnagyobb mennyiségben, a komposzttal bedolgozott területeken volt a legtöbb jelen, összesen 26 darabot határoztam meg, a bolygatás nélküli, komposzttal takart parcellákban pedig

a legkevesebbet, mégpedig 17 darabot. Anexikus egyedeket egyetlen egyet határoztam meg, az is a komposzttal bedolgozott területen, a másik kettőn nem találtam. Epigeikus életformájú egyedből a két komposzttal takart területeken (bolygatott, bolygatás nélkülin) egyaránt 1-1-et számoltam, a komposzttal bedolgozott területeken 2 darabot.

Ősszel szintén az endogeikus egyedek voltak a legnagyobb egyedszámban jelen. A komposzttal bekevert területeken ugyanannyi endogeikus gilisztát számoltam, mint anexikust, összesen 26 db egyed volt jelen. Epigeikus egyedből összesen 3 darabot találtam. A bolygatatlan, komposzttal takart kezelési módnál már több mint duplája lett az endogeikus egyedek száma az anexikusokéhoz képest, az előbbi csoportból 23 darabot határoztam meg, míg az utóbbiból 11 darabot. Epigeikus egyedből csak 1 darabot találtam. A bolygatott, komposzttal takart területeken 20 darab endogeikus gilisztát határoztam meg, anexikus egyedből 16 darab volt jelen, epigeikusból pedig 2 darabot határoztam meg.

2025 tavaszán egyik kezelési módnál sem találtam epigeikus életformájú földgilisztát, pedig egy évvel azelőtt mind a három kezelési módban jelen voltak. Ami még közös jellemzőjük, hogy mindegyik kezelési módnál az endogeikus egyedek voltak többségben. A komposzttal bedolgozott, télen takarónövénnyel takart területeken összesen 27 darab endogeikus giliszta volt jelen, anexikusból 3 darab, ugyanezen a kezelési módnál, csak fóliával takart parcellákon kizárólag endogeikus egyedeket határoztam meg, abból is 20 darabot. A bolygatott, komposzttal takart, takarónövényes területen 10 darab endogeikus, és 4 darab anexikus egyedeket számoltam, a fóliával takart verziónál 12 darab endogeikus volt jelen összesen, és 3 darab anexikus. A bolygatás nélküli, komposzttal és télen takarónövénnyel takart kezelési módnál 12 darab endogeikus egyedeket számoltam, 2 darab anexikust, ugyanezen módnál, csak télen fóliát alkalmazva, az endogeikus egyedszám 10 darab volt, az anexikus pedig 6 darab (2. táblázat).

2. táblázat: Földigiliszták életformáinak típusai és azok megoszlása (összes darab/kezelés) három mintázási időpontban (2024. tavasz, ősz, 2025. tavasz) a különböző kezelések függvényében. (Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény)
(Forrás: saját munka)

		Endogeikus	Anexikus	Epigeikus
2024 tavasz	Kb	26	1	2
	BKt	17	0	1
	BNKt	20	0	1
2024 ősz	Kb	26	26	3
	BKt	20	16	2
	BNKt	23	11	1
2025 tavasz	KbT	27	3	0
	Kb	20	0	0
	BKtT	10	4	0
	BKt	12	3	0
	BNKtT	12	2	0
	BNKt	10	6	0

Jól látható, hogy minden kezelés esetén, minden mintavételezéskor az endogeikus földigiliszták voltak a legnagyobb számban jelen. Találkozhattunk még anexikus földigilisztákkal, azonban epigeikus életformájúakból csak 1-1 egyedet találtunk. Az életformacsoportok arányát láthatóan nem befolyásolta egyik kezelés sem, a mintavételezések közötti különbségekben megfigyelhető, hogy anexikus egyedeket ősszel nagyobb arányban találtunk a területen.

5. Következtetések, javaslatok

Kísérletemből sejthető, hogy a komposzt mind a talaj kémiai és fizikai paraméterére igen pozitív hatással bír. Jobb talaj szerkezetet kaptam, illetve a vízháztartás és a talajélet is gazdagabb lett, mint kezdetben.

A komposzttal való takarás hatékonynak bizonyult, mivel megakadályozta a talaj túlzott felmelegedését, ezáltal kevesebb volt az evaporáció is. Ezt a megfigyelést a talaj nedvességtartalmának mérése is igazolta a komposzttal való takarás és a takarás nélküli területek között.

