



SZENT ISTVÁN EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG - ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR
MEZŐGAZDASÁGI MÉRNÖK

KÜLÖNBÖZŐ TALAJTAKARÁSI MÓDOK HATÁSA A TALAJ
FIZIKAI ÉS KÉMIAI PARAMÉTEREIRE ÉS A FÖLDIGILISZTÁK
JELLENLÉTÉRE

Készítette:

Selmeczi Dóra

Belső témavezető:

Dr. Simon Barbara

egyetemi docens

Talajtani és Agrokémiai Tanszék

Külső témavezető:

Boziné Pullai Krisztina

doktorandusz hallgató

Növényvédelmi Intézet

Gödöllő

2019

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
Célkitűzés.....	4
Irodalmi áttekintés	5
1. A talaj.....	5
1.1. A talaj fogalma, jelentősége	5
1.2. Talajalkotók	5
1.3. A talaj fizikai paraméterei.....	8
1.4. A talaj kémiai paraméterei	9
2. A talajtakarás.....	10
3. A földigiliszták.....	13
Anyagok és módszerek	16
1. A kísérleti terület leírása	16
2. A talajmintavétel folyamata	17
3. A talajminták előkészítése.....	18
4. A földigilisztá mintavétel folyamata	18
5. A talaj fizikai paramétereinek vizsgálata	19
5.1. A talaj nedvességtartalmának vizsgálata.....	19
5.2. Az Arany-féle kötöttség megállapítása.....	19
6. A talaj kémiai paramétereinek vizsgálata.....	20
6.1. A talaj CaCO_3 tartalmának vizsgálata.....	20
6.2. A talaj szervesanyag tartalmának vizsgálata	21
6.3. A talaj kémhatásának vizsgálata [pH (H_2O) ill. pH (KCl)].....	21
7. Az eredmények kiértékelése	22
Eredmények és értékelésük	23
1. Fizikai tulajdonságok	23
1.1. Nedvességtartalom	23
1.2. Arany-féle kötöttség.....	26
2. Kémiai tulajdonságok	26
2.1. CaCO_3 tartalom.....	26
2.2. Szerves anyag tartalom	27
2.3. Kémhatás.....	28
3. Földigiliszták	29
Összefoglalás	42
Irodalomjegyzék	43
Köszönetnyilvánítás.....	46
Mellékletek.....	47

Bevezetés

Napjainkban elsődleges szemponttá vált a mezőgazdaságban a helyes mezőgazdasági gyakorlat. Köszönhetően a globális felmelegedés okozta egész világot sújtó hőmérséklet emelkedésnek a szárazság szinte már minden régiót érint évente rövidebb-hosszabb időszakokban. Egyre több vidék érintett az aszály kérdéskörében, legyen az akár légköri-, vagy talajaszály. Központi kérdéskörre vált a nedvességmegőrzés fogalma, hiszen a hőmérséklet emelkedéssel a szárazság is együtt jár, mindemellett a sok éven át tartó felelőtlen, nedvességpazarló földművelés sem segített a mezőgazdaság helyzetén. A helyes mezőgazdasági gyakorlat eleme a felelősségteljes, tudatos gazdálkodás, melyben olyan lépéseket teszünk, olyan agrotechnikai műveleteket végzünk, oly módon gondolkodunk, hogy a mezőgazdasági folyamatok fenntarthatóak legyenek, és talajaink, vízkészleteink a jövő generáció számára is használhatónak bizonyuljanak. Számos módszer létezik, amellyel elősegíthetjük a fenntartható folyamatok előremozdulását. Ezek közül én a – leginkább kertészeti kultúráknál elsősorattal alkalmazott – talajtakarást szeretném megemlíteni. A talaj védelme kulcsfontosságú tényező, hiszen az a mezőgazdaság, azon belül is legfőképpen a növénytermesztés egyik elengedhetetlen tényezője. Állapota lényeges mind termelési, mind ökológiai szempontból. A talajtakarás védi a talajt és fenntartja annak megfelelő állapotát, hiszen köztudott a nedvességmegtartó, evaporáció csökkentő képessége, védi a talajfelszínt a degradálódástól, szabályozza a talaj hőháztartását és mind emellett gyomszabályozó szerepet is betölt. A növénytermesztés szempontjából kulcsfontosságú tényező a talaj szervesanyag tartalmának fenntartása. A talajtakaró anyagok számos előnye közé sorolható a talajélet felpezsdítése is. Kedvező feltételeket biztosít a talajmikro- és makroorganizmusok, közöttük pedig a földigiliszták számára. A földigiliszták képesek az elhalt szerves anyagok feldolgozásával a talaj humusztartalmát növelni, ami a növények fejlődéséhez nélkülözhetetlen. Kiemelkedő szerepük lehet a biogazdaságokban, ahol nem alkalmaznak műtrágyákat, ugyanis segítik a beforgatott szervesanyag természetes nitrogén tartalmát hozzáférhetővé tenni a növények számára (Groenigen et al., 2014). Mozgásukkal fellazítják a talajt, javítják annak vízgazdálkodását és ürülékük javítja a talaj szerkezetét. Tehát kijelenthető, hogy a talajtakarás mind a talaj abiotikus, mind pedig a biotikus rendszerére hatással van és képes kedvező hatásokat kiváltani a talaj termékenységének, minőségének növelése szempontjából.

Célkitűzés

Talajtakaró anyagként számos anyagot használhatunk, köztük szervesetlen és szerves anyagokat is. Mindegyik takarásmódnak megvan a maga előnye és hátránya egyaránt. Kísérletemben szerves és szervesetlen talajtakarás-kombinációkat hasonlítottam össze. Vizsgáltam a talajállapotot csak agroszövettel, valamint agroszövettel és szalmával egyaránt takart területeken. Megfigyelem a talaj fizikai paramétereit: a különböző takarásmódok alatti nedvességtartalmat, a talaj kötöttségét, a talaj kémiai paramétereit: a talaj kalcium-karbonát tartalmát, kémhatását, szerves anyag tartalmát és a talaj biológiai életközösségéből kiemelten a földigiliszták jelenlétét. Emellett kétféle kontroll területet is bevontam a kísérletbe: füves vegetációval borított és takaratlan kontroll területeket. Céлом a négyféle takarásmód összehasonlítása a kapott adatok alapján és választ kapni az alábbi kérdésekre:

- Melyik takarás, az „agroszövet” vagy az „agroszövet és a szalma” kombinációja képes több nedvességet megtartani a talajban? Magasabb az alattuk található talaj nedvességtartalma, mint a takaratlan területé? Több vagy kevesebb nedvességet képesek visszatartani, mint egy füves vegetáció?
- Különbözik-e az eltérő takarásmódok alatti talajok kötöttsége?
- Különbözik-e az egyes takarásmódok alatti talajok szervesanyag tartalma?
- Különbözik-e a különböző takarásmódok alatti talajok kémhatása? Befolyásolja-e a takarás módja a talaj kémhatását, ha igen milyen irányba?
- Különbözik-e a különböző takarásmódok alatti talaj kalcium-karbonát tartalma?
- Az alábbi négyféle terület közül melyiket kedvelik jobban a földigiliszták, melyik teremthet nekik optimális körülményeket?

Irodalmi áttekintés

1. A talaj

1.1. A talaj fogalma, jelentősége

Stefanovits Pál (1992) szavaival élve: „A talaj a Föld legkülső szilárd burka, amely a növények termőhelyéül szolgál. Alapvető tulajdonsága a termékenység, vagyis az a képesség, hogy kellő időben és a szükséges mennyiségben képes ellátni a növényeket vízzel és tápanyaggal.” Emellett a talaj egy szuperrendszer, amelynek lényege a humifikáció, azaz szerves kötésben lévő elemek ásványi kötésbe vitele (Szabó, 1986). A talajok nyílt rendszerek, amelyek folytonos összeköttetésben állnak a környezetükkel és folyamatos anyag és energiaáramlás zajlik köztük, amelyeket ez a komplex ökológiai rendszer tárol és átalakít (Szabó, 1986). A talaj a mezőgazdaság termelőeszköze, hiszen az állattenyésztés és legfőképpen a növénytermesztés szempontjából kulcsfontosságú tényező. Természeti erőforrás, amely folyton megújul (Stefanovits, 1992). Fontos színtere az elemek biokémiai ciklusának, 30-40 darab az élő szervezetek fejlődéséhez nélkülözhetetlen elemet tárol és biztosítja azok megújulásának lehetőségét. Ezen elemek utánpótlása korlátozott, de a talaj megfelelő életteret biztosít olyan mikroorganizmusok számára, amelyek sokféle képen részt vesznek azok átalakításában, hogy újra felhasználhatóak legyenek (Szabó, 1986).

1.2. Talajalkotók

A talaj alapvetően élő és élettelen alrendszerre bontható. Az élettelen alrendszer három fázisra osztható: gázfázisra, szilárd fázisra és folyadék fázisra. Ezen fázisok között fizikokémiai jellegű anyagcsere folyik, amelyeket a talajban élő szervezetek nagymértékben befolyásolhatnak (Szabó, 1986). A talaj szilárd fázisát 95%-ban ásványi 5%-ban pedig szerves anyagok alkotják (Michéli et al., 2006). A talajok élettelen alkotórészei a talajkolloidok, amelyek kisméretű és nagy felületű részecskék. Ezek lehetnek szervetlenek vagy szervesek, vagy ezek összekapcsolódásával keletkezett szerves-ásványi komplex kolloidok. Szervetlen kolloidok közé tartoznak az ásványi kolloidok: az agyagásványok, a kovasavak, Fe- és Al-hidroxidok és az ásványtörmelékek. Szerves kolloidok a humuszkolloidok és a nem humusz jellegű szerves kolloidok (Michéli et al., 2006). A szerves-ásványi kolloid komplexumok csoportjába tartoznak például a humuszhártyával körülvett agyagásványok. A talaj kolloidjai különböző külső hatásokra koagulumokká állnak össze, szerkezetük a külső tényezőktől függően igen különböző lehet. A talajok vázrészét a mikroaggregátumok adják, amelyek koagulumok és vázrészek összeapadásával jönnek létre. Ezek határozzák meg a talajok

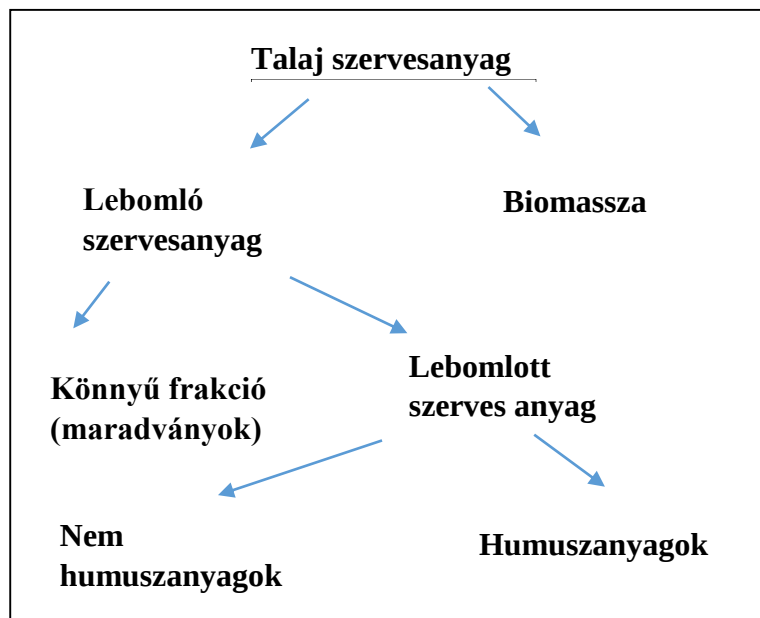
finomszerkezetét (Stefanovits, 1992). Az ásványi részecskék másodlagos fizikai hatásokra (duzzadás-zsugorodás, fagyás és olvadás, gyökérszét nyomása) nagyobb makroaggregátumokká tapadnak össze, ezek adják a talajok jellegzetes szerkezetét. Ahhoz hogy ezek a mikro- és makroaggregátumok egyben maradjanak a talajban kötőanyagokra és kötőerőkre is szükség van. Kötőanyagok lehetnek például szerves anyagok, agyagásványok, vas és alumínium-hidroxidok, oxihidroxidok, kationhidak, kalciumkarbonát, illetve mikroorganizmus telepek és állatok ürüléke. Kötőerőnek az adhéziós és a kohéziós erő nevezhető. Az adhézió egy szilárd felülethez szilárd vagy folyadék fázis tapadását okozza, a kohézió pedig az anyagok elemi részecskéit összetartó hatás, amely a szilárd halmazállapotú testekben a legerősebb, majd a gázhalmazállapot felé haladva egyre gyengül a részecskék között (Michéli et al, 2006).

A talaj szilárd fázissal ki nem töltött részét pórustérnek nevezzük. A pórusok előfordulhatnak az aggregátumok között, ezt nevezzük szerkezeti porozitásnak, illetve aggregátumon belül is, ez az aggregátum porozitás. Ezek összefüggő pórusrendszert alkotnak a talajban. A pórustereket részben víz, részben talajlevegő tölti ki. A talaj összes porozitása nagymértékben befolyásolja a talaj tulajdonságait például a víz- és levegőgazdálkodását ezáltal a minőségét is (Michéli et al., 2006).

A talajok folyadék fázisának helyét különböző vízformák tölthetik ki. Előfordulhat erősen kötött víz, kötött víz, kapilláris víz, kapillár-gravitációs erővel kötött víz, gravitációs víz, talajvíz és bezárt levegő is kitöltheti. A talajba kerülhet víz csapadékból, öntözésből, felszíni és felszín alatti odafolyásból és távozzhat víz párolgás és párologtatás által, felszíni vagy felszín alatti elfolyással, talajvízbe történő távozással. A talajok vízvisszatartása az adhéziós és kohéziós erőknek köszönhető. A talajokban alapvetően megtalálható egy erősen kötött vízforma, amelyet a növények már nem képesek felvenni, ezt nevezzük holt-víznek. A növények számára felvehető gyengébben kötött vízformákat diszponibilis víznek nevezzük (Michéli et al., 2006).

A talaj szervesanyaga külön említést érdemel, hiszen sem az élettelen sem az élő talajalkotók közé nem sorolható. A talaj szervesanyaga élő és holt szerves anyagra tagolható fel. Az élő szervesanyagot a talaj élőlényeinek testét felépítő szerves anyag adja, más néven biomasszaként említik, míg a holt szerves anyag növénymaradványokból és a mikrobiológiai úton újraképződött szerves anyagból áll. A talaj szerves anyagát más összefoglalóan humusznak nevezzük, amely nem egységes anyag, hanem különböző összetételű szerves anyagok keveréke (Stefanovits, 1992). A humuszanyagok létrejötte többlépcsős folyamat, alapanyagai a talajban található növények által előállított biomassza, és a talajban élő állatok ürüléke és elhalt szervezete. Az átalakulás függ a környezet hőmérsékletétől, alacsony hőmérsékleten lelassul,

és függ a környezet oxigéntartalmától, oxigénben gazdag környezetben sokkal gyorsabb a folyamat lejárásodása. Alacsony pH-nál gátolt a folyamat. A talajok meszezése növeli a giliszták és egyéb állatok aktivitását így a humuszanyagok stabilitását segíti elő. A humuszanyagok amorf, kolloid-diszperz anyagok, mikrobiális bontásnak ellenálló és bontható szerves vegyületek keveréke. Molekuláris szerkezetük bonyolult, pontosan még nem ismert. Oldhatóság alapján fulvo-, huminsavakra, valamint huminra oszthatóak. A humusz anyagoknak fontos szerepe van a talaj kémiai, biológiai és fizikai folyamataiban, javítja és fenntartja a jó talajszerkezetet, fokozza a talaj kationcserekapacitását, puffer és víztartó képességét. Nem minden lebomlott szerves anyag alakul humusszá, ezeket nem humusz anyagoknak nevezzük. A nem humusz anyagok a mikroorganizmusok táplálékául szolgálnak és rövidtávú hatással rendelkeznek a humuszanyagok lassú és hosszantartó hatásával szemben (Michéli et al., 2006).



1. ábra: A szerves anyagok felosztása (Michéli et al., 2006)

Az élettelen alrendszer mellett a talajban megtalálható az élő vagy más néven biotikus alrendszer is. A biotikus folyamatoknak ugyanolyan jelentősége van a talaj egyensúlyának és az elemek körforgásának fenntartásában, mint az abiotikus fizikai és kémiai folyamatoknak. A talajainkban megfigyelhető életközösségek faji összetétele igen komplex, és ezeknek a fajkombinációknak a biokémiai teljesítőképessége is különböző. Általánosan kijelenthető, hogy a biológiai alrendszer talajrészecskéken adszorbeált mikroorganizmusokból és számtalan gerinctelen és gerinces fajból áll. Ezek a fajok képesek újrahasznosítani a talajba került szerves és szerves vegyületeket. Az ízeltlábúak rágásukkal felaprítják az elhalt szerves növényi maradványokat, majd megemésztik azokat és saját szerves anyagokat állítanak elő

belőlük, amelyeket a baktériumok már könnyedén tovább bontanak. A talajlakó élőlények csoportokra oszthatóak az alapján, hogy mennyi időt töltenek életük folyamán a talajban. A permanens fajok életciklusának összes fázisa a talajban játszódik le, míg az időszakos talajlakók csak életük egyes stádiumaiban tartózkodnak a talajban, mint például egyes rovarok lárvái. A periódusos talajlakók elhagyják a talajt, de visszatérnek bizonyos idő elteltével, mint például a darazsak és vannak az átmenetileg talajhoz kötött fajok, amelyek inaktív alakjai találhatóak a talajban például a talajba petéző fajok petéi. Tömegüket tekintve a talaj élővilága nagyon kicsi, ám annál fajgazdagabb. Fontosságuk nem a tömegükkel arányos, elengedhetetlenek, hiszen számos nélkülözhetetlen pozíciót ők töltenek be a talajfolyamatok során, mint például a katalizátor szerepét (Szabó, 1986).

1.3. A talaj fizikai paraméterei

A talaj számos olyan tulajdonággal rendelkezik, amelyek nagymértékben befolyásolják a minőségét. Ezek lehetnek fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságok. A talaj fizikai tulajdonságai befolyásolják a kémiai és biológiai folyamatok lejátszódását, ezáltal a talajtermékenységet. Ezek a fizikai tulajdonságok az alábbiak: a talaj színe, szemcseösszetétele, textúrája, a talaj szerkezete, sűrűsége, térfogattömege, tömörsége, a pórustér nagysága, és a talaj vízgazdálkodási jellemzői. A talaj fizikai tulajdonságai közé sorolható, a szemcseösszetétel vagy textúra. Ilyenkor a talaj szilárd fázisát vizsgáljuk, hogy milyen méretű komponensekből áll. Ezen ásványi részecskék mérete, minősége és mennyisége nagymértékben befolyásolja a talaj minőségét s tulajdonságait (Michéli et al., 2006). A talajokat szemcseösszetétel mérete alapján az alábbi három fő frakcióba osztották be: homok frakció: 2 mm-0,02 mm-ig, iszap vagy porfrakció: 0,02 mm-0,002 mm-ig és agyagfrakcióba: 0,002 mm-es méret alatt. A talajokat osztályozhatjuk szemcseösszetétel alapján és textúra osztályokba sorolhatjuk be őket. A talajok hovatartozására a három fő frakciócsoport százalékos arányából és egyéb tulajdonságaiból következtethetünk. A talajok besorolását végezhetjük a háromszög diagramok alkalmazásával is, de egyéb fizikai jellemzők alapján is, mint például az Arany-féle kötöttségi szám megállapításával (Michéli et al., 2006).

