



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Mezőgazdasági mérnöki alapképzési szak

Különböző alpművelési módok értékelése kukoricában

Belső konzulens: Dr. Kende Zoltán
egyetemi docens

Készítette: **Bakos Ádám**
RII5RR

Gödöllő

2025

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	4
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1. A kukoricatermesztés hazai és nemzetközi helyzete.....	5
2.2. A kukorica minőségi paraméterei.....	8
2.3. FAO éréscsoportok	9
2.4. Talajállapot jellemzése	9
2.4.1. A talaj szerkezete.....	9
2.4.2. A talaj nedvességtartalma	10
2.4.3. A talajjellenállás	11
2.5. A talajművelés hatása a kukorica tulajdonságaira.....	12
2.6. Talajművelési rendszerek	13
2.6.1. Talajművelési rendszerek kialakulása	13
2.6.2. A talajvédő művelés jelentősége Magyarországon és az EU-ban	15
2.7. A szakirodalmi áttekintés főbb megállapításai.....	18
3. Anyag és módszertan	19
3.1. Gazdaság bemutatása	19
3.2. A kísérlet területének elhelyezkedése, és adottságai.....	19
3.3. A kísérlet agrotechnikájának, körülményeinek bemutatása	20
3.4. Kukorica fiziológiai vizsgálata.....	20
3.5. Talajvizsgálatok.....	21
3.5.1. Talajszerkezet vizsgálat.....	21
3.5.2. Felszínborítottság	22
3.5.3. Földgiliszta abundancia.....	22
3.6. Beltartalmi vizsgálatok, termésbecslés	23
3.6.1. Termésbecslés.....	23
3.6.2. Beltartalmi vizsgálat.....	23
3.7. Statisztikai elemzés	24
4. Eredmények és kiértékelésük	25
4.1. Kukorica fiziológiai vizsgálatának eredményei	25
4.1.1. Növénymagasság.....	25
4.1.2. Szárátmérő.....	26
4.1.3. Zöld levélszám	27

4.2.	Talajvizsgálatok eredményei	28
4.2.1.	Talajszerkezet	28
4.2.2.	Felszínborítottság	30
4.2.3.	Földgiliszta abundancia.....	31
4.3.	Terméskomponensek eredményei	33
4.3.1.	Csőtömeg.....	33
4.3.2.	Csőenkénti sorszám.....	34
4.3.3.	Soronkénti szemszám	35
4.3.4.	Szemek tömege	37
4.3.5.	Termés	39
4.4.	Beltartalmi vizsgálat eredményei	40
5.	Következtetések és javaslatok.....	44
6.	Összefoglalás.....	46
7.	Köszönetnyilvánítás	47
8.	Irodalomjegyzék.....	48
9.	Nyilatkozat	52

1. Bevezetés

A kukorica a mezőgazdasági termelés egyik alapvető növénye. Hazánkban és világszerte egyaránt fontos humán élelmiszer, illetve takarmány forrás. Felhasználása folyamatosan növekszik, emiatt kulcsfontosságú az optimális igények kielégítése, a megfelelő hozam elérése érdekében. Ezért választottam a szakdolgozatom témájaként a kukorica termésmennyiséggel és -minőséggel, valamint a talajegészség alakulásával kapcsolatos kísérletemet.

A kísérletet a Gerjени Agrár Zrt.-vel együttműködve, területileg Tolna vármegyében, Gerjenben végeztem, amely során különböző alapművelések hatásait vizsgáltam. A vizsgálat magába foglalja a növény- valamint a talajegészség, valamennyi növényi jellemző, termésmennyiség és -minőség alapos elemzését és kiértékelését.

Ezen fajta kísérletek eredményei rengeteg hasznos információval szolgálhatnak a gazdálkodók, valamint a kutatók számára, annak érdekében, hogy a lehető legjobb termesztési feltételek mellett gazdálkodhassanak

Célkitűzésem az volt, hogy a kísérlet során a négy alapművelési módot több aspektusból vizsgálva összehasonlítsam, mind a növény- illetve talajegészség szempontjából.

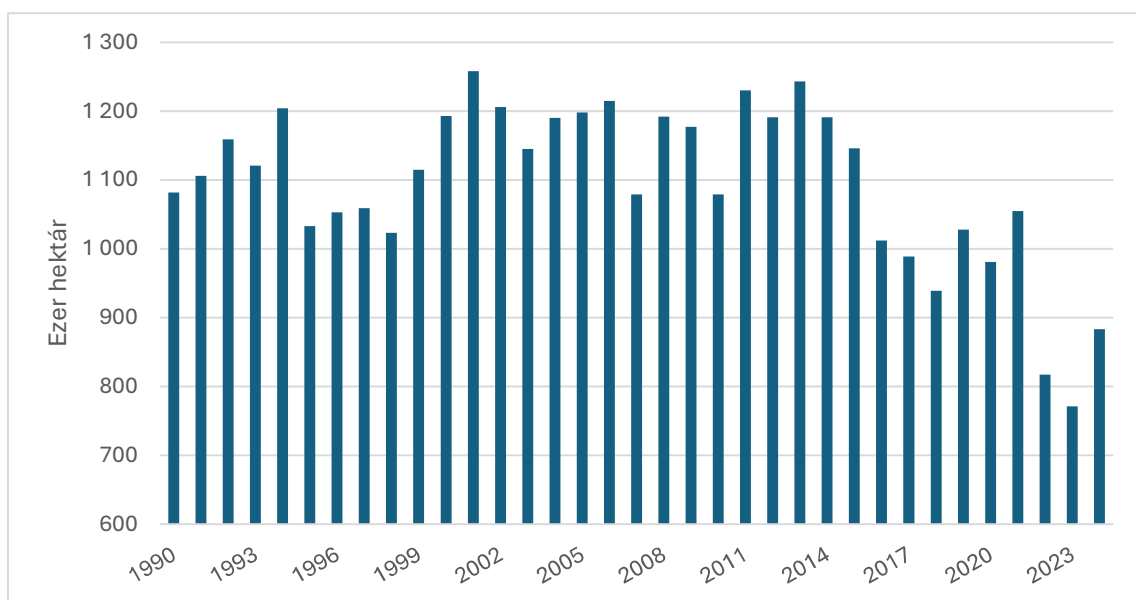
A vizsgálatom során négy különböző alapművelésű (Horsch Tiger, valamint Väderstad TopDown típusú kultivátorral művelt, Vogel&Noot ekével szántott, illetve IH 10-770 tárcsával tarlóhántott min-till) parcellára vetett kukoricát vizsgáltam, amelyeknek nyomon követtem a fiziológiai tulajdonságait, mint például a növénymagasságot, szárátmérőt, zöld levélszámot, valamint elemeztem a beltartalmi értékeit, köztük a keményítő-, olaj-, fehérje-, illetve a nedvességtartalmát. Talajegészség szempontjából figyelemmel kísértem a talajszerkezet frakcióinak változását, a földigiliszta egyedszám alakulását és a talajban lévő tápanyagok mennyiségi változását.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A kukoricatermesztés hazai és nemzetközi helyzete

A kukorica házasítása óta a mezőgazdasági növénytermesztés egyik legfontosabb növénye, mely a sokoldalú felhasználhatóságának köszönhetően nagy népszerűségnek örvend. A termesztése az utolsó évtizedekben ugrásszerűen növekedett a kereslet, valamint a technológiai fejlődés révén. A búzához, illetve a rizshez képest sokoldalúan felhasználható, főként a haszonállatok takarmányozására termesztik, emellett jelentős a humán élelmezésben is. Az utóbbi időszakban kezdett el terjedni, mint ipari energianövény. A búza után, világszerte a második legnagyobb területen termesztett szántóföldi növény, összesen, körülbelül 197 millió hektáros termőterülettel (Erenstein et al. 2022).