A bővített talajvizsgálat alapján a vizsgált két év kevésnek bizonyult ahhoz, hogy érdemi változások végbe menjenek a területen. A humuszosodáshoz több évre, évtizedekre lenne szükség, hogy következtetéseket vonjunk le a kezeléseik között (Zsuzsa, 2015). A kötöttség, kémhatás és a CaCO_3 tartalmának változására is még szükség lett volna pár év kutatásra. Összességében a mikro- és makroelemek jelenléte emelkedett, az viszont nem egyértelmű egy év elteltével, hogy melyik kezelési módban volt a legjelentősebb.

A földigiliszták egyedszámára nagy befolyással bírt az időjárás, ugyanis a kevésbé csapadékosabb időben, nagyobb szárazságban a giliszták mélyebb rétegekbe vándorolnak (Kiss, 1999). Arányaiban juvenilis egyedből lényegesen többet találtam, ami annak köszönhető, hogy a szervesanyagban gazdag környezetben gyorsan szaporodnak (Derpsch, 2010). A 2025-ös tavaszi vizsgálat ezt bizonyította, ugyanis az előző évhez képest még nagyobb arányban voltak jelen juvenilis egyedek. Tömegüket nézve nem találtam egyértelmű összefüggést, ugyanis a különbség egyik mintavételezés során sem volt szignifikáns.

A kísérlet kezdete óta endogeikus életmódú földigilisztából volt jelen a legtöbb, mivel abból a mélységből, ahonnan a mintát vettük, életmódjából adódóan az a leggyakoribb (Szabó 1986, Zicsi 1990, Bouché 1977). Minden vizsgálat során a komposzttal bedolgozott területeken voltak a legnagyobb arányban a juvenilis földigiliszták, amelyek jellemzően endogeikus életformájúak voltak. Ez utalhat arra, hogy az ágyások évi kétszeri rotálása nem feltétlenül csökkenti a földigiliszta egyedszámot, ha egyébként az ágyásokat év közben nem bolygatjuk. Anexikus életformájú giliszták csak ősszel jelentkeztek nagyobb számban, ami annak köszönhető, hogy míg tavasszal, illetve nyáron a szárazság miatt az alsóbb rétegekbe vándorolnak, addig az ősszel jelentkező több csapadék hatására feljönnek a mélyebb rétegekből, továbbá, ebben az évszakban sokkal több a növénymaradvány, ami a táplálékukként szolgál. 2025 tavaszán a takarónövényvel takart területeken emiatt lehetett volna több anexikus

életmódú egyed, mint a fóliával takart területeken, ám ez nem volt egyértelműen megfigyelhető. Epigeikus egyedből elenyésző számban volt jelen, ők inkább az avarszintet szeretik, a még le nem bomlott szerves anyagokkal táplálkoznak (Szabó 1986, Zicsi 1990, Bouché 1977).

Javasolnám a kísérlet hosszabb távú (3-4 éves) folytatását, hogy pontosabb, egyértelműbb eredmények szülessenek. A komposzt kertészetekben jobban hasznosítható, mint szántóföldi növénytermesztésben, viszont komposztált szerves anyag visszapótlásra mindenképp szükség lenne a természetes körforgások fenntartása érdekében. Ezért érdemes lehet szántóföldi kultúrákban is megfigyeléseket végezni.

6. Összefoglalás

A környezetbarátabb szemléletnek köszönhetően a regeneratív talajművelés egyre inkább előtérbe kerül napjainkban. A Föld népessége folyamatos növekedési tendenciát mutat, ami következtében egyre nagyobb mennyiségű élelmiszert kell előállítanunk, viszont, ha ezt nem tudatosan, környezetünkre és természetünket figyelmen kívül hagyva tesszük, kizsigerelhetjük a talaj erőforrásait, kipusztíthatjuk a talajban élő mikroorganizmusokat. Gyérítésük eredményeképpen a talaj természetes körforgásai lassulnak, a talaj szerkezete pedig leromolhat. Ezért fontos a fenntarthatóságot előtérbe helyezni a minél magasabb profit kitermelésével szemben.

A vizsgált kísérleti terület Dezsény Zoltán ökológiai kertészetéhez, a MagosVölgy Ökológiai Gazdasághoz tartozik Terényben (Nógrád vármegye).