A talaj gázfázisával kapcsolatban a talaj pórustérfogatát más néven összes porozitását szokták számolni. Ezen számításokhoz ismerni kell a talaj térfogattömegét és sűrűségét. Kedvező esetben a talaj összes porozitása 50-60% közé esik (Michéli et al., 2006).

A talaj folyadék fázisával összeköthető fizikai paraméter a talaj vízgazdálkodása. Szoros összefüggésben áll a talaj termékenységgel, hiszen megszabja a növények víz és levegőellátását, befolyásolja a talaj biológiai aktivitását. A talaj vízgazdálkodását

legegyszerűbben a talaj vízmérlegével fejezhetjük ki, amelyet a talajba érkező és az onnan távozó vízmennyiségek számszerűsítésével kaphatunk meg. A talaj nedvességét tömegszázalékban vagy térfogatszázalékban kifejezve szokták megadni, de átszámíthatjuk m^3/ha értékre is. A vízkapacitás az a vízmennyiség, amit a talaj különböző körülmények között visszatartani vagy befogadni képes az adszorpció és a kohéziós erőknek köszönhetően. A vízkapacitás lehet szabadföldi, amely az a vízmennyiség, amelyet a talaj beázás után a gravitációval szemben megtart, maximális, azaz a pórusteret teljesen kitöltő víz mennyisége és minimális, ami a talaj vízvisszatartó képessége laboratóriumi körülmények között (Michéli et al., 2006).

1.4. A talaj kémiai paraméterei

Michéli et al. (2006) szerint a talaj kémiai tulajdonsága a kolloidkémiai reakcióktól, a vízben oldható só mennyiségétől és minőségétől, a kémhatástól és a redoxi feltételektől függ. Ezek befolyásolják a talaj és a víz kapcsolatát, a talaj szerkezetét és a talajba került anyagok sorsát is.

A talaj kémhatása fontos minőségi tényező. Stefanovits (1992) szerint a kémhatás azt jelenti, hogy valamely oldatban vagy szuszpenzióban milyen a hidrónium és a hidroxilionok aránya. A talajok kémhatását pH értékkel fejezzük ki, amely az oldat hidrogénion koncentrációja logaritmusának negatív értéke. A nagyobb mennyiségű talajok pH-ját úgy tudjuk csak mérni, hogy szuszpenziót készítünk belőlük. Megkülönböztetünk (vizes szuszpenzióban mért adatok alapján): erősen savanyú ($<4,5$ pH), savanyú ($4,5-5,5$ pH), gyengén savanyú ($5,5-6,8$ pH), közömbös ($6,8-7,2$ pH), gyengén lúgos ($7,2-8,5$ pH), lúgos ($8,5-9,0$ pH) és erősen lúgos ($>9,0$ pH) kémhatású talajokat. A talaj kémhatása megszabja a rajta termesztendő növényeket, hiszen a kémhatás erősen befolyásolja a növények életét és növekedését. Vannak kifejezetten kémhatásra érzékeny növényfajok is.

A talaj egyik fontos sav/bázis puffere a kalcium-karbonát. Késlelteti a talaj elsavanyodását, mert $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ formában közömbösíti a savakat. Vagyis a kolloidok felületén kötött H^+ ionok Ca^{2+} ionokra cserélődnek, ezáltal csökken a talaj telítetlensége, a potenciális savanyúsága, csökken egyes mikroelemek felvehetősége, javul a talaj szerkezete, jobb lesz a szerves anyag minősége és csökken a talaj cserepedési hajlama. A talajok alapvető CaCO_3 tartalmát meszezéssel lehet növelni.

2. A talajtakarás

Chalker-Scott (2007) szerint talajtakaró anyagok alatt azokat a szerves és szervetlen anyagokat értjük, amelyeket a talaj felszínén alkalmazunk, nem pedig a talajszelvény mélyebb részeibe dolgozva. A talajtakaró egy anyagréteg, amely beborítja a talajfelszínt, a talajtakarás pedig egy olyan vízmegőrzési technika, amely növeli a víz talajba történő beszivárgását, késlelteti a talaj erózióját, és csökkenti a felszíni lefolyást (Adekalu et al., 2007; Ghawi és Batthiki, 1986). Ez az agrotechnikai módszer hatékonyan növeli a termés hozamot, javítja a termésminőséget és megtartja a talajnedvességet (Chakraborty et al., 2008), így mezőgazdasági szempontból meghatározó.

A talajtakarás számos globális problémára megoldással szolgálhat, hiszen bizonyítottan csökkenti a talajfelszín párologtatását, gátolja a gyomnövények fejlődését, ezáltal megőrzi a talaj nedvességtartalmát, szabályozza a talaj szerkezetét, annak hőmérsékletét és mindemellett a talaj biológiai közösségeire is jelentős hatást gyakorol (Kader et al., 2017). A világ népességének gyors növekedése, a természeti erőforrások szennyeződése, a globális felmelegedés és az éghajlatváltozás egyre nagyobb nyomást gyakorolnak a korlátozott vízkészletekre (Colak et al., 2015; World Water Assessment Program, 2012), így időszerű lenne a mezőgazdasági ágazatban megoldásokat találni a vízfelhasználás és a vízpazarlás csökkentésére a fenntartható gazdálkodás érdekében. Az egyik ilyen lehetséges megoldásnak a talajtakarás tekinthető; számos előnyének köszönhetően. A talajtakarás nedvességre gyakorolt hatása függhet a talajtakaró anyag típusától, a takarás vastagságától is, de az éghajlattól és a csapadék mennyiségétől is. Befolyásolja a párolgási sebességet, csökkenti az evaporációt, nyáron megőrzi a talaj nedvességét, javítja a talaj nedvességmegtartó képességét és gátolja a gyomnövények növekedését, ezáltal azok vízfelhasználását is (Mutetwa és Mtaita, 2014). A takart talajok bizonyítottan több nedvességet tartalmaznak, mint a takaratlan, tar felszínű talajok (Chakraborty et al., 2008; Zhao et al., 2014). Továbbá, a talajtakarás csökkenti a talaj nedvességtartalmának és hőmérsékletének ingadozását (Abouziena és Radwan, 2015) és megelőzi a csapadék hirtelen, közvetlen beszivárgását (Kader et al., 2017).

A talajtakarásnak jelentős szerepe van a mai mezőgazdaságban, hiszen az éghajlatváltozásnak köszönhetően a hőmérséklet folyamatosan növekszik. Ez a jelenség jelentős hatással van a mezőgazdasági ágazat víz- és energiafelhasználására, jellemzően növeli azokat (Kader et al., 2017). A talajtakaró anyagok típustól függően szabályozzák a hőmérsékletet, ezzel összeköttetésben a termés hozamot is a növények mikroklímájának, a talaj hőmérsékletének és a növények növekedésének szabályozásán keresztül (Lamont, 2005).

Arora et al. (2011) és Pramanik et al. (2015) azt találták, hogy a takaróanyagok nyáron csökkentik a talaj hőmérsékletét, míg télen növelik azt.

Emellett a talajtakarás a talaj mikro- és makroorganizmusait is befolyásolja, mint például az algákat, mohákat, gombákat és földigilisztákat is. Ez azért lehetséges, mert a talajnedvesség és a talajhőmérséklet szoros kapcsolatban áll a talaj mikrobiális aktivitásával (Smith et al., 1993), amely a talaj biomassza mennyiségét szabályozza, amely a talaj termékenységének meghatározó tényezője és amely mezőgazdasági szempontból kulcsfontosságú (Benintende et al., 2008).

Mind a mikrobiális aktivitáson keresztül, mind fizikai jelenléttel a talajtakarás hatással van a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaira is (Kader et al., 2017). Mivel a termés és a talaj szoros kapcsolatban áll egymással, a talaj tulajdonságai pedig függenek annak nedvességtartalmától és a hőmérsékletétől, a takarások egyik hatása sem elhanyagolható (Powlson et al., 2011). A talaj biológiai és kémiai tulajdonságai alapvető szerepet játszanak a szerves anyag lebomlásában, a szén megkötésének és a tápanyagok mineralizációjának folyamatában, amelyek a talaj termelékenységének szempontjából elengedhetetlenek (Kader et al., 2017). A talajtakarás számos előnye közé sorolható, hogy megvédi a talajt a fizikai, kémiai és biológiai degradációtól (Kader et al., 2017), csökkenti az eróziót, így javítják a talaj minőségét, csökkentik a talajvesztést, javítják annak levegőzését és szerkezetét, ezáltal serkentik a biológiai aktivitást, tehát növelik annak szerves anyag tartalmát (Kader et al., 2017).

Talajtakaró anyagok szempontjából megkülönböztetünk szerves és szervetlen takaróanyagokat. *Szervetlen talajtakaró anyagok* közé tartoznak a polietilén műanyag fóliák, amelyek kőolaj alapú termékek (Gill, 2014), és a szintetikus polimerek (Kyrikou és Briassoulis, 2007). Kyrikou és Briassoulis (2007) kimutatása alapján a szervetlen talajtakaró anyagok használata a mezőgazdaságban 2000 óta drámai módon megnőtt, sokrétű előnyének köszönhetően. Számos éghajlaton és talajtípusnál, szinte bármely évszakban alkalmazható a talajhőmérséklet javítása érdekében (Kasirajan és Ngouajito, 2012). Elősegíti a talaj nedvességmegtartó képességét (Gosh et al., 2006), alkalmazása megnöveli a terméshozamot, (Tiwari et al., 2003) jobb minőségű és nagyobb gazdasági értékű termés képződik (López-López et al., 2015). Kader et al. (2017) szerint a műanyag talajtakaró anyagok használata a vízmegőrzési gyakorlat érdekében fontos. Ezek a takaróanyagok folyamatosan tárolják a nedvességet, míg a többi takaróanyagnál kisebb-nagyobb ingadozás figyelhető meg (Kader, 2016). Chakraborty és Sadhu 1994-es kísérlete is azt bizonyítja, hogy a műanyag talajtakaró anyagok nedvességmegtartó képessége nagyobb, mint a szerves talajtakaró anyagoké. Szervetlen és szerves talajtakaró anyagok összehasonlításánál Zribi et al. (2015) azt találta,

hogy a műanyag takarás 20-60%-kal növelte a vízfelhasználás hatékonyságát a csökkent párolgás miatt. Emellett minimalizálják a só felhalmozódásának mértékét a gyökérszónában (Dong et al., 2009; Yuan et al., 2009). Ashrafuzzaman et al. 2011-ben bizonyította, hogy a műanyag takaró anyagok színe sem elhanyagolható paraméter. A legnagyobb nedvességet az átlátszó fólia biztosította, ezt követte a fekete majd a kék. Brown et al. (1993) arra következtetésre jutott, hogy az átlátszó műanyag takarás csökkentette a liszteske és a levéltetvek populációit, valamint a vírusos megbetegedéseket. Kring és Schuster (1992) szerint ez annak köszönhető, hogy az átlátszó fóliának magas az UV visszaverő képessége. Kader et al. (2017) szerint a műanyag takarás nagy szerepet játszik a terméshozam elérésének érdekében, hiszen a fólia takarás elnyeli a napsugárzást és csökkenti a talaj hőveszteségét ezáltal a talaj hőmérsékletét növeli, kontrolálja a szélsőséges hőmérsékletingadozást (Li et al., 2013), amely kedvez a növények növekedésének (Zhou et al., 2009; Xiukang et al., 2015). Javítja a talaj termékenységet azáltal, hogy csökkenti a talaj szerves szén és nitrogén kimerülésének lehetőségét, (Liu et al., 2015) fokozza a földigiliszták (Lal et al., 1998) és más talajélőlények aktivitását, melyek elősegítik a talaj szerkezetének javítását (Döring et al., 2005). Yang et al. (2006) azt találta, hogy a műanyag takarás növeli a növények klorofill tartalmát, emellett a gyomnevelés valószínűsége is kevesebb, mint a szerves talajtakarásnál (Relf és Appleton, 2009). A szerves talajtakarás számos előnye mellett érdemes pár hátrányt is megemlíteni. Nem elhanyagolható a műanyag hulladékkezelés és az ezzel kapcsolatos hatások kérdésköre, amely a szerves takarásnál értelemszerűen nem áll fenn (Kyrikou és Briassoulis, 2007). Cuello et al. (2015) szerint a műanyag takarás csökkenti a talaj szervesanyag tartalmát, hiszen a túl magas hőmérséklet a talaj széntartalmának 85%-át is kimerítheti egy hónap alatt (Simmons et al., 2013) és növeli az üvegházhatású gázok kibocsátását. Lerakásuknál nehézségekbe ütközhetünk, telepítésükhöz költséges és speciális eszközökre van szükség, kézi telepítése pedig igen időigényes (Malinconico et al., 2008). Égés közben káros anyagokat bocsájtanak ki (Lamont, 1993), használatkor problémássá válik a felszíni trágya kijuttatása (Malinconico et al., 2008).

A *szerves talajtakaró anyagok* természetes anyagokból készülnek, például mezőgazdasági hulladékból, feldolgozási melléktermékekből. Ezek talán a legolcsóbb és legkörnyezetkímélőbbnek tekinthető takaróanyagok. Emellett még szerves takaróanyagként lehet használni szalmát, száraz fűvet, avart, geotextíliákat, különböző növényi eredetű héjakat, kérgeket, és papírt (Kader et al., 2017). A talaj felszínén található növényzet csökkenti a talaj eróziós sebességét, az esőcseppek felfogásával fokozza a beszivárgást. A növénytakarók védő hatásait minden éghajlati övezetben felhasználták talajmegőrzési gyakorlatra a mezőgazdasági

területeken (Gyssels et al., 2005). A szerves talajtakarás előnyei közé is ide sorolható a takarások szinte minden általános előnye: csökkenti a párolgást a talajfelszínről (Agassi et al., 2004; Ji és Unger 2001), a fedetlen talajoknál több nedvességet képes megtartani (McMillen, 2013), paradicsomok vizsgálatánál a szerves avartakarás hatásosabb volt, mint az öntözés (Petrovszki et al., 2016). Hatékonyan javítja a talajminőséget, megőrzi a talaj nedvességtartalmát, védi a talajt a fizikai leromlástól (Lal, 1974) és növeli a terméshozamot (Sinkeviciene et al., 2009). Az általános előnyökön kívül kijelenthető, hogy szerves anyagaiuk növelik a talaj szervesanyag tartalmát, a kationcserekapacitását és növelik a talaj elektromos vezetőképességét is (Chen és Weil, 2010). Legnépszerűbb közülük a gabonaszalma takarás, amely szinte minden éghajlaton előszeretettel alkalmazott módszer (Lal, 1974). Daene (2005), Haapaa et al. (2014) szerint a papír takarásnál a legmagasabb a talaj nedvességtartalma, de Jenni et al. (2004) szerint a nedvességmegőrzésben a műanyag még mindig hatékonyabb, mint a papír. A műanyag takarás mellett a szalma takarás alkalmazása is növeli a növényekben a klorofill tartalmat (Yang et al., 2006). Hátrányuk, hogy kevésbé alkalmasak a gyomok visszaszorítására, (Boyhan et al., 2006) és sok szerves takaróanyag gyommagvakat is tartalmazhat. A faforgács és a kéregdarabok savanyíthatják a talajt (Chalker-Scott, 2007). Felesleges nedvességet biztosíthatnak, amely az anaerob körülmények megteremtésével elősegíti a kártevők szaporodását és gyökérrothadást okozhat (Kasirajan és Ngouajito, 2012). A magas széntartalmú anyagok használata pedig kimeríti a talaj nitrogén tartalmát, mert a talajmikroorganizmusok a takaróanyag lebontásához talajnitrogént fognak felhasználni, így a nitrogén a növények számára átmenetileg nem lesz elérhető és felléphet a nitrogén immobilizáció kockázata (Infonet-biovision 2010).

3. A földigiliszták

A földigiliszták a gyűrűsférgek (Annelida) törzsébe, Citellata altörzsébe, kevéssertéjűek osztályába (Oligochaeta) azon belül a Diplotesticulata alosztályba és a Lumbricidae családba tartoznak (Zicsi, 1990; Kiss, 1999). Hazánkban hatvan fajuk ismert. Valódi szelvényezettséggel rendelkeznek, szerveik is szelvényesen helyezkednek el. Szelvényeik egyneműek, belül válaszfalak választják el őket egymástól (Zicsi, 1990; Kiss, 1999). Hosszú testükre jellemző a hasoldali lapítottság, jellemzően pigmentáltak. Feji végükön fejlebeny található, amely alakja fontos faji bélyeg. Testüket serték borítják, melyek szűk vagy tág állása szintén fontos taxonómiai szempontból. Ezek fontos szerepet játszanak az állat helyváltoztatásában, járatokban való kapaszkodásában (Zicsi, 1990; Kiss, 1999). A külvilággal a háti póruson keresztül teremtenek kapcsolatot, mely segítségével cölomafolyadékot képesek kijuttatni, ami

segíti az állat testét folyamatosan nedvesen tartani. Mozgásuk bőrízomtömlő segítségével valósul meg, testük megnyúlásával és megrövidülésével haladnak előre (Szabó, 1986). Jól tagolt emésztőkészülékkel rendelkeznek. A garat fala mirigyekben gazdag, amely segíti a talajlakó giliszták táplálkozását, a táplálék nedvessé tételét. *Lumbricus* fajoknál proteáz termelést is kimutattak ezen a szakaszon. Fontos szerveik a Morren-féle mészmirigyek, amelyek a nyelőcsőhöz kapcsolódnak. Ezek a sejtek képesek felvenni a vérből a táplálékkal bejutott kalcium-ionokat és azokat kalcit-kristályokká alakítják, majd visszajuttatják a bélcsőbe, ahonnan már nem szívódnak vissza, hanem kiürülnek a szervezetükből. A kalcium hozzájárul a földigiliszták földalatti járat falainak szilárdításához. Rendelkeznek beggyel, amely raktározó szerepet lát el. Emésztőrendszerük további részeiben emésztőenzimek termelése és extracelluláris emésztés folyik. Táplálékuk főképp elhalt növényi részekből áll. Táplálkozás céljából általában éjszaka jönnek fel a talajfelszínre, növényi táplálékuk mellett talajszemcséket is elfogyasztanak, amelyek segítik a táplálék őrlését, aprítását. Légzőszervük nincs, bőrfelszínükön keresztül diffúzióval lélegeznek. Érzékenyen reagálnak a hirtelen oxigénváltozásra, ezért nagy esőzések során gyakran feljönnek a talajfelszínre. Zárt keringési rendszerrel rendelkeznek, a vér áramlását az aortaívek (szívek) biztosítják. Kiválasztó szervük a vesécske, amely tartalmát a húgyhólyagba üríti, ezek milyensége, megléte vagy hiánya lényeges a fajmeghatározáshoz. Jelentős ammónia leadás jellemzi őket. Hímnős állatok, az ivarszervek nyílásai a hasoldalon nyílnak a külvilágra (Kiss, 1999). Páros női ivarnyílásuk jellemzően a 14. szelvényen, míg páros hímvarnyílásuk többnyire a 15. szelvényen nyílik, ám ezek egyes fajokban a nyereg felé eltolódhatnak (Zicsi, 1990; Kiss, 1999). Kölcsönös megtermékenyítéssel szaporodnak. Külső, jól látható fajbélyeg a nyereg, amelynek a szaporodásban van fontos szerepe, illetve a serdülési dudorok, amelyek lehetnek lécesek, szívógödör alakúak és dudorosak (Kiss, 1999). A megtermékenyítés a kokonban történik, amely a nyereg mellett termelt nyálkás anyagból képződik, végig halad az állat testén felvéve először a hím majd a női ivarsejteket, majd a feji végen leválik az állat testéről (Zicsi, 1990). Idegrendszerük fejlett agydúcából, szelvényenkénti dúcpárokból és az azokat összekötő hosszanti és harántágakból áll (Zicsi, 1990).