Hazai viszonylatban is ez tapasztalható, a szántóföldi növények közül a búza után, a második legnagyobb területről betakarított növény a kukorica. Termésterülete az évek során többnyire állandó volt, kisebb fluktuálás figyelhető meg. Az 1990-es évek óta a vetésterület elérte, illetve meghaladta az egy millió hektárt, egészen 2017-ig, ahol lecsökkent ez az érték alá. Ezt követően néhány évben még elérte az egy milliót, azonban így is csökkenő tendenciát mutat. Az *1.ábra* szemlélteti a kukorica termésterületének változását az 1990-es évektől kezdődően.

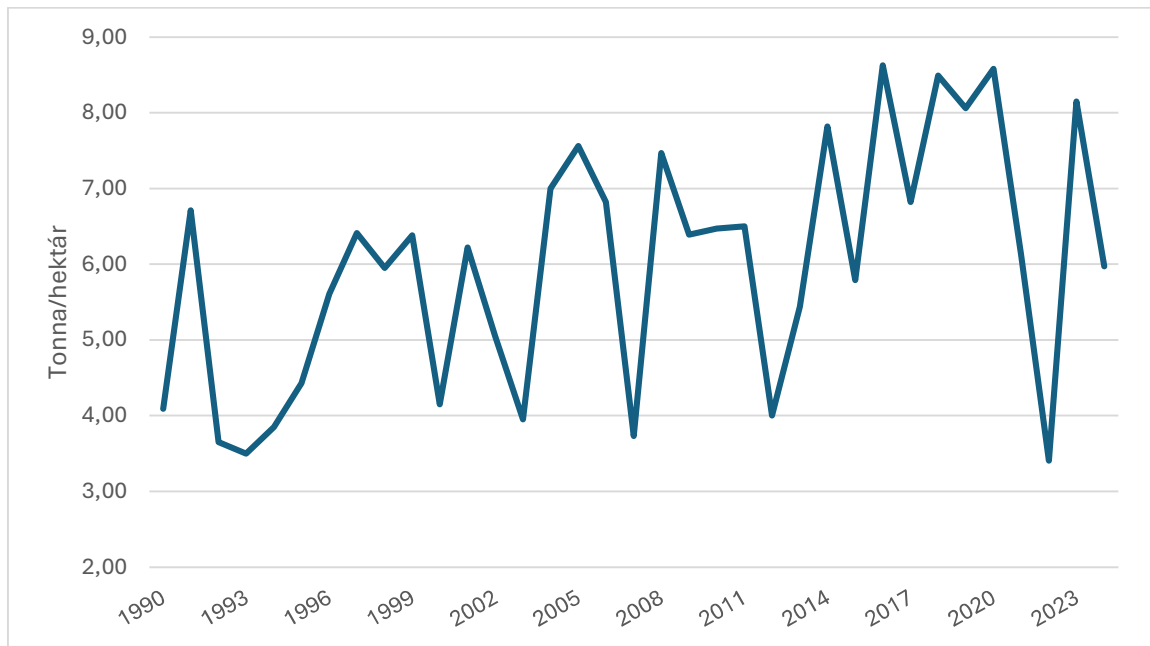


1.ábra: Kukorica termésterületének változása Magyarországon (KSH 2024a).

Saját szerkesztés.

A termésátlag sokkal nagyobb fluktuálást mutat az évek során, az évjáratok sajátosságai, illetve a környezeti tényezők alakulása szerint. Az elmúlt 34 év adatai alapján elmondható, hogy

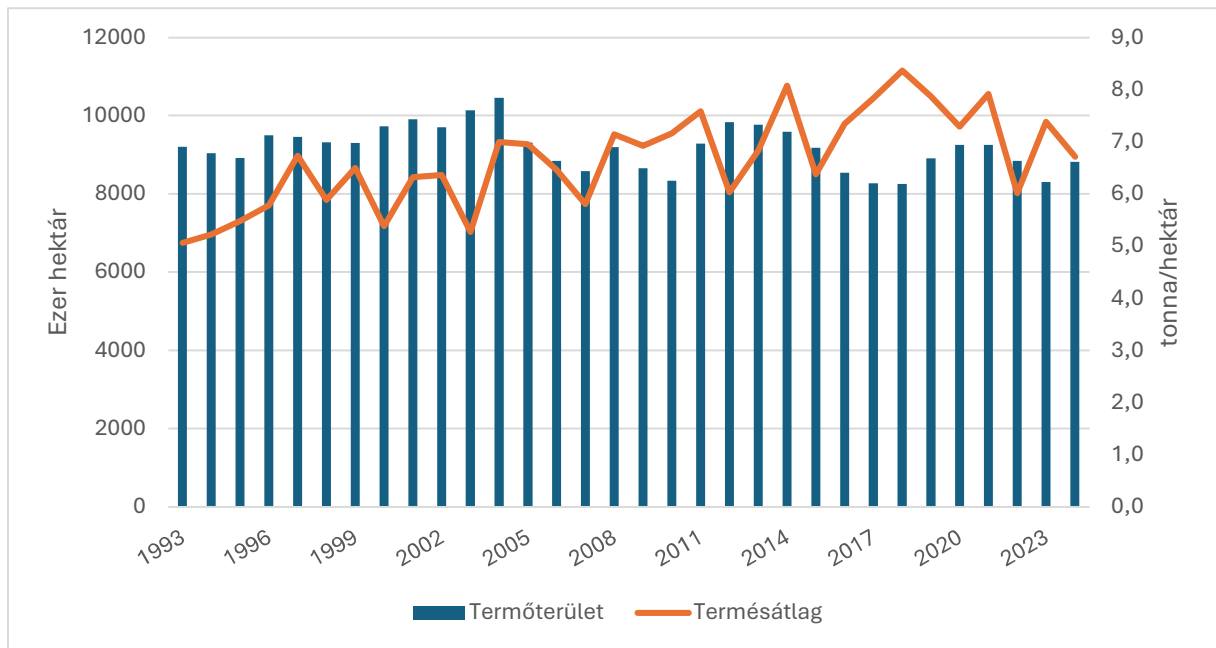
átlagosan 6 tonna/hektár körül alakult a termés hozam, a legrosszabb évjáratban 3,41 tonna/hektár volt a termésátlag, a legjobb évben pedig 8,63 tonna/hektár. A 2. ábra szemlélteti ezen hozamok alakulását az 1990-es évektől kezdődően (KSH 2024).