A kísérletemben háromféle talajművelési módot vizsgáltam komposzt hozzáadásával: 1.) komposzttal bedolgozott, 2.) bolygatott, de komposzttal takart, illetve 3.) bolygatatlanul hagyott, komposzttal takart területek lettek kialakítva. 2024 őszén a terület felén takarófóliát alkalmaztunk, míg a másik felére takarónövény lett vetve. A beállított parcellákon az alábbi paramétereket vizsgáltam: bővített talajvizsgálat révén a talaj kötöttségét, illetve kémiai paramétereit, a talaj hőmérsékletét és nedvességtartalmát, továbbá a földigiliszták egyedszámát és tömegét külön a juvenilis és az adult egyedeket nézve, illetve feljegyeztem az életformacsoportok arányát is.

A bővített talajvizsgálat alapján a vizsgált két év nem volt elegendő ahhoz, hogy a beállított kezelések befolyásolják a talaj kötöttségét, kémhatását és kalcium-karbonát tartalmát, ugyanis ezek a paraméterek lassan változnak a talajban. Az viszont összességében megfigyelhető, hogy a komposzt hozzáadása kedvezően hatott a talaj tápanyag- és szervesanyagtartalmára. A mért hőmérsékleteknél szembetűnő volt, hogy amelyik területeket nem fedte komposzt, ott tavasszal előbb felmelegedett a talaj. Nyáron is jó célt szolgált a komposzttakarás, ugyanis sem a talaj felszínét, sem a komposzt alatti talajt nem engedte túlságosan felmelegedni. Ez hatással volt a nedvességtartalomra is, ugyanis a komposzttal takart parcellákon magasabb értéket mértem, azonban ezek a különbségek nem voltak szignifikánsan kimutathatóak. A nyári forróságban mind a talaj felszíne közelében, mind az alsóbb rétegben a bolygatatlan, komposzttal takart területeken volt a legnagyobb nedvességtartalom, míg a legkisebb százalékban a bedolgozott komposztos kezelési módnál mértem. Ősszel viszont kedvezőbbnek bizonyult a talajbolygatás, ugyanis a csapadék

könnyebben le tudott szívárogni, amit jelzett, hogy a nedvességtartalom a komposzttal bekevert területeken 2025 tavaszán valamivel magasabbnak bizonyult.

Minden mintavételezés esetén, minden kezelési módban juvenilis földgilisztá egyedekből volt a legtöbb jelen, átlagban a legnagyobb számban jelenlévő földgiliszták a komposzttal bedolgozott területeken voltak. A földgiliszták tömegében, valamint a téli kezeléseket tekintve nem találtam egyértelmű összefüggést, ami valószínűleg a kezelések fiatalságának köszönhető. A földgiliszták életformájukat tekintve endogeikus egyedből volt a legtöbb, az utolsó mintavételezéskor epigeikus egyedet egyáltalán nem határoztam meg. Anexikus giliszták aránya ősszel volt a legmagasabb, 2025 tavaszán pedig a legnagyobb arányban a komposzttal takart területeken voltak jelen, a bedolgozott komposztgyásók esetében elenyésző arányban fordultak elő.

Habár a vizsgált kémiai talajparaméterekben nem volt mérhető különbség, a földgiliszták szempontjából viszont a komposzttal kevert kezelési mód bizonyult a legjobbnak, azonban ennek igazolására hosszabbtávú vizsgálatok szükségesek.