A földigilisztáknak fontos szerepük van a talajosodás szempontjából (Szabó, 1986). Forgatják a talajréteget, javítják a talaj szellőzőttségét, vízháztartását, szerkezetét (Kiss, 1999). Elegyítik az ásványi talaj anyagát, vízellenálló talajmorzsák kiindulási alapját képző ürüléket raknak le, felaprózzák a talajfelszíni szerves hulladékokat és a talajba szállítják azokat, ezáltal a talajképződés hatalmas aktivátorai. Sok szerves növényi maradványt fogyasztanak, ezzel felgyorsítják a szerves anyagok lebomlását. Ürülékük segíti a mikroorganizmusok

elszaporodását. Szárazságnál vagy fagynál mélyre húzódnak (Kiss, 1999). Igen érzékenyek a kiszáradással szemben (Szabó 1986).

Életmódjuk szerint az alábbi három csoportba sorolhatóak:

1. bomló szerves anyagon élők, amelyek avarban, szerves hulladékokban, korhadó fákban stb. élnek, az ilyen fajok elsődleges lebontók;
2. mélyben aknázó fajok, amelyek a talaj felszínén csak táplálkoznak, járataik mélyebben találhatóak, az ilyen fajok is elsődleges lebontók;
3. ásványi talajszieintek lakói, járatrendszerük 30-50 cm-nél mélyebbre nem hatolnak, ezek az állatok bizonyos humifikáción átesett szerves anyagokkal táplálkoznak, az ilyen fajok másodlagos lebontók (Zicsi 1990; Szabó 1986).

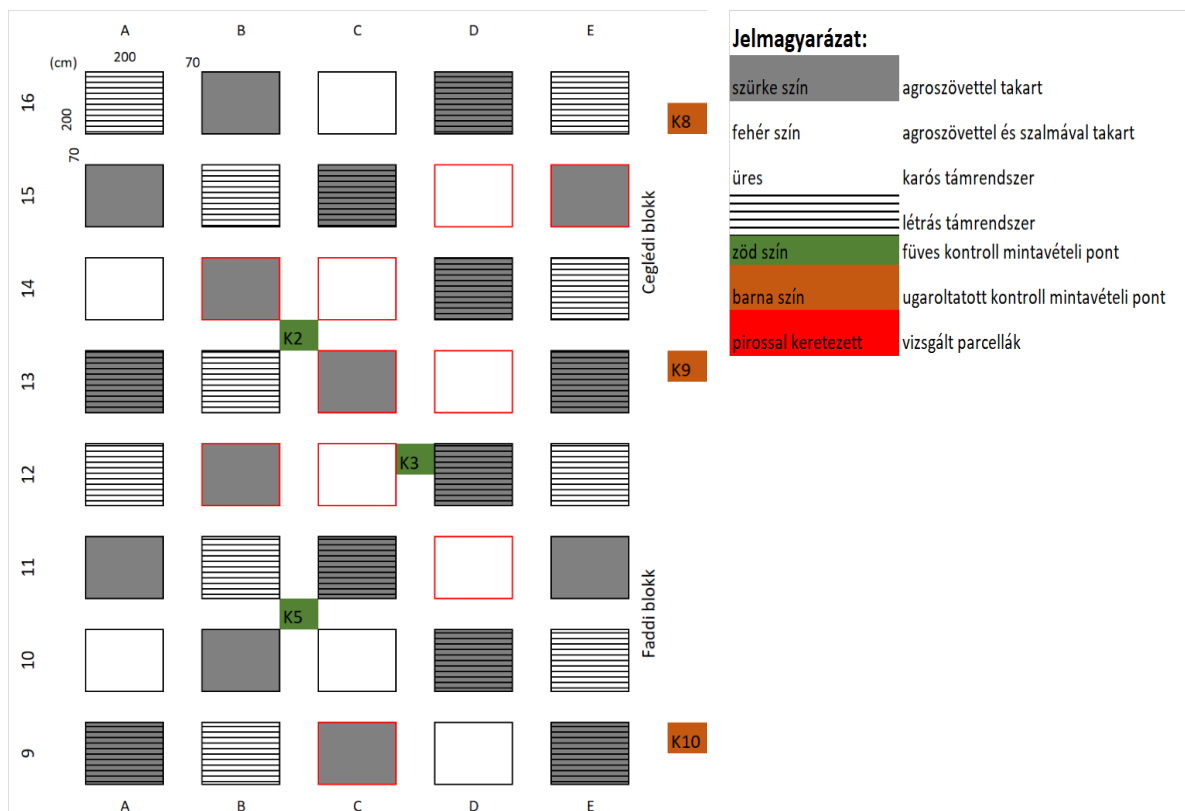
Az életmódot az állatok színe is kiválóan tükrözi, első két életmódhoz tartozó fajokra jellemző a főként vöröses-barnás pigmentáltság, míg felszín közeli fajok, amelyek táplálékukat a felszíni talajrétegekből szerzik akár zöld színűek is lehetnek. A harmadik csoportra jellemző, hogy szélsőséges viszonyok esetén diapauzát képeznek, amely az ürülekéből készített kamrácska, így vészeli át a szélsőséges körülményeket (szárazságot, fagyot). A külső hatásokra ebben az állapotban azonban nagyon érzékenyek (Zicsi, 1990).

A földigiliszták a talajflóra és fauna 12%-át adják. Szaprofág szervezetek, a bélcsatornájukon áthaladó tápanyagok fontos változásokon mennek keresztül. Életforma szerinti besorolás alapján az első és a második csoportba tartozó fajok legfőbb feladata a szerves anyagok dekompozíciója, feltárása, tehát inkább a degradációban van szerepük. A harmadik csoportba tartozó fajok a mineralizációs folyamatok gyorsításában játszanak fontos szerepet, fő feladatuk az agyag-humusz komplexumok kialakítása (Zicsi, 1990). A földigilisztáknak tehát kulcsszerepe van a humuszképződési folyamatokban, ezáltal a talaj szerkezetének kialakításában és a talaj minőségének javításában.

Anyagok és módszerek

1. A kísérleti terület leírása

A kísérlet helyszíne Ősagárd, amely Nógrád megyében található (GPS koordinátái: 47.854280, 19.188792). A vizsgált területen negyven darab 2x2 méteres parcella van kialakítva (2. ábra), melyekben Boziné Pullai Krisztina Ceglédi és Faddi tájfajta paradicsomokat nevel extenzív termesztési rendszerben. A parcellák kialakítása során nem történt talajforgatás, csak érett, kecskéktől származó szerves trágya szétterítése 10 cm-es vastagságban a talajfelszínen, majd erre kerültek a talajtakaró anyagok. A parcellákon két különböző féle támrendszer van kialakítva, ám én csak a karós támasztással ellátott növények alól vettem mintát a vizsgálatokhoz. A területről véletlenszerűen tíz parcellát választottam ki (öt darab agroszövettel és öt darab agroszövettel és szalmával takartat (3-4. ábra)), amelyek elszórtan helyezkednek el. Emellett a parcellák közötti egybefüggő gyomnövényzettel borított, rendszeresen nyírt, közlekedőként szolgáló sávokról és a közvetlenül a parcellák melletti ugaroltatott területről három-három kontroll területet jelöltem ki. A talajmintákat 2018. 07. 17-én gyűjtöttem be, további földigilisztá és talajminták begyűjtésére pedig 2018. 11. 09-én és 2019. 05.10-én került sor.



2. ábra: Parcellák és a mintavételi pontok elhelyezkedése
(Ősagárd, 2018-2019)



3. ábra: Agroszövettel és szalmával takart parcella (Fotó: Selmeczi Dóra, Ősagárd, 2018.07.17.)



4. ábra: Agroszövettel takart parcella (Fotó: Selmeczi Dóra, Ősagárd, 2018.07.17.)

2. A talajmintavétel folyamata

A tíz darab takarással ellátott parcellán az agroszövetet, illetve az agroszövetet és a szalmát felhajtottam és a parcellából több pontból talajmintát gyűjtöttem 25 cm mélységig (5. és 6. ábra), majd a kapott mintát jól összekevertem egy vödörben. Ebből a kevert mintából hoztam be kb. 1 kg-nyi mennyiséget a laboratóriumba további vizsgálat céljából.

A talajnedvesség vizsgálatokhoz a minden alkalommal vettem mintát. Ezeket a mintákat kisebb jól zárható műanyag zacskókban külön helyeztem el a nedvességtartalom megőrzése miatt.



5. ábra: Talajmintavételezés (Fotó: Selmeczi Dóra, Ősagárd, 2018.07.17.)



6. ábra: Talajmintavételezés (Fotó: Boziné Pullai Krisztina, Ősagárd, 2018.11.09.)

3. A talajminták előkészítése

A talajmintákat a vizsgálatok elvégzéséhez elő kellett készítenem. Először több hétig kiterítve kiszáritottam őket, majd a szennyeződések, gyökér- és növénymaradványokat eltávolítottam belőlük. Ezután daráló géppel ledaráltam őket, hogy elérjem a vizsgálatokhoz kellő homogén 2 milliméteres állapotot.

4. A földigiliszta mintavétel folyamata

A földigiliszták mintavételezéséhez a talajmintavételnél leírt módon egy 25x25x25 cm-es talajkockát emeltem ki egy fóliára, majd ezt kézzel átmorzsolva kutattam az állatok után. A fiatal, még nem felnőtt egyedeket még a helyszínen megszámloltam és egy mérleg segítségével feljegyeztem a tömegüket (8. ábra). A felnőtt, nyereggel rendelkező egyedeket (7. ábra), amelyek faját nem lehetett a helyszínen egyből megállapítani, begyűjtöttem és jól zárható, feliratozott műanyag edényekbe helyeztem a parcellák szerint elkülönítve, majd 70%-os etanolt öntöttem rájuk, hogy elpusztuljanak. Ebben az oldatban azonban csak egy napig ázhatnak a testek, így áthelyeztem őket a mintavétel után 4%-os formalinba, hogy a giliszták fixálása megtörténhessen, és később a fajmeghatározáshoz szükséges taxonómiai bélyegek jól láthatóak legyenek. Egy-két hét múlva újra áthelyeztem őket 70%-os etanolba, amiben már a fajmeghatározásig jól tárolhatóak voltak.



7. ábra: *Lumbricus terrestris*
(Fotó: Dr. Simon Barbara, Ősagárd,
2018.11.09.)



8. ábra: Földigiliszták tömegének mérése
(Fotó: Boziné Pullai Krisztina, Ősagárd,
2018.11.09.)

5. A talaj fizikai paramétereinek vizsgálata

5.1. A talaj nedvességtartalmának vizsgálata

A talaj nedvességtartalmának vizsgálatát a szárítószekrényes módszerrel végeztem. A módszer lényege, hogy a nedves talaj tömegének és a száraz talaj tömegének különbségéből következtethetünk a talaj nedvességtartalmára.

A vizsgálat elvégzéséhez fontos volt, hogy a talajminták laboratóriumba történő szállítás során ne veszítsenek a nedvességtartalmukból, így teljesen zárt tárolókban legyenek elhelyezve.

A külön erre a módszerre tekintettel lévő zárt mintavételi zacskókban elrakott talajmintákból 10 grammot centigrammos pontossággal mérlegen kimértem jól zárható és ismert tömegű fedeles edénybe. A párolgási veszteség minimalizálása érdekében gyorsan kellett dolgoznom. A mért adatokat feljegyeztem. Ezután az edényeket nyitott fedéllel a szárítószekrénybe helyeztem, amely 105 °C-on tömegállandóságig szárította a mintákat. Ez körül-belül 20-25 órát vett igénybe. A szárítás után az edényeket lezártam és szobahőmérsékletre való lehűlésig vízmentes CaCl₂-ot tartalmazó exszikkátorba helyeztem. Mikor a minták kihűltek újra lemértem őket centigrammos pontossággal.

A nedvességtartalom kiszámítását az alábbi képlettel végeztem:

$$W\% = \frac{a - b}{b - c} * 100$$

Ahol:

w% = a talaj nedvességtartalma a száraz talaj százalékában

a = az edény és a nedves talaj együttes tömege

b = az edény és a száraz talaj együttes tömege

c = az üres edény tömege

(Buzás, 1993)

A képlettel kiszámolva megkaptam a talajminták nedvességtartalmát tömegszázalékban kifejezve, így össze tudtam hasonlítani azokat a különböző takarásmódok alatt.

5.2. Az Arany-féle kötöttség megállapítása

A talaj Arany-féle kötöttségi számának megállapítását kézi keveréssel végeztem. A módszer alapja, hogy a légszáraz talaj vízfelvevő képessége arányosan nő a finom részecskék mennyiségével (Michéli et al., 2006). Az Arany-féle kötöttségi szám az a vízmennyiség, amelynél 100 gramm talaj eléri azt az állapotot, hogy adja a fonálpróbát.

A mérés elvégzéséhez szükségem volt egy porcelán mozsárra porcelán törővel és egy 1 cm³-es beosztású 100 cm³-es bürettára.

Az előkészített, ledarált és légszárazra kiszáritott talajmintákból 100 grammot kimértem és a porcelán mozsárba öntöttem. A bürettából folyamatos keverés mellett kis részletekben desztillált vizet adtam a talajhoz, amíg egynemű és csomómentes pépet nem kaptam. Ezután folytattam a desztillált víz adagolását cm³-enként és folyamatosan teszteltem, hogy a talaj adja e már a fonálpróbát, amely annyit jelent, hogy a porcelán törőt a képlékeny talajba belenyomva majd hirtelen kirántva a talaj és a porcelántörő felszínén is egy kúp keletkezik, amely ha a porcelán törőt felfelé fordítva visszahajlik, a talajunk elérte a megfelelő állapotot. Ekkor a bürettáról leolvasott desztillált víz fogyása adja az Arany-féle kötöttségi számot. Jele: K_A, mértékegysége nincs (Buzás, 1993). A talaj fizikai félesége az Arany-féle kötöttségi szám alapján az alábbi táblázattal adható meg:

Fizikai talajféleség	K _A
Durva homok, futóhomok	<25
Homok	25-30
Homokos vályog	30-37
Vályog	37-42
Agyagos vályog	42-50
Agyag	50-60
Nehéz agyag	>60

1. táblázat: Fizikai féleség megállapítása az Aranyféle-kötöttségi szám alapján

6. A talaj kémiai paramétereinek vizsgálata

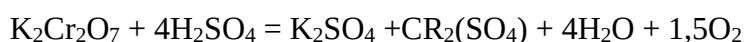
6.1. A talaj CaCO₃ tartalmának vizsgálata

A talaj CaCO₃ tartalmát először a HCl-os módszerrel ellenőriztem. A kísérlet elvégzéséhez szükségem volt óraüvegre és 10%-os HCl oldatra.

A kiszáritott ledarált talajmintákról három-négy grammot óraüvegre előkészítettem, majd 10%-os HCl-oldatot csepegtettem rájuk, és felmértem a pezsgés mértékét. Elvégeztem minden talajmintával. A minták egyértelműen nem tartalmaztak jelentős mennyiségű CaCO₃-ot, mert egyiknél sem volt tapasztalható sem a pezsgés hangja, sem a HCl gáz fejlesztő hatása, így a Scheibler-módszerrel történő CaCO₃ meghatározásra nem került sor.

6.2. A talaj szervesanyag tartalmának vizsgálata

A talaj szervesanyag tartalmának vizsgálatát Walkey-Black módszerével végeztem. A talajban található növényi és állati maradványokat eltávolítottam, mert ezeket a talaj szerves széntartalmához nem számítjuk hozzá. A szerves szén mennyiségének meghatározása azon alapul, hogy a szerves anyagok oxidálhatóak, így az elfogyasztott oxidálószer mennyisége arányos a talaj oxidálható széntartalmával. A talajok bemért tömege a várható szervesanyag tartalomtól függ, így a talajmintáimból 0,2 g-mot mértem be. A bemérés előtt a mintákat 0,2 mm-es szitán átszitáltam. A vizsgálathoz kénsavas dikálium-dikromátot, desztillált vizet, tömény foszforsavat és vas-szulfátot használtam fel. A talajhoz kénsavas dikálium-dikromátot adtam, 20 ml cc. H_2SO_4 és 10 ml 1N $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ kíséretében. Ennek segítségével a talaj humusztartalma és annak széntartalma CO_2 -dá oxidálódott.



Az oxidáció során a narancsságra színű Cr^{6+} zöld színű Cr^{3+} ionná redukálódik. Az oxidáció lezajlása körül-belül fél órát vesz igénybe. Ezután 100ml desztillált vizet, 10 csepp tömény H_3PO_4 -t és 3 csepp ferroin indikátort adtam hozzá. Az oldatot 0,5 N FeSO_4 -tal megtitráltam. A titrálás során a szerves anyag roncsolásához fel nem használt Cr^{6+} mennyiségét határoztam meg. A titrálás végpontját a ferroin indikátor kékeszöld színűről barnás vöröses színűvé válása határozta meg.



A szerves szén mennyiségét az alábbi egyenlet segítségével határoztam meg:

$$\text{Corg}\% = 10/s * (1-M/V) * 0,39$$

Ahol:

- s = a bemért talaj tömege (g)
- M = a talajra fogyott mérőoldat (FeSO_4) mennyisége (ml)
- V = a vak oldatra fogyott mérőoldat (FeSO_4) mennyisége (ml)

(Walkley, 1947)

6.3. A talaj kémhatásának vizsgálata [pH (H_2O) ill. pH (KCl)]

A méréshez szükségem volt ionmentes desztillált vízre, kálium-klorid oldatra, pH mérő berendezésre (VWR pHenomenal pH1100 L), kémcsövekre, desztillált vizes flaskára. A kálium-klorid oldatot úgy készítettem, hogy 74,55 gramm KCl-ot mérlegen kimértem,

desztillált vízben feloldottam majd az oldatot 1000 cm³-es mérőlombikba öntve desztillált vízzel 1000 cm³-re kiegészítettem.

A kémcsövekbe az előkészített talajmintából 5-5 gramm talajt mértem be, majd pipettával 1,25 millilitert adtam hozzá desztillált vízből vagy a KCl oldatból, így 1:2,5 talaj-víz és 1:2,5 talaj 1 mol/l-es KCl arányú oldatokat készítettem két-két ismétlésben. A kémcsöveket gumidugóval lezártam majd a talajszuszpenziókat jól felráztam. Ezután 12 órát állni hagytam az oldatokat. A műszer bekapcsolása után fél órát vártam majd 7,0-es és 4,0-es pH-jú pufferoldatokkal kalibráltam azt. Az üvegelektrodát, desztillált vízzel való leöblítés után, a felrázott talajszuszpenzióba helyeztem. Pár perces várakozás után le tudtam olvasni az oldat pH-ját a készülék kijelzőjéről. A mérést a desztillált vizes oldatokkal kezdtem majd azután a KCl-os oldatokkal folytattam. Minden mérés között az üvegelektrodát a mérés pontosságának érdekében desztillált vízzel leöblítettem. Két ismétlésben mértem meg az összes talajminta pH-ját mind desztillált vizes mind KCl-os szuszpenzióban oldva (Buzás, 1988).

7. Az eredmények kiértékelése

A mért adatokat Excel táblázatban elemeztem ki és ennek a segítségével készítettem el a diagrammokat is.

A kapott eredményeket a Past 2.17.c. 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 Tukey-féle páronkénti összehasonlítást végeztünk. A sávok grafikonok a parcellánkénti átlagokat ábrázolják a talajtakarásos kezelésekben, melyeken 95%-os konfidencia intervallumot is megjelenítettünk. Ha páronkénti összehasonlítás eredményénél a p-érték kisebb, mint 0,05, a különbséget szignifikánsnak tekintettük.