2. ábra: A kukorica termésátlagának alakulása Magyarországon (KSH 2024b).

Saját szerkesztés.

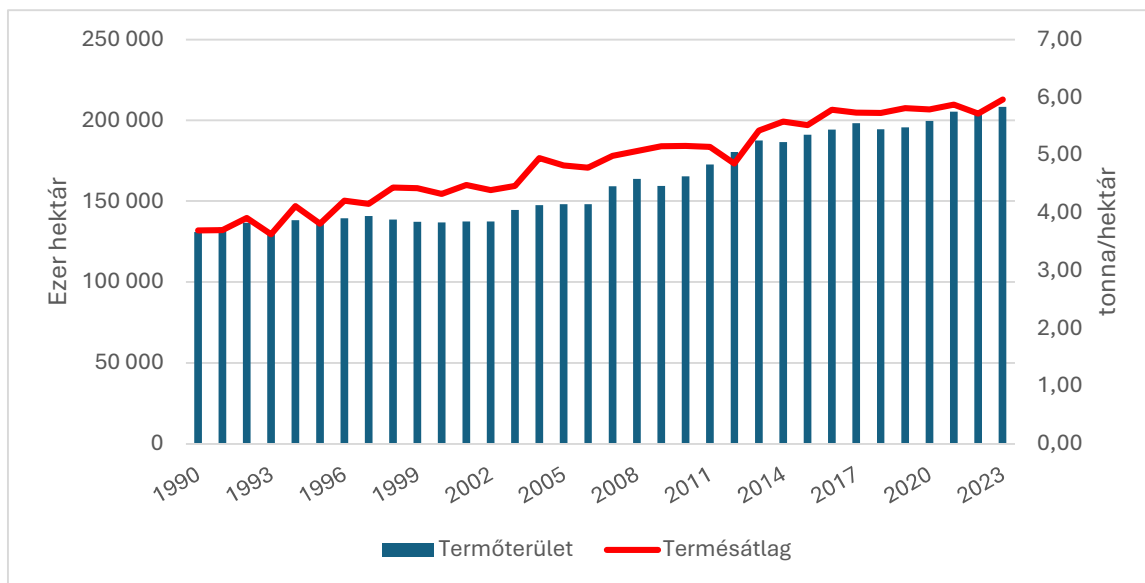
Az Európai Unió országaiban a kukoricatermesztés igen nagy volumenben zajlik. Az 1990-es évektől a termőterülete átlagban elérte, és többnyire meghaladta a 9 millió hektárt, azonban az utóbbi néhány évben itt is csökkenő tendenciát mutat. Jelenleg a legnagyobb kukorica termeszto országok közé tartozik Románia 2,3 millió hektárral, Lengyelország 1,3 millió hektárral, Franciaország 1,6 millió hektárral és Magyarország 0,9 millió hektárral. Ebben az évjáratban a termésátlag 8,1 tonna/hektár körül alakult. A legjobban teljesítő országokban, elérte, és néhány esetben meg is haladta a 10 tonna/hektáros eredményt. Ilyen például Belgium és Spanyolország közel 12 tonna/hektáros átlaggal, valamint Hollandia 11 tonna/hektárral. A 3. ábra mutatja be a termőterület és a termésátlag alakulását az EU-ban 1993-tól kezdődően (EUROSTAT 2025).



3.ábra: A kukorica termésterületének és termésátlagának alakulása az EU-ban (EUROSTAT 2025).

Saját szerkesztés.

A világon a kukorica az egyik legszélesebb körben termesztett gabonaféle. Termőterülete az 1990-es évek óta folyamatosan növekszik, 2023-ra a globális kukoricatermesztés elérte a 200 millió hektárt, ami a mezőgazdasági területek jelentős részét teszi ki. A legjelentősebb termelő ország közé tartozik az Egyesült Államok, Kína és Brazília, ez a három ország a világ kukorica termelésének több mint a felét teszik ki. A termésátlagok a mezőgazdasági technológiák fejlődésével szintén növekedtek, mostanra átlagosan 6 tonna terményt tudtak betakarítani a gazdák hektáronként világszerte. Ez az eredmény a fejlett országokban, a modern mezőgazdasági technológiáknak, illetve a megfelelő környezeti tényezőknek köszönhetően meghaladja a 10 tonna hektáronkénti terméshozamot. Ezzel szemben a fejlődő országokban, ahol sem a technológiai fejlettség, sem az időjárás nem kedvez a gazdáknak, főként Afrika egyes országaiban, ahol a hozam gyakran alig éri el az 1-2 tonnát. A 4. ábra szemlélteti a kukorica termőterületeinek, valamint a hektáronkénti átlagos hozamot világszerte (FAO 2025).



4.ábra: A kukorica termőterületének és termésátlagának alakulása globálisan (FAO 2025).

Saját szerkesztés.

2.2. A kukorica minőségi paraméterei

A minőségi elvárások a kukoricatermesztésnél mind a száraz, mind a változóan nedves körülmények között kiemelkedő jelentőségűek. Száraz viszonyok között a kukorica víztartalma nem haladhatja meg a 14,5%-ot, ami a hosszú távú eltarthatóságot segíti elő, és minimalizálja a penészesedés kockázatát. Ugyanakkor a tisztaságnak minimum 98,0%-osnak kell lennie, ezzel biztosítva, hogy a termés nem tartalmaz nem kívánatos szennyeződések vagy idegen anyagokat. A nyerszsírtartalom (legalább 2,9%) és a nyersrosttartalom (maximum 3,4%) szintén kulcsfontosságúak a takarmány minőségének megítélésénél. A nyersfehérje tartalomnak minimum 7,6% kell lennie, mely rendkívül fontos az állattenyésztési szempontból. Az alacsony nyershamu tartalom (maximum 1,9%) a kukorica nagyobb tisztaságát jelzi. A keverékesség (maximum 2,0%), beleértve a káros keveréket is (maximum 0,5%), szigorúan kontrollálandó, miközben a kicsírázott szemek, hősérült szemek, törött szemek és apró törmelék mennyiségei adott korlátokon belül kell maradjanak. Hősérült szemek esetében a keverékesség terhére a mennyisége emelhető. Abban az esetben, ha nedves a kukorica, a kicsírázott, illetve a hősérült szemek mennyisége a nedves körülményekhez igazodva növekszik. Összességében ezen kritériumok biztosítják a kukorica megfelelő minőségi és tápanyagtartalmi paramétereit, függetlenül attól, hogy milyen körülmények között termesztették, így biztosítva a gazdák, valamint az ipar számára az optimális eredményeket. Az előbb említett paraméterek vizsgálatait az MSZ 12540:1998 szerint végzik (MSZ 12540, 1998).

