

SZAKDOLGOZAT

Lázár Csanád Márk

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Mezőgazdasági Mérnöki alapképzési szak

**KÜLÖNBÖZŐ TALAJMŰVELÉSI ELJÁRÁSOK
ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE**

Belső konzulens: Dr. Kende Zoltán
egyetemi adjunktus

**Belső konzulens
tanszéke:** MATE NTTI Agronómia
tanszék

Készítette: Lázár Csanád Márk

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	6
2. Irodalmi Áttekintés.....	8
2.1. Klímaváltozás hatásai a hazai mezőgazdaságra	8
2.2. A talajt erő káros hatások.....	10
2.3. Talajállapot jellemzői.....	12
2.4. Tarlógondozása hatása a talajra és szerepe napjainkban	13
2.5. Zöldítés és a talajtakarás szerepe a fenntartható mezőgazdaságban	15
2.6. Talajművelés jogi szabályozása napjainkban	16
2.7. Az irodalmi áttekintés főbb megállapításai.....	17
3. Anyag és módszertan	19
3.1. A vizsgált termesztési terület bemutatása.....	19
3.2. Csapadékviszonyok a vizsgálati év folyamán	20
3.3. A tarlóhántáskísérlet beállítása	20
3.4. Az adatfelvételezés menete	22
3.4.1. A talajellenállás mérése	22
3.4.2. A talajnedvesség mérése	22
3.4.3. A földigiliszták egyedszámának mérése	23
3.4.4. A felszínborítottság vizsgálata	23
3.4.5. Az agronómiai szerkezet vizsgálata.....	24
3.4.6. Statisztikai elemzése	24
4. Eredmények és értékelésük	25
4.1. A talajnedvesség-mérés eredményei	25
4.1.1 A takaratlan kezelések nedvességtartalma.....	25
4.1.2 A takart kezelések nedvességtartalma	26
4.2. A talajellenállás mérésének eredményei.....	27
4.2.1. A takart kezelések talajellenállása	27
4.2.2. A takaratlan kezelések talajellenállása.....	28
4.3. A felszínborítás vizsgálat eredményei	30
4.3.1. A takart kezelések borítottsága	30
4.3.2. A takaratlan kezelések borítottsága	30
4.4. A földigilisztá-egyedszám vizsgálat eredményei	31
4.4.1. A takaratlan kezelések földigilisztá-egyedszáma	31
4.4.2. A takart kezelések földigilisztá-egyedszáma	31
4.5. Az agronómiai szerkezet vizsgálatának eredményei	32

4.5.1. A takart kezelések agronómiai szerkezete	32
4.5.2. A takart kezelések agronómiai szerkezete	33
5. Következtetések és javaslatok	35
6. Összefoglalás.....	38
7. Irodalomjegyzék.....	39

1. BEVEZETÉS

Az éghajlatváltozás napjainkban egyre nagyobb nehézségek elé állítja a mezőgazdasági termelőket. A szélsőséges időjárási jelenségek, mint például az aszályok vagy a viharos esőzések, mind jelentős hatással vannak a növénytermesztésre. Ennek következtében a növényi termés stabilitása, a terméshozamok fenntartása és a talaj hosszú távú termékenységének megőrzése elengedhetetlenül fontos a mezőgazdasági gyakorlatok javítása érdekében. A talajművelés fontos szerepet játszik abban, hogy a talaj szerkezete, nedvességtartalma és tápanyagellátottsága megfelelő legyen a növénytermesztés számára, azonban a különböző talajművelési eljárások eltérő hatással vannak ezekre a tényezőkre és ezért kritikus, hogy a megfelelő talajművelési eljárást válasszuk ki.

Dolgozatomban a talajművelési technikák közül a tárcsázást és a kultivátorozást vetem össze figyelembe véve azok hatásait a talajra, szalmával borított és nem borított területen. Mindkét módszer eltérően befolyásolja a talaj szerkezetét, nedvességtartalmát és a talajban található élő szervezetek, például a giliszták populációját, így a vizsgálat irányultságra ezekre a paraméterekre terjedt ki. A főbb vizsgálatok a kísérletek során a nedvességtartalomra és talaj tömörödöttségre, továbbá giliszták számának vizsgálatára terjedt ki. A cél a lehető legtöbb nedvességtartalom megőrzése és az optimális talaj tömörödöttség elérése volt. A szalma visszaforgatás előnyeire is választ kapunk, megéri-e visszaforgatni extra tápanyagforrásként vagy továbbadásra is lehet használni alomanyagként vagy ipari fűtőanyagként.

A klímaváltozás egyre fokozódó hatásai nagy nyomást gyakorolnak a gazdálkodókra, hogy mindig megfelelő döntést hozzanak a talaj optimális művelése érdekében, egy rosszul megválasztott eszköz ezekben az aszályos években komoly termésvesztést okozhat, ezentúl rontja a talajunk állapotát. A szélsőséges időjárás, és csapadékhiány egyre gyakrabban fordul elő így elengedhetetlen, hogy a talajainkra ne figyeljünk oda és próbáljunk meg minél több nedvességet megtartani azokban.

Az elővetemény lekerülése után az első lépés a tarlóművelés, amely egy meghatározó művelet a növénytermesztésben. A termesztett kultúra vetőmagja ebbe a talajba fog bekerülni, aminek a megfelelő művelése nagyon fontos szempont számunkra, hogy minél több nedvességet őrizzünk meg ezekben a száraz, aszályos években. Ugyanakkor fontos, hogy ne csak a növény igényeit elégítsük ki, hanem megőrizzük és növeljük a talaj egészségét és termékenységét. Mivel minden talajt bolygató eljárás hatással van többek között a talaj nedvességtartalmára, szervesanyag tartalmára, a talajjellenállásra, és a talaj szerkezetére. Ezért célszerű egy olyan eszközt megválasztanunk erre a műveletre, amely ezekre a paraméterekre

pozitív hatással van. A vizsgálatom során ezekre kerestem a választ, hogy a mezőgazdasági termelés fenntartható legyen.

A munkám során célkitűzéseim a következők voltak:

- Kultivátor, tárcsa és henger alkalmazhatóságának vizsgálata tarlóművelésben takart és takaratlan talajfelszínen.
- Vizsgált talajművelési módok talajra gyakorolt hatásának vizsgálata, különös tekintettel a talajnedvességre, a talajellenállásra, a talajszerkezetre a felszínborítottságra és a földigiliszta-egyedszámra.
- Javaslatok kötött réti típusú talajok művelésére.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Klímaváltozás hatásai a hazai mezőgazdaságra

A klímaváltozás napjainkban befolyásolja a növénytermesztés sikerességét. A globális felmelegedésnek betudható csapadékmennyiség csökkenés egyes területeken a talajvízszint csökkenését is eredményezte hazánkban (Rakonczai 2006). Ezt a megállapítást figyelembe véve érthető, hogy Magyarországon is folyamatosan nő a vízhiány kockázata, ami hosszú távon a talaj termékenységének csökkenéséhez vezethet. Az Alföldön ez különösen elmondható, ahol mára a mezőgazdasági termelés egyre nehezebb feladattá válik. A nyári időszakokban a csapadékhiány és a növekvő átlag hőmérséklet kombinációja különösen súlyos hatással van a terményekre. Az IPCC szerint, az átlaghőmérséklet növekedése már most is érezhető, és számos területen súlyos következményekkel jár, ideértve a szélsőséges időjárási eseményeket, például az intenzív hóhullámok és szárazságok gyakoribbá válását (IPCC 2021).

Az aszályos évek száma egyre inkább növekszik és súlyosbodik évről évre, ezt súlyosbítja még az is, hogy a lehullott csapadékok eloszlása is egyenlőtlen. Ezek a problémák új stratégiák alkalmazását követelik meg a gazdáktól. Az éghajlat elemei közül kiemelkedően fontos a csapadék, úgymint eloszlás, mennyisége és jellege, hiszen a szántóföldön termesztett kultúrák mennyiségi hozamát befolyásoló tényezők közül közel 75%-ban részesedik e tényező változékonysága (Várallyay 2005). A csapadék hiánya egyes időszakokban olyan súlyossá válhat, hogy akár többéves negatív hatást is kifejtethet a talajok állapotára, és ennek következtében a hozamok csökkenéséhez vezethet. Gupta et al. (2021) megállapítása szerint száraz időszakokban a talaj nedvességtartalma jelentősen csökken, így a tápanyagok mobilitása is lelassul, és a növények nem képesek megfelelően felvenni a szükséges tápanyagokat.

Az elmúlt években felmerülő szélsőséges hőmérsékleti viszonyok és egyenletlen csapadékeloszlás tovább súlyosbította a helyzetet. Az időjárásban a szélsőségek egyre gyakoribbak, a csapadék tér- és időbeli eloszlása egyes tájakon rendkívül hektikus. Az extrém klíma jó néhány megnyilvánulása a tenyészidőszakban fejeződik ki, az egyre hosszabbodó szárazabb időszakokat gyakorta viharokkal kísért rövidebb ciklusok követik (Lakatos et al. 2012). Ezek a szélsőséges időszakok jelentős hatással vannak a talaj nedvességtartalmára.

Az Alföldön ezek az időszakok meghosszabbodása és a csapadék mennyiségének csökkenése már jelenleg is nagy problémát jelent. A szélsőséges klímaelemek hatására az Alföldön a talajvízszint jelentősen csökkent, és a mezőgazdasági termelés egyre nehezebb feladattá válik (Rakonczai 2006). A növekvő szárazság és az egyenletlen csapadékeloszlás nehéz helyzetbe hozza az Alföldön gazdálkodókat, különösen a szántóföldi kultúrák esetében.

Az éghajlat változás hatására az Alföldön fokozódik a talaj erózió és a degradáció veszélye is, különösen olyan területeken, ahol a talaj már eleve gyenge szerkezetű. Az aszályos időszakokban ez a probléma még súlyosabb, mivel a talaj felszínét nem fedi növénytakaró így a szél vagy egy esetleges hirtelen lehulló csapadék elsodorhatja a talaj felső rétegeit. Várallyay (2005) megállapítása szerint az Alföldön a talajerózió fokozottan jelen van, mivel a szélsőséges időjárás következtében a növénytakaró csökkenése növeli az erózióveszélyt.

A klímaváltozás továbbá szerepet játszik a talaj szervesanyag-tartalmának gyors csökkenésében is. A talaj humusztartalma évről évre csökken, ami komoly problémákat jelenthet hosszútávon a növénytermesztés fenntarthatósága szempontjából. A szervesanyag gyors lebomlása a talajban a hőmérséklet emelkedésével összefüggésben van, ami különösen az Alföldön súlyosbítja a talajdegradációt (Harnos 2005).

A hazai szántóterületek Birkás (1996a) megállapítása szerint több mint 60%-a vízgazdálkodási szempontból kedvezőtlen tulajdonságú, míg csupán alig 30%-a tekinthető kifogástalannak. A vízbefogadó képesség alacsony szintje és a lehulló csapadék mennyiségnek elégtelensége jelentős kihívásokat jelent a legtöbb mezőgazdasági kultúra termesztése során (Birkás 1996a). Ezek a tényezők azt eredményezhetik, hogy a növénytermesztés sikeressége megkérdőjelezhető ilyen időjárási körülmények között. Másfelől viszont, ha a talaj nagy víztartó képességgel rendelkezik, az intenzív esőzések idején elősegítheti a belvízfoltok kialakulását, ami mind termesztési, gazdasági, mind talajtani szempontból kedvezőtlen körülményekkel járhat (Németh 2019).

Várallyay (2005) hangsúlyozza, hogy a talaj vízgazdálkodási problémáihoz való alkalmazkodás érdekében a művelési stratégiát dinamikusan kell igazítani a megváltozó környezeti körülményekhez. Fontos a megfelelő talajművelési technika kiválasztása és alkalmazása, amely segít megőrizni a talaj stabilitását. Az alacsony vízbefogadó képesség illetve a túlzott víztartás is káros lehet amely indokolja, hogy mindig az aktuális időjárási viszonyokhoz igazítsuk a talajművelési eszköz, és időpontjának kiválasztását. Gupta et al. (2021) megállapítása szerint a modern mezőgazdasági technológiák és a helyesen megválasztott talajművelési módszerek hozzájárulhatnak a talaj vízháztartásának stabilizálásához.

Magyarország csapadék szempontjából két részre osztható, Szalai (2012) megállapítása szerint az ország nyugati és délnyugati régiói általában kedvezőbb csapadékviszonyokkal rendelkeznek, így ezek a területek kevésbé érzékenyek az aszályra. A keleti és az alföldi területeken általában kevesebb csapadék hullik le. Ezek az eltérések is alátámasztják, hogy mennyire fontos a regionális sajátosságokhoz való alkalmazkodás, a helyspecifikus

talajművelési stratégiáknak a kidolgozása, amelyek segíthetnek csökkenteni az aszály okozta károkat. A csapadékviszonyok térbeli egyenletlensége miatt elengedhetetlen, hogy olyan vízgazdálkodási megoldásokat alkalmazzunk, amelyek az aszály által sújtott területeken javítják a talaj nedvességmegtartó képességét, miközben a nyugatibb régiókban figyelemmel vannak a talaj túlzott vízfelhalmozódásának kockázataira.