Eredmények és értékelésük

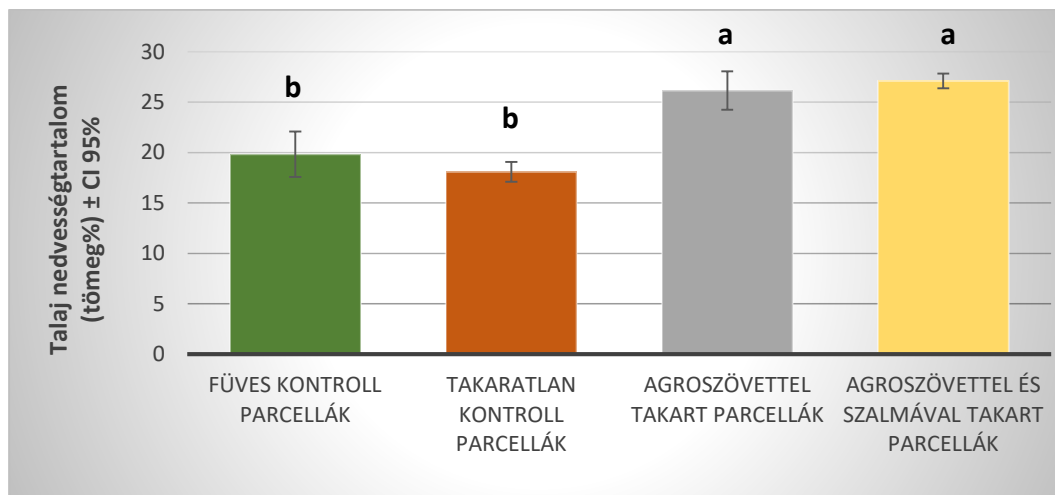
1. Fizikai tulajdonságok

1.1. Nedvességtartalom

A talajminták nedvességtartalmának meghatározásához 2018.07.17-én nyáron és 2018.11.09-én ősszel vettünk mintákat. A minták nedvességtartalmát a szárítószekrényes módszerrel számítottam ki és tömegszázalékban adtam meg.

A *nyári mintavétel* során az átlagok alapján legkisebb nedvességtartalmat a takaratlan talajmintáknál mértem, itt az átlagos talajnedvesség tömegszázalékban megadva mindössze 18,0% volt a három minta átlagát nézve. Mindhárom takaratlan minta nedvességtartalma igen alacsonynak mondható, a takart talajokból vett mintákhoz képest. Következésként a füves vegetációval benőtt kontroll minták következnek az átlagok alapján, ezek átlagos nedvességtartalma 19,8% volt. Két minta egymáshoz igen közeli értéket adott, a harmadik minta magasabb nedvességtartalma emelte fel az átlag értékét. Az agroszövettel takart és a szalmával és agroszövettel kombináltan takart területeknél számottevően magasabb nedvességtartalomra utaltak a mért adatok, ám ezek között is megfigyelhető volt a különbség az átlagok alapján. A csupán agroszövettel takart területek alól vett minták átlaga 26,2% volt, ami egyértelműen magasabb a takaratlan és a fűvel borított területek átlagos nedvességtartalmánál. A legmagasabb átlagos talajnedvességtartalom egyértelműen az agroszövettel és szalmával kombináltan takart területeknél volt mérhető, ám a különbség nem olyan szembetűnő, mint például az agroszövettel takart területek és bármely kontroll területek közt. Itt az átlagos nedvességtartalom 27,1% volt (9. ábra).

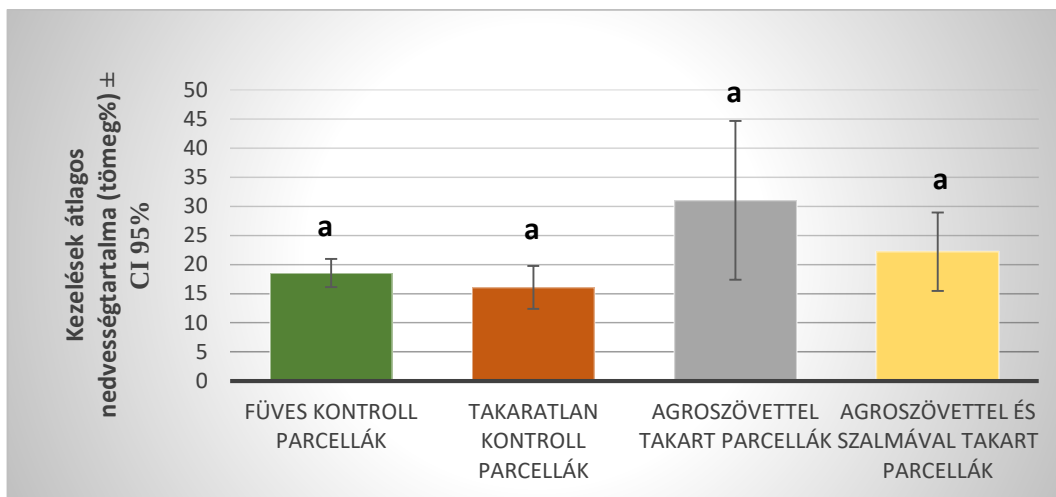
Statisztikai analízis után azt az eredményt kaptam, hogy sem a füves vegetáció és a takaratlan területek nedvességtartalma között, sem a két takart kezelés között nem tekinthető szignifikánsnak a különbség, azonban a takart területek nedvességtartalma, a takaratlan és a füves vegetációval borított területek nedvességtartalmától egyértelműen eltért (p érték=0,000008246). A takart területek alól vett mintákban tehát egyértelműen magasabb nedvességtartalom volt mérhető (1. melléklet).



9. ábra: Átlagos nedvességtartalom kezelésenként (Ősagárd, 2018.07.17)

Az őszi mintavétel során vett mintákból számított átlagolt adatok alapján egyértelműen a takaratlan kontroll területek alatt volt a legkisebb a nedvességtartalom jelen esetben is. Mindössze 16,1%-os átlagos nedvességtartalmat mértem. A takaratlan kontroll területek átlagát a füves kontroll területek átlaga követte, amely 18,6% volt. A három mintánál itt is szélsőségesen alacsony értékek voltak megfigyelhetőek. Az agroszövettel és az agroszövettel és szalmával kombináltan takart területek átlagos nedvességtartalma az őszi mintavétel során is jóval magasabb volt, mint a kontroll területeknél mért átlagos nedvességtartalom értékek. Az agroszövettel takart területeknél is nagy volt a szórása az értékeknek, egy magasan kiugró érték miatt az átlagos nedességtartalom 31,0% lett, így az őszi mintavétel során a legmagasabb átlagos nedvességtartalma az agroszövettel takart területeknek lett. Az agroszövettel és szalmával kombináltan takart területek alól vett mintáknál 22,2 %-os átlagos nedvességtartalom volt mérhető (10. ábra).

Statisztikai számítások alapján azonban a kezelések közötti különbségek nem tekinthetőek szignifikánsnak a minták igen nagy szórást mutató értékei miatt (p érték=0,2171), (2. melléklet).



10. ábra: Átlagos nedvességtartalom kezelésenként (Ősagárd, 2018.09.11.)

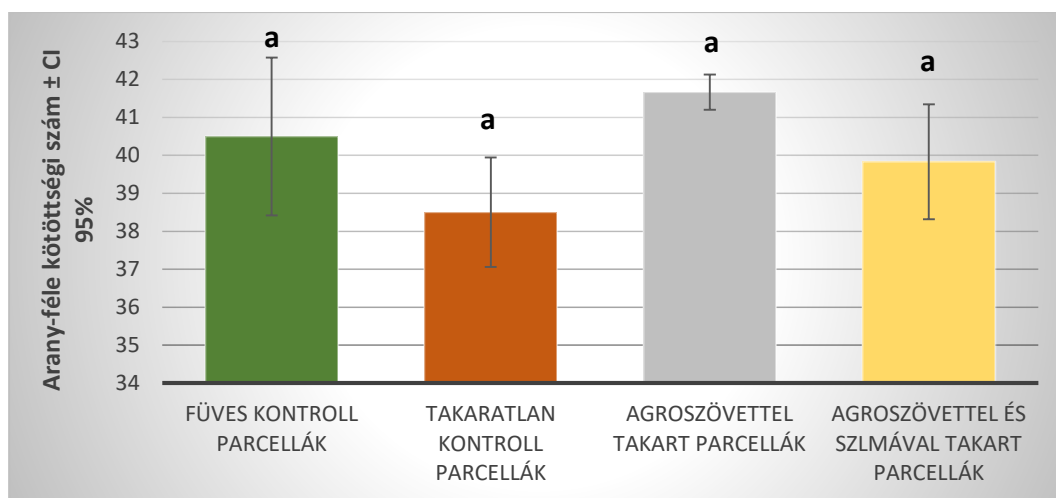
Összegezve tehát kijelenthető, hogy a legalacsonyabb átlagos nedvességtartalma a takaratlan kontroll területeknek volt, ennek magyarázata valószínűleg az, hogy a szabadon hagyott talajfelület nagymértékben párologtatja a vizet, illetve a csapadék beszivárgása sem olyan kiegyenlített és fokozatos ezeknél a területeknél, mint például a fűves vegetációval borított vagy a takart területek esetében. A takaratlan területeket követte a fűvel borított kontroll területek nedvességtartalmának átlaga. A fűves vegetáció kiegyenlítettebbé teszi a csapadék beszivárgását és bizonyos mértékben csökkenti az evaporációt. Így ezeknél a területeknél magasabb nedvességtartalom figyelhető meg, azonban azt is érdemes megemlíteni, hogy a talaj felszínén élő növények vizet vonnak ki a talajból saját transzspirációjuk révén, így ez a fajta takarásmodot kertészetben telepített szőlő, vagy gyümölcsösök sorköz takarására ajánlják inkább, mert a lágyszárú kultúrnövényekkel kompetíció alakul ki a talaj víztartalmáért. A takart területek alatt jóval magasabb átlagos nedvességszázalék értékeket kaptam. Statisztikailag különbséget csak a nyári mintavétel során kaptam, amely azt mutatta, hogy a takart területek alatt magasabb nedvességtartalom mérhető, mint a takaratlan vagy a fűvel borított területek alatt. Ez annak köszönhető, hogy a talajtakarás alapvetően csökkenti az evaporációt, egyenletesebbé teszi a csapadékbeszivárgást így a talaj vízháztartását is kiegyenlíti, és magasabb talajnedvességet biztosít. Ezek a hatások a nyáron tapasztalható nagy hőingadozásnak és magasabb hőmérsékletnek köszönhetően jobban kimutathatóak, hiszen a takaratlan felszín is jobban kiszárad. Lényeges különbség nem volt tapasztalható a kétféle takarásmod között, valószínűsíthető, hogy az agroszövetre helyezett plusz szalmaréteg a talajnedvesség hatására nincs különösebb befolyással.

1.2. Arany-féle kötöttség

Az Arany-féle kötöttség megállapításához 2018.07.17-én nyáron vettem talajmintákat. A talajminták Arany-féle kötöttségét a kézi keveréses módszerrel állapítottam meg. Mind a négyféle kezelésből (agroszövettel takart, agroszövettel és szalmával takart, takaratlan és füves vegetáció alól vett minta) három darabot választottam ki, és azok átlaga alapján a táblázat segítségével megállapítottam a talajok textúráját. Az átlagok alapján mind a négyféle talajtakarás talaja a vályog kategóriába sorolható (11. ábra). Az átlagok alapján az agroszövettel takart talajok voltak a legkötöttebbek, és a takaratlan területek a leglazábbnak mondhatóak. Az agroszövettel és szalmával takart területek, illetve a füves vegetációval takart területek K_A értéke e kettő között helyezkedett el. Ám ezek egy kategóriába sorolható, igen közeli értékek.

Statisztikai számítások alapján lényeges különbség nem mutatható ki az egyes területek kötöttsége között (p érték = 0,2852), (3. melléklet).

A talaj egyöntetűsége miatt várható volt, hogy a különböző takarások nem fognak nagy különbséget létrehozni a kötöttség szempontjából, illetve a talaj nincs olyan régen még a takaróanyagokkal borítva, hogy a lassú talajfolyamatok lejátszódhattak volna.



11. ábra: A talaj kötöttségének különbsége az egyes kezelések alatt (Ősagárd, 2018.07.17.)

2. Kémiai tulajdonságok

2.1. CaCO_3 tartalom

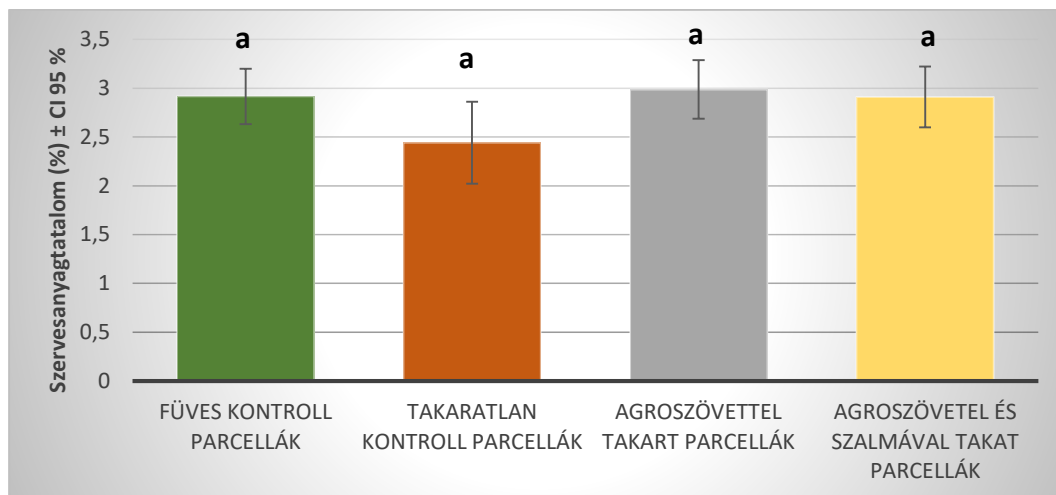
A CaCO_3 tartalom vizsgálatához szintén a 2017.07.17-ei nyári mintákat használtam fel. A megfelelő előkészítés után 10%-os HCl oldatot csepegtettem a mintákra. Egyértelműen megállapítottam, hogy a talajmintáim nulla vagy ahhoz igen közeli CaCO_3 tartalommal rendelkeznek, mert a HCl oldat hatására egyáltalán nem tapasztaltam reakciót.

2.2. Szerves anyag tartalom

A 2017.07.17-én vett talajminták szervesanyag tartalmát is megvizsgáltam. A minták szervesanyag tartalmát Walkley-Black módszerével állapítottam meg. A füves vegetációval takart területek alól vett mintákból hármat, a takaratlan területek alól vett mintákból is hármat, míg az agroszövettel és az agroszövettel és szalmával egyaránt takart területek alól vett mintákból öt-öt darab szervesanyag tartalmát határoztam meg. Ezekből szintén átlagokat vontam. A füves kontroll parcellák átlagos szervesanyag tartalmát 2,9 %-nak mértem. Ez a szervesanyag tartalom igen magasnak mondható annak ellenére, hogy ezeken a területeken nem történt mesterséges szervesanyag visszapótlás. Valószínűleg a magas érték a talaj felületét borító, folyton megújuló vegetációnak köszönhető. A legalacsonyabb szervesanyag tartalmat egyértelműen a takaratlan területek alól vett mintákban mértem. Ezek átlagos szervesanyag tartalma mindössze 2,4 % volt. Mivel ezeken a területeken sem történt semmiféle szervesanyag visszapótlás és még vegetáció sem takarja a területet, az eredmény várható volt. A kétféle takart terület átlagos szervesanyag tartalma vetekedett a füves vegetációval takart területekkel. Az agroszövettel takart talajmintáknál átlagosan magasabb szervesanyag tartalmat számoltam, 3,0%-ot, de a kombináltan takart területek mintái sem maradtak le sokkal, ezeknél átlagosan 2,9% volt számítható (12. ábra). Azonban a kombináltan takart területek mintái között több volt a 3,0% feletti érték, annak ellenére, hogy az átlag alacsonyabb értéket mutat az agroszövettel takart területek átlagos szervesanyag tartalmánál.

Azonban ezen adatok között olyan kismértékű a különbség, hogy statisztikailag egyik kezelésmód közötti különbség sem tekinthető szignifikánsnak (p érték=0,1952), (4. melléklet).

A szerves anyag kialakulása a talajban igen komplex és lassú folyamat, így ahhoz, hogy a különböző kezelések alatti talaj szervesanyag tartalma eltérjen, nagyon sok időre van szükség. Ezen a területen a takarásos kezelések beállítása 2018 májusában történt, ami rövid időnek számít a humuszosodás folyamatában, ezért kaphattam ezt az eredményt. A különböző kezeléseknél a terület homogenitása miatt amúgy sem volt várható nagy különbség.



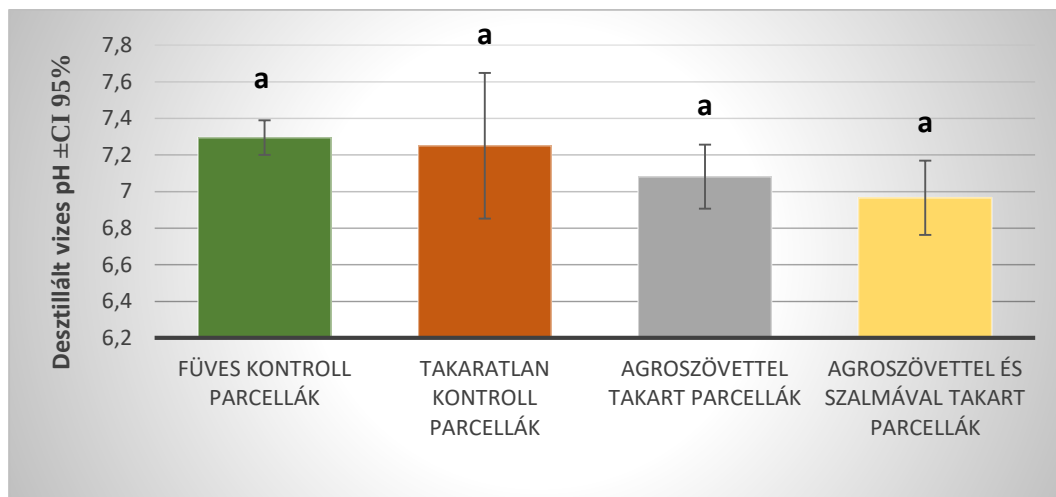
12. ábra: Átlagos szerves anyag tartalom a különböző kezelések alatt. (Ősagárd, 2018.07.17.)