7. Irodalomjegyzék

1. Ábrahám, R., Érsek, T., Kuroli, G., Németh, L., & Reisinger, P. (2011). Növényvédelem. *Debreceni Egyetem, Nyugat Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem*.
2. Alexa, L., & Dér, S. (2001). Szakszerű komposztálás. *Elmélet és gyakorlat. Profikom Kft. Gödöllő, 264*.
3. Bádonyi, K. (2006). A hagyományos és a kímélő talajművelés hatása a talajerózióra és az élővilágra. *TÁJÖKOLÓGIAI LAPOK, 4(1)*, 1-16. <https://doi.org/10.56617/tl.4442>
4. Bádonyi, K., Madarász, B., Kertész, Á., & Csepinszky, B. (2008). A talajművelési módok és a talajerózió kapcsolatának vizsgálata zalai mintaterületen. *Földrajzi értesítő, 57(1-2)*, 147-167.
5. Balláné Kovács, A., & Kincses, S. (2016). Alternatív tápanyagforrások a mezőgazdasági termelésben.
6. Birkás M. (2023): Barátságban a termőfölddel, Vaderstad Kiadó.
7. Birkás, M., Balla, I., Gyuricza, C., Kende, Z., Kovács, G. P., & Percze, A. (2021). Hátráltató és előrevivő tényezők a hazai talajművelésben. *Agrokémia és Talajtan, 70(2)*, 155-170.
8. Birkás, M., Dekemati, I., Kende, Z., & Pósa, B. (2017). Review of soil tillage history and new challenges in Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin, 66(1)*, 55-64.
9. Birkás, M., Kisić, I., Mesić, M., Jug, D., & Kende, Z. (2015). Climate induced soil deterioration and methods for mitigation. *Agriculturae Conspectus Scientificus, 80(1)*, 17-24.
10. Boros, Á. (2010). *PACAP szerű és CAPA peptidek expressziója és lehetséges funkciói Eisenis fetida kifejlett egyedeiben és embrióiban* (Doctoral dissertation, University of Pécs (Hungary)).
11. Bouché, M. B. (1977): Strategies lombriciennes. *Ecological Bulletins, 25*: 122–132.a.
12. Brundtland, G. H. (szerk) (1987): Our Common Future: The Report of the World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, Oxford & New York: xv + 347 + 35 pp
13. Buzás, I., (1993). Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1. INDA Kiadó, Budapest. 344–351.
14. Cannell, R. Q. (1985). Reduced tillage in north-west Europe—a review. *Soil and Tillage Research, 5(2)*, 129-177.
15. Capowiez, Y., Cadoux, S., Bouchand, P., Roger-Estrade, J., Richard, G., & Boizard, H. (2009). Experimental evidence for the role of earthworms in compacted soil regeneration

- based on field observations and results from a semi-field experiment. *Soil Biology and Biochemistry*, 41(4), 711-717.
16. Chan, K. Y. (2001). An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity—implications for functioning in soils. *Soil and tillage research*, 57(4), 179-191.
 17. Cosín, D. J. D., Novo, M., & Fernández, R. (2010). Reproduction of earthworms: sexual selection and parthenogenesis. In *Biology of earthworms* (pp. 69-86). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
 18. Csuzdi C., & Zicsi, A. (2003). Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta, Lumbricidae) (p. 271). Budapest: Hungarian Natural History Museum.
 19. Darwin, C. (1837). On the formation of mound. *Trans. Geol. Soc. Lond.*, 5, 505-509.
 20. Dekemati, I. (2020). *Compliance of climate-sensitive and climate-protective tillage systems on different soils* (Doctoral dissertation, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (Former Szent Istvan University)).
 21. Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., & Li, H. (2010). Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International journal of agricultural and biological engineering*, 3(1), 1-25.
 22. Fetting, C. (2020): The European Green Deal. ESDN Report, December 2020, ESDN Office, Vienna. Elérhető online: https://www.esdn.eu/fileadmin/ESDN_Reports/ESDN_Report_2_2020.pdf
 23. Giller, K. E. – Hijbeek, R. - Anderson, J.E.- Sumberg, J. (2021): Regenerative Agriculture: An agronomic perspective. In: *Outlook on Agriculture*, Volume 50 (1), pp 13-25.
 24. Giller, K. E. - Witter, E. - Corbeels, M. - Tiftonell, P. (2009): Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view. In: *Field Crops Research*, Volume 114 (1), pp 23-34.
 25. Gulyás, M., Csáti, J., Aleksza, L., & Béres, A. (2020). Házi komposztok érettségének vizsgálata.
 26. Honvári, P. (2023). Törekvések a fenntartható mezőgazdaságért és oktatási módszertanért: a REGINA projektről. *ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS*, 64(Ksz 1), 38-48.
 27. Jones, C. G., Lawton, J. H., & Shachak, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. In *Ecosystem management: Selected readings* (pp. 130-147). New York, NY: Springer New York.
 28. Király, I., Maczkó, M., Palkovics, A., & Mihálka, V. (2017). Ökológiai természetben alkalmazható talajtakarási módok gyomelnyomó hatása számócaültetvényben. *Jelenkori*