2.2. A talajt érő káros hatások

A talaj, mint a mezőgazdaság alapja egy összetett és dinamikus rendszer, amely számos tényező hatására képes romlani. A talajt érő káros hatások hosszú távon nemcsak a termések átlagára, hanem az ökológiai egyensúlyra is komoly veszélyt jelentenek. A talajkárosodás mára már világszerte elterjedt, és Magyarországon is számos kihívást jelent, különös tekintettel az Alföldön, ahol az időjárási szélsőségek a nem megfelelő gazdálkodási gyakorlatok és a vízhiány együttesen fokozott terhelést rónak a talajokra.

Több formában is megjelenik a csapadékhiány okozta kár, Birkás (2010a) megállapítása szerint az aszály hatására a talaj zsugorodik, repedezik, és egyre több aggregátumra esik szét, ami a talaj szerkezeti stabilitásának romlásához vezet. A talaj szerkezetének romlásában is megmutatkozik az aszály okozta közvetett hatás. Harnos (2005) úgy vélekedik, hogy a szárazság okozta talajszerkezeti változások a talaj tápanyagmegőrző és vízbefogadó képességének romlását eredményezik, ami a hosszú távú talajtermékenység csökkenéséhez vezet. A tömörödés és repedezés következtében a talaj nem képes megtartani a szükséges vizet, amely tovább rontja a növények számára elérhető és felvehető nedvesség mennyiségét. A talaj szerkezeti romlása különösen káros a magasabb agyagtartalmú talajoknál, amelyek nedvesség hatására duzzadnak és zsugorodnak. Száraz időszakokban a talaj jelentősen összezsugorodik, repedések keletkeznek, ami hozzájárul a növény gyökereinek károsodásához. Várallyay (2015) megállapítása szerint az aszályos körülmények között a talaj aggregátumai szétesnek, ami a talaj biológiai aktivitásának csökkenéséhez és a talaj egészségi állapotának romlásához vezet.

Az aszály kialakulása akkor következik be, amikor a csapadék mennyisége tartósan alacsony, és a vízhiány komoly problémákat okoz a mezőgazdaságban. Várallyay (2005) és Horosziné (2010) megállapítása alapján az aszály különböző formái megkülönböztethetők a hatásaik alapján. A fiziológiai aszály akkor fordul elő, amikor a növények számára rendelkezésre álló vízfelvétel akadályozott, például a talaj túlzott sótartalma vagy más zavaró környezeti tényezők miatt. A légköri aszály a levegő relatív páratartalmának jelentős csökkenésével jár, ami megnehezíti a növények számára a transzpiráció folyamatos fenntartását. A talajaszály pedig akkor alakul ki, amikor a talajban található elérhető víz teljesen

elfogy, és csak olyan mennyiségű víz marad vissza, amely a növények számára már nem hasznosítható.

A talaj szervesanyag-tartalma is veszélybe kerülhet egy csapadékmentes időszakban. A magas hőmérséklet és a szárazság következtében a talaj szerves anyagainak lebomlása felgyorsul, ami a talaj termékenységének csökkenéséhez vezet (Greenland & Szabolcs 1993). A szervesanyagok lebomlása a talaj szénkészletének csökkenését eredményezi, amely tovább súlyosbítja a termékenységi problémáit a talajnak. A mikrobiológiai aktivitás szintén jelentősen csökken, mivel a talaj mikroorganizmusai nem képesek túlélni a száraz körülményeket.

A kiszáradt morzsás talaj érzékeny a deflációra, azaz a szél általi pusztításra. A talaj nedvességtartalmának csökkenése és a talajfelszín kiszáradása fokozza a deflációs károk előfordulását, különösen szeles időszakokban (Gruiz 1999). Ezek a károk leginkább az Alföldön jelentkeznek, ahol a szél erősen képes elmozdítani a felszín tetején levő por frakciót, ami a talaj tápanyagainak és szerves anyagainak elvesztéséhez vezet. A defláció elleni védekezés esetében fontos a talaj megfelelő takarása növényekkel, vagy mulcsozással amely csökkenti a szél hatását és segít megőrizni a talaj nedvességtartalmát is. A mulcsozás és a takarónövények alkalmazása jelentős védelmet nyújt a talaj számára a szélkárok ellen, és hozzájárul a talaj nedvességtartalmának megőrzéséhez (Blanco-C. & Lal, 2007).

A talaj biológiai aktivitására is hatással van az aszály. A talajban élő mikroorganizmusok és a nagyobb szervezetek, mint például a földigiliszták, különösen érzékenyek a vízhiányra. Valamennyi talajlakó faj működése és élete csontszáraz talajnedvességi állapot esetén megszűnik, ami a talaj ökológiai egyensúlyának felborulásához vezet (Pethő 1993).

A talajt érő mechanikai hatások közül a tömörödés az egyik legnagyobb probléma, amely gyakran a nem megfelelő művelési eszköz kiválasztásának a következménye. A nehézgépek elterjedésével a talajra okozott nyomás miatt a talaj szerkezete fokozatosan romlik, különösen, ha a művelést nedves talajon végzik. A talaj tömörödése gyakran a helytelen művelés következménye, amely során a talaj szerkezetét rombolják a nagy gépek által kifejtett nyomás (Birkás és Gyuricza, 2000). A növények gyökerei nem képesek megfelelően fejlődni, mivel a tömörödés károsítja a talaj porozitását, amely csökkenti a vízbefogadó képességet és az oxigén áramlását a gyökérzónába. A tömörödés ellen a gazdák egyre inkább olyan talajkímélő technológiák alkalmazására törekednek, amelyekkel minimalizálják a talaj bolygatását. A no-till technológia és a lazító eszközök használata csökkenti a talajra nehezedő nyomást. A vetésforgó és a takarónövények alkalmazása segíthet a talaj szerkezetének helyreállításában.

A szikesedés egy másik súlyos probléma, amely a rossz vízgazdálkodással rendelkező területeken jelentkezik. A szikesedés elleni védekezésben fontos szerepet játszik a megfelelő talajművelési technika alkalmazása, amelyek minimalizálják a sók felhalmozódását. A szikesedés elleni védekezés egyik leghatékonyabb módja a megfelelő talajművelési technikák alkalmazása, amelyek megakadályozzák a sók felhalmozódását a talajban (Birkás 2010b).

2.3. Talajállapot jellemzői

A talajállapot, mint a talaj minőségének egyik legfontosabb mutatója, jelentős szerepet játszik a mezőgazdasági termékenység fenntartásában és a fenntartható gyakorlatok megvalósításában. Meghatározó tényezők közé tartozik a talaj szerkezete, tápanyagtartalma, szervesanyag-tartalma, pH-értéke, valamint a talaj vízgazdálkodása. Alapvető feltétel az egészséges talajállapot biztosítása a növény számára a megfelelő növekedéshez. Továbbá befolyásolják a talajállapotot az agrotechnikai elemek, különösen a talajművelési eljárások, valamint az éghajlati elemek, mint a csapadék mennyisége és eloszlása. A csapadék mértéke és területi eloszlása különösen fontos a talajminőség meghatározásában, mivel közvetlen hatással van a talaj szerkezetére, víztartalmára és fizikai tulajdonságaira (Várallyay 2005).

A talaj fizikai állapota különböző módokon tud változni az alkalmazott művelési eljárások és az éghajlati viszonyok hatására. A hatékony talajműveléshez ismernünk kell a talaj különböző tulajdonságait, amelyek az állapotát befolyásolják. A talaj állapota összetett tényezők függvénye, amelyek magukba foglalják a szerkezetességet, textúrát, stabilitást, tömörödöttséget, valamint a talaj biológiai aktivitását.

A talaj szerkezetét több tényező határozza meg, amely magába foglalja a kisebb talajszemcsék nagyobb aggregátumokká történő tapadását, mely agronómiai szempontból elengedhetetlen a talaj egészséges működéséhez. A talaj szemcsméret szerinti eloszlása alapján különböző frakciókra osztható, mint például agyag, iszap és homok. Ezen frakciók aránya meghatározza a talaj textúráját, amely a talaj vízmegtartó és vízelvezető képességét is befolyásolja (Stefanovits 1999).

A jó talaj szerkezet biztosítja a talaj megfelelő porozitását, ami lehetővé teszi a víz bejutását a levegő szabad áramlását és a növényi gyökök növekedését. A talaj szerkezetének romlása gyakran a túlzott mechanikai hatások és a helytelen művelési gyakorlatok következtében alakul ki, ami csökkenti a talaj vízbefogadó képességét és növeli az erózió kockázatát (Soane és Ouwerkerk 1994). A talaj javításának egyik fontos eleme, az organikus anyagokkal történő gazdagítás. A szerves anyagok, mint például a zöldtrágya vagy a szalma elősegítik a talaj szerkezetének javítását.

A talaj tápanyagtartalma alapvetően befolyásolja a növények növekedését és fejlődését. A növények számára legfontosabb tápanyagok közé tartozik a nitrogén, foszfor és a kálium, amelyek nélkülözhetetlenek a megfelelő növekedéshez és a termésképzéshez.

A pH érték befolyásolja ezek tápanyagok oldhatóságát és a hozzáférhetőségét a növények számára. A talaj kémhatása jelentősen befolyásolja a növények tápanyagfelvevő képességét. A túl savas vagy túl lúgos talajban bizonyos tápanyagok nehezebben érhetőek el a növények számára. A talaj pH-értékének kiegyensúlyozása kulcsfontosságú a növények tápanyagfelvételének biztosításához, mivel a szélsőséges pH-értékek rontják a tápanyagok hasznosíthatóságát (Blaskó 1985b).

A talaj biológiai aktivitásának egyik fontos indikátora a földigiliszták jelenléte, akik a talajban járatokat hoznak létre, növelve a pórustérfogatot és javítva a talaj szerkezetét. A földigiliszták által végzett tevékenység különösen előnyös a talaj szervesanyag-tartalmának lebontásában és a növények számára elérhető tápanyagok biztosításában. Barczy et al. (2014) Németországban végzett kutatásaik alapján kimutatták, hogy a kultivátoros művelés során a talajban lévő földigiliszták aktivitása magasabb, mint a forgatásos művelési technikák esetében, amely kedvezően befolyásolja a talaj egészségét.

A talaj szerkezetének, stabilitásának, tömörödésének és biológiai aktivitásának figyelembevételével olyan talajművelési eljárásokat választhatunk, amelyek a talaj egészségét megőrzik és elősegítik a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatokat.

2.4. Tarlógondozása hatása a talajra és szerepe napjainkban

A tarlógondozás elsődleges célja a talaj megóvása a káros hatásoktól és a megfelelő művelési eljárások alkalmazásával hozzájárul a talaj regenerálódásához. A jelentősége napjainkban egyre fontosabb figyelmet kap, az évszázadok során jelentősen megváltozott, különösen a modern gazdálkodási technológiák megjelenésével. A modern tarlóművelés egyik kulcseleme a nyári tarlókántás, amely nemcsak a gyomok elleni védekezésben játszik szerepet, hanem a talaj szerkezetének megőrzésében és a talaj nedvességtartalmának védelmében is. A hagyományos módszerek, mint a szántás és az utána következő elmunkálások alapvető célja a tarlómaradványok a talajba forgatása és a gyomirtás volt. A szántás a talaj bolygatásának egyik legrégebbi módszere, amely hosszú távon biztosítja a gyomok irtását és a tarlómaradványok beforgatását, ezáltal jöveli a talaj szervesanyag-tartalmát (Blaskó 1985). A hagyományos szántás gyakran eredményezte a talaj felszíni erózióját és a tömörödést. A talaj szerkezete porhanyóssá vált, és a felszíni talajréteg elveszítette a víztartó képességét, amely hosszú távon károsította a talaj egészségét.

Idővel ezt a módszert kezdték elhagyni, a talajnedvességtartalmának megőrzése céljából, ez betudható a sok aszályos évnek, amely talán rávilágította a gazdálkodókat arra, hogy nem engedhetik meg a talajban lévő nedvesség elpárologtatását. A modern tarlógondozási technikák, mint a kultivátorok használata és a talajtakarás, célja a talaj nedvességtartalmának megőrzése és a szerves anyagok talajban tartása, ami hozzájárul a talaj hosszú távú egészségének fenntartásához (Gupta et al. 2021).

A tarlókántás után egy fontos lépés a hántott tarló ápolása, a gyomok irtása és a talaj felületének megfelelő előkészítése. Várallyay (2015b) úgy vélekedett, hogy a tarlóápolás során végzett sekély művelés megakadályozza a talaj kiszáradását és biztosítja, hogy a következő alpművelés könnyebben és hatékonyabban végezhető legyen. Ez a művelet a nyári időszakban fontos, amikor a talaj gyorsabban kiszáradhat.