2.3. Kémhatás

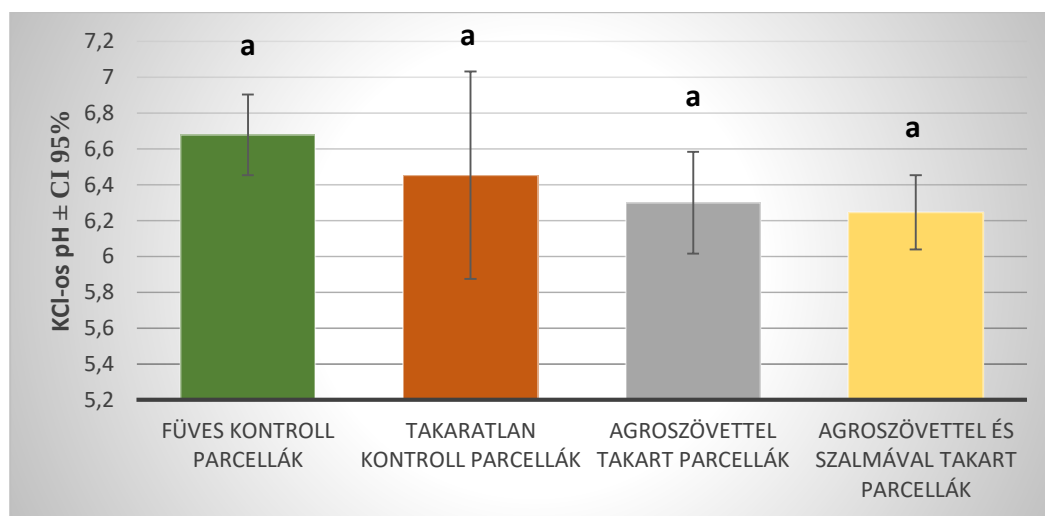
A talajminták kémhatását szintén a 2018.07.17-én nyáron vett talajmintákból mértem meg. Laboratóriumi eszköz segítségével mind desztillált vizes talajoldatban, mind KCl-os talajoldatban megmértem a minták pH-ját. Takarás típusonként átlagoltam a desztillált vizes és a KCl-os oldatban mért értékeket. A mért eredmények nagyon hasonlóak lettek a két oldatnál, ám a KCl-os talajoldatnál jellemzően alacsonyabb értékeket kaptam. Nagyon kicsi eltérést tapasztaltam takarás típusoktól függően. Észrevehető, hogy az agroszövettel takart, illetve a kombináltan takart területek alól vett mintáknál valamennyivel alacsonyabb pH értékeket mért az eszköz, mint a füves, illetve a takaratlan kontroll területek alól. Az összes minta kémhatása semlegesnek mondható vagy akörüli értéket vesz fel. Az apró különbségeket a 13. és a 14. ábra szemlélteti.

Statisztikai elemzés után kijelenthető, hogy az igen kicsi eltéréseknek köszönhetően szignifikáns eltérés sem a desztillált vizes szuszpenziókban (p érték=0,2201), sem a KCl-os szuszpenziókban nem tapasztalható (p érték=0,3187), (5. és 6. melléklet).

A terület homogenitása és a takarás fiatalsága miatt a talaj kémhatása az összes kezelés alatt semleges. További vizsgálatokra van szükség ahhoz, hogy megállapíthassuk, hogy a talajtakarás az idő elteltével milyen befolyással van a talaj kémhatására.



13. ábra: Átlagos kémhatás a kezelések alatt (desztillált vizes szuszpenzió). (Ősagárd, 2018.07.17.)



14. ábra: Átlagos kémhatás a kezelések alatt (KCl oldatos szuszpenzió) (Ősagárd, 2018.07.17.)

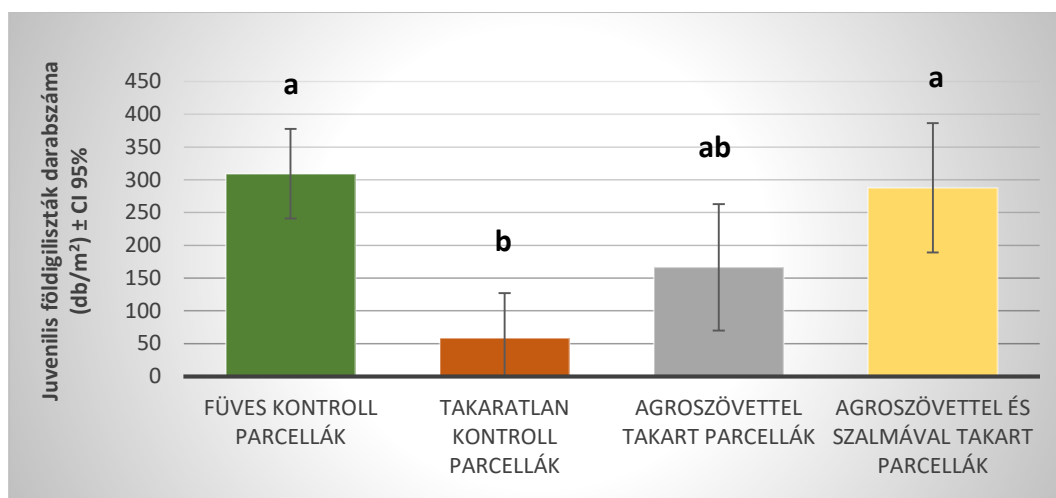
3. Földigiliszták

A földigilisztákat 2018.11.09-én őszi és 2019.05.10-én tavasszal mintáztuk a különböző kezelésmódok alatt külön véve a fiatal (juvenilis) és a teljesen kifejlődött felnőtt egyedeket.

Az őszi mintavétel során a m^2 -re vetített darabszámok átlagát tekintve a legtöbb juvenilis egyedet a füves vegetációval borított területek alól gyűjtöttük össze, $309,3 \text{ db}/m^2$ -t. Ezt követte az agroszövettel és szalmával egyaránt takart területek átlaga, amely $288 \text{ db}/m^2$ volt. A legkevesebb egyedet a takaratlan területek alatt számláltuk, ahol az átlag mindössze $58,7 \text{ db}/m^2$ lett. Az átlagok alapján a kombináltan takart területeknél a takaratlan területek értékének körülbelül a négyszerese volt megfigyelhető, míg a füves vegetációval takart parcellák átlaga kicsit több mint az ötszöröse volt a takaratlan területekének. Az agroszövettel takart területek

adatainak átlaga a takaratlan területek és a kombináltan takart területek átlaga közé esett 166,4 db/m²-rel (15. ábra).

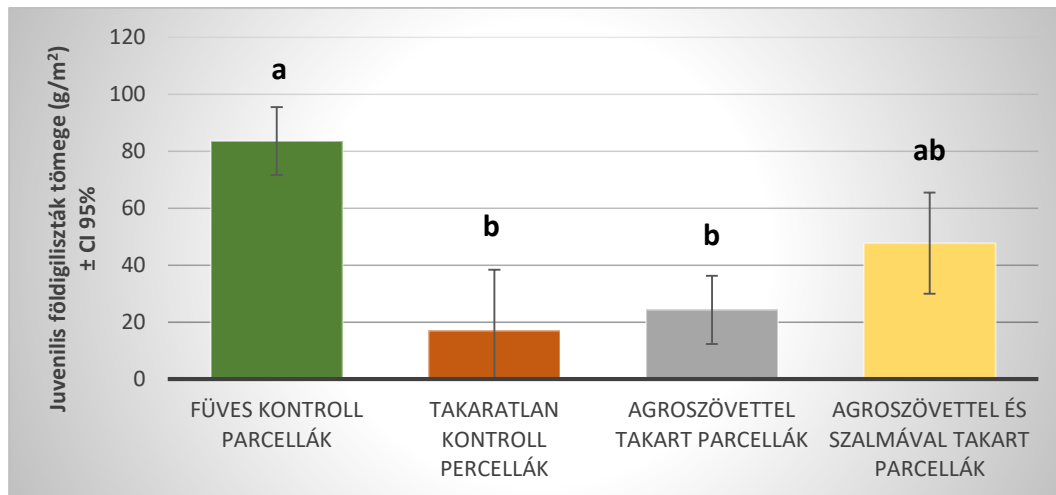
Statisztikai számítások alapján egyértelműen szignifikáns különbség fedezhető fel a takaratlan területek és a füves vegetációval takart területek mintáinak értékeiben, illetve a takaratlan területek és a szalmával és agroszövettel egyaránt takart területek mintáinak átlagos egyedszáma közt (p érték= 0,01945). Az agroszövettel takart területek alatt számlált egyedek átlagos darabszáma nem tér el szignifikánsan a többi terület átlagos egyedszámától (7. melléklet).



15. ábra: Juvenilis földigiliszták átlagos darabszám szerinti eloszlása a kezelések alatt
(Ősagárd, 2018.11.09.)

Az őszi mintavétel során gyűjtött juvenilis egyedek átlagos tömege hasonló tendenciát követett, mint az átlagos darabszám. A legmagasabb értéket itt is a füves vegetációval borított területek alatt vizsgált talajoknál kaptam, ahol a juvenilis egyedek átlagos biomassa tömege 83,6 g/m² volt. Ezt szintén az agroszövettel és szalmával kombináltan takart területek alatt mért átlagos földigiliszták tömeg érték követte csökkenő sorrendben, itt ugyanis 47,7 g/m²-es értéket kaptam. Az utolsó helyen szintén a takaratlan területek értéke áll 17,0 g/m²-rel. Az agroszövettel takart területeknél 24,3 g/m²-es átlagos tömeget mértem az öt parcella átlagát nézve (16. ábra).

A statisztikát tekintve ennél az elemzésnél azt az eredményt kaptam, hogy a füves vegetációval takart területek értékei szignifikánsan eltérnek az agroszövettel takart területek átlagos tömegértékétől, illetve a takaratlan területek átlagos tömegértékétől (p érték= 0,001084), míg a többi érték az összehasonlítások alapján a parcellánkénti biomassa adatok alapján nem tér el (8. melléklet).

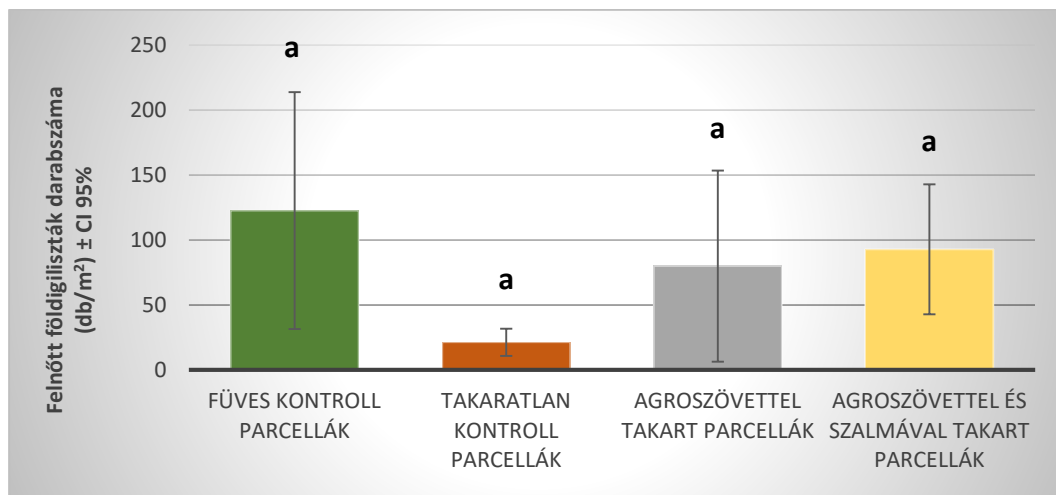


16. ábra: Juvenilis földigiliszták átlagos tömegeloszlása a kezelések alatt (Ősagárd, 2018.11.09.)

Az őszi mintavétel során a felnőtt egyedeket tekintve parcellánként igen nagy volt a szórás, így az átlagokat igen szélsőséges adatokból kaptam mind a darabszámot mind a tömeg értékeket tekintve.

A felnőtt egyedek átlagos darabszáma ugyanazt a tendenciát követte, mint a fiatal egyedek átlagos darabszáma, annak ellenére, hogy átlagos darabszámuk minden kezelés alatt feltűnően kisebb volt, mint a fiatal egyedeké. A legtöbb felnőtt egyed a füves vegetációval borított területek alatt fordult elő, átlagosan 122,7 db/m²-t. A takaratlan területek alatt találtuk a legkevesebb egyedet átlagosan mindössze 21,3 db/ m²-t. A takart területeket a felnőtt egyedek is jobban kedvelték, mint a takaratlan parcellákat, az agroszövettel takart területek alól átlagosan 80 db/m² egyedet gyűjtöttünk össze, az agroszövettel és szalmával takart területek alól kicsit többet, átlagosan 92,8 db/m²-t (17. ábra).

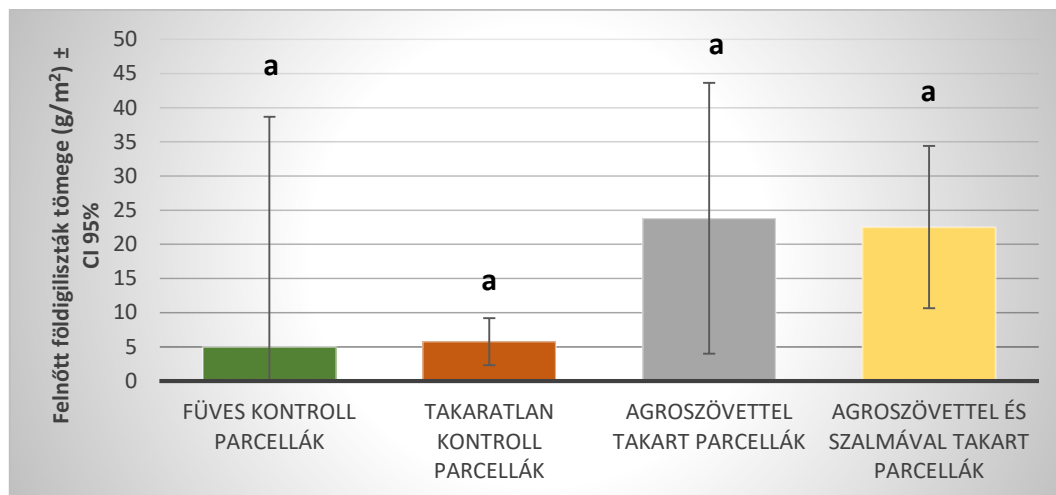
Statisztikai számítások után arra a következtetésre jutottam, hogy az átlagokban ugyan jól látszik a különbség, azonban statisztikai elemzés szerint az alábbi különbségek egyike sem tekinthető szignifikánsnak, mert a különböző kezeléseken belül az egyes parcellák alól begyűjtött földigiliszta egyedek darabszáma igen nagy eltérést mutatott (p érték= 0,3442), (9. melléklet).



17. ábra: Felnőtt földigiliszták átlagos darabszám szerinti eloszlása a kezelések alatt (Ősagárd, 2018.11.09.)

A felnőtt egyedek átlagos tömegeloszlásáról is elmondható, hogy nagyjából követte a darabszám szerinti eloszlást. A legnagyobb értéket a füves vegetációnál mértem, ahol a felnőtt egyedek parcellánkénti átlagos tömege $33,7 \text{ g/m}^2$ volt. A legkisebb értéket itt is a takaratlan parcellák alól begyűjtött egyedek mérésénél kaptam, ahol az átlagos tömegük mindössze $5,8 \text{ g/m}^2$ volt. A takart területek alól begyűjtött egyedek parcellánkénti átlagos tömege többnek bizonyult a takaratlan területek alól begyűjtött egyedek tömegénél, de a füves vegetációval takart területek értékét egyik sem érte el. Az agroszövettel takart területek átlaga $23,8 \text{ g/m}^2$ volt, míg az agroszövettel és szalmával kombináltan takart területek átlaga egy kicsivel alacsonyabb, $22,5 \text{ g/m}^2$ volt (18. ábra).

Statisztikai számítások után ugyanazt az eredményt kaptam, mint a felnőtt egyedek darabszám eloszlásánál, hogy a különböző kezeléseken belüli egyes parcellák alól összegyűjtött felnőtt egyedek összes tömege olyan mértékben eltért egymástól, hogy a különbségek nem tekinthetők szignifikánsnak, annak ellenére, hogy az átlagok nagy különbségeket mutatnak (p érték=0,1493), (10. melléklet).

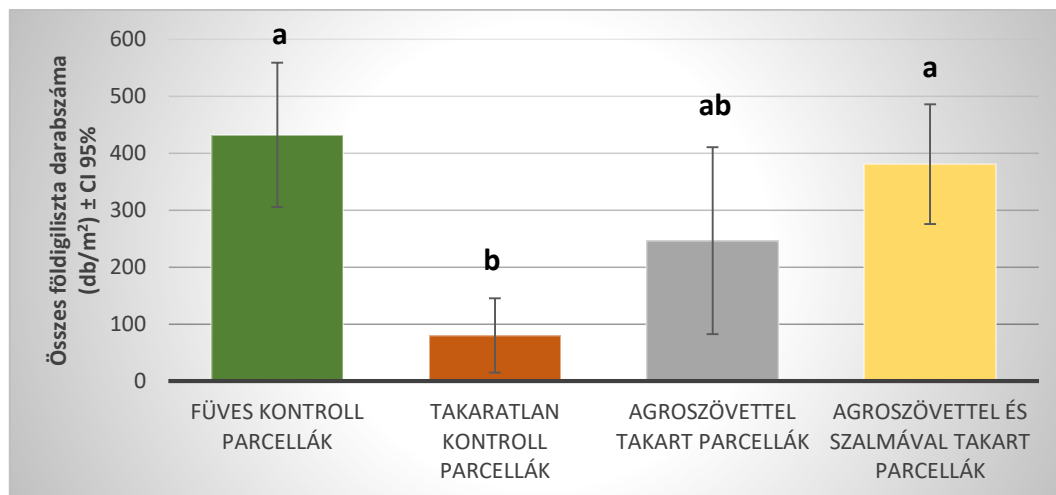


18. ábra: Felnőtt földigiliszták átlagos tömegeloszlása a kezelések alatt (Ősagárd, 2018.11.09.)

Az őszi mintavétel során gyűjtött fiatal és felnőtt egyedeket összegeztem és az egyes parcellák alól összegyűjtött összes egyed darabszámát és tömegét is kezelésenként átlagoltam.

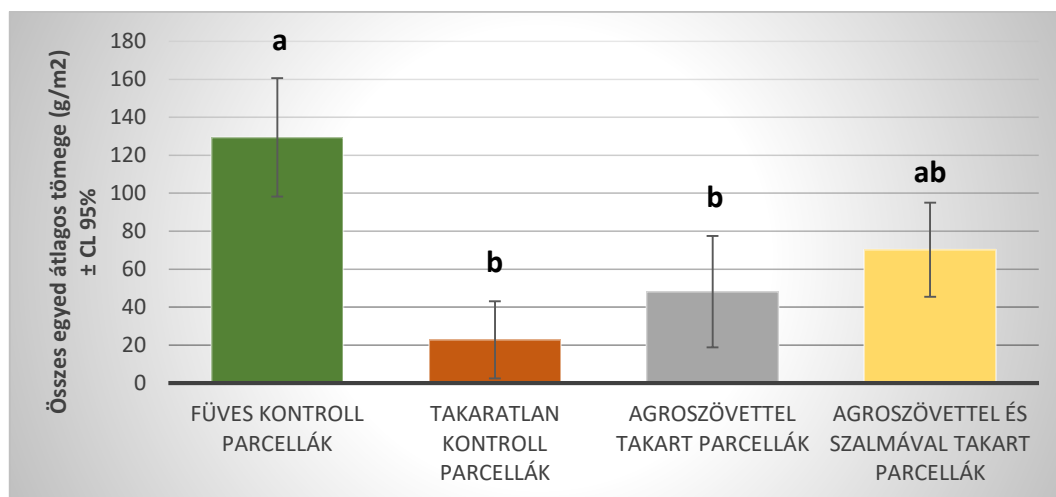
Az átlagos darabszám alapján elmondható, hogy a legtöbb egyedet a füves vegetációval borított területek alatt gyűjtöttük összesen 432,0 darabot m²-re vetítve. A legkevesebb egyedet a takaratlan területek alatt találtuk hol az összes átlagos darabszám 80,0 darab/m² volt. A takarások alatt gyűjtött egyedek összes átlagos darabszáma jóval meghaladta a takaratlan területek értékét. Az agroszövettel takart területek alól gyűjtött egyedek összes átlagos darabszáma 246,4 db/m² volt, körül-belül a füves vegetációval borított területek fele, a takaratlan területek értékének pedig a háromszorosa. Az agroszövettel és szalmával kombináltan takart területek értéke nem maradt le sokkal a füves vegetáció értékétől, a kombináltan takart parcellák alatt átlagosan összesen 380,8 db/m² egyedet számláltunk (19. ábra).