2.3. FAO éréscsoportok

A FAO számok alapján történő éréscsoportosítás kiemelten fontos a megfelelő kukoricafajta megválasztásában, mivel ezek határozzák meg az egyes fajták érési idejét, ezzel együtt a megfelelő termesztési időszakot. A csoportok kategorizálásának alapjául a különböző tenyészidők szolgálnak, amelyek ismerete megkönnyítheti a gazdálkodók, termelők döntéshozatalát. Az első „szuperkorai” kategóriába (100-199 csoport) tartozó kukoricafajták igen gyorsan képesek elérni a teljes érettségi állapotot, átlagosan 95-105 nap a tenyészidejük. Ezen fajták rendkívül előnyösek lehetnek azon régiókban, ahol a termesztési időszak rövid. Az „igen korai” (200-299), valamint a „korai” (300-399) csoportba tartozó fajtákat azokon a területeken szabad termesztetni, ahol a tenyészidő 130-140 naptól 140-150 napig terjed. A „középérésű” (400-499) és a „késői” (500-599) kukoricafajtákat már olyan termőterületeken is használhatjuk, ahol a termesztési időszak hosszabb, mivel az érési idejük átlagosan 150-170 nap. Az „igen késői érésű” (600-) kategóriába sorolható fajok tenyészideje 170-180 napra tehető, azaz várhatóan október végére, november elejére érnek be. Ezen kategóriákat figyelembe véve a gazdálkodók kiválaszthatják a saját termőterületükre megfelelő kukoricafajtát a környezeti tényezők figyelembevételével, ezzel javítva a terméshozamot és a termelési eredményeket (Marchenko, 2019).

2.4. Talajállapot jellemzése

A talaj, hazánk egyik legjelentősebb, bizonyos feltételek mellett megújuló természeti erőforrása, melynek a megfelelő fizikai és biológiai kondícióban tartása elengedhetetlen a fenntartható fejlődéshez (Várallyay 1999). Növénytermesztésnél fontos, hogy a nem megfelelő művelési gyakorlatok következményeként a talajszelvényben bárhol kialakulhat a növények számára kedvezőtlen állapot (Birkás 2000).

Manninger (1957) szerint a kultivátorok létrejötte lehetőséget kínált arra, hogy a növényeket a forgatásosnál előnyösebb állapotú talajba vessék.

2.4.1. A talaj szerkezete

Manapság az antropogén hatások miatt a talajpusztulás mértéke meghaladja a talajképződés mértékét, amely hosszabb távon gátat szab a fenntartható fejlődésnek. Globális szinten az egyik fő környezeti probléma a talajpusztulás (Pagliai et al. 2004).

A szerkezet a talaj egyik leglényegesebb tulajdonsága, amely közvetlen hatással van a növénytermesztésre. Befolyásolja a gyökeresedés mértékét, valamint a talaj víz- és

levegőháztartását. Ezáltal közvetetten alakítja az edafikus élőlények mozgását (Rabot et al., 2018).

A talajszerkezetnek hívjuk a talaj szilárd alkotóinak térbeli struktúráját. A talajszerkezet a talaj azon állapota, amelynek kialakulása során az elsődleges részecskék összetapadása révén nagyobb méretű, többé-kevésbé ellenálló másod és harmadlagos halmazok, úgynevezett szerkezeti elemek, vagyis aggregátumok jönnek létre (Stefanovits 1992).

A természetes kivánt növények tekintetében az egyik legfontosabb faktor, mivel ez határozza meg azt a mélységet, ameddig a növények gyökerei képesek a talajba hatolni, illetve a talaj vízbefogadó képességét, valamint befolyásolja a nedvesség, levegő és a talajlakó élőlények mozgását (Pagliai et al. 2004).

Rátonyi (2006) szerint a szerkezeti elemeken belül és azok között alakjuktól, méretüktől, térbeli elhelyezkedésüktől függően, különböző nagyságú és formájú hézagok alakulnak ki, amelyet együtt alkotják a talaj pórusrendszerét. Ez a rendszer befolyásolja a talaj víz-, levegő-, hő- és tápanyag háztartását, a természetű növények gyökeresedési mélységét, valamint a biológiai aktivitást. Optimális esetben a porozitás 50-60 térfogatszázalék.

A szerkezet javulása kapcsolatban áll a talajlakó élőlények, biológiai aktivitásának növekedésével. A forgatás nélküli művelés a földigiliszták számára megfelelő környezeti igényeket teremt, mivel a növényi maradványok révén tápanyaghoz jutnak a talajfelszín közeli rétegekben. Tevékenységük következtében pedig javul a talajszerkezet (Barczi et al. 2014).

Agronómiai szempontból a talaj részecskéit formájuk, illetve méretük szerint tudjuk osztályozni. 0,25 mm átmérő alatt por, 0,25 – 10 mm között morzsa, 10 mm felett pedig rögfractionnak nevezzük. Abban az esetben ideális a talajszerkezet, ha a frakciók legalább 80%-át morzsa alkotja (Stefanovits 1992).

Celik (2005) szerint a forgatásos művelés okozta bolygatás, a talajalkotó részecskék stabilitását jelentősen ronthatja. Ezzel szemben, a talajkímélő művelési formáknál, például a direktvetésnél, a növényi mulcs javítja a talaj szerkezetét (Somasundaram et al. 2016).

2.4.2. A talaj nedvességtartalma

A talaj különböző degradációs folyamatai közül a talajtömörödés az egyik legnagyobb károkozó, mivel elterjedését tekintve világszerte jelentős, illetve nehezen kivédhető (Birkás 2001, Jones & Montanarella 2003).

Ouwerkerk & Soane (1994) véleménye szerint ezt legnagyobb mértékben a nedvességtartalom tudja befolyásolni.

Az optimálisnál nagyobb nedvességtartalomnál végzett talajmunkáknál a művelőeszközök gyúrnák, kenik a talajt ezáltal káros tömör réteg alakul ki. Az ideálisnál alacsonyabb nedvességnél, a nem megfelelő eszközök rögsítik, porhanyítják a talajt (Birkás 2001).

Mivel hazánk legnagyobb víztározója maga a talaj, ezért fontos, hogy olyan talajhasználatot alakítsunk ki, mely elősegíti a lehulló csapadék talajba jutását, ezáltal csökkenthetők a kritikus vízháztartású időszakok okozta károk (Várallyay 2006).

A kedvezőtlen talajállapot meggátolja a lehulló csapadék talajba szivárgását, valamint negatív hatással van a már talajban lévő víz hasznosulására is. Hazánkban egyre nagyobb rendszerességgel figyelhetők meg szélsőséges időjárási körülmények, különösen a hosszú száraz időszakok, az aszályos évjáratok. Ezért különösen fontos a meglévő vízkészlet megtartása és a veszteség mérséklése (Gyuricza 2014).