A tarlógondozás még jelentős hatással bír a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaira is. A megfelelően elvégzett hántás növeli a talaj vízmegtartó képességét, javítja a talaj szerkezetét és elősegíti a talaj mikrobiológiai aktivitásának fenntartását. A tarlógondozás révén a talaj szervesanyag-tartalma megnövekszik, ami hozzájárul a talaj termékenységének hosszú távú megőrzéséhez (Greenland & Szabolcs 1993). A talaj biológiai aktivitásának fenntartása érdekében fontos, hogy a művelési gyakorlatokat úgy alakítsuk, hogy a talaj lakói számára kedvező feltételeket teremtsünk meg. A sekély kultivátorozás, a talajtakarás és a zöldtrágyázás mind hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a talajban elegendő tápanyag álljon rendelkezésre a mikroorganizmusok számára.

Nyáron lekerülő növények után különösen oda kell figyelni a tarlókántásra. Három fontos lépést kell szem előtt tartani: a szalma szecskázását és egyenletes elosztatását a talaj felszínén, a minél hamarabb végzett segély tarlókántást és annak visszazárását, valamint a gyomokkal visszazöldült talaj ápoló művelését 3-6 héttel a hántás után, csapadékviszonyoktól függően. Birkás (2010c) megállapítása szerint az optimális szecskaméret növényenként eltérő, és függ a bedolgozást végző munkaeszköztől is. Száraz szezonban a célunk minél több csapadék a talajban való megőrzése, míg csapadékosabb szezonban a vízbefogadásra alkalmas felszín kialakítása.

Az utóvetemények kiválasztása és a vetés előkészítése szorosan összefügg a tarlókántási gyakorlatokkal. Az olyan növények, mint az őszi káposztarepce, amely számára különösen fontos a jó talajállapot, megköveteli a talaj megfelelő előkészítését és a tarlómaradványok homogén bekeverését. Kátai (2010) megállapítása szerint a kultúrák sikeres termesztésének alapja a megfelelő tarlógondozás, amely biztosítja a talaj szerkezetének megőrzését, a talaj tápanyagtartalmának növelését és a talaj nedvességének megőrzését.

Korábban gyakran alkalmaztak tarlóégetést, amely mára háttérbe szorult a szigorodó környezetvédelmi előírások miatt. Az égetés helyett a szalma és egyéb maradványok talajba forgatása segíti a talaj szerves szén készletének növelését és a szárazság okozta stressz enyhítését. A tarlólánhát és gondozás során a gyomok elleni védekezés szintén fontos szerepet kap, mivel a káros gyommagvakat inkább a tarlón érdemes kikeleszteni, nem az állományban, ezáltal a növényvédelem során csökkenthető a környezetterhelés (Perkun & Claupein, 2006).

A henger használata a tarlógondozás egyik utolsó lépése, amely során a talaj felszínének a lezárása történik. A hengerezés biztosítja a talaj felületének simítását, csökkenti a párolgási veszteségeket, és elősegíti a talajban található víz megtartását. (Smith & Brown 2019). Azonban ügyelni kell arra is, hogy túlzott hengerezés során a talaj tömörödni fog, és ezáltal romlik a talaj levegő- és vízáteresztő képessége.

2.5. Zöldítés és a talajtakarás szerepe a fenntartható mezőgazdaságban

A talajtakarás a fenntartható talajművelési technológiák egyik legelterjedtebb formája, amely során a növényi maradványokat vagy esetlegesen egyéb természetes anyagokat használnak a talaj felszínének lefedésére. Birkás (2010d) megállapítása szerint a mulcsozás jelentősen hozzájárul a talaj nedvességtartalmának megőrzéséhez, csökkenti az eróziót és javítja a talaj szerkezetét. Ez egy elengedhetetlen eljárás, különös tekintettel olyan területeken, ahol a csapadék mennyisége nem elegendő a növények megfelelő fejlődéséhez, mivel a talajtakarás segít megőrizni a talaj nedvességtartalmát, csökkentve a elpárolgásnak a mértékét.

A szerves anyagokkal történő takarás, mint például szalma, levágott fű vagy a komposzt javítja a talaj szervesanyag tartalmát is. Ahogy ezek az anyagok lebomlanak, tápanyagokat lőbiztosítanak a talaj számára, amely hosszú távon növeli a talaj termékenységet. A szerves talajtakaró anyagok lebomlása során javul a talaj szervesanyag-tartalma, ami kedvező hatással van a talaj tápanyagtartalmára és termékenységre. (Huisz et al 2006).

Az utóbbi években a no-till technológia, amely a talaj bolygatásának minimalizálásra épül, egyre népszerűbbé vált a takarónövények vetésével kombinálva. Ez a módszer csökkenti a talajművelés költségeit és a talaj erózióját. Reicosky és Lindstrom (1993) vélekedése szerint a no-till technológia és a mulcsozás együttes alkalmazása segít megőrizni a talaj termékenységet, miközben csökkenti az erózió mértékét és a talaj szerkezeti romlását.

A zöldítés az Európai Unió Közös Agrárpolitikájának (KAP) egyik fontos eleme. A zöldítés keretében belül a gazdák különböző takarónövényeket vethetnek, amelyek nem csupán a talaj termékenységet növelik, hanem segítenek a gyomok elleni küzdelmekben és a talaj nedvességtartalmának megőrzésében is. Pillangósvirágú takarónövények, mint a lucerna vagy

a vörös here hozzájárul a talaj nitrogén megkötéséhez, ezáltal csökkentve a műtrágyázási igényt, javítva a talaj tápanyagellátottságát. Tóth (2015) megállapítása szerint a pillangósvirágú növények természetes nitrogénmegkötő képessége révén hozzájárulnak a talaj tápanyagellátottságának fenntartásához, ezáltal csökkentve a vegyi anyagok alkalmazásának szükségességét.

Száraz időkben a takarónövények ellenségeik lehetnek a fő kultúrnövénynek, több nedvességet vehetnek ki a talajból, mint amit visszaad. A takarónövények gyökérrendszere száraz időben is elhasználja a talaj nedvességtartalmát, ami csökkentheti a fő növény számára elérhető víz mennyiségét. (Smith & Brown 2019). Fő problémát ez akkor jelent, ha aszályos év van és a takarónövények túlnőnek, és túlzott mértékben fogyasztják el a talaj nedvességét.

A talajtakarás és a takarónövények növelhetik a betegségek és kártevők kockázatát. A talajtakarás során a talajfelszín védelme lehetőséget biztosít a betegségeket okozó gombák és kártevők fennmaradására, különösen nedves körülmények között (Jones et al. 2015). A túl sűrű növényzet növelheti ennek a kockázatát, ezt mérsékelni lehetséges időben történő beforgatással.

Az optimális időpont a talajtakarásra a főnövény betakarítása után van, amikor a talaj nyitott és érzékeny a kiszáradásra. A takarónövények vetése az őszi időszakban hatékony lehet, mivel a tél folyamán védik a talajt, és megakadályozzák a téli eróziót. Kátai (2010) megállapítása szerint a talajtakarás optimális ideje az őszi betakarítást követően van, mivel ilyenkor a talaj leginkább érzékeny az erózióra és kiszáradásra.

A gyorsan nöövő takarónövények, mint a mustár és a rozs általában rövid távú takarási célokra használatosak. Ezeket a növényeket gyors fejlődés jellemzi, és rövid idő alatt tudják biztosítani a talaj fedését, ami védelmet nyújt az erózió ellen és javítja a talaj vízmegőrző képességét. Németh (2021) megállapítása szerint a mustár gyors növekedésével képes lefedni a talajt, csökkentve a gyomok megjelenését és javítva a talaj szerkezetét.

A lóhere és a lucerna hosszabb távú hatást fejtenek ki a talajra. Ezek a növények lassan bomlanak le és jelentős mennyiségű szerves anyagot szolgáltatnak vissza a talaj számára. Nitrogént kötnek meg a levegőből, amelyet a talajba juttatnak, így csökkentik a műtrágyázási igényt. A lucerna mély gyökérzete révén nemcsak tápanyagokat hoz a felszíni rétegekbe, hanem segíti megőrizni a talaj nedvességtartalmát is, különösen száraz időszakokban (Szalai 2019).

2.6. Talajművelés jogi szabályozása napjainkban

A talajművelés jogi szabályozása egyre fontosabb szerepet kap a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok elősegítése és a környezet védelme érdekében. Az új

szabályozásoknak a célja, hogy csökkentsék a talaj állapot romlását, és elősegítsék a talaj egészségének megőrzését, fenntartsák a talaj hosszú távú termékenységét. A talajművelés szabályozására napjainkban több nemzetközi jogszabály is érvényben van.

A talajművelésre vonatkozó jogszabályok célja a talaj termékenységének megőrzése. A legfontosabb ilyen jogszabály a 2007. évi CXXIX. törvény a termőföld védelméről. A talaj termőképességének megőrzését, szigorúan szabályozza annak érdekében, hogy a mezőgazdasági művelés során alkalmazható talajművelési módszerek fenntartsák a talaj tápanyagtartalmát és a talaj szerkezetét hosszú távon. Egyes gazdálkodóknak kötelező talajvédelmi tervet készíteniük, ha olyan művelési módszereket alkalmaznak, amelyek nagy mértékben befolyásolják a talaj szerkezetét, vagy érzékeny területen gazdálkodnak. A 2007. évi CXXIX. törvény előírja a talajvédelmi terv készítését a fenntartható művelés érdekében (Kovács 2021).

Az Európai Unió számos új rendelettel támogatja a fenntartható talajművelési gyakorlatokat. Az új Közös Agrárpolitika (KAP) keretében meghatározott támogatási rendszerek a gazdálkodók számára ösztönzést nyújtanak a talajmegőrző művelési módszerek alkalmazására. Az EU célja, hogy csökkentse a talajromlást és ösztönözze a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok használatát. A támogatások elnyeréséhez a gazdálkodóknak bizonyos környezetvédelmi és talajmegőrzési követelményeket kell teljesíteniük, például talaj takarása zöldítés céljából, vagy olyan talajművelési módszerek alkalmazása amely során nem vagy kevesebbszer bolygatják a talajt. Az Európai Unió új kondicionalitási követelményei a fenntartható talajművelést ösztönzik a támogatások biztosítása érdekében (EU Mezőgazdasági Rendelet 2022).

A jogszabályok egyre jobban törekednek a fenntartható talajművelési gyakorlatok alkalmazására. Ennek során minimalizálják a talaj bolygatását, megőrzik a talaj szerkezetét és javítják a talaj biológiai aktivitását. A no-till egy ilyen az EU által is támogatott technológia, amely elhagyja a talaj bolygatását, célja a talaj szervesanyag-tartalmának megőrzése és a széndioxid kibocsátás csökkentése. A no-till művelés hozzájárul a talaj szervesanyag-tartalmának fenntartásához és csökkenti a környezeti terhelést (Juhász 2020).

2.7. Az irodalmi áttekintés főbb megállapításai

- Számos fontos megállapítást tehetünk a klímaváltozás és a talajművelés kapcsolatáról, valamint ezek hatásairól a mezőgazdaságra. A klímaváltozása hatása egyre inkább megmutatkozik a szántóföldi növénytermesztésben, és számos szerző is hangsúlyozza, hogy a termesztés egyre nagyobb kihívást jelent. A csapadékmennyiség csökkenése és

annak egyenetlen eloszlása, ami az Alföldön leginkább jelen van tovább nehezíti a mezőgazdasági termelés körülményeit. Az alkalmazkodás kulcsfontosságú és elengedhetetlen a mezőgazdaság számára, amelynek egyik eszköze a nedvességtakarékos talajművelés.

- A talajainkat érő káros hatások összetettek, hiszen a természetes és az ember által kiváltott folyamatok egyaránt hozzájárulhatnak a talaj állapotának romlásához. A klímaváltozás következményében több különféle degradációs folyamatok felerősödnek, mint például az erózió a tömörödés és a vízháztartási problémák. Ezeknek a káros folyamatoknak a következménye lehet az, hogy néhány területen fel kell hagyni a mezőgazdasági műveléssel, mert alkalmatlan lesz arra a talaj.
- Magyarországon a 19. század második felében a talajművelés egy több menetben végzett, nedvességpazarló forgatásos tarlóművelésre épült fel. Az idő múlásával azonban az emberek kezdték felismerni ezt a problémát és egyre fontosabb lett a talaj nedvességtartalmának megőrzése, ezzel együtt a sekélyebb, kevesebb menetszámban végzett tarlóművelés is. Fontos lett és egyre elterjedtebb a szalmatakarás és a gyomszabályozás, a talaj biológiai aktivitásának serkentése és a vízmegőrzés is.
- A talaj aktuális állapotának megítéléséhez figyelembe kell venni olyan tulajdonságokat, amelyek részben nem változnak a művelés hatására, például a kötöttség és a textúra míg mások, mint az agronómiai szerkezet, vagy a nedvességtartalom és a biológiai aktivitás a művelés típusától és minőségétől függően kedvező vagy kedvezőtlen irányú is lehet.
- A jogi szabályozásoknak egyre fontosabb szerepe van napjainkban a mezőgazdasági folyamatok meghatározásában, különös tekintettel a fenntartható talajművelés elősegítése érdekében. Az Európai Unió és a hazai jogszabályok célja egyaránt a természeti erőforrások megóvása és a talajdegradáció elleni védekezés. Ezek a szabályozások ösztönzik a talajművelési gyakorlatok olyan irányú megváltoztatását, amelyek segítik a talaj szervesanyag-tartalmának megőrzését és mindemellett csökkentik a környezeti terhelést és hozzájárulnak a talaj hosszú távú termékenységének megőrzéséhez.