29. Kiss I. (1999): Gyűrűsférgék (Annelida) In: dr. Bakonyi G., Juhász L., Kiss I., Pakotás, Általános állatan. Egyetemi jegyzet, Agrártudományi Egyetem, Szent István Egyetemi Kiadó, p. Gödöllői, 181 p., 96-101. p.
30. KSH, 2025: Népesedési világnap, 2025, <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/nepesedesi-vilagnap-2025/index.html>
31. Lal, R., Reicosky, D. C., & Hanson, J. D. (2007). Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. *Soil and tillage research*, 93(1), 1-12.
32. Larink, O., & Schrader, S. (2000). Rehabilitation of degraded compacted soil by earthworms.
33. Makkai, G. (2008). *Ökológiai gazdálkodás*. Mentor, p. 44-49.
34. Makszim Gy-né N. T. (2023): A Térségi Vállalkozási Térszerkezeti Modell elméleti bemutatása. KOMMUNIKÁCIÓ MÉDIA GAZDASÁG 11 : 1 pp. 123-152. , 30 p.
35. Ombódi A. (2008): Az intenzív zöldségtermesztés technológiai alapjai. Szent István Egyetem jegyzet, 2008. 96-98. O.
36. Racskó J. (2004): A mulcsozás alkalmazása a kertészeti termesztésben, Agrároldal, http://www.agraroldal.hu/mulcs_cikk (2017. szeptember)
37. Rhodes, C. J. (2017). The imperative for regenerative agriculture. *Science progress*, 100(1), 80-129.
38. Rodale, R. (1983): Breaking new ground: the search for a sustainable agriculture. In: The Futurist Volume 17 (1), pp 15–20.
39. Roger-Estrade, J., Anger, C., Bertrand, M., & Richard, G. (2010). Tillage and soil ecology: partners for sustainable agriculture. *Soil and Tillage Research*, 111(1), 33-40.
40. Rouabah-Sadaoui, L., & Marcel, R. (1995). Analysis of protein nutrient reserves of the clitellum and cocoon albumin in *Eisenia fetida* Sav (Annelida Oligochaeta). Demonstration of a glycolipoprotein comparable to vitellogenin. *Reproduction, nutrition, development*, 35(5), 491-501.
41. Sequi, P., Ciavatta, C. & Antisari, L. V. (1991): "Organic fertilizers and humification in soil." *Organic substances and sediments in water* 1. 351-367.
42. Simon, B., Gál, A., Marosfalvi, Z., Hegymegi, P., Szeder, B., & Michéli, E. (2011). Tests on the methodology elaborated by the ENVASSO Project to measure the decline in soil biodiversity due to erosion. *Agrokémia és Talajtan*, 60(1), 245-258.

43. Sullivan, D. M., Bary, A. I., Thomas, D. R., Fransen, S. C., & Cogger, C. G. (2002). Food waste compost effects on fertilizer nitrogen efficiency, available nitrogen, and tall fescue yield. *Soil Science Society of America Journal*, 66(1), 154-161.
44. Szabó I. M., (1986): Az általános talajtan biológiai alapjai, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 341 pp.
45. Szalai, Z., & Jakab, G. (2011). Bevezetés a talajtanba környezettanoknak.
46. Szilágyi, A. J. (2024). *Permakultúrás, ökológiai és konvencionális gazdálkodási rendszerek ökoszisztéma-szolgáltatásainak és fenntarthatóságának komplex értékelése* (Doctoral dissertation, Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem).
47. Várallyay, Gy. (1997). A talaj és funkciói. *Magyar Tudomány*, 42(12), 1414-1430.
- Wallwork, J. A. (1983). Earthworm biology (pp. 58-pp).
48. Zicsi A., (1990): Általános ismeretek a földigilisztáról, In: Pacs, I., Puskás, F., Zicsi, A., Giliszta, gilisztahumusz, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 89 p., 7. –20. P.
49. Zicsi, A., (1969): Über die Auswirkung der Nachfrucht und Bodenbearbeitung auf die Aktivität der Regenwürmer. *Pedobiologia*. 9. 141–145.
50. Zsuzsa, V., & Béla, T. (2015). A klímaváltozás hatása a Síkfőkúti cseres-tölgyes erdő avarprodukcíójára és talajdinamikai folyamataira The effect of climate change on litter production and soil dynamic processes in an oak forest.