Nedvességveszteség csökkenését elérhetjük a talajfelszín takarásával, a talajforgatások megfelelő időzítésével, és számának csökkentésével (Gyuricza et al. 2004).

Lal & Mulumba (2008) szintén megfigyelték, hogy a mulccsal fedett talajon a nedvességtartalom növekedett.

Közvetlenül a betakarítás után végzett sekély művelés jótékony hatással lehet a talajnedvességre, azáltal, hogy a fellazított talajt kellően tömörítjük. Az így megmunkált talajt az első csapadék kiegyenlítően fogja átítani (Manninger 1957). A lehulló eső mértéke jelentős befolyással van a különböző művelési formák talajra gyakorolt hatására. A különböző talajművelési formák, valamint a talaj vízháztartása között közvetlen kapcsolat figyelhető meg. Legjelentősebb mértékben a direktvetésnél figyelhető meg, ugyanis itt a legcsekélyebb a nedvességveszteség, amely a fennmaradó növényi maradványokra, mulcsra vezethető vissza (László 2007).

2.4.3. A talajellenállás

A talajtömörödés viszonylagos mértékét a talajellenállás fejezi ki, melynek mértékegysége MPa (Gyuricza et al. 1998).

A penetrációs ellenállás mérőeszköze a penetrométer. Gyakorlati alkalmazása azért terjedt el, mivel a talaj aktuális fizikai állapotát és ellenállását gyorsan és egyszerűen mérhetjük. Ez az érték magában nem jelent sokat, viszont számos más tulajdonságra rámutathat, például a talajművelő eszközök talajra gyakorolt nyomására, vagy a hozzá szükséges húzóerőre, illetve a gyökeresedés mértékére (Dexter et al. 2006).

Vizsgálatok alapján, a talaj akkor számít károsan tömörödöttnek, amennyiben az ellenállása száraz körülmények között 3,0 MPa-nál nagyobb értéket mutat (Rátonyi 1999, Birkás & Gyuricza 2004).

A közelmúltban és napjainkban is számos kutató vette figyelembe vizsgálataiban a talajellenállás változásait (Ujj 2004, László 2007, Mikó 2009, Igor 2020)

Ujj (2004) vizsgálataiban a köztes védőnövények talajra gyakorolt hatását vizsgálta. Ezen vizsgálatok azt mutatták, hogy a talaj ellenállását jelentős mértékben befolyásolja az évjárat csapadékossága, illetve a gyomkordítás megvalósítása. A köztes védőnövények pozitív hatása csak abban az esetben tud megvalósulni, ha az adott növényt időben takarítják be. Máskülönben a növény képes a talaj hasznos vízkészletét felvenni, ezáltal csökkenti a főnövény számára elérhető vízkészletet és tömörödést vált ki.

Zöldtrágyanövényekkel folytatott kutatása során Mikó (2009) azt tapasztalta, hogy a talajellenállás mértéke kezdetben, a növények talajba dolgozása után nagyobb volt, azaz tömörebb talajállapotot eredményezett a kontrollhoz képest. Azonban néhány hónap elteltével ez a magasabb talajellenállás megszűnt, és körvonalazódni látszott a zöldtrágyanövények jótékony hatása a talajállapokra.

Dean & Merry (2015) kísérletében különböző tarlókezelési módok talajellenállásra gyakorolt hatásait vizsgálták Ausztráliában. A talaj felső 30 centiméteres rétegében jegyezték fel az értékeket 10 centiméterenként. Azt tapasztalták, hogy az ellenállás mértéke jóval csekélyebb volt a felső 10 centiméteres rétegben, ott, ahol a tarlómaradványokat bekeverték, illetve a teljesen takart, magas vetési arányú tarlón. A másik három kezelési formán, a teljes mértékben takart talajon, valamint azon a tarlón, ahonnan a maradványokat elvitték, illetve elégették, ott az ellenállás nagyobb értékeket mutatott.

Mu et al. (2016) is hasonló eredményeket tapasztalt Kínában folytatott kísérlete során. A növényi maradványokkal takart tarlón, a penetrációs ellenállás értéke a talaj felső 0-5 centiméteres, valamint az 5-10 centiméteres rétegében alacsonyabb volt, mint azon a tarlón, ahol nem volt talajtakarás.

2.5.A talajművelés hatása a kukorica tulajdonságaira

A megfelelő technológia kiválasztása rendkívül fontos, annak érdekében, hogy a lehető legjobb hozamot tudjuk biztosítani, úgy, hogy vizet őrizzünk meg, valamint a gyomfertőzést visszaszorítsuk. Ennek vizsgálatára végeztek kísérletet Romániában 2020-2022 között, ahol összehasonlították a hagyományos művelés (CT), a min-till (MT), és a no-till (NT) technológiák által gyakorolt hatásokat. A mért eredményeket a különböző technológiák

alkalmazásán kívül nagyban befolyásolták az időjárási viszonyok, illetve a választott hibrid tulajdonságai. Mennyiségi eredmények értékelésénél elmondható, hogy a három év alatt, a legkevesebb hozamot a no-till rendszerben termelt kukorica produkálta, a szárazabb években 2,6-3 t/ha, kedvezőbb időjárásnál pedig 4,5 t/ha volt a betakarított termés. A min-till rendszer jóval kedvezőbb termésmennyiséget biztosított, míg az aszályos évjáratokban 4,9-5,1 t/ha között alakult a termés hozam, addig kedvező feltételek mellett közel 8 t/ha termés tudtak betakarítani. A hagyományos, őszi szántás nem sokkal maradt le a kultivátoros műveléshez képest. A két gyengébb évben 4-4,5 t/ha, a harmadik, kedvező évjáratban 7,5 t/ha volt a hozam. Minőségi paraméterek tekintetében, a három év átlaga alapján elmondható, hogy a legjobb eredményeket itt is a kultivátoros művelésben érték el, ezermagtömege 253 g, hektolitertömege 75,4 kg/hl, nyersfehérje tartalma pedig 8,6 g. A hagyományos és a no-till művelés között szignifikáns minőségi különbség nem mutatkozott (Partal et. al. 2023).

Mut et. al. (2022) Törökországban végzett ennek kapcsán kísérletet, ahol a kelési arányt, termés hozamot, teljes biomassza termelést, szárazanyag tartalmat, nyersfehérje tartalmat, valamint a növény leveleinek a tápanyag-összetételét elemezték hagyományos, min-till és no-till rendszerekben. A vizsgált paraméterek közül, egyedül a nyersfehérje tartalomnál mutatkozott szignifikáns különbség. A legmagasabb fehérjetartalmat (5,06%) a hagyományosan művelt, illetve a legkisebb (3,81%) értéket a kultivátorral művelt területről betakarított kukoricán mérték. A termés hozam, biomassza termelés és a szárazanyag tartalom különbségei elhanyagolhatóak voltak. Tápanyagtartalom szempontjából a N, Zn és a Mn tartalom mutatott jelentősebb különbséget. A legmagasabb nitrogéntartalmat (2,32%) a direktvetéses módszerrel mérték, amíg a legalacsonyabbat (1,82%) a kultivátorozott esetben. A cinktartalomnál a legmagasabb (70,10 mg/kg) értéket a min-till rendszerben mérték, addig a legalacsonyabbat (51,60 mg/kg) a hagyományosan. Hasonlóan a cinkhez, a mangántartalom mérései is azt mutatták, hogy a legmagasabb (77,20 mg/kg) értéket a min-till művelésből, valamint a legkisebbet (50,43 mg/kg) a hagyományosan szántott területről származó kukorica tartalmazta.