3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

3.1. A vizsgált termesztési terület bemutatása

A kutatásban vizsgált termesztési terület Szentes Bereklapos térségében található, amint az az 1. számú ábra is mutatja. A terület közvetlenül a Tisza folyó közelében található fekvése különösen érzékenyvé teszi a folyó áradásai és vízhiányos időszakok okozta változásokra. A talajt jellemzi a jó víz és tápanyagtartó képesség, ugyanakkor hajlamos lehet a magas agyagtartalom miatt a tömörödéssre, amely megnehezíti a művelést.



1. ábra A vizsgálat helyszínéről választott tábla elhelyezkedése
Forrás: www.google.com/maps

A vizsgálat idejében vett talajminta eredményt feldolgozva megállapítható, hogy a terület „kötött réti talaj” típusú termőhelyi kategóriába sorolható. Az Arany-féle kötöttségi szám értéke ($KA=54,88$) értéke alapján a talaj fizikai féleség agyagos vályog. A pH érték 6,6 enyhén savanyú kémhatást jelent. A területen a kalcium-karbonát ($CaCO_3$) mennyisége alacsony, amely savanyodási hajlamra utal. A tápanyagtartalma jónak mondható, különösen a foszfor (P_2O_5) és a kálium (K_2O) tekintetében, amelyek a táblázatban is olvashatóak 113,2 mg/kg és 531,81 mg/kg. A minta ammónium-nitrogén (NH_4-N) tartalma 4,0 mg/kg, míg a nitrát-nitrogén (NO_3-N) értéke 31,05 mg/kg, és a nitrit-nitrogén (NO_2-N) értéke 0,41 mg/kg.

Paraméter	Érték
pH (KCl)	5,72
pH (H_2O)	6,68
$CaCO_3$ %	0,04
KA	54,88
Vezetőképesség (EC) [μS]	113,2
AL- P_2O_5 (mg/kg)	113,2
AL- K_2O (mg/kg)	531,81
NO_3-N (mg/kg)	31,05

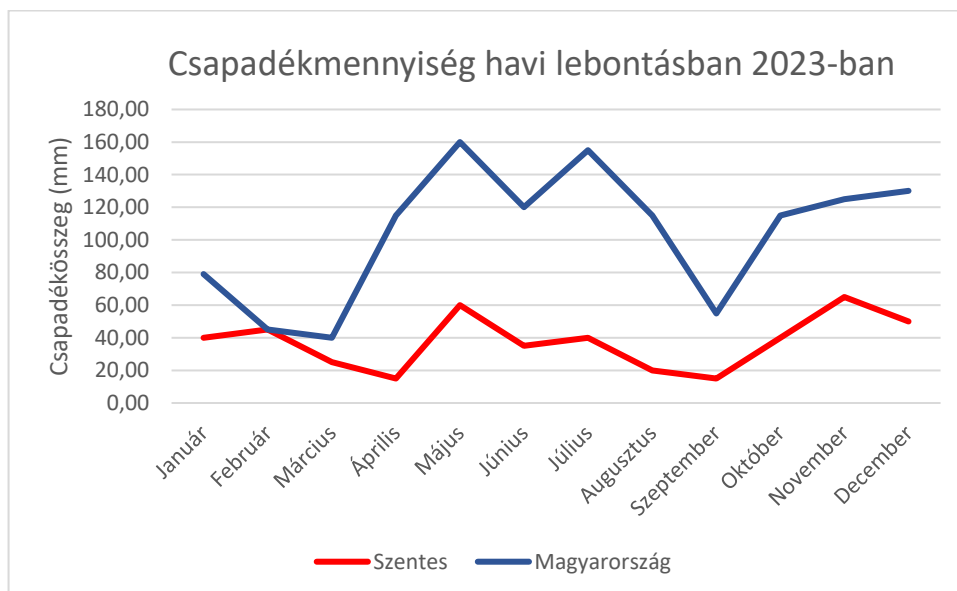
1. táblázat talajvizsgálat eredmény

A terület éghajlata szárazabb és melegebb, mint az ország többi részén. Az évi átlagos csapadékmennyiség 500-550 mm körül mozog, amely területi és évi eloszlásban is jelentős ingadozást mutathat. Az évi középhőmérséklet itt körülbelül 11 °C, ami kissé magasabb az országos átlagnál. A napsütéses órák száma évi 2000-2100 óra között alakul, ami szintén jelentősnek tekinthető az ország más részeihez képest. Az éves csapadék kétharmada jellemzően a tavaszi és nyári időszakban hullik le, a legcsapadékosabb hónapok általában május és június, míg a legszárazabb hónapok január és február. A nyári időszakban a csapadék

eloszlása gyakran egyenetlen és záporok, zivatarok formájában jelentkeznek, melyeket viharos szél kísérhet.

3.2. Csapadékviszonyok a vizsgálati év folyamán

A vizsgálat évben az országban az átlagosnál több csapadék hullott, Szentes térségében ez elmaradt, alacsonyabb volt az országos átlagnál. Június és július hónapban nem megszokott módon több heves zivatar is volt ezáltal a talajmunkák is elhúzódtak az augusztusi hónapokra. Az országos átlag, majdnem minden alkalommal nagyobb arányú eltérést mutatott, mint a Szentesen mért csapadék, ezt a 2. ábra is szemlélteti. A lehullott csapadék mennyisége körülbelül 450-500mm-re tehető a vizsgálat helyszínén. A nyári zivatarok kedveztek a gyomok fejlődésének, de jót tett az októberben lehullott csapadék az őszi vetéseknek is.



2. ábra A csapadék mennyisége Szentesen és országos átlagban

3.3. A tarlóhántáskísérlet beállítása

Az aratással egyidőben elkezdődött a vizsgálat beállítása is. A területnek a felén a szalmát leszecskázták és szétterítették. A másik felén renden hagyták, majd bálázást követően elszállították a földterületről. A parcellák kialakítása és az első tarlóhántás is eltolódott a csapadéknak köszönhetően. Az első tarlóhántás, a kultivátorozás július 29-én történt meg, ekkor volt a talajállapot optimális, nem túl nedves a káros hatások elkerülése végett.

A területen összesen 6 darab parcella került kialakításra, ahol 3 különböző tarlóművelési technológiával történt meg a tarlóművelés a szalmával borított és takaratlanul hagyott felszínen is.

Az első parcellában a takart felszínen egy hagyományos Rába Ih 10-770 típusú tárcsával végeztünk hántást egy mélyebb (mintegy 12-14 cm-es) mélységben. Ezt a műveletet megismételtük a takaratlan felszínen is. A tárcsás tarlőhántó eszköz a második parcellában egy ékgyűrűs hengerrel összekapcsolva végezte el a tarlőhántást, hasonló mélységben, így a henger végezte el a felszínen hátrahagyott rögök összetörését, és tömörítette vissza a talajt. A harmadik parcellában egy RAU kultivátort alkalmaztunk, amely szárnyaskapákkal és rögtörő hengerrel volt felszerelve, a tarlőhántás a tárcsával ellentétben mélyebben (mintegy 15-20 cm-es) mélységben történt. A 4. számú ábra mutatja be a vizsgált helyszín felosztását, az 5. számú parcellán pedig az eszközök láthatóak.



3. ábra A vizsgálatban alkalmazott eszközök
Balról jobbra: RAU Kultivátor, Rába Ih 10-770 tárcsa, Ékgyűrűs henger

3.4. Az adatfelvételezés menete

A parcellák létrehozását követően minden művelési kezelés teljes hosszából kijelölt 50 méter hosszúságú vizsgálati mintatéren lett elvégezve a vizsgálat és mintagyűjtés. A parcellák mérete 8 méter szélességű és 50 méter hosszú volt.



4. ábra Vizsgálati mintatér

3.4.1. A talajellenállás mérése

A talajellenállás mérését egy penetrométerrel végeztem el a tarlóhántás után 3 alkalommal. Az első mérés a mintaterék kialakítása és a tarlóhántás elvégzése után történt augusztus 12-én. A mintaparcellákon három ponton mértem az ellenállás értékét 50 cm-es mélységig 10 cm-es léptékekkel, ami így három ismétlésnek felelt meg. Az eszközről az ellenállást megapascalban (MPa) olvasható le. A kapott értékeket 0-15 cm-es; a 15-30 cm-es és a 30-45 cm-es talajrétegek vonatkozásában vettem figyelembe és ennek megfelelően végeztem el a statisztikai adatfeldolgozást is.



5. ábra Talajellenállásmérő eszköz

3.4.2. A talajnedvesség mérése

A talaj nedvességtartalmának mérését a talajellenállással egyidőben végeztem el három ismétlésben augusztus 12. és szeptember 10. között. Mintaterenként három ponton 50cm mélységig 10 cm-es léptékben rögzítettem nedvesség értékeket tömeg százalékban kifejezve. A talajrétegre jellemző átlagos talajnedvesség értéket hasonlóan, mint az ellenállás esetében három rétegre számoltam ki (0-15 cm; 15-30 cm; 30-45 cm).



6. ábra Talajnedvességmérő eszköz

3.4.3. A földigiliszták egyedszámának mérése

Az ásópróbánkénti földigilisztaszámot a vizsgálati időszakban a talajnedvesség és ellenállással egyidőben végeztem el három alkalommal. Parcellánként háromszor egy körülbelül 15cm szélességű, 15 cm hosszúságú és 15 cm magasságú minta földigilisztá egyedszámát állapítottam meg számlálással. Összesen így három adatot rögzítettem parcellánként, majd az értékeket átlagolva megkaptam az átlagos földigilisztaszámot, amit további statisztikai elemzésekben használtam fel.



7. ábra Földigilisztá egyedszám vizsgálat

3.4.4. A felszínborítottság vizsgálata

Közvetlenül a művelések után 100 cm x 100 cm méretű fából készült fél keret segítségével állapítottam meg a kereten belüli terület szalmával takart részarányát szemrevételezéssel, százalékban kifejezve. Három ismétlésben végeztem el, aminek az eredményeit átlagolva megkaptam a területre jellemző átlagos talajtakarási mutatókat százalékban kifejezve, amiket későbbiekben statisztikai elemzésekben használtam fel.



8. ábra Borítottság megállapítása keret segítségével

3.4.5. Az agronómiai szerkezet vizsgálata

Az agronómiai szerkezet meghatározásához a parcellák 0-15 cm-es talajrétegéből 3 kg tömegű átlagmintát gyűjtöttem. A begyűjtött mintákat agronómiai szitasorozat segítségével vizsgáltam, ahol 4 frakciót hoztam létre (por; aprómorzsa; morzsa; rög) amelyek tömegét egy asztali mérleg segítségével mértem meg. A mérések után a minta össztömegéhez (3 kg) viszonyítva megkaptam az agronómiai szerkezet megoszlását százalékban kifejezve.



9. ábra Agronómiai szita aprómorzsa frakció

3.4.6. Statisztikai elemzése

Az adatok statisztikai elemzését a Microsoft Office Excel 2020 és az IBM SPSS Statistics V25 szoftverek alkalmazásával végeztem el. Az elemzés során a normáloszlás vizsgálata után egytényezős varianciaanalízist (ANOVA) és a hozzá tartozó Tukey HSD post-hoc tesztet végeztem el $p=0.05$ szinten.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. A talajnedvesség-mérés eredményei

A talajnedvesség-mérés esetében egytényezős varianciaanalízist (ANOVA) végeztem, hogy összehasonlítsam a vizsgált talajművelő eszközök talajnedvességre gyakorolt hatását a különböző talajrétegekben, szalmával takart és nem takart felszínen.

4.1.1 A takaratlan kezelések nedvességtartalma

A takaratlan parcellák esetében a talajművelési mód közel szignifikáns hatást mutatott a $p < 0,05$ szinten a felső, 0-15 cm-es talajréteg nedvességtartalmára. A tárcsa + henger kezelés (átlag: $M = 21,93$, szórás: $SD = 3,753$) talajnedvessége nem különbözött szignifikánsan a tárcsa ($M = 15,00$, $SD = 3,318$) és a kultivátor ($M = 23,13$, $SD = 3,449$) kezelések átlagos nedvességtartalmától. A tárcsa és a kultivátor kezelések közötti különbség ugyanakkor közel állt a szignifikanciahatárhoz ($p = 0,067$), jelezve, hogy a kultivátor kezelés valamelyest nagyobb nedvességtartalmat eredményezett a tárcsás kezeléssel szemben.

Az eredmények szerint a legmagasabb nedvességtartalom a kultivátor kezelésnél volt megfigyelhető, míg a tárcsa kezelésnél alacsonyabb nedvességtartalmat mértek. A tárcsa + henger kezelés átlagos nedvességtartalma valahol a két másik kezelés között helyezkedett el, azonban egyik kezeléshez sem volt szignifikánsan hasonló. Ez arra utal, hogy a henger használata csökkentette a nedvességvesztést a sima tárcsázáshoz képest, de nem eredményezett szignifikánsan eltérő nedvességtartalmat a kultivátor kezeléstől.