Internetes hivatkozások:

http1: https://www.biomate-gilisztahumusz.hu/komposzt_gilisztahumusz

8. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom két konzulensemnek, dr. Petrikovszki Renátának és Selmeczi Dóra Sárának a kísérlet végrehajtásához való segítségükért, továbbá, Dezsény Zoltánnak, hogy az ökológiai kertésztéhez tartozó területen végre tudtam hajtani kutatásomat, és végül, de nem utolsó sorban Zvekán Zsombor szaktársamnak, aki a talaj- és földigiliszta mintavételezésben volt nagy segítségemre.

9. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra: 2024-es kísérleti terület a parcellák kódjaival (Forrás: drónfelvétel, EKKE).....	16
2. ábra: 2025-ös kísérleti területek felosztása, jelmagyarázattal (Forrás: Microsoft Excel, 2025).....	17
3. ábra: 2024. tavaszi talajhőmérsékleti értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka).....	24
4. ábra: 2024. nyári talajhőmérsékleti értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik: a nagybetűk a 0-5 cm mélységben, a kisbetűk az 5-10 cm-ben mért szignifikanciát jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka)	25
5. ábra: 2024. őszi talajhőmérsékleti értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka).....	26
6. ábra: 2025. tavaszi talajhőmérsékleti értékek a kezelések függvényében. (Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény. ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka).....	27
7. ábra: 2024. tavaszi talajnedvességi értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka).....	28
8. ábra: 2024. nyári talajnedvességi értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik: a nagybetűk az 5-10 cm-es mélységben, a kisbetűk a 10-20 cm mélységben mért szignifikanciát jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka).....	29
9. ábra: 2024. őszi talajnedvességi értékek a kezelések függvényében. (ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka)	30
10. ábra: 2025. tavaszi talajnedvességi értékek a kezelések függvényében. (Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény. ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka).....	31
11. ábra: Az átlagos földigiliszta egyedszám négyzetméterenként az egyes kezelések esetében a) 2024 tavaszán, b) 2024 őszén, c) 2025 tavaszán. ((Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény. ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket: a nagybetűk a juvenils egyedek, a kisbetűk az adult egyedek közötti szignifikanciát jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka)	33
12. ábra: Az átlagos földigiliszta biomassa négyzetméterenként egyes kezelések esetében a) 2024 tavaszán, b) 2024 őszén, c) 2025 tavaszán. ((Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény. ANOVA, Tukey-féle post hoc teszt, az eltérő betűk a szignifikáns ($p \leq 0,05$) különbségeket: a nagybetűk	

a juvenilis egyedeket, a kisbetűk az adult egyedek közötti szignifikanciát jelzik) (Forrás: Microsoft Excel, saját munka)..... 36

1. táblázat: A talaj különböző kémiai paramétereinek alakulása (átlag±szórás) a három mintavételi időpontban (2024. tavasz, ősz, 2025. tavasz) a különböző kezelések függvényében. (Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény) (Forrás: saját munka)..... 20

2. táblázat: Földigiliszták életformáinak típusai és azok megoszlása (összes darab/kezelés) három mintázási időpontban (2024. tavasz, ősz, 2025. tavasz) a különböző kezelések függvényében. (Jelmagyarázat: Kb: Komposzt bedolgozva, Kt: komposzt takarás, B: Bolygatott, BN: Bolygatás nélküli, T: takarónövény) (Forrás: saját munka)..... 38

10. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Ötvös Csongor
A Hallgató Neptun kódja: Y1E980
A dolgozat címe: Regeneratív talajművelési módok hatása a talaj paramétereire és a földigilisztákra
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Állattani és Ökológiai 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.

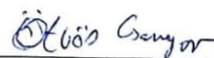
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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 eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2025. év 11. hó 10. nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Ötvös Csongor (Y1E980) 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

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Gödöllő, 2025.11.09.


belső konzulens


belső konzulens

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Ötvös Csongor
Neptun-kódja:	Y1E98O
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*:	Szakdolgozat készítés
A munka címe:	Regeneratív talajművelési módok hatása a talaj paramétereire és a földigilisztákra

* 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)

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,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet

	verziója, elérhetősége		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: Pákozd, 2025. 11. 09.

.....
Ötös Csinger

Hallgató aláírása

.....
Bécsényi Renáta

.....
Selmeri Döm Sám

Konzulens/Témavezető aláírása