Statisztikai elemzés után kijelenthető, hogy az összes átlagos egyedszámban szignifikáns eltérés figyelhető meg a füves vegetáció és a takaratlan területek értéke között, illetve az agroszövettel és a szalmával kombinált területek és a takaratlan területek értéke között (p érték = 0,02918). Az agroszövettel takart területek és a takaratlan területek átlagos értékei között is szembetűnő lehet a különbség, azonban statisztika alapján nem tekinthető szignifikánsnak (11. melléklet).



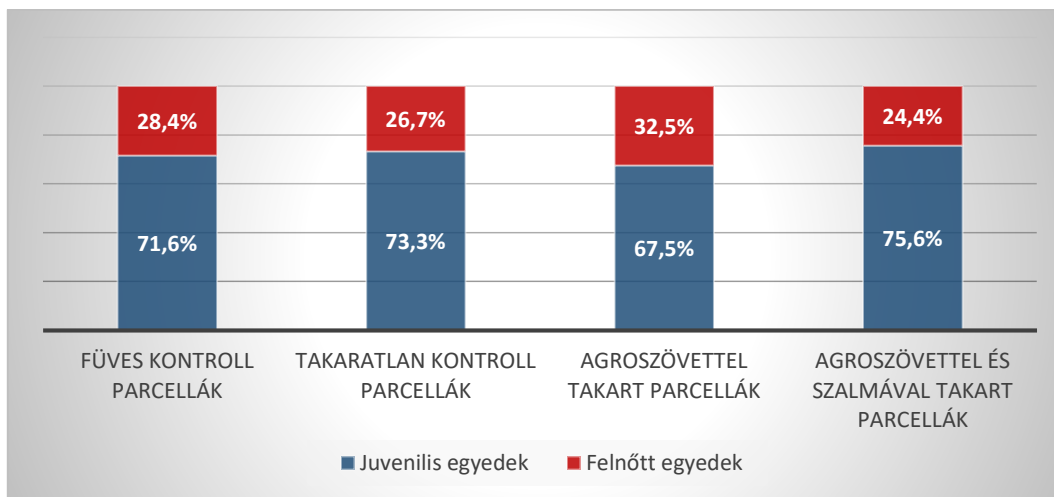
19. ábra: Összes földigilisza átlagos darabszám szerinti eloszlása a kezelések alatt (Ősagárd, 2018.11.09.)

Összes átlagos tömeg alapján az őszi mintavétel során a füves vegetáció alól összegyűjtött egyedeknél mértük a legnagyobb tömeget $129,4 \text{ g/m}^2$ -t. A legkevesebbet a takaratlan területek alatt, $22,8 \text{ g/m}^2$ -t. A takarással ellátott területek itt is nagyobb értéket mutattak, mint a takaratlan területek, az agroszövettel takart területek értéke $48,1 \text{ g/m}^2$, míg az agroszövettel és szalmával takart területek értéke $70,3 \text{ g/m}^2$ volt (20. ábra). Statisztikailag itt a füves vegetáció különbözött a takaratlan területektől és az agroszövettel takart területektől (p érték = 0,003639), (12. melléklet).

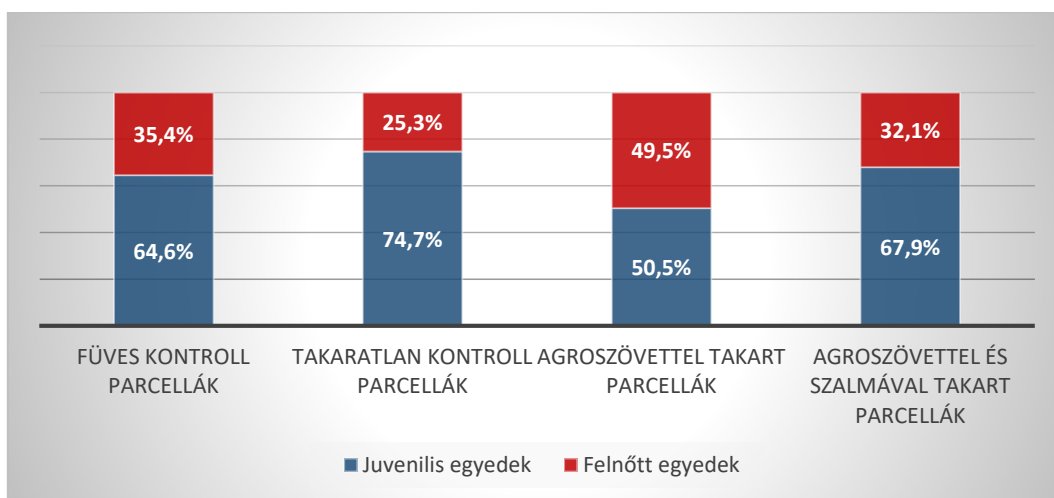


20. ábra: Összes földigilisza átlagos tömeg szerinti eloszlása a kezelések alatt (Ősagárd, 2018.11.09.)

A fiatal és felnőtt egyedek eloszlását tekintve, a fiatal egyedek jellemzően minden kezelés alatt nagyobb számban, (így természetesen nagyobb biomasszát adva) voltak jelen. A százalékos eloszlást a 21. és a 22. ábra szemlélteti.



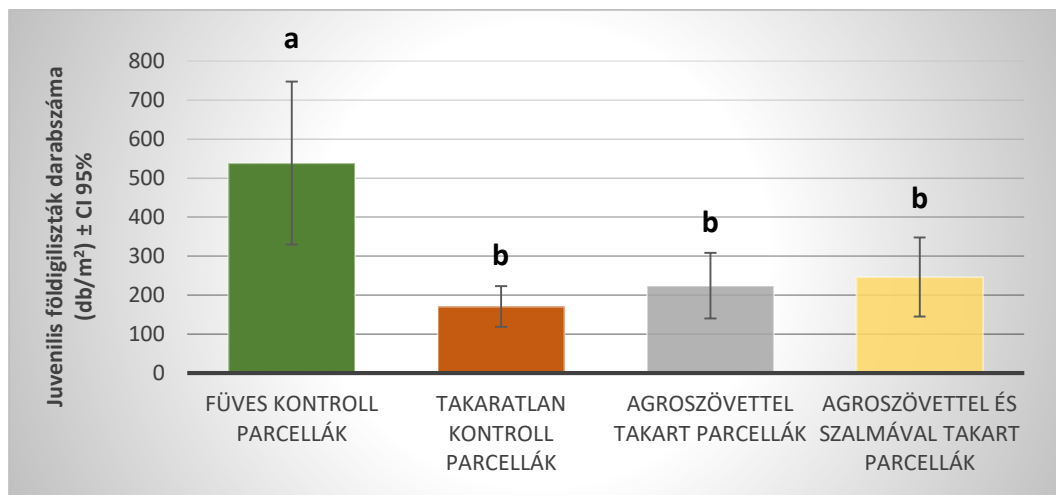
21. ábra: Földigiliszták kor szerinti eloszlása darabszám alapján a kezelések alatt (Ősagárd, 2018.11.09.)



22. ábra: Földigiliszták kor szerinti eloszlása tömeg alapján a kezelések alatt (Ősagárd, 2018.11.09.)

A tavaszi mintavétel során a juvenilis egyedek átlagos darabszáma a különböző kezelések alatt az alábbi módon következett: a legtöbb egyed a füves vegetáció alatt volt megtalálható ($583,7 \text{ db/m}^2$), ezt követte az agroszövettel és szalmával takart területek alatt talált egyedek száma $246,4 \text{ db/m}^2$ -rel, a következő az agroszövettel takart területek alatt gyűjtött egyedek átlagos darabszáma volt (224 db/m^2), végül a legkevesebb egyed a takaratlan területek alatt vett mintákban volt ($170,7 \text{ db/m}^2$) (23. ábra).

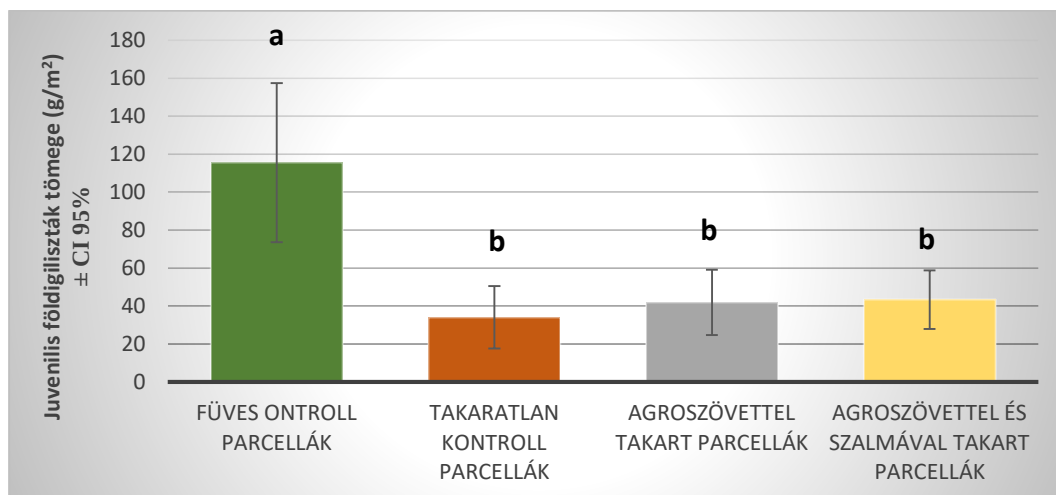
Statisztika alapján a füves vegetáció alatt számlált átlagos darabszám a másik három kezelés értékével összehasonlítva szignifikánsan nagyobb volt. A többi kezelés közötti különbség statisztikailag nem lényeges ($p \text{ érték} = 0,008071$), (13. melléklet).



23. ábra: Fiatal földigiliszták átlagos darabszám szerinti eloszlása a kezelések alatt (Ősagárd, 2019.05.10.)

A tavaszi mintavétel során begyűjtött fiatal egyedek pacellánként lement átlagos biomassa tömege alapján a kezelések között a már megszokott sorrend volt megállapítható: a legnagyobb érték a füves vegetációval takart területeknél mérhető ($115,5 \text{ g/m}^2$), a következő a kombináltan takart területek értéke volt körülbelül harmad akkora tömeg értékkel ($43,4 \text{ g/m}^2$), nem sokkal alacsonyabban ugyan, de azt az agroszövettel takart területek átlagos értéke követte $41,8 \text{ g/m}^2$ -rel, és a legalacsonyabb értéket jelen esetben is a takaratlan parcellák átlagaként kaptam ($34,0 \text{ g/m}^2$) (24. ábra).

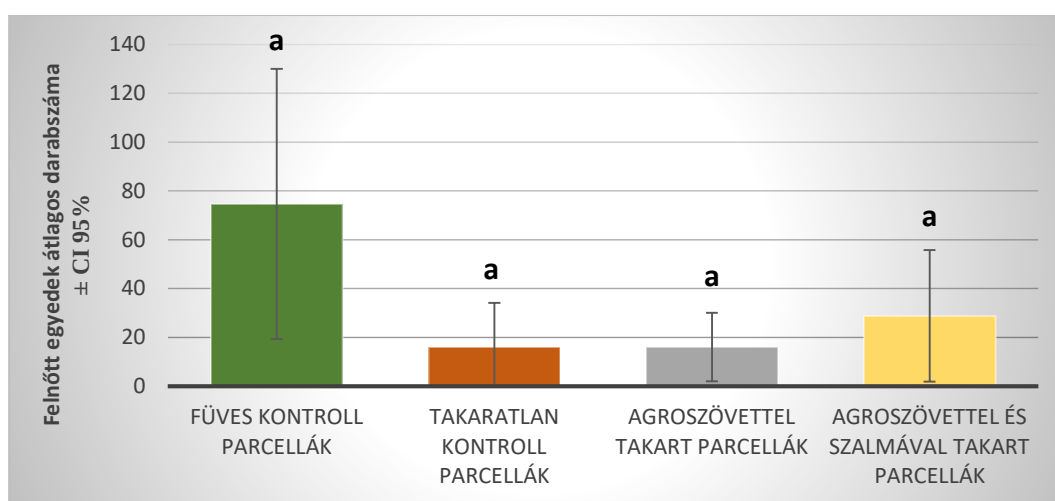
Statisztikai elemzés után az egyedek darabszámával azonos eredményeket kaptam. Szignifikánsan nagyobb a füves vegetációval takart területek alatt mért értékek átlaga, mint az összes többi kezelés alatt mért értékek átlaga (p érték = 0,001858). A többi kezelés összehasonlításánál nem volt jelentős a különbség az Anova teszt alapján (14. melléklet).



24. ábra: Fiatal egyedek átlagos tömegeloszlása a kezelések alatt (Ősagárd, 2019.05.10.)

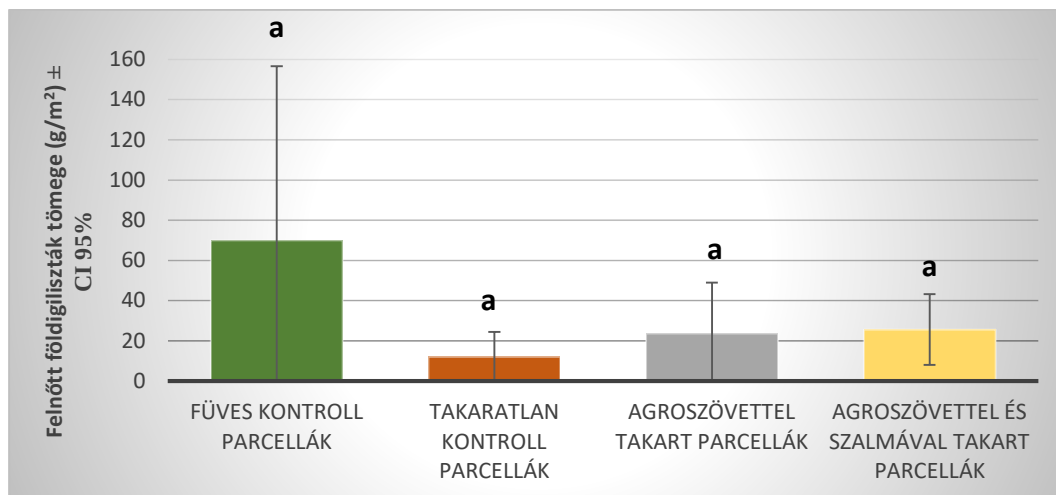
A tavaszi mintavétel során gyűjtött egyedekre is jellemző volt, amit ősszel tapasztalhattam, hogy jóval kevesebb egyedszámban voltak jelen, mint a fiatal egyedek és az egyes parcellák alatt igen különböző számban voltak megtalálhatóak még egyes kezelésein belül is. A darabszámukat tekintve, ahogyan azt a 25. ábra is mutatja a füves kontroll területek alatt találtuk jelenleg is a legtöbb felnőtt egyedet átlagosan 74,7 db/m²-t. A legkevesebb egyed a takaratlan és az agroszövettel takart területek alatt fordult elő mind a kettő féle kezelésnél 16,0 db/m²-es átlagos egyedszámmal. Az agroszövettel és szalmával takart területek alatt átlagosan 28,8 db/m² egyedet számoltunk.

Az egyes parcellák mintái között előforduló igen szélsőséges értékek miatt a statisztika jelen esetben sem mutatott szignifikáns különbséget (p érték = 0,07352), (15. melléklet).



25. ábra: Felnőtt földigiliszták átlagos darabszám szerinti eloszlása a kezelések alatt (Ősagárd, 2019.05.10.)

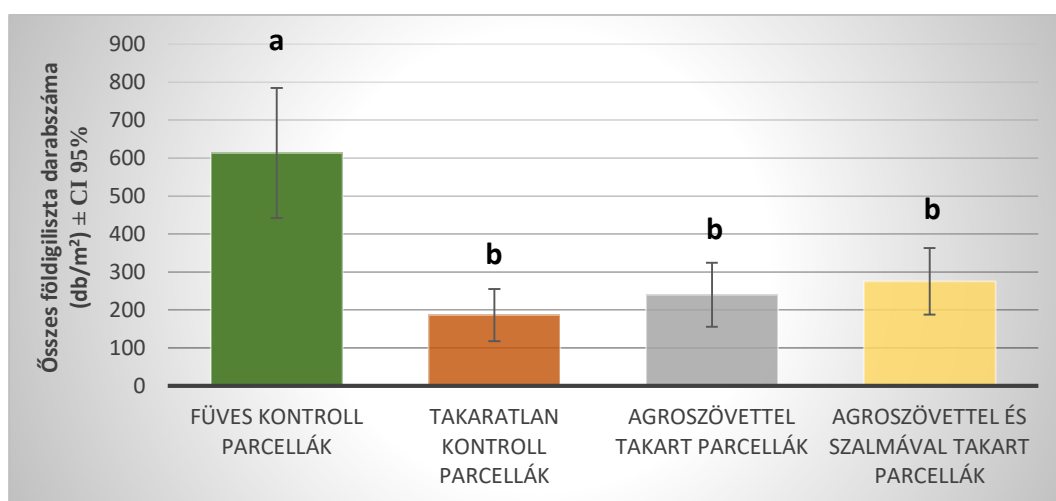
A felnőtt egyedek kezelésenkénti átlagos tömegét tekintve a tavaszi mintavétel során is megfigyelhető volt a már megszokott tendencia: 70,0 g/m²-t mértem a füves vegetációval takart területek alatt átlagosan. A legalacsonyabb érték a takaratlan területek alatt volt mérhető (12 g/m²). A takart területek értékei itt is nagyon közel álltak egymáshoz. Kicsivel nagyobb értéket kaptam a kombináltan takart parcellák átlagaként (25,6 g/m²), míg a csak agroszövettel takart területek alatti érték 23,7 g/m² volt (26. ábra). A statisztika ugyan úgy, mint a darabszámnál itt sem mutatott szignifikáns különbséget a kezelések között (p érték = 0,2827), (16. melléklet).



26. ábra: felnőtt egyedek átlagos tömegeloszlása a kezelések alatt (Ősagárd, 2019.05.10.)

A tavaszi mintavétel során összegzett adatok alapján azt tapasztaltam, hogy a földigiliszták darabszámát tekintve a füves vegetációval borított területeken fordultak elő a legtöbben (613,3 db/m²). A legkevesebb egyed az őszi mintavételhez hasonlóan a takaratlan területek alatt számláltuk (186,7 db/m²). Az agroszövettel takart területek alatt összesen 240,0 db/m² földigilisztát volt átlagosan. Az agroszövettel és szalmával takart területek összes darabszáma azonban most nem volt olyan közel a füves vegetációval takart területek átlagához, mint az őszi mintavétel során. Mindössze 275,2 db/m² egyed számoltunk az összes ilyen módon takart parcellák átlagát tekintve (27. ábra).