A középső, 15-30 cm-es talajrétegben nem mutatkozott szignifikáns különbség a talajnedvesség tekintetében a különböző kezelések között ($p > 0,262$ minden párosítás esetén). A tárcsa + henger kezelés átlagos nedvességtartalma ($M = 31,467$, $SD = 1,3577$) és a kultivátor kezelés ($M = 33,633$, $SD = 8,9891$) hasonló értékeket mutatott, míg a tárcsa kezelés ($M = 22,567$, $SD = 5,7726$) valamivel alacsonyabb nedvességtartalmat eredményezett. Ezek az eredmények azt sugallják, hogy ebben a talajrétegben a talajművelési módok hatása kevésbé kifejezett a nedvességtartalom tekintetében.

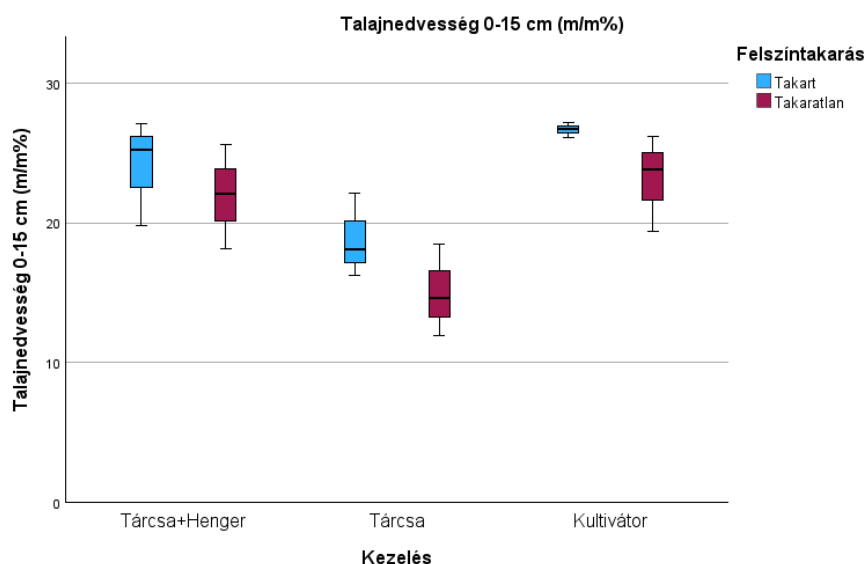
A legalsó, 30-45 cm-es rétegben szintén nem figyelhető meg szignifikáns különbség a kezelések között ($p = 1,000$ minden párosítás esetén). Az átlagos nedvességtartalom a tárcsa + henger kezelés esetén ($M = 36,47$, $SD = 4,990$) és a tárcsa kezelés esetén ($M = 36,60$, $SD = 6,634$) hasonló volt, míg a kultivátor kezelés ($M = 35,90$, $SD = 8,628$) valamivel alacsonyabb értéket eredményezett. A variabilitás különösen a kultivátor kezelés esetében nagyobb volt, ami a talaj nedvességtartalmának nagyobb mértékű változékonyságára utal ebben a mélységben.

4.1.2 A takart kezelések nedvességtartalma

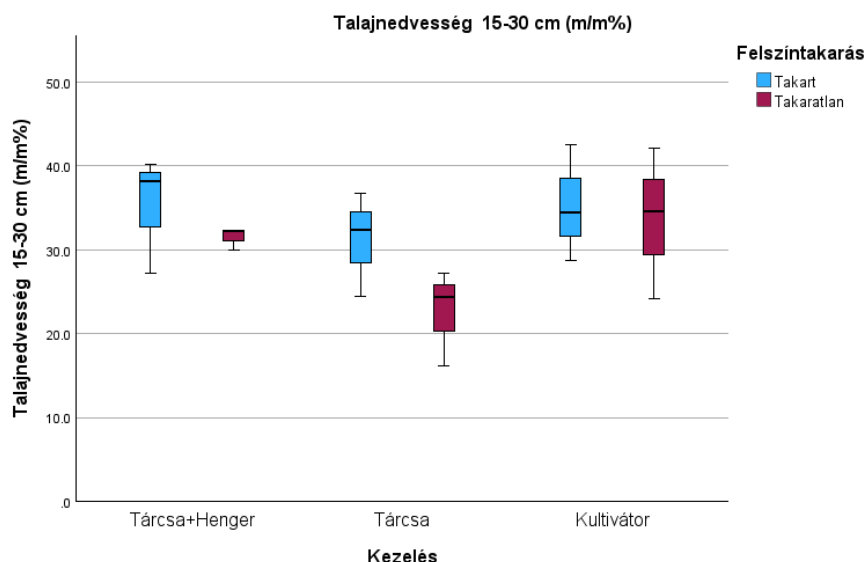
A takart parcellák esetében a 0-15 cm-es talajrétegben a talajnedvesség mért értékei között különbségek mutatkoztak a különböző talajművelési módok alkalmazása esetén. A tárcsa + henger kezelésnél mért talajnedvesség átlagos értéke ($M = 24,03$, $SD = 3,787$) volt, amely nem mutatott szignifikáns különbséget a kultivátor kezelésnél mért értékkel ($M = 26,67$, $SD = 0,551$). Ugyanakkor a tárcsa kezelésnél mért talajnedvesség ($M = 18,80$, $SD = 3,012$) alacsonyabb volt, mint a másik két kezelés, bár a különbség nem bizonyult szignifikánsnak.

A 15-30 cm-es rétegben a talajnedvesség értékei hasonlóak voltak a különböző kezelések között. A tárcsa + henger kezelés során mért talajnedvesség ($M = 35,200$, $SD = 7,0000$) és a kultivátor kezelés során mért érték ($M = 35,233$, $SD = 6,9292$) gyakorlatilag azonos volt, míg a tárcsa kezelés esetén valamivel alacsonyabb talajnedvességet tapasztaltak ($M = 31,167$, $SD = 6,1785$). Az eredmények alapján a kezelések közötti különbségek nem értek el szignifikáns szintet.

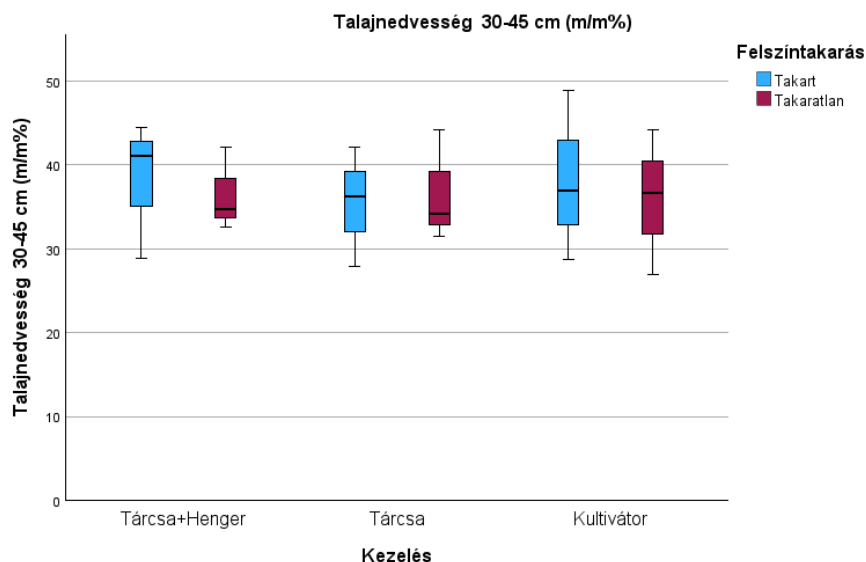
A 30-45 cm-es talajrétegben a talajnedvesség értékei ismét közel azonosak voltak. A tárcsa + henger és a kultivátor kezelés esetén a talajnedvesség átlagos értéke ($M = 38,17$, $SD = 8,203$ és $SD = 10,159$) azonos volt, míg a tárcsa kezelés ($M = 35,40$, $SD = 7,134$) valamivel alacsonyabb értéket mutatott. A variabilitás azonban magasabb volt a kultivátor kezelés esetén, jelezve a talajnedvesség ingadozását ebben a mélységben.



10. ábra 0-15 cm-es réteg takart és takaratlan parcella nedvességtartalma



11. ábra 15-30 cm-es réteg takart és takaratlan parcella nedvességtartalma



12. ábra 30-45 cm-es réteg takart és takaratlan parcella nedvességtartalma

4.2. A talajellenállás mérésének eredményei

4.2.1. A takart kezelések talajellenállása

A takart parcellák esetében a 0-15 cm-es rétegben mért talajellenállás között szignifikáns különbség mutatkozott $p < 0,05$ szinten. A tárcsa + henger kezelés ($M = 13,00$, $SD = 2,646$) és a tárcsa kezelés ($M = 24,00$, $SD = 5,292$) között szignifikáns eltérés volt megfigyelhető ($p = 0,023$), ahol a tárcsa kezelés nagyobb talajellenállást eredményezett. Szintén szignifikáns különbség volt a tárcsa és a kultivátor kezelés ($M = 10,00$, $SD = 2,000$) között ($p = 0,007$), amely azt mutatja, hogy a tárcsa magasabb talajellenállást eredményezett,

mint a kultivátor. Ugyanakkor a tárcsa + henger és a kultivátor kezelések között nem volt szignifikáns különbség ($p = 0,593$).

A 15-30 cm-es rétegben a tárcsa + henger kezelés ($M = 26,67$, $SD = 5,033$) és a tárcsa kezelés ($M = 33,67$, $SD = 9,292$) között nem volt szignifikáns különbség ($p = 0,467$). Hasonlóképpen, a tárcsa + henger és a kultivátor kezelés ($M = 20,00$, $SD = 5,292$) között sem mutatkozott szignifikáns eltérés ($p = 0,497$). A tárcsa és a kultivátor kezelések közötti különbség viszont közel állt a szignifikanciahatárhoz ($p = 0,108$), jelezve, hogy a tárcsa kezelés nagyobb talajjellenállást eredményezhetett volna.

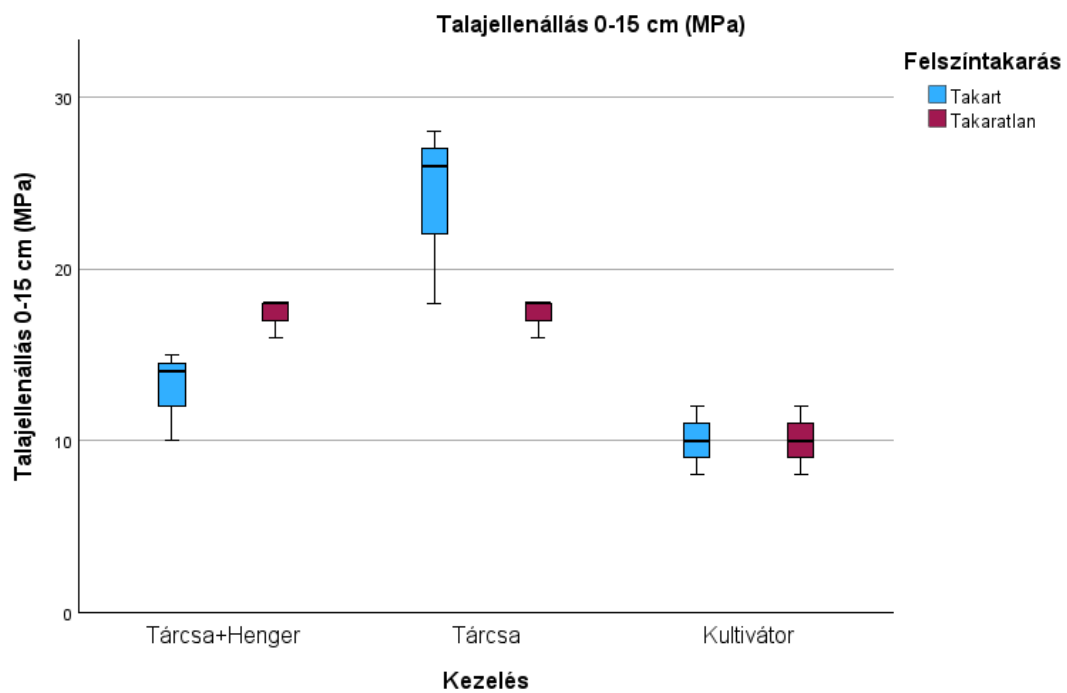
A 30-45 cm-es rétegben a tárcsa kezelés ($M = 51,33$, $SD = 3,055$) talajjellenállása szignifikánsan magasabb volt, mint a tárcsa + henger kezelés ($M = 40,67$, $SD = 4,163$) (különbség = $-10,667$, $p = 0,075$) és a kultivátor kezelés ($M = 34,67$, $SD = 6,429$) ($p = 0,012$). A tárcsa + henger és a kultivátor kezelések között nem mutatkozott szignifikáns különbség ($p = 0,338$).