2.6. Talajművelési rendszerek

2.6.1. Talajművelési rendszerek kialakulása

A talajművelés célkitűzése a talaj szerkezetének, ezen kívül felszínének védelme, a talaj biológiai aktivitásának, víz-, valamint levegőgazdálkodásának aktív változtatása, úgy, hogy a megfelelő feltételeket megteremtse a kultúrnövény számára, mind a csírázás, kelés, gyökeresedés, majd a fejlődés és termésképzés során. A legmegfelelőbb módszer

megválasztása számos tényezőtől függ. Épp annyira fontos ismernünk a talaj tulajdonságait, típusát, pillanatnyi állapotát, mint a vetendő növény igényeit (Jóri 2018).

Talajművelési rendszernek nevezzük azon művelési eljárások összességét, amelyek egy adott területen egy, esetleg több kultúrnövény sikeres, továbbá gazdaságos termesztéséhez szükséges. Ezeket a rendszereket jellemzően a növények vetésideje, a különböző talajtípusok és szerzők által kidolgozott metódusok szerint csoportosíthatjuk. Az idő előrehaladtával, és a technológiai fejlődés következtében létrejöttek nagyobb teljesítményű mezőgazdasági erőgépek, amelyek megalapozták a hagyományos talajművelési rendszer (Conventional tillage) elterjedését (Jóri 2015).

A hagyományos talajművelés magába foglalja a forgatásos alapművelést, amelynek térhódítását követően néhány évtizeddel később láthatóvá váltak a talajra gyakorolt ártalmas hatásai. A folyamatos forgatás, hasonló mélységű szántás hozzájárult a talajszerkezet romlásához, tömör réteg, úgynevezett eketalp réteg kialakulásához (Bádonyi 2006).

A termőréteg megőrzése és a nem kívánatos káros hatások elkerülése érdekében más irányzatok alakultak ki. A minimális talajműveléssel (Minimum tillage) gyarapodott a műveletek összevonása, valamint a talajforgatás időszakos, vagy teljes elhagyása (Rajput & Ingle 2024).

Azonban a talajdegradáció meggátolása, és más egyéb környezeti terhelések csökkentése ennél is több erőfeszítést igényelt. A fenntartható fejlődés kritériumainak megfelelő rendszereket, talajvédő művelési rendszereknek (Conservation tillage) nevezzük. Ezen technológiák igyekeznek, hogy az aszályos időszakokban a lehető legtöbb nedvességet megőrizzük a megfelelő talajfelszín kialakításával, illetve a csapadékosabb periódusokban elősegítsük a csapadékvíz beszivárgását (Jóri 2015).

Talajvédőnek tekintjük azokat a művelési rendszereket, amelyeken erózióvédelemi célból, vetés után is legalább 30%-os talómaradvány fedettség van jelen (Woodward & Ogieriakhi 2022).

A talajművelési technológiákra a Conservation Technology Information Center által megszabott növényi maradványok mennyiségét az *1. táblázat* mutatja be (CTIC 2002).

1. táblázat: Talajművelés technológiák és a fennmaradó növényi maradványok mennyisége

Megnevezés	Növényi maradvány mennyisége (%)
Hagyományos művelés	<15
Csökkentett művelés	15-30
Talajvédő művelés	
Direkt vetés (No-till)	>30
Sávós művelés (Stip-till)	>30
Bakhátas művelés (Ridge-till)	>30
Mulcs művelés (Mulch-till)	>30

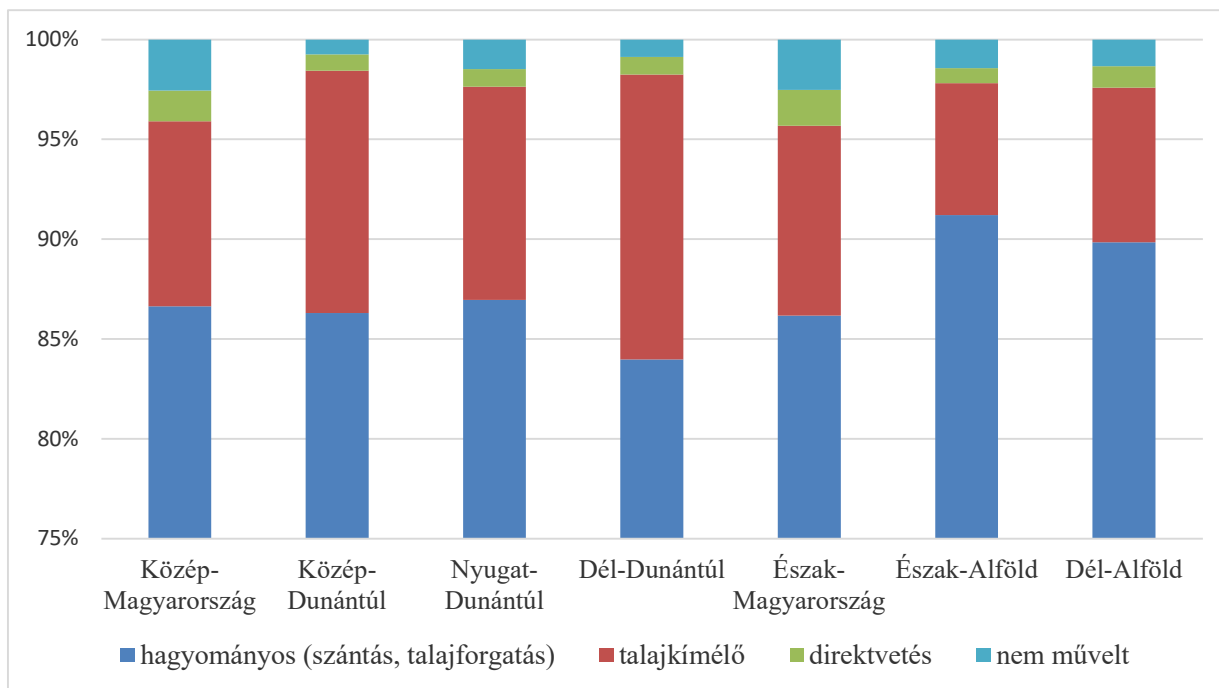
2.6.2. A talajvédő művelés jelentősége Magyarországon és az EU-ban

A talaj megőrzésére irányuló erőfeszítések a külső és belső faktorok miatt nyertek teret. Ezen faktorok közül említést érdemel az energiahordozók drágulása, száraz, aszályos évek gyakorisága, továbbá a nyugat-európai és az észak-amerikai termesztési technológiákból adódó versenyhelyzet kialakulása (Birkás 1997).