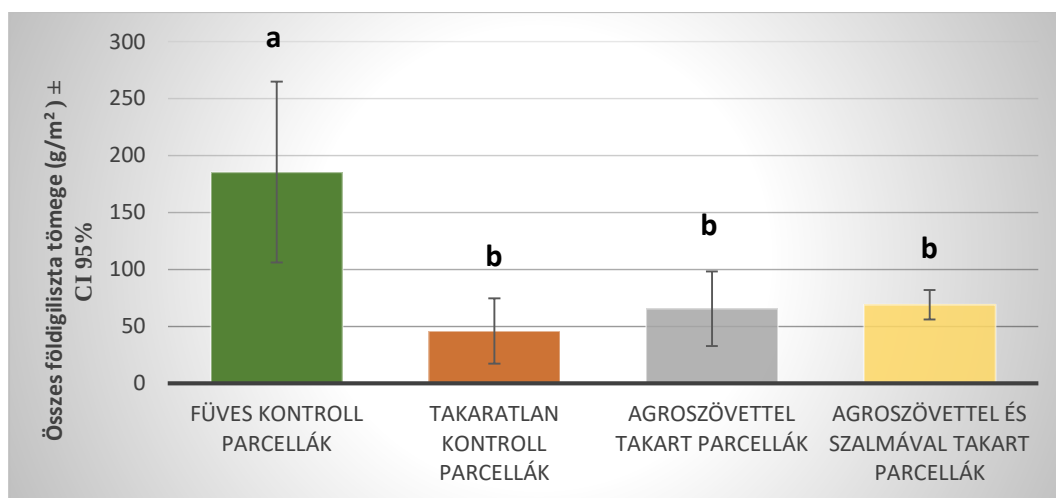
Statisztikailag azt az eredményt kaptam, hogy a füves vegetáció jóval meghaladja a többi kezelés értékét és ez a különbség szignifikánsnak is tekinthető (p érték = 0,001007). A másik három kezelés közötti különbség nem volt ekkora mértékű (17. melléklet).



27. ábra: Az összes egyed átlagos darabszám szerinti eloszlása a kezelések alatt (Ősagárd, 2019.05.10.)

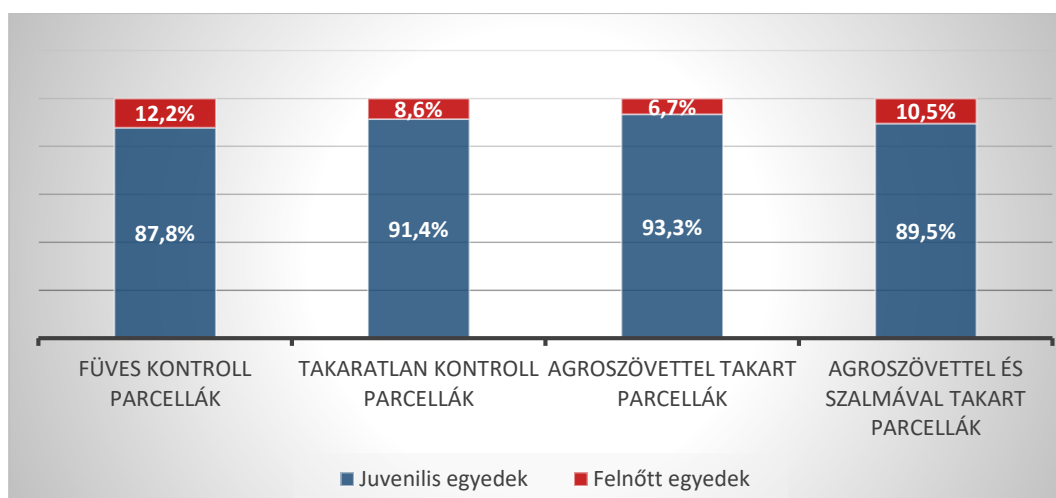
Az egyedek átlagos összes tömegét tekintve a tendencia mind az átlagokat mind a statisztikát nézve megegyezett a tavasszal kapott átlagos darabszám értékekkel. A legnagyobb értéket a füves vegetációval takart területek alatt mértem (185,5 g/m²), a legalacsonyabbat a takaratlan területeknél (46,0 g/m²). Az agroszövettel és szalmával takart területek átlagos értéke (69,0 g/m²) jóval magasabb volt a takaratlan területekénél, azonban az agroszövettel takart területek értékét (65,5 g/m²) csak kevéssel lépte túl (28. ábra).

Az egytényezős variancia analízis szignifikáns különbséget jelzett a füves vegetációval borított parcellák és a többi kezelésmód között (p érték = 0,002523). A másik három kezelésmód között különbséget nem mutatott (18. melléklet).

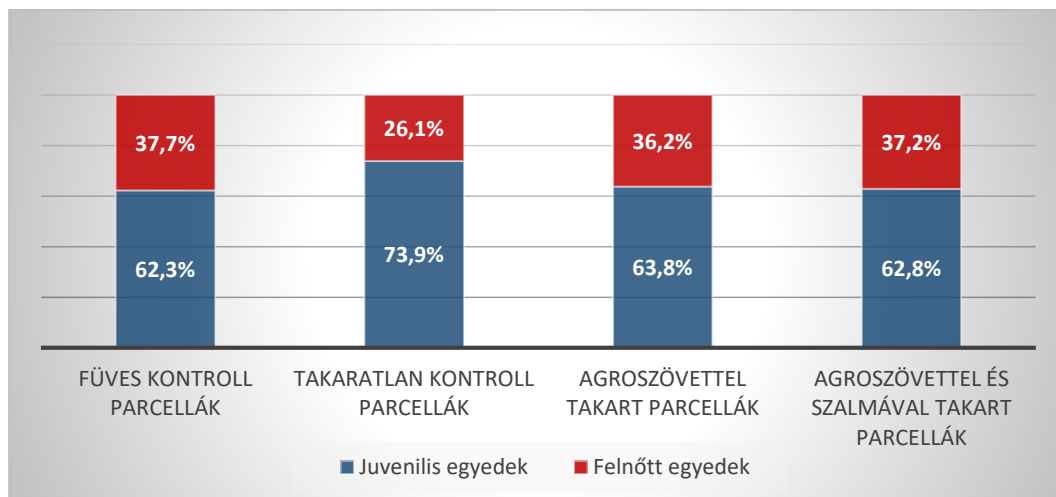


28. ábra: Az összes egyed átlagos tömegeloszlása a kezelések alatt (Ősagárd, 2019.05.10.)

A tavaszi mintavétel során gyűjtött fiatal és a felnőtt egyedek darabszámának és tömegének eloszlását a 29. és a 30. ábra szemlélteti:



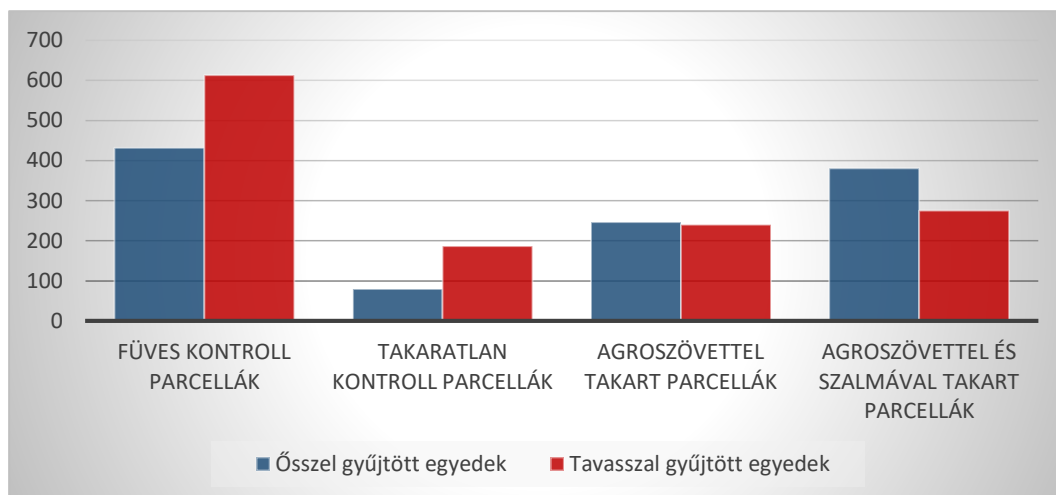
29. ábra: Fiatal és felnőtt egyedek darabszám szerinti eloszlása (Ősagárd, 2019.05.10.)



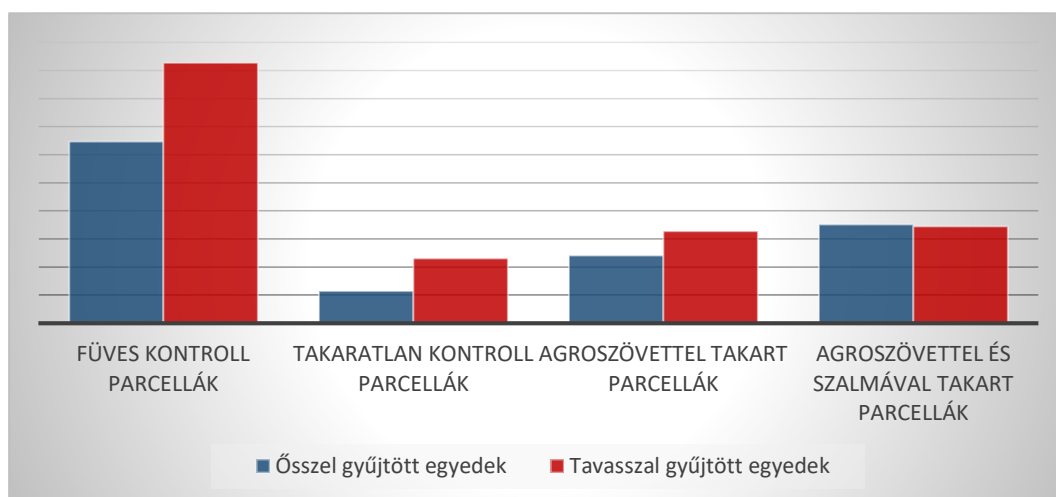
30. ábra: Fiatal és felnőtt egyedek tömeg szerinti eloszlása (Ősagárd, 2019.05.10.)

Összegezve jól látszik, hogy mind a darabszám, mind a biomassa tekintetében a földigiliszták az őszi és a tavaszi mintavétel során is a füves vegetációval borított területek alatt voltak a legnagyobb számban jelen (31. és 32. ábra). Ezen területek kiváló életkörülményeket biztosítanak az állatok számára, hiszen a területet borító évente elhaló és újra megjelenő vegetáció nemcsak folyamatos táplálékforrást jelent nekik, de fontos tényező az ideális talajkörülmények kialakításában is. Csökkentik a felszín párologtatását és elősegítik a csapadék talajba jutását, ezáltal megfelelő nedvességtartalmat biztosítanak, mindemellett a talaj felmelegedését is bizonyos mértékig korlátozzák nagy borítási százalékuk révén. A legkevesebb földigilisztát mind a két mintavétel során a takaratlan területek alatt volt felfedezhető, valószínűleg azért, mert a takaratlan talajok állapota nem olyan kedvező, mint akár a füves vegetációval, vagy akár valamelyik takaróanyaggal borított terület talajállapota. Nagy felületen párologtatnak, így nagy a talajnedvesség veszteség, hamar felmelegszenek és a táplálékforrás is kevesebb. A takart területeknél a füves vegetációnál ugyan kevesebb, de a takaratlan területeknél jóval több egyedet és biomasszát figyelhettünk meg mind a két mintavétel során. Ez annak köszönhető, hogy a talajtakarás szintén kedvezőbb életfeltételek megteremtésére képes a földigiliszták számára, mint például egy takaratlan terület. Csökkentik a hőmérséklet ingadozását, az evaporációt így megőrzik a talaj nedvességtartalmát, amely a földigiliszták életkörülményeinek kiemelkedően fontos tényezője. Kedvező talajállapotot teremtenek a földigiliszták számára. Azonban, mivel a takart területeken nincsen növényborítottság, pusztán a termesztett kultúrnövény, így az állatok számára kevesebb táplálékforrás van jelen, ezzel magyarázható, hogy a füves vegetációval borított területeket jobban kedvelték. Ám a kultúrnövény és a gyomnövények alapvető kompetíciójából kiindulva, nem minden kultúrában lehet megoldás az élő növényzettel való talajtakarás. Kevés eltérés volt

tapasztalható az átlagok alapján agroszövettel és szalmával kombináltan takart területek javára. A különbség valószínűleg az agroszövetet borító szalmának köszönhető, amely takarja az agroszövet felületét, ennek köszönhetően nem melegszik fel a talaj olyan mértékben.



31. ábra: Összes földigiliszta átlagos darabszáma az őszi és a tavaszi mintavétel során (Ősagárd, 2018-2019)



32. ábra: Összes földigiliszta átlagos tömege az őszi és a tavaszi mintavétel során (Ősagárd, 2018-2019)

Összefoglalás

Napjainkban a szárazság és a nedvességmegőrzés kulcsfontosságú kérdéskörre vált a mezőgazdasági ágazatokban. A talaj nedvességtartalmának és kedvező állapotának megőrzése elengedhetetlen a gazdálkodás fenntarthatóságának biztosítása érdekében, mindemellett a talaj állapota és a talajlakó élőlények befolyásolják a termésmennyiséget és termésminőséget is. A talaj kedvező tulajdonságait számos agrotechnikai módszerrel meg lehet őrizni.

Kutatásomban kétféle talajtakarásmódnak a - talaj fizikai, kémiai paramétereire és a földigiliszták eloszlására mért - hatását vizsgáltam, kétféle kontroll területtel összevetve. A kísérlet alapvető célja a különböző kezelések alatti talaj tulajdonságainak vizsgálata, és az egyes paraméterek közötti különbségek kimutatása volt.

A kísérlet helyszíne Ósagárd (Nógrád megye), ahol az extenzív, talajtakarásos paradicsomtermesztési kísérletet 2018-ban állították be. 2018 nyarán és őszén, valamint 2019 tavaszán 2×2 méteres kísérleti parcellák alól gyűjtöttünk kompozit talajmintákat és földigilisztákat. A mintavételi helyek a következők voltak: a) agroszövettel takart, b) agroszövet és szalma kombinációjával takart, a parcellákat elválasztó c) füves vegetációval borított, valamint d) takaratlan, művelt területek talajai. A kémiai paramétereket tekintve meghatároztam a talajok kalcium-karbonát tartalmát, szervesanyag tartalmát és kémhatását (pH(H₂O), pH(KCl)). A fizikai paraméterek közül a talajminták nedvességtartalmát és kötöttségét vizsgáltam. A földigiliszták esetében négyzetméterre vetített darabszám és tömeg alapján határoztam meg a kezelések alatti egyedeloszlást, a juvenilis és felnőtt egyedeket különválasztva, és összegezve egyaránt.

Eddigi eredményeimet kiértékelve a talaj adottságaiból és homogenitásából eredő tulajdonságok, mint a kötöttség, kémhatás, kalcium-karbonát tartalom és a szerves anyag tartalom a frissen kihelyezett talajtakarási kezelések miatt még nem mutattak szignifikáns különbséget. Lényeges eltérést tapasztaltam azonban a takart területek és a füves vegetációval borított területek, illetve a takart területek és a takaratlan területek nedvességtartalma között. A kétféle takarásmód között nedvességtartalmat tekintve nem volt számottevő különbség. A földigiliszták darabszám és tömeg szerinti megoszlását vizsgálva azt tapasztaltam, hogy a legnagyobb egyedszámban a füves vegetációval borított területek talajaiban fordultak elő, hiszen számukra itt a legmegfelelőbbek az életkörülmények. A takaróanyaggal borított területek talajaiban jóval nagyobb számban voltak jelen, mint a takaratlan területek talajaiban, ugyanis a talajtakarás sokkal kedvezőbb talajállapotot hoz létre, ezáltal ideálisabb élőhelyet biztosít számukra, mint a takaratlan területek talajai.

Irodalomjegyzék

- Abouziena, H.F., Radwan, S.M. (2015): Allelopathic effects of sawdust, rice straw, bur-clover weed and cogongrass on weed control and development of onion. *International Journal of ChemTech Research* 7(1): 337–345.
- Adekalu, K.O., Olorunfemi, I.A., Osunbitan, J.A. (2007): Grass mulching effect on infiltration, surface runoff and soil loss of three agricultural soils in Nigeria. *Bioresource Technology* 98(4): 912–917.
- Agassi, M., Levy, G.J., Hadas, A., Benyamini, Y., Zhevelev, H., Fizik, E., Gotessman, M., Sasson, N. (2004): Mulching with composted municipal solid wastes In Central Negev. Israel: I. effects on minimizing rainwater losses and on hazards to the environment. *Soil and Tillage Research* 78(1): 103–113.
- Arora, V.K., Singh, C.B., Sidhu, A.S., Thind, S.S. (2011): Irrigation, tillage and mulching effects on soybean yield and water productivity in relation to soil texture. *Agricultural Water Management* 98(4): 563–568.
- Ashrafuzzaman, M., Abdulhamid, M., Ismail, M.R., Sahidullah, S.M. (2011): Effect of plastic mulch on growth and yield of chilli (*Capsicum annuum* L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 54(2): 321–330.
- Benintende, S.M., Benintende, M.C., Sterren, M.A., De Battista, J.J. (2008): Soil micro-biological indicators of soil quality in four rice rotation systems. *Ecological Indicators* 8(5):704–708.
- Boyhan, G.E., Hicks, R., Hill, C.R. (2006): Natural mulches are not very effective for weed control in onions. *HortTechnology* 16(3): 523–526.
- Brown, J.E., Dangler, J.M., Woods, F.M., Tilt, K.M., Henshaw, M.D., Griffey, W.A., West, M.S. (1993): Delay in mosaic virus onset and aphid vector reduction in summer squash grown on reflective mulches. *Hort Science* 28(9): 895–986.
- Buzás I. (1988): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerek 2. INDA 4231 Kiadó, Budapest 243 pp.
- Buzás I. (1993): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerek 1. INDA 4231 Kiadó, Budapest 357 pp.
- Chakraborty, D., Nagarajan, S., Aggarwal, P., Gupta, V.K., Tomar, R.K., Garg, R.N., Sahoo, R.N., Sarkar, A., Chopra, U.K., Sarma, K.S.S., Kalra, N. (2008): Effect of mulching on soil and plant water status, and the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in a semi-arid environment. *Agricultural Water Management* 95(12): 1323–1334.
- Chakraborty, R.C., Sadhu, M.K. (1994): Effect of mulch type and color on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Indian Journal of Agricultural Science* 64: 608–612.
- Chalker-Scott, L. (2007): Impact of mulches on landscape plants and the environment-A review. *Journal of Environmental Horticulture* 25(4): 239–249.
- Chen, G., Weil, R.R. (2010): Penetration of cover crop roots through compacted soils. *Plant Soil* 331(1-2): 31–43.
- Colak, Y.B., Yazar, A., Çolak, I., Duraktekin, G. (2015): Evaluation of crop water stress index (CWSI) for eggplant under varying irrigation regimes using surface and subsurface drip systems. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 4: 372–382.
- Cuello, J.P., Hwang, H.Y., Gutierrez, J., Kim, S.Y., Kim, P.J. (2015): Impact of plastic film mulching on increasing greenhouse gas emissions in temperate upland soil during maize cultivation. *Applied Soil Ecology* 91: 48–57.
- Dong, H., Li, W., Tang, W., Zhang, D. (2009): Early plastic mulching increases stand establishment and lint yield of cotton in saline fields. *Field Crops Research* 111(3): 269–275.
- Döring, T.F., Brandt, M., Heß, J., Finckh, M.R., Saucke, H. (2005): Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field Crops Research* 94(2-3): 238–249.
- Ghawi, I., Battikhi, A. (1986): Watermelon (*Citrullus lanatus*) production under mulch and trickle irrigation in the Jordan valley. *Journal of Agronomy and Crop Science* 156(4): 225–236.
- Ghosh, P.K., Dayal, D., Bandyopadhyay, K.K., Mohanty, M. (2006): Evaluation of straw and polythene mulch for enhancing productivity of irrigated summer groundnut. *Field Crops Research* 99(2-3): 76–86.
- Gill, H.K. (2014): Soil solarization: A natural pest management strategy. *Popular Kheti* 2(3): 153–157.