4.2.2. A takaratlan kezelések talajjellenállása

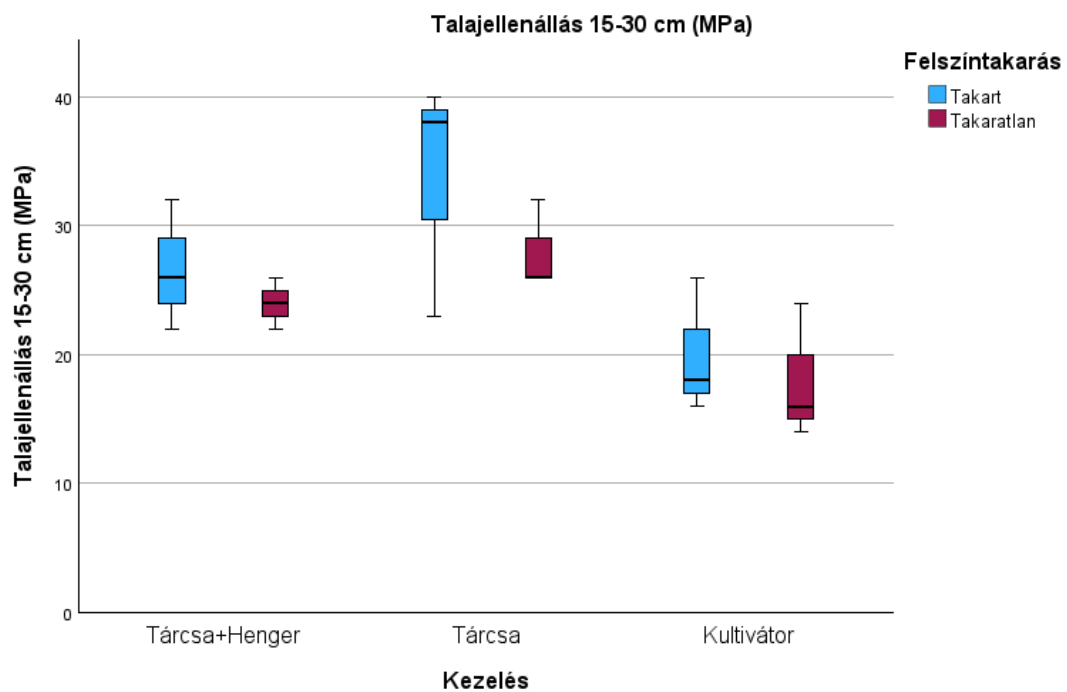
A takaratlan parcellák esetében a 0-15 cm-es rétegben mért talajjellenállás között nem mutatkozott szignifikáns különbség $p < 0,05$ szinten. A tárcsa + henger kezelés ($M = 17,33$, $SD = 1,155$) és a tárcsa kezelés ($M = 17,33$, $SD = 1,155$) értékei azonosak voltak, míg a kultivátor kezelés talajjellenállása ($M = 10,00$, $SD = 2,000$) alacsonyabb volt, de nem szignifikánsan különbözött a másik két kezeléstől.

A 15-30 cm-es rétegben a talajjellenállás szintén nem mutatott szignifikáns eltérést a kezelések között. A tárcsa + henger kezelés ($M = 24,00$, $SD = 2,000$), a tárcsa kezelés ($M = 28,00$, $SD = 3,464$), és a kultivátor kezelés ($M = 18,00$, $SD = 5,292$) közötti különbségek nem érték el a statisztikai szignifikancia szintjét, bár a tárcsa kezelés magasabb talajjellenállást eredményezett a kultivátor kezeléshez képest.

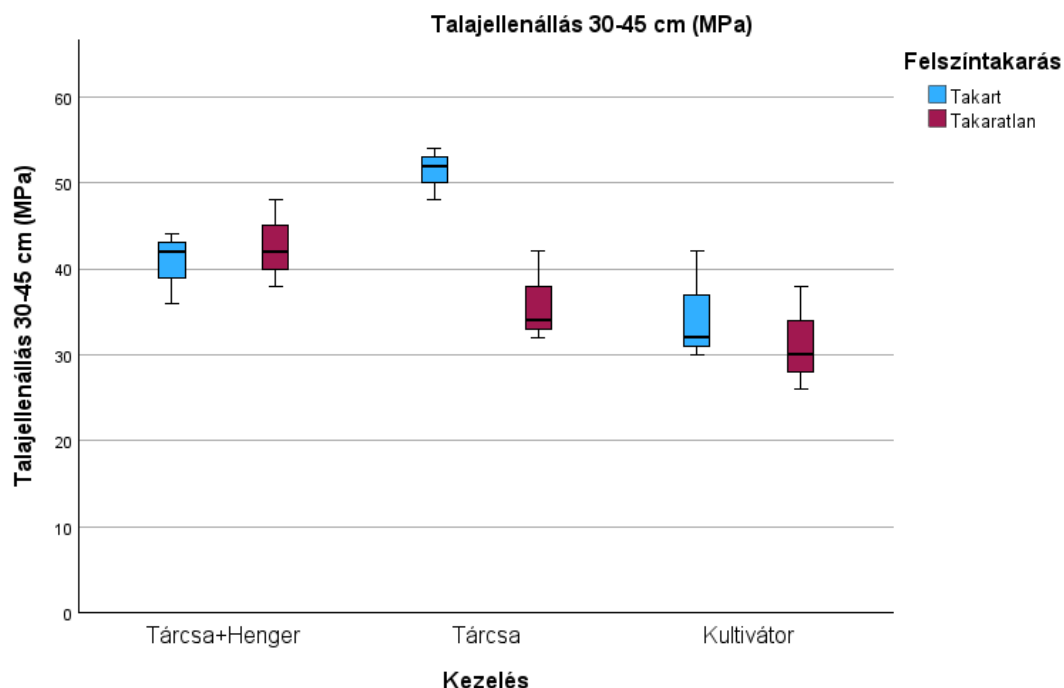
A 30-45 cm-es rétegben sem mutatkozott szignifikáns különbség a kezelések között. A tárcsa + henger kezelés ($M = 42,67$, $SD = 5,033$) talajjellenállása magasabb volt, mint a tárcsa kezelés ($M = 36,00$, $SD = 5,292$) és a kultivátor kezelés ($M = 31,33$, $SD = 6,110$), azonban ezek a különbségek nem bizonyultak statisztikailag szignifikánsnak.



13. ábra 0-15 cm-es réteg takart és takaratlan parcella talajellenállása



14. ábra 15-30 cm-es réteg takart és takaratlan parcella talajellenállása



15. ábra 30-45 cm-es réteg takart és takaratlan parcella talajellenállása

4.3. A felszínborítás vizsgálat eredményei

Egytényezős varianciaanalízist (ANOVA) végeztem a különböző kezelések felszínborítottsági eredményeinek összehasonlítása érdekében, hogy feltárjam a különböző művelőeszközök és technológiák hatását a betakarítás után visszamaradt tarlómaradványok és mulcs bekeverésére. A vizsgálatot mind a szalmával takart, mind a takaratlan parcellákon elvégeztem.

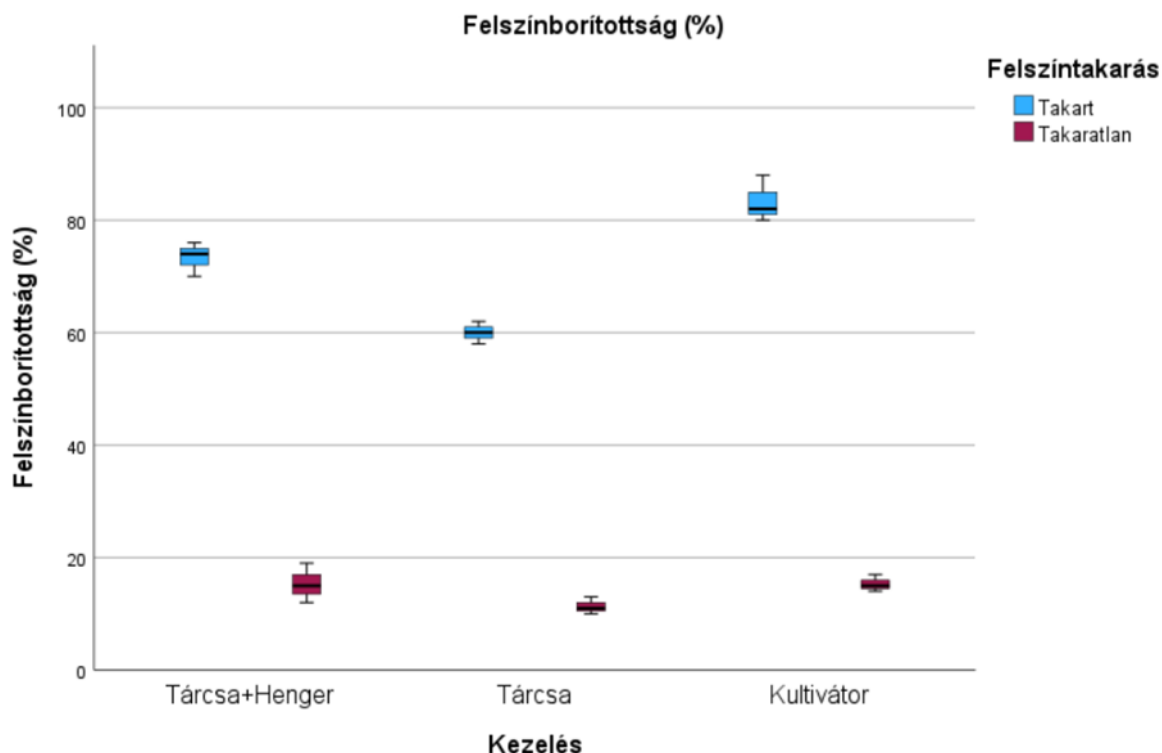
4.3.1. A takart kezelések borítottsága

A takart parcellák felszínborítottságának vizsgálata során szignifikáns különbség mutatkozott a művelési módok között ($p < 0,05$). A kultivátor kezelés ($M = 83,33\%$, $SD = 4,163$) szignifikánsan magasabb felszínborítottságot eredményezett, mint a tárcsa + henger ($M = 73,33\%$, $SD = 3,055$) és a tárcsa ($M = 60,00\%$, $SD = 2,000$) kezelések. A tárcsa kezelés pedig szignifikánsan alacsonyabb felszínborítottságot mutatott, mint mind a tárcsa + henger, mind a kultivátor kezelések.

4.3.2. A takaratlan kezelések borítottsága

A takaratlan parcellák esetében azonban nem volt szignifikáns különbség a különböző művelési módok hatása között ($p > 0,05$). Bár a tárcsa + henger és a kultivátor kezelések átlagos felszínborítottsága ($M = 15,33\%$, $SD = 3,512$ illetve $M = 15,33\%$, $SD = 1,528$) magasabb volt,

mint a tárcsa kezelése ($M = 11,33\%$, $SD = 1,528$), a különbségek nem érték el a statisztikai szignifikancia szintjét.



16. ábra Takart és takaratlan parcella felszínborítottsága

4.4. A földigilisztá-egyedszám vizsgálat eredményei

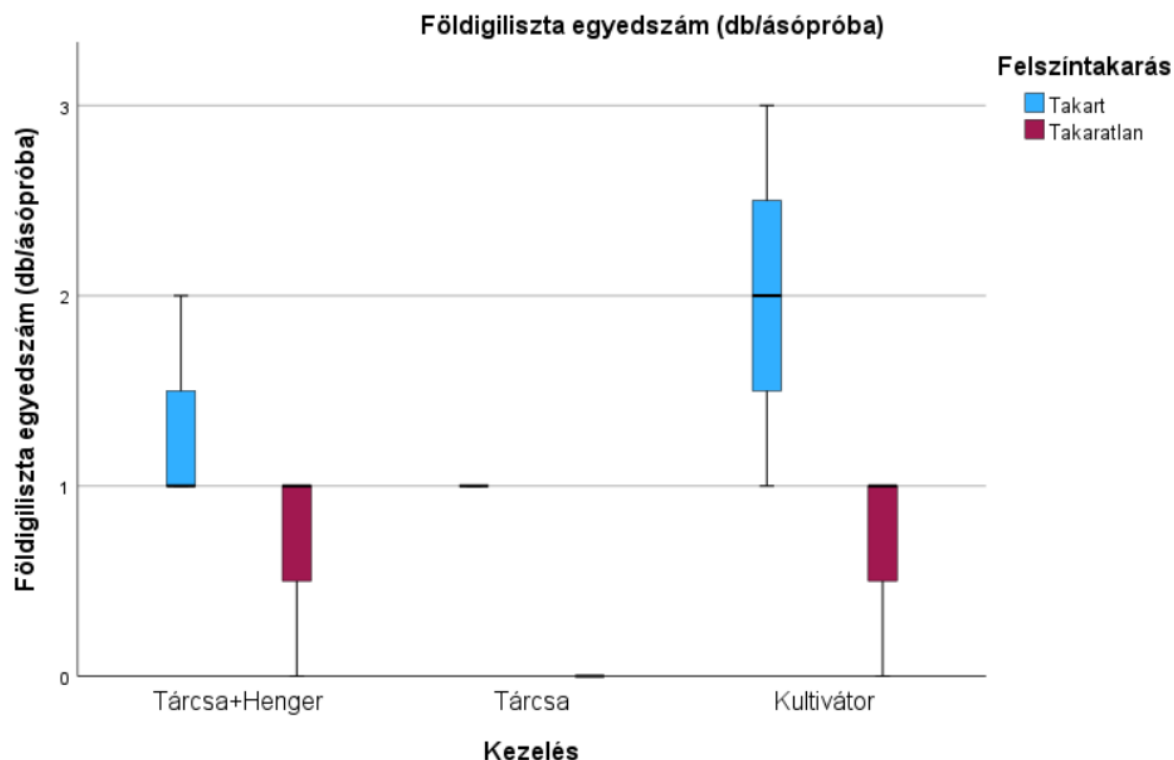
4.4.1. A takaratlan kezelések földigilisztá-egyedszáma

A földigilisztá egyedszám tekintetében a tárcsa + henger és a kultivátor kezelések átlagosan 0,67 db/ásópróba értéket mutattak, míg a tárcsa kezelésnél nem volt kimutatható földigilisztá egyedszám (átlag: 0,00 db/ásópróba). A statisztikai elemzés szerint a kezelések között nem volt szignifikáns különbség ($p > 0,05$), hiszen az összesített eredmények nem mutattak szignifikáns eltérést az egyes kezelések között.