A nyugat-európai, illetve az észak-amerikai sikereket aligha lehetett a hazai eredményekkel összevetni, mivel a korszak túl rövid volt ahhoz, hogy alapvető elvi változások következzenek be. Ugyanakkor nem szabad elhanyagolni a hagyományok erejét sem, amely bizonytalan időszakokban menedéket nyújtott a gazdálkodóknak (Birkás 1997).

Magyarország 9,3 millió hektáros területének, megközelítőleg 54%-a mezőgazdasági hasznosítású terület, amelyen belül a legnagyobb művelési ág a szántó, 4,093 millió hektárral (KSH 2025).

A KSH 2016-ban kiadott agrárcenzusa alapján hazánkban a döntő talajművelési módszer a hagyományos, forgatásos talajművelés, emellett viszonylag kis területen alkalmazzák a talajvédő művelést, valamint a direktvetést. Az 5. ábra szemlélteti a talajművelési módszerek megoszlását az ország különböző régióiban (KSH 2016).

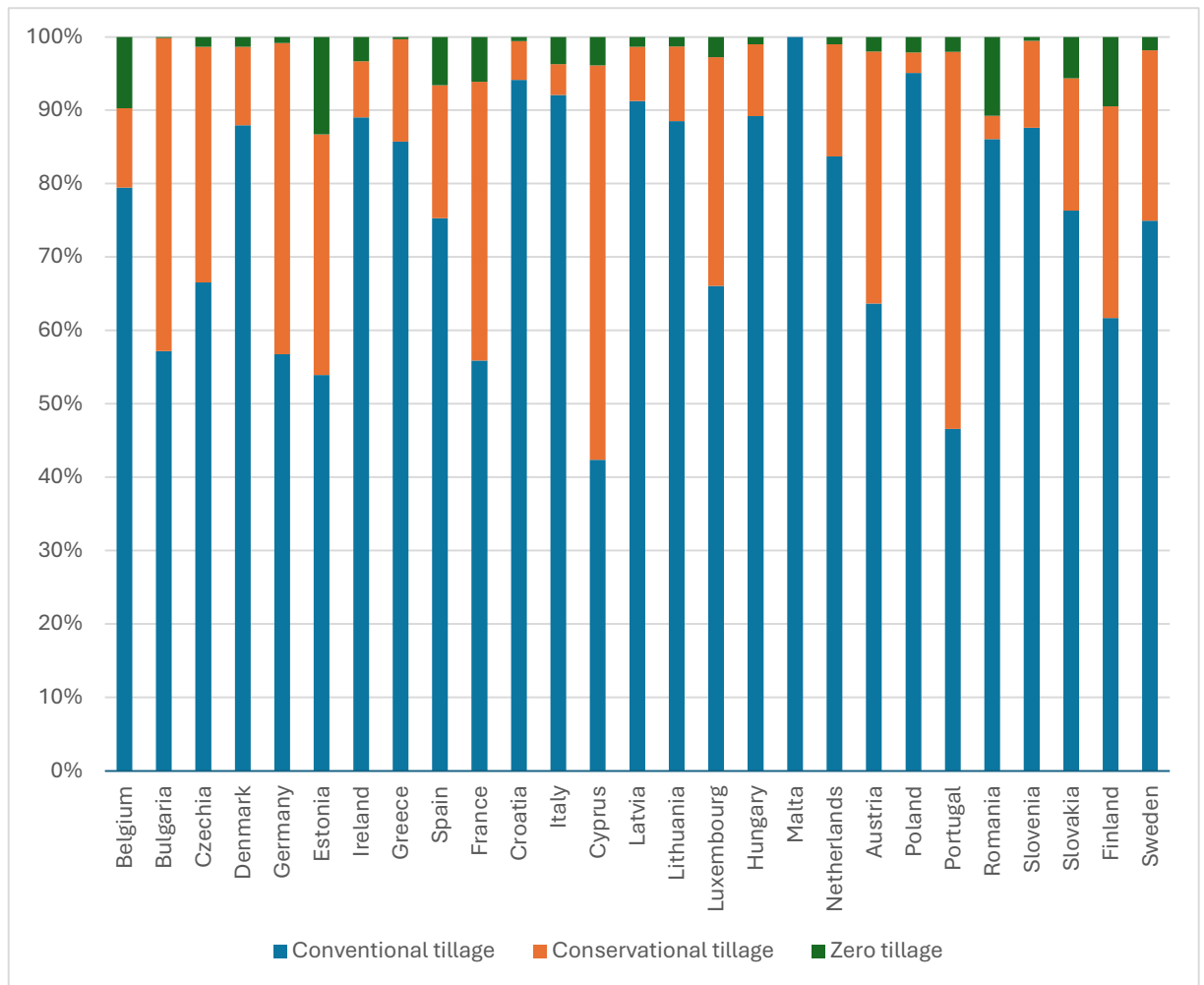


5.ábra: Talajművelési módszerek területi aránya 2016-ban Magyarországon (KSH 2016). Saját szerkesztés.

Az Európai Unió helyzetét vizsgálva sem találunk eltérést, hiszen itt is dominál a hagyományos művelési módszer. A művelhető területek közel kétharmada tartozik ezen módszer alá. A további egyharmad részben oszlik el a talajvédő művelés és a direktvetés.

Országos szintre bontva, Máltán, Lettországon, Olaszországban, Horvátországban és Lengyelországban a legnagyobb a hagyományos művelés aránya, a területek több mint 90%-án folytatják ezt a gyakorlatot.

A talajkímélő művelés Cipruson és Portugáliában a legjelentősebb, de említésre méltó Bulgária és Németország is. A további országok művelésének megoszlását a 6. ábra szemlélteti (Eurostat 2016).



6.ábra: Talajművelési rendszerek területi aránya az EU 27 országában (Eurostat 2016).

Saját szerkesztés.

A 2010. évi adatokhoz viszonyítva Portugáliában történt a legnagyobb változás, közel 30%-os növekedést mutat a talajvédő művelés elterjedése. Azonban a terület nagyságát összevetve, Franciaországban és Németországban is több, mint 1 millió hektárral gyarapodott (Eurostat 2016).

2.7.A szakirodalmi áttekintés főbb megállapításai

- A kukorica a világ egyik legjelentősebb mezőgazdasági növénye, melyet sokoldalú felhasználhatósága miatt világszerte nagy területen termesztnek.
- A búza után a második legnagyobb területen termesztett növény globálisan, legnagyobb termelők az Egyesült Államok, Kína és Brazília. Hazánkban csökkenő tendenciát mutat a termőterület alakulása.
- A talajművelési technológia jelentősen befolyásolja a kukorica termesztését. A talajállapot döntő tényező a terméshozam és a növényfejlődés szempontjából. A talajforgatás nélküli, illetve mulccsal borított területeken javult a talajszerkezet, vízvisszatartás és a biológiai aktivitás is.
- Kísérletek alapján a min-till rendszer mutatta a legkedvezőbb eredményeket, magasabb hozam, jobb beltartalmi értékek.
- Hazánkban és az Európai Unió országaiban továbbra is a hagyományos, forgatásos művelés dominál, azonban a talajvédő művelési módok aránya fokozatosan növekszik a fenntarthatóság, költsécsökkentés, valamint támogatási formák megjelenése miatt.

A szántóföld talajtípusát tekintve réti öntéstalaj, amely szerint a III. termőhelyi kategóriába sorolható, melyeknek tápanyagkészlete általában jó, ezzel szemben feltáródása és vízvezető képessége kedvezőtlen. Arany-féle kötöttségi értéke 42, mely szerint a talaj középkött. Kémhatása semleges, pH-értéke 7,13. Sótartalma alacsony, csupán 0,06%, viszont mésztartalma magas mivel kalcium-karbonát tartalma 19,76% A nitrogéntartalma (NO₃-N) 35,33 mg/kg, amely kedvez a növények fejlődésére. Foszfortartalma 125 mg/kg, amely megfelelő mennyiség, viszont a 137 mg/kg-os káliumtartalom gyenge ellátottságra utal, amely a növények fejlődését korlátozhatja.

3.3. A kísérlet agrotechnikájának, körülményeinek bemutatása

A szántó négy parcellára lett felosztva az üzemi kísérlet keretén belül. Az első 29,6 hektáros parcellán 2024.11.05-én végezték el az alapművelést 15-25 centiméter mélységben egy Horsch Tiger 3 MT kultivátorral. A második 9,5 hektáros parcellán forgatásos alapművelést végeztek 2024.11.07-én, 20-30 centiméteres mélységben Vogel&Noot típusú váltvaforgató ekével, amelyet 2025.02.25-én VA-SI 9 m talajsimító és rögtörővel elmunkáltak. A harmadik 1,5 hektáros parcellán egy IH 10-770-5,2 típusú tárcsával történt a sekély tarlóhántás 2024.10.30-án. A negyedik 9,78 hektáros területen pedig 15-25 centiméter mélységben művelték Vaderstad TopDown TD 400 kultivátorral, 2024.11.04-én. Tápanyagutánpótlás szempontjából került kijuttatásra a vetés előtt karbamid 46%-os műtrágya 367 kg/ha mennyiségben 2025.04.08-án. A vetés 2025.04.22-én történt, amellyel egyidőben kijuttatásra került 12,17 kg/ha teflutrin hatóanyagú talajfertőtlenítőszer annak érdekében, hogy a talajban lévő káros szervezetek okozta termés kiesést csökkentsék. A vegetációs idő alatt a növényvédelem részeként egy alkalommal kapott felületi permetezést, 2025.05.20-án, 0,613 l/ha mennyiségben dikamba hatóanyagtartalmú gyomirtószert, valamint 2,044 l/ha mennyiségben nikoszulfuron és mezotrion hatóanyagtartalmú gyomirtót, amelyhez a jobb eredmény elérése érdekében 0,102 l/ha mennyiségben FixPro SL hatásfokozót adtak.

3.4. Kukorica fiziológiai vizsgálata

A kukorica fiziológiai vizsgálatánál három különböző paramétert felvételeztem, a növény magasságot, szárátmérőt, illetve a zöld levélszámot. A vizsgálat módszerét tekintve áprilistól kezdődően, augusztus végéig felvételeztem az adatokat. A növény magasság, szárátmérő és a zöld levélszám tekintetében minden parcellában 10-10 növénynek mértem le az adatait úgy, hogy igyekeztem minél jobban átjárni az adott parcellákat, hogy a lehető legátfogóbb képet kapjunk a növények fejlődéséről. Ezen vizsgálatokat egy mérőszalag és colostok segítségével tudtam elvégezni, majd excelben jegyeztem fel az összes eredményt.



8. *Ábra*: Növénymagasság és szárátmérő mérése.

Saját fénykép.

A zöldlevél szám felvételezésénél a vizsgált parcellán belül véletlenszerűen kiválasztottam tíz különböző egyedet, melyeknek megszámláltam, majd feljegyeztem a levélszámát.

3.5. Talajvizsgálatok

3.5.1. Talajszerkezet vizsgálat

A talajszerkezet különböző frakcióinak a megállapításához, a laboratóriumi vizsgálathoz hasonlóan a talaj felső 20-30 centiméteres rétegéből vettem a mintát, vetéstől kezdve havonta egy alkalommal, minden szelvényről. A mintákat egy agronómiai szita rög, morzsa, aprómorzsa, valamint por frakciókra elkülönítve feljegyeztem a kapott adatokat.

3.5.2. Felszínborítottság

A növényborítottság mértékének megállapítását szintén áprilistól augusztusig havi rendszerességgel végeztem. Kezdetben a méréshez szükségem volt egy dobókeretre, melynek belső területe 50x50 centiméter volt. Ezt a keretet véletlenszerűen eldobtam az adott parcellán belül, majd fotót készítettem róla. Amikor a kukorica elérte azt a magasságot, amikor már a keretet nem tudtam alkalmazni, akkor szemle közben hozzávetőleges becslést tudtam csak megadni.



9. Ábra: Növényborítottság mérése.

Saját fénykép.

3.5.3. Földgiliszta abundancia

A gilisztaszám alakulást a kísérlet elejétől havonta egyszer felvételeztem. A felvételezést ásópróbával végeztem, amely során az ásóval kijelölt hozzávetőlegesen 20x20 centiméteres területen, 30 centiméteres mélységben vizsgáltam a giliszta egyedszámokat. Az ásópróbát minden szelvényen háromszoros ismétlésben végeztem.



10. Ábra: Ásópróba
Saját fénykép.

3.6. Beltartalmi vizsgálatok, termésbecslés

3.6.1. Termésbecslés

A kukorica betakarítását megelőzően elvégeztem a termésbecslést, valamint a beltartalmi méréseket. A termésbecsléshez minden egyes szelvényről leszedtem 10-10 cső kukoricát. Kezdetben lemértem a csövek tömegét, csutkával együtt. Ezt követően megszámláltam, hogy egy csövön hány sor, valamint egy sorban hány szem található, majd megmértem a morzsoltsötömeget.

3.6.2. Beltartalmi vizsgálat

A beltartalmi értékek vizsgálatát 2025.szeptember 23-án végeztem a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szent István Campus Növénytermesztési-tudományok Intézet kutatólaborjában. A vizsgálat a FOSS Infratec 1241 típusú műszerrel végeztem, mely segítségével megmértem a kukoricaminták nedvesség-, fehérje-, olaj-, és keményítőtartalmát.



11. ábra: FOSS Infratec 1241 gabonavizsgáló
Saját fénykép.

3.7. Statisztikai elemzés