- Gyssels, G., Poesen, J., Bochet, E., Li, Y. (2005): Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* 29(2): 189–217.
- Haapala, T., Palonen, P., Korpela, A., Ahokas, J. (2014): Feasibility of paper mulches in crop production: a review. *Agricultural and Food Science* 23(1): 60–79.
- Infonet-Biovision (2010): Water for irrigation. Zürich: Biovision, Switzerland.
- Groenigen, J.W., Lubbers, I.M., Vos, H.M.J., Brown, G.G., Deyn, G.B., Groenigen, K.J. (2014): Earthworms increase plant production: a meta-analysis. *Scientific Reports* 4: 6365.
- Jenni, S., Brault, D., Stewart, K.A. (2004): Degradable mulch as an alternative for weed control in lettuce produced on organic soils. *Acta Horticulturae* 638(638): 111–118.
- Ji, S., Unger, P.W. (2001): Soil water accumulation under different precipitation, potential evaporation and straw mulch conditions. *Soil Science Society of America Journal* 65(2): 442–448.
- Kader, M.A., Senge M., Mojid, M.A., Ito, K. (2017): Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment, *Soil and Tillage Research* 168: 155–166.
- Kader, M.A., (2016): Mulching Material Effects on Soil Moisture and Temperature of Soybean (*Glycine max*) Under Effective Rainfall. Gifu University, Japan (Master's thesis).
- Kasirajan, S., Ngouajio, M. (2012): Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy of Sustainable Development* 32(2): 501–529.
- Kiss I., (1999) Gyűrűsférgek (Annelida), In: Bakonyi G., Juhász L., Kiss I., Palotás G., Általános állattan, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 181 p., 96-101. p.
- Kring, J.B., Schuster, D.J. (1992): Management of insects on pepper and tomato with UV-reflective mulches. *Florida Entomologist* 75(1): 119–129.
- Kyrikou, I., Briassoulis, D. (2007): Biodegradation of agricultural plastic films - A critical review. *Journal of Polymers and the Environment* 15(2): 125–150.
- Lal, R. (1974): Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. *Plant and Soil* 40(1): 129–143.
- Lal, R. (1998): Soil erosion impact on agronomic productivity and environmental quality. *Critical Reviews in Plant Sciences* 17(4): 319–464.
- Lamont, W.J. (1993): Plastic mulches for the production of vegetable crops. *HortTechnology* 3(1): 35–39.
- Lamont, W.J. (2005): Plastics: modifying the microclimate for the production of vegetable crops. *HortTechnology* 15(3): 477–481.
- Li, S.X., Wang, Z.H., Li, S.Q., Gao, Y.J., Tian, X.H. (2013): Effect of plastic sheet mulch, wheat straw mulch, and maize growth on water loss by evaporation in dryland areas of China. *Agricultural Water Management* 116: 39–49.
- Liu, J., Zhan, A., Chen, H., Luo, S., Bu, L., Chen, X., Li, S. (2015): Response of nitrogen use efficiency and soil nitrate dynamics to soil mulching in dryland maize (*Zea mays L.*) fields. *Nutrient Cycling in Agroecosystem* 101(2): 271–283.
- López-López, R., Antonio Inzunza-Ibarra, M., Sánchez-Cohen, I., Fierro-Álvarez, A., Sifuentes-Ibarra, E. (2015): Water use efficiency and productivity of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) based on two transplanting dates. *Water Science and Technology* 71(6): 885–891.
- Malinconico, M., Immirzi, B., Santagata, G., Schettini, E., Vox, G., Mugnozza, G.S. (2008): An overview on innovative biodegradable materials for agricultural applications. In: *Progress in Polymer Degradation and Stability Research*, Nova Science Publishers, Inc., New York, 391 p., 69–114. p.
- McMillen, M. (2013): The Effect of Mulch Type and Thickness on the Soil Surface Evaporation Rate. California Polytechnic State University, USA. p. 22.
- Michéli E., Simon B., Szegi T., Stefanovits P., (2006): Talajtani alapismeretek, egyetemi jegyzet, Gödöllő, 76 pp.
- Mutetwa, M., Mtaita, T. (2014): Effects of mulching and fertilizer sources on growth and yield of onion. *Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences* 2(3): 102–106.

- Petrovszki, R., Kőrösi, K., Nagy, P., Simon, B., Zalai, M., Tóth, F. (2016): Effect of leaf litter mulching on the pests of tomato. *Columella. Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 3(2): 35–46.
- Powlson, D.S., Gregory, P.J., Whalley, W.R., Quinton, J.N., Hopkins, D.W., Whitmore, A.P., Hirsch, P.R., Goulding, K.W.T. (2011): Soil management in relation to sustainable agriculture and ecosystem services. *Food Policy* 36: 72–87.
- Pramanik, P., Bandyopadhyay, K.K., Bhaduri, D., Bhattacharyya, R., Aggarwal, P. (2015): Effect of mulch on soil thermal regimes – A review. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology* 8(3): 645–658.
- Relf, D., Appleton, B.L. (2009): Selection and use of mulches and landscape fabrics. *Virginia Cooperative Extension* 1: 2–3 p.
- Simmons, C.W., Guo, H., Claypool, J.T., Marshall, M.N., Perano, K.M., Stapleton, J.J., VanderGheynst, J.S. (2013): Managing compost stability and amendment to soil to enhance soil heating during soil solarization. *Waste Management* 33(5): 1090–1096.
- Sinkeviciene, A., Jodaugiene, D., Pupaliene, R., Urboniene, M. (2009): The influence of organic mulches on soil properties and crop yield. *Agronomy Research* 7(1): 485–491.
- Smith, J.L., Papendick, R.I., Bezdicsek, D.F. (1993): Soil organic matter dynamics and crop residue management. In: Blaine, M.F. (Ed.), *Soil Microbial Ecology — Applications in Agricultural and Environmental Management*. CRC press, New York, USA, 165 p., 65–94.p.
- Stefanovits P., (1992): *Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 364 pp.*
- Szabó I. M., (1986): *Az általános talajtan biológiai alapjai, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 341 pp.*
- Tiwari, K.N., Singh, A., Mal, P.K. (2003): Effect of drip irrigation on yield of cabbage (*brassica oleracea* l., va. *Capitata*) under mulch and non-mulch conditions. *Agricultural Water Management* 58(1): 19–28.
- Walkley, A. (1947): A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science* 63: 251–263.
- World Water Assessment Programme (2012): *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water Under Uncertainty and Risk*. UNESCO, Paris.
- Xiukang, W., Zhanbin, L., Yingying, X. (2015): Effects of mulching and nitrogen on soil temperature water content, nitrate-N content and maize yield in the Loess Plateau of China. *Agricultural Water Management* 161: 53–64.
- Yang, Y.M., Liu, X.J., Li, W.Q., Li, C.Z. (2006): Effect of different mulching materials on winter wheat production in desalinized soil in Heilongjiang region of North China. *Journal of Zhejiang University Science* 7: 858–867.
- Yuan, C., Lei, T., Mao, L., Liu, H., Wu, Y. (2009): Soil surface evaporation processes under mulches of different sized gravel. *Catena* 78(2): 117–121.
- Zhao, H., Wang, R.Y., Ma, B.L., Xiong, Y.C., Qiang, S.C., Wang, C.L. (2014): Ridge-furrow with full plastic film mulching improves water use efficiency and tuber yields of potato in a semiarid rainfed ecosystem. *Field and Crops Research* 161: 137–148.
- Zhou, L.M., Li, F.M., Jin, S.L., Song, Y.J. (2009): How two ridges and the furrow mulched with plastic film affect soil water, soil temperature and yield of maize on the semiarid Loess Plateau of China. *Field and Crops Research* 113(1): 41–47.
- Zicsi A., (1990): Általános ismeretek a földigilisztáról, In: Pacs, I., Puskás, F., Zicsi, A., Giliszta, gilisztahumusz, *Mezőgazda Kiadó, Budapest, 89 p., 7.-20. p.*
- Zribi, W., Aragüés, R., Medina, E., Faci, J.M. (2015): Efficiency of inorganic and organic mulching materials for soil evaporation control. *Soil and Tillage Research* 148: 40–45.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni belső konzulensem Dr. Simon Barbara munkáját, és dolgozatomban való közreműködését. Szeretnék köszönetet mondani a talajtani laboratórium munkatársainak, köztük Gergely Ildikónak a laboratóriumi vizsgálatoknál nyújtott segítségéért. Szeretném megköszönni külső konzulensem, Boziné Pullai Krisztina támogató munkáját és a kísérleti helyszín biztosítását. Köszönettel tartozom Dr. Tóth Ferencnek mind a terepi munkákban való közreműködéséért, mind pedig azért, hogy hozzájárult a dolgozatom elkészüléséhez.

A dolgozat az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült.



Mellékletek

Past programmal készített Anova (egytényezős variancia analízis) és Tukey féle páronkénti összehasonlítás:

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	228,257	3	76,0857	26,37	0,25E-06
Within groups:	31,2915	12	2,59097		
Total:	259,549	15			
omega^2:	0,8417				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,3881				
Based on medians: p(same) =	0,6305				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=60,93, df=5,297, p=0,0000535				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	fűves kontroll	takaratlan kontroll	agroszövet	agroszövet+szalma	
fűves kontroll		0,4795	0,0003665	0,0003937	b
takaratlan kontroll	2,39		0,0007713	0,0022162	b
agroszövet	7,624	9,714		0,8488	a
agroszövet+szalma	8,776	10,87	1,151		a

1. melléklet: nyári talajnedvesség

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	15,7292	3	5,24306	1,507	0,2852
Within groups:	27,8333	8	3,47917		
Total:	43,5625	11			
omega^2:	0,1125				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,114				
Based on medians: p(same) =	0,8494				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=2,575, df=3,761, p=0,199				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	fűves kontroll	takaratlan kontroll	agroszövet	agroszövet+szalma	
fűves kontroll		0,3805	0,8675	0,9702	
takaratlan kontroll	1,857		0,2382	0,8175	
agroszövet	1,083	2,941		0,6416	
agroszövet+szalma	0,6191	1,238	1,702		

3. melléklet: Arany-féle kötöttség

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	0,269456	3	0,0898188	1,699	0,2201
Within groups:	0,634323	12	0,0528603		
Total:	0,90378	15			
omega^2:	0,1159				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,2924				
Based on medians: p(same) =	0,5398				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=2,908, df=5,679, p=0,128				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	kontroll_fűves	kontroll_ugár	agroszövet	agroszövet+szalma	
kontroll_fűves		0,9931	0,5961	0,2549	
kontroll_ugár	0,3762		0,7488	0,3671	
agroszövet	1,8	1,423		0,8991	
agroszövet+szalma	2,775	2,399	0,9753		

5. melléklet: desztillált vizes pH

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	528,874	3	176,291	1,714	0,2171
Within groups:	1234,2	12	102,85		
Total:	1763,08	15			
omega^2:	0,1181				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,1997				
Based on medians: p(same) =	0,5492				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=1,677, df=5,366, p=0,265				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	fűves kontroll	takaratlan kontroll	agroszövet	agroszövet+szalma	
fűves kontroll		0,9864	0,3725	0,9587	
takaratlan kontroll	0,4746		0,2341	0,639	
agroszövet	2,383	2,858		0,6444	
agroszövet+szalma	0,7003	1,175	1,683		

2. melléklet: őszi talajnedvesség

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	0,828872	3	0,209824	1,831	0,1952
Within groups:	1,37368	12	0,114473		
Total:	2,20255	15			
omega^2:	0,1348				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,8101				
Based on medians: p(same) =	0,8278				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=1,283 df=5,785, p=0,3825				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	fűves kontroll	takaratlan kontroll	agroszövet	agroszövet+szalma	
fűves kontroll		0,3541	0,8915	1	
takaratlan kontroll	2,438		0,1749	0,2774	
agroszövet	0,4038	3,129		0,9835	
agroszövet+szalma	0,03482	2,891	0,5083		

4. melléklet: szervesanyag tartalom

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	0,405985	3	0,135328	1,303	0,3187
Within groups:	1,24653	12	0,103878		
Total:	1,65252	15			
omega^2:	0,05372				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,2059				
Based on medians: p(same) =	0,6814				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=2,272, df=5,465, p=0,189				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	fűves kontroll	takaratlan kontroll	agroszövet	agroszövet+szalma	
fűves kontroll		0,7758	0,4075	0,3043	
takaratlan kontroll	1,353		0,911	0,8152	
agroszövet	2,283	0,9297		0,996	
agroszövet+szalma	2,597	1,245	0,3148		

6. melléklet: KCl-os pH

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	138215	3	46071,8	4,858	0,01945
Within groups:	113801	12	9483,38		
Total:	252016	15			
omega ² :	0,4198				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,7361				
Based on medians: p(same) =	0,8316				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=8,152, df=6,321, p=0,01378				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_ füves	kontroll_ társáztott	
agroszövet		0,3607	0,2378	0,4593 ab	
agroszövet+szalma	2,418		0,9902	0,03215 a	
kontroll_ füves	2,842	0,4142		0,01906 a	
kontroll_ társáztott	2,142	4,56	4,985	b	

7. melléklet: fiatal földigiliszták darabszáma (őszi mintavétel)

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	16589,9	3	5529,96	1,221	0,3442
Within groups:	54936,1	12	4578,01		
Total:	70899	15			
omega ² :	0,03995				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,1616				
Based on medians: p(same) =	0,4216				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=3,717, df=5,202, p=0,09221				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_ füves	kontroll_ társáztott	
agroszövet		0,9935	0,8209	0,6418	
agroszövet+szalma	0,3685		0,9277	0,4921	
kontroll_ füves	1,228	0,8597		0,2199	
kontroll_ társáztott	1,689	2,057	2,917		

9. melléklet: felnőtt földigiliszták darabszáma (őszi mintavétel)

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	243456	3	81152	4,246	0,02918
Within groups:	229376	12	19114,7		
Total:	472832	15			
omega ² :	0,3783				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,63				
Based on medians: p(same) =	0,8093				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=10,2, df=6,045, p=0,00885				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_ füves	kontroll_ társáztott	
agroszövet		0,5621	0,3036	0,3905 ab	
agroszövet+szalma	1,882		0,9559	0,04021 a	
kontroll_ füves	2,6	0,7171		0,02038 a	
kontroll_ társáztott	2,331	4,213	4,93	b	

11. melléklet: összes földigiliszták darabszáma (őszi mintavétel)

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	8785,22	3	2928,41	10,6	0,001084
Within groups:	3314,52	12	276,21		
Total:	12099,7	15			
omega ² :	0,6429				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,8116				
Based on medians: p(same) =	0,9274				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=15,59, df=5,726, p=0,003622				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_ füves	kontroll_ társáztott	
agroszövet		0,266	0,001986	0,9304 b	
agroszövet+szalma	2,733		0,05157	0,1049 ab	
kontroll_ füves	6,908	4,175		0,00086 a	
kontroll_ társáztott	0,8476	3,581	7,755	b	

8. melléklet: fiatal földigiliszták tömege (őszi mintavétel)

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	2436,22	3	812,072	2,133	0,1493
Within groups:	4567,71	12	380,643		
Total:	7003,93	15			
omega ² :	0,1753				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,0382				
Based on medians: p(same) =	0,511				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=3,896, df=5,277, p=0,08395				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_ füves	kontroll_ társáztott	
agroszövet		0,3997	0,4435	0,5395	
agroszövet+szalma	0,127		0,3973	0,6519	
kontroll_ füves	2,384	2,311		0,06563	
kontroll_ társáztott	1,791	1,664	3,976		

10. melléklet: felnőtt földigiliszták tömege (őszi mintavétel)

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	19349,6	3	6449,86	7,86	0,009639
Within groups:	9847,69	12	820,641		
Total:	29197,3	15			
omega ² :	0,5626				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,7194				
Based on medians: p(same) =	0,8146				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=8,385, df=5,965, p=0,01242				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_ füves	kontroll_ társáztott	
agroszövet		0,719	0,0102	0,6214 b	
agroszövet+szalma	1,499		0,06403	0,1399 ab	
kontroll_ füves	5,495	3,996		0,001457 a	
kontroll_ társáztott	1,712	3,211	7,207	b	

12. melléklet: összes földigiliszták tömege (őszi mintavétel)

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	25791.1	3	8597.05	6,331	0,008071
Within groups:	162953	12	13579.4		
Total:	420864	15			
omega ² :	0,4999				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,1329				
Based on medians: p(same) =	0,8316				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=3,31, df=5,604, p=0,1034				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_füves	kontroll_tárcsázott	
agroszövet		0,9933	0,01411	0,9216 b	
agroszövet+szalma	0,3722		0,02231	0,8102 b	
kontroll_füves	3,229	4,857		0,004848 a	
kontroll_tárcsázott	0,8863	1,259	6,115		b

13. melléklet: fiatal földigiliszták darabszáma (tavaszi mintavétel)

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	7544,53	3	2514,84	2,987	0,07352
Within groups:	10103,5	12	841,956		
Total:	17648	15			
omega ² :	0,2714				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,1394				
Based on medians: p(same) =	0,5768				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=1,239, df=5,271, p=0,3841				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_füves	kontroll_tárcsázott	
agroszövet		0,9289	0,07056	1	
agroszövet+szalma	0,8542		0,1885	0,9289	
kontroll_füves	3,915	3,061		0,07056	
kontroll_tárcsázott	0	0,8542	3,915		

15. melléklet: felnőtt földigiliszták darabszáma (tavaszi mintavétel)

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	352206	3	117402	10,79	0,001007
Within groups:	130594	12	10882,8		
Total:	482800	15			
omega ² :	0,6473				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,4343				
Based on medians: p(same) =	0,8163				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=5,657, df=5,669, p=0,0381				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_füves	kontroll_tárcsázott	
agroszövet		0,966	0,00134	0,8952 b	
agroszövet+szalma	0,6534		0,004018	0,6605 b	
kontroll_füves	6,99	6,277		0,0007493 a	
kontroll_tárcsázott	0,99	1,643	7,92		b

17. melléklet: összes földigiliszták darabszáma (tavaszi mintavétel)

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	13851,3	3	4617,1	9,313	0,001858
Within groups:	5949,08	12	495,757		
Total:	19800,4	15			
omega ² :	0,6032				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,1459				
Based on medians: p(same) =	0,7793				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=3,38, df=5,422, p=0,104				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_füves	kontroll_tárcsázott	
agroszövet		0,9997	0,00345	0,9632 b	
agroszövet+szalma	0,1336		0,004022	0,938 b	
kontroll_füves	6,41	6,276		0,001645 a	
kontroll_tárcsázott	0,6782	0,8117	7,088		b

14. melléklet: fiatal földigiliszták tömege (tavaszi mintavétel)

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	6048,71	3	2016,24	1,423	0,2827
Within groups:	16926,2	12	1410,51		
Total:	22974,9	15			
omega ² :	0,07452				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,003869				
Based on medians: p(same) =	0,5876				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=0,8581, df=5,579, p=0,5149				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_füves	kontroll_tárcsázott	
agroszövet		0,9999	0,3717	0,9728	
agroszövet+szalma	0,099		0,4062	0,9583	
kontroll_füves	2,385	2,286		0,2037	
kontroll_tárcsázott	0,6039	0,7029	2,989		

16. melléklet: felnőtt földigiliszták tömege (tavaszi mintavétel)

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	38025,8	3	12675,3	8,632	0,002523
Within groups:	17620,6	12	1468,38		
Total:	55646,3	15			
omega ² :	0,5887				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,2087				
Based on medians: p(same) =	0,2593				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=2,773, df=4,708, p=0,1565				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	agroszövet	agroszövet+szalma	kontroll_füves	kontroll_tárcsázott	
agroszövet		0,9993	0,005161	0,8963 b	
agroszövet+szalma	0,1747		0,006362	0,8437 b	
kontroll_füves	6,062	5,887		0,001714 a	
kontroll_tárcsázott	0,9839	1,161	7,048		b

18. melléklet: összes földigiliszták tömege (tavaszi mintavétel)