4.4.2. A takart kezelések földigilisztá-egyedszáma

A takart területeken a tárcsa + henger kezelés átlagosan 1,33 db/ásópróba földigilisztát eredményezett, míg a tárcsa kezelésnél 1,00 db/ásópróba, a kultivátor kezelésnél pedig 2,00 db/ásópróba egyedszámot mértünk. Bár a kultivátor kezelésnél magasabb volt a földigiliszták száma, statisztikai értelemben nem alakult ki szignifikáns különbség a kezelések között ($p >$

0,05). A kultivátor kezelés hatása tehát némileg kedvezőbb volt a gilisztapopuláció tekintetében, de ez az eltérés statisztikailag nem volt bizonyítható.



17. ábra Takart és takaratlan parcella földigiliszták egyedszáma

4.5. Az agronómiai szerkezet vizsgálatának eredményei

4.5.1. A takart kezelések agronómiai szerkezete

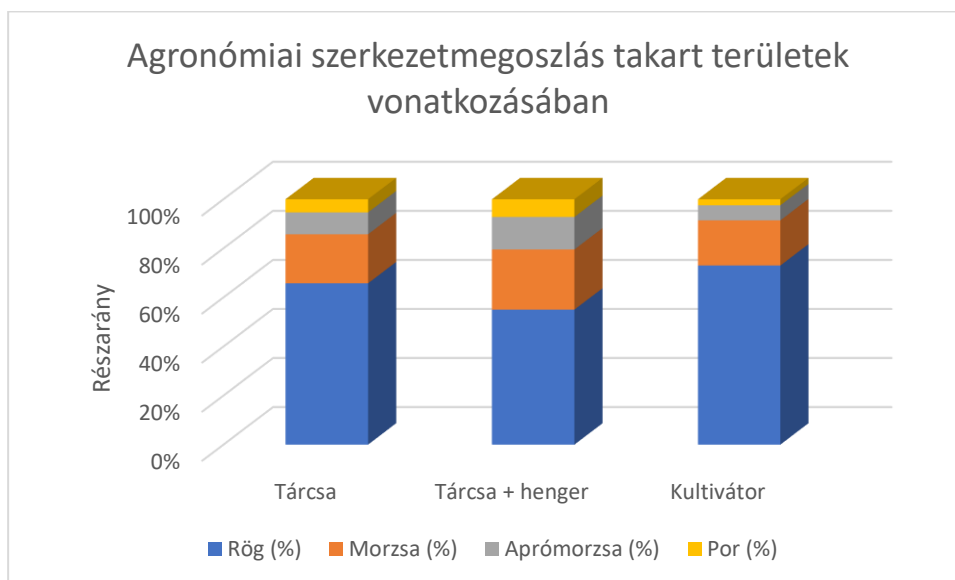
A rögzépződés tekintetében a különböző kezelések között jelentős szignifikáns különbségek mutatkoztak. A tárcsa + henger kezelés szignifikánsan alacsonyabb rögzfrakciót eredményezett, mint a tárcsa (különbség = -5,867, $p < 0,000$) és a kultivátor (különbség = 8,967, $p < 0,000$). Ugyanakkor a tárcsa kezelés szintén magasabb rögzfrakciót mutatott a kultivátor kezeléshez képest.

A morzsa részarány tekintetében a tárcsa + henger kezelés szignifikánsan magasabb arányt eredményezett, mint a tárcsa (különbség = 6,167, $p < 0,000$), míg a kultivátor esetén szignifikánsan alacsonyabb volt a morzsa aránya. Hasonlóan, a tárcsa kezelés is jelentős különbséget mutatott a kultivátor kezeléshez képest, ahol a morzsafrakció alacsonyabb volt.

Az apró morzsafrakció esetén nem minden kezelés között alakult ki szignifikáns különbség. A tárcsa + henger és a tárcsa kezelés között nem volt jelentős eltérés (különbség = -0,433, $p = 0,264$). Ugyanakkor a kultivátor kezelés esetén szignifikánsan alacsonyabb apró morzsafrakciót

figyeltek meg mind a tárcsa + henger (különbség = -2,567, $p < 0,000$), mind a tárcsa kezeléshez képest.

A por részarány tekintetében a kultivátor kezelés szignifikánsan magasabb arányt eredményezett, mint a tárcsa + henger (különbség = 1,300, $p < 0,000$) és a tárcsa kezelés (különbség = 1,167, $p < 0,000$). A tárcsa és a tárcsa + henger kezelések között azonban nem alakult ki szignifikáns különbség.



18. ábra Takart parcella agronómiai szerkezete

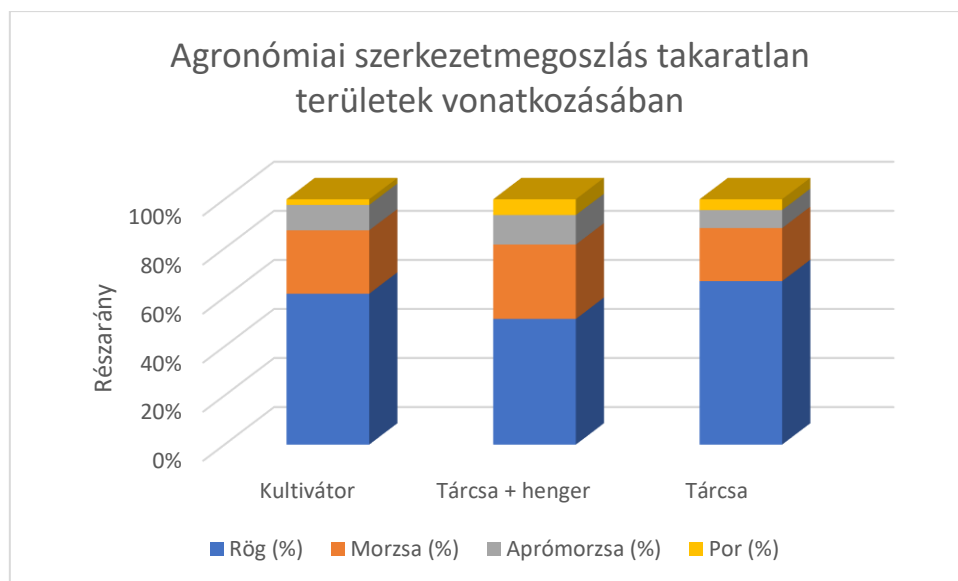
4.5.2. A takart kezelések agronómiai szerkezete

A takaratlan parcellákon végzett különböző talajművelési módok jelentős hatással voltak a röghfrakció alakulására. A tárcsa + henger kezelés esetében szignifikánsan alacsonyabb volt a röghfrakció, mint a tárcsa (különbség = -13,433, $p < 0,000$) és a kultivátor (különbség = -3,633, $p < 0,000$) kezelések esetén. A tárcsa kezelés esetében magasabb röghfrakció volt megfigyelhető, mint a kultivátor kezelésnél.

A morzsa frakció tekintetében a tárcsa + henger kezelés szignifikánsan magasabb értéket eredményezett, mint a tárcsa (különbség = 8,133, $p < 0,000$) és a kultivátor kezelés (különbség = 4,600, $p < 0,000$). Ugyanakkor a tárcsa kezelés is szignifikáns különbséget mutatott a kultivátorhoz képest, ahol alacsonyabb volt a morzsafrakció aránya.

Az apró morzsafrakció esetében a tárcsa + henger kezelés szignifikánsan magasabb arányt mutatott a tárcsa kezeléshez képest (különbség = 5,200, $p < 0,000$). A tárcsa és a kultivátor kezelések közötti különbség is jelentős volt, ahol a tárcsa kezelés magasabb apró morzsafrakciót eredményezett.

A por részaránya tekintetében a kultivátor kezelés szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a tárcsa + henger (különbség = -0,533, $p = 0,009$) és a tárcsa kezelés (különbség = -0,633, $p = 0,004$). A tárcsa + henger és a tárcsa kezelések között nem alakult ki szignifikáns különbség.



19. ábra Takaratlan parcella agronómiai szerkezete

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A tárcsás művelés erős bolygatással jár, ami jelentősen befolyásolja a talaj szerkezetét és tulajdonságait. A művelés során különösen a takaratlan felszínen eredményezett alacsonyabb nedvességtartalmat. A tárcsás művelés egy rögzös felszínt hozott létre, így a talajfelszín nagyobb mértékben volt kitéve a szélnek és a napsugárzásnak, ami gyorsabb párolgáshoz vezetett. A takart parcellákon a szalma csökkentette a párolgást, ezért a nedvességveszteség kis mértékben mérséklődött, de a sima tárcsás művelés itt is kedvezőtlenebb eredményeket hozott más művelési módokhoz képest. Smith és Brown (2019) rámutattak a talajtömörödés negatív hatásaira a növények növekedésére és a talaj egészségére. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a tárcsás művelés nagyobb talajellenállást eredményezett, amely kedvezőtlenebb feltételeket teremt a gyökérzet számára. Ez alátámasztja a vizsgálatban szereplő következtetéseket a talajtömörödéssel kapcsolatban. A takart parcellákon mérséklődtek ezek az értékek, de így is hajlamosabb volt a tömörödés kialakulására, mint a többi módszer. A felszínborítottság tekintetében alaposan megbolygatta a talaj felszínét ezáltal a szalmaborítottság csökkent. Ez azt eredményezte, hogy a borítottság egyenlőtlenebb lett, így csökkent a talaj vízmegtartó képessége. Takaratlan parcellákon ez a módszer kevésbé volt hatékony a felszínvédelem szempontjából, mivel a rögzösödés növelte az erózió veszélyét.

A tárcsa és henger kombinációja kiegyenlítetteb felszínt hozott létre, mivel a henger lezárja a talaj felszínét, ami csökkenti a rögzösödést és mérsékli a párolgást. Ez a módszer különösen a takart felszínen bizonyult hatékonynak. Az eredmények tükrében megállapítható, hogy ez a hatás összhangban áll Birkás (2010d) kutatásával, amely a mulcsozás pozitív hatását hangsúlyozza a talaj fizikai szerkezetének megőrzésében és a vízveszteség csökkentésében. A tárcsa és a henger kapcsolata hatékonyabbnak bizonyult a nedvesség megőrzésében, mint a sima tárcsás művelés különösen a takart parcellákon. A hengeres zárás csökkentette a talaj felszínének párolgását, így a talajnedvesség magasabb maradt. Takaratlan parcellákon ez a módszer valamelyest csökkentette a nedvességveszteséget, de nem olyan mértékben, mint a szalmával borított területeken. A henger által végzett felszíni zárás mérsékelte a rögzösödést, így csökkent a talajellenállás. Takart parcellákon a henger használata további csökkenést mutatott a talajellenállás tekintetében. A henger használata kis mértékben ugyan, de az egyenletesebb talajfelszínnek köszönhetően javított a borítottságon is. Blanco-Canqui és Lal (2007) a talajtakarás pozitív hatásait hangsúlyozták, különösen a talaj szerkezetének javításában és a vízveszteség csökkentésében. A szalmával borított parcellákon végzett művelési módszerek

eredményei alátámasztják, hogy a talajtakarás jelentős szerepet játszik a talaj szerkezetének fenntartásában és az erózió elleni védekezésben. A henger használatával a földigiliszták száma sem csökkent olyan mértékben, mint a sima tárcsás művelésnél.

A kultivátoros művelés a talaj mélyebb rétegét is átdolgozza, de a művelést kevésbé jellemzi intenzív keverés ezáltal kedvezőbb feltételeket biztosít. Kiemelkedően jó eredményeket mutatott a talajnedvességmegőrzésében, különösen a takart parcellákon, mivel a kultivátor kisebb mértékben bontotta meg a talaj felszínét és vissza is zárta azt. A szalmaborítás különösen hatékonynak bizonyult a nedvesség megtartásában, ugyanakkor takaratlan parcellákon is a kultivátor bizonyult a legelőnyösebb eszköznek. A kultivátorral végzett művelés során mért talajjellenállás alacsonyabb volt, mivel az eszköz kevésbé tömörítette a talajt, különösen takart parcellákon. Takaratlan parcellákon is kedvezőbb volt a talajjellenállás mérséklésében, mivel rögzmentesebb lazább talajréteget eredményezett. A felszínborítottság magasabb maradt, mivel nem keverte oly mértékben össze a talaj felszínét, mint egy tárcsás művelés. A földigiliszták terén a kultivátoros művelés teremtette meg a legkedvezőbb körülményeket, különösen a takart felszínen, ahol a szalma és a kíméletes művelés ideális körülményeket teremtett a földigiliszták számára. Ez a Birkás és Gyuricza (2000) által is alátámasztott eredmény a talaj szerkezetének javulásával jár, mivel a kíméletesebb művelési módok támogatják a talaj biológiai aktivitását és elősegítik a talajlakó élőlények, például a földigiliszták életfeltételeinek fenntartását.

Javaslataim a következők:

- Azokon a területeken, ahol az aszályos időszakok gyakoriak, a mély művelés kerülendő, mivel az fokozza a talaj vízvesztését. A sekély művelés hatékonyabb megoldást jelenthet, amely megőrzi a talaj víztartalmát és kedvezőbb körülményeket biztosít a növények számára.
- A talaj szerkezetének megóvása érdekében érdemes a kultivátorral végzett, sekély művelési módot választani. Ez a módszer nemcsak a talaj vízmegőrző képességét javítja, hanem a biológiai aktivitást is fokozza, különösen a földigiliszták számára kedvező környezetet teremtve.
- A tárcsás műveléseket célszerű elkerülni a henger kapcsolata nélkül még szalmával takart tarlók esetében is. Sekélyebb művelés, esetleges külön menetben végzett hengerezés beiktatásával az eszköz használata javasolható.
- A túlzott bolygatás csökkenti a felszínborítottságot, különösen takart felszíneken, javasolt minimalizált művelést alkalmazni

- A takart területek hántását célszerű minél később elvégezni a takaratlannal ellentétben, mielőbb el kell végezni.
- A földigiliszták egyedszáma a takart nedvesebb talajú parcellákban volt magasabb, így célszerű ilyen feltételeket kialakítani.
- A szalma talajborításként történő alkalmazása különösen ajánlott, mivel mérsékli a talaj párolgási veszteségét és csökkenti a hőmérsékletingadozásokat.
- Annak érdekében, hogy a gazdálkodók jobban megértsék, mely talajművelési módszerek a leghatékonyabbak, javasolt a talajnedvesség és a biológiai aktivitás rendszeres monitorozása.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A klímaváltozás hatásai egyre komolyabb kihívások elé állítja a szántóföldi növénytermesztést, mivel a csapadék egyre szélsőséesebben oszlik el, így a talajművelési és talajtakarási technológiáknak kiemelt szerepe van a talajban tárolt víz megőrzésében és a párolgási veszteség csökkentésében. Hazánkban a legelterjedtebb tarlóhántási gyakorlatokat elsősorban a tárcsás munkaeszközökkel végzik el. Az tárcsás eszközök hengerrel való használata azonban jobb művelési minőséget eredményez, ezért a dolgozat célja ezen különböző technológiák, más eszközök összehasonlítása volt, hogy a gazdálkodók számára világossá váljanak ezek a művelési módok előnyei és hátrányai.

A kutatás helyszíne az Alföldön volt Szentés külterületén, ahol kötött talajon az elmúlt években megszokottnál csapadékosabb évben végeztem el a vizsgálatokat. A családi gazdaságunk 2,5 hektáros őszi árpa tábláján került beállítása a vizsgálat. A parcellák felén a felszínt szalmával takartuk, míg a másik fele takaratlanul maradt. A műveléseket három különböző eszközzel (Rába Ih 10-770 tárcsa, Rába Ih 10-770 + ékgyűrűs henger kapcsolata, RAU kultivátor) végeztük el.

A különböző művelések összehasonlításaként 8 héten keresztül talajnedvesség és ellenállás méréseket végeztem 10cm-es léptékben 50 cm-es mélységig. Meghatároztam a kezelések bekeverési képességét, illetve földigiliszta egyedszámát. Ezekből az eredményekből statisztikai elemzést folytattam a vizsgált paraméterek alapján és összehasonlítottam őket.

Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a tarló hántásának minőségét nagy mértékben befolyásolja a felszín borítottsága, illetve a kiválasztott eszköz. A különbségek hol kisebb hol nagyobb mértékben megjelentek az egyes művelési módok és takart vagy takaratlan felszín között. A dolgozat eredményei alapján a gazdálkodók számára javasolt, hogy a talaj típusához és az időjárási viszonyokhoz igazodva válasszanak talajművelési eszközöket és beállításokat. A különböző művelési technológiák tudatos alkalmazása révén a gazdák optimalizálhatják a talajművelést, és hosszú távon is fenntarthatják a talaj termékenységét, figyelembe véve a klímaváltozás kihívásait.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. Barczy, A., Pusztai, T., & Láng, J. (2014). Cultivator Use and Soil Quality in Germany: Effects on Earthworm Activity. *European Soil Science Journal*, 62(2), 145-152.
2. Birkás, M. (1996a). A talaj vízgazdálkodási problémái és a mezőgazdasági művelési stratégiák alkalmazása. *Talajtan és Mezőgazdasági Kutatások*, 12(1), 34-45.
3. Birkás, M. (2010a). Az aszály hatása a talaj szerkezetére és termékenységére. *Mezőgazdasági Kutatások*, 18(3), 45-54.
4. Birkás, M. (2010b). A talajművelés szerepe a talajminőség megőrzésében és a szikesedés elleni védekezésben. *Mezőgazdasági Tanulmányok*, 16(2), 45-60.
5. Birkás, M. (2010c). A talaj vízháztartása és a tarlókezelési eljárások szerepe. *Mezőgazdasági Kutatások*, 18(3), 45-54.
6. Birkás, M. (2010d). A talajművelési rendszerek fejlesztése és a mulcsozás hatásai. *Mezőgazdasági Technológiai Kutatások*, 35(2), 65–78.
7. Birkás, M., & Gyuricza, C. (2000). A talaj tömörödésének hatása és csökkentési lehetőségek. *Journal of Soil Science*, 12(3), 34-42.
8. Blanco-Canqui, H., & Lal, R. (2007). Mulching effects on soil physical quality. *Soil Science Society of America Journal*, 71(4), 1282-1289.
9. Blaskó, B. (1985). A szántás és hagyományos talajművelési módszerek hatása a talajra Magyarországon. *Talajtani Közlemények*, 9(3), 45-53
10. Blaskó, L. (1985b). A talaj kémhatásának szerepe a növénytermesztésben. *Agrártudományi Közlemények*, 24(1), 67-74.
11. EU Mezőgazdasági Rendelet. (2022). Az Európai Unió kondicionalitási követelményei és azok hatásai a fenntartható mezőgazdaságra. Európai Unió Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Főigazgatósága.
12. Greenland, D. J., & Szabolcs, I. (1993). *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. CABI.
13. Gruiz, K. (1999). A talajvédelmi stratégia alapjai. *Mezőgazdasági Közlemények*, 10(4), 67-74.
14. Gupta, A., Rico-Medina, A., & Caño-Delgado, A. I. (2021). The physiology of plant responses to drought. *Science*, 373(6556), 1400-1404. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aba4685>
15. Harnos, Z. (2005). A globális felmelegedés hatásai a talajra és a mezőgazdaságra. *Agrárklíma Kutatások*, 18(2), 56-64.

16. Harnos, Z. (2005). A klímaváltozás hatása a talajok szervesanyag-tartalmára. *Talajtan és Klímaváltozás*, 12(3), 45-58.
17. Horosziné G. M. (2010): Birtoktervezési és rendezési ismeretek 10., Vízügy és Környezetvédelem. Nyugatmagyarországi Egyetem. Online tankönyv.
18. Huisz, A., Várallyay, G., & Szabolcs, I. (2006). A talajtakaró anyagok hatása a talaj szervesanyag-tartalmára. *Talaj és Vízgazdálkodási Kutatások*, 12(4), 45–58.
19. IPCC. (2021). Sixth Assessment Report. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
20. Jones, M., Smith, L., & Brown, T. (2015). Soil-borne diseases and management in conservation tillage systems. *Journal of Plant Pathology*, 43(1), 97-105.
21. Juhász, T. (2020). A no-till technológia előnyei és hatásai a talajmegőrzésre. *Mezőgazdasági Innováció és Kutatás*, 28(4), 78-85.
22. Kátai, J. (2010). A talajművelés szerepe a talaj egészségének megőrzésében. *Mezőgazdasági Kutatások*, 14(1), 30-38.
23. Kovács, A. (2021). A termőföld védelméről szóló 2007. évi CXXIX. törvény elemzése. *Talajvédelem és Fenntarthatóság*, 10(1), 12-23.
24. Lakatos, M., et al. (2012). Climate extremes and their impact on Hungarian agriculture. *Journal of Agricultural Science*, 14(2), 67-80.
25. Németh, J. (2019). A talaj vízgazdálkodásának és művelésének összefüggései. *Mezőgazdasági Szemle*, 11(1), 34-41
26. Németh, T. (2021). A mustár és a rozs szerepe a talajtakarásban és a talaj szerkezetének javításában. *Magyar Agrártudomány*, 29(1), 67-79.
27. Perkun, T., & Claupein, W. (2006). Weed Seed Bank Dynamics as Affected by Different Soil Tillage. *Journal of Agronomy*, 105(3), 567-573.
28. Pethő, J. (1993). A talaj biológiai aktivitásának változása aszályos körülmények között. *Talajtani Közlemények*, 9(2), 34-41.
29. Rakonczai, J. (2006). A talajvízszint csökkenésének hatása a Kárpát-medencében. *Környezetvédelmi Kutatások*, 20(4), 23-30.
30. Reicosky, D. C., & Lindstrom, M. J. (1993). No-till technology and its impact on soil erosion. *Soil Science Journal*, 44(1), 100–115. <https://doi.org/10.2136/sss1993.441100>
31. Smith, J., & Brown, R. (2019). Impacts of Soil Compaction on Crop Growth and Soil Health. *Journal of Agricultural Science*, 37(4), 321-330.
32. Soane, B. D., & Ouwerkerk, C. (1994). Soil compaction problems in world agriculture. Elsevier.

33. Stefanovits, P. (1999). Talajtan. Akadémiai Kiadó.
34. Szalai, G. (2012). Az éghajlatváltozás hatásai a magyar mezőgazdaságban. Klímavédelmi Tanulmányok, 5(3), 44-58.
35. Szalai, G. (2019). A lucerna alkalmazása száraz talajok takarására és szerepe a talajnedvesség megőrzésében. Mezőgazdasági Kutatások, 22(2), 112-123.
36. Tóth, E. (2015). A pillangósvirágúak nitrogénmegkötő szerepe a fenntartható mezőgazdaságban. Növénytermesztés és Környezetvédelem, 13(1), 34–42.
37. Várallyay, G. (2005). Az éghajlatváltozás hatása a talaj vízgazdálkodására Magyarországon. Talajvédelem, 19(3), 33-40.
38. Várallyay, G. (2015). A talaj termékenységének megőrzése Magyarországon. Talajtani Szemle, 23(3), 78-85.
39. Várallyay, G. (2015b). A talaj megőrzésének fontossága és modern tarlógondozási módszerek alkalmazása. Mezőgazdasági Tanulmányok, 19(4), 60-75.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném kifejezni hálámat mindazoknak, akik segítséget nyújtottak a szakdolgozatom elkészítésében és támogatásukkal hozzájárultak ahhoz, hogy ezt a munkát sikeresen megvalósíthassam.

Mindenekelőtt szeretném megköszönni Dr. Kende Zoltán konzulensemnek az értékes útmutatásait, szakmai tanácsait és türelmét, amelyek nélkül a dolgozat nem jöhetett volna létre. Az iránymutatásai és konstruktív visszajelzései nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy szakmailag elmélyülhessek a témában és a lehető legjobb eredményeket érjem el.

Köszönettel tartozom a családomnak is, akik a vizsgálat helyszínét és a parcellák kialakításához szükséges gépeket és eszközöket biztosították, illetve mind anyagilag, mind szellemileg támogattak a dolgozat elkészítésében. A bátorításuk és kitartó segítségük nélkül ez a kutatás nem valósulhatott volna meg.

Nyilatkozat

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: LAZAR CSANÁD MÁRKS
A Hallgató Neptun kódja: 16433X
A dolgozat címe: Különböző talajművelési eljárások összehasonlító elemzése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Növénytermelési-tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agronómia tanszék

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

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

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

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

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

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

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

Kelt: 2024 év 11 hó 04 nap



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

LÁZAR CSANÁD MÁRY (név) (hallgató Neptun azonosítója: 16433X)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: Gödöllő 2024 év november hó 04 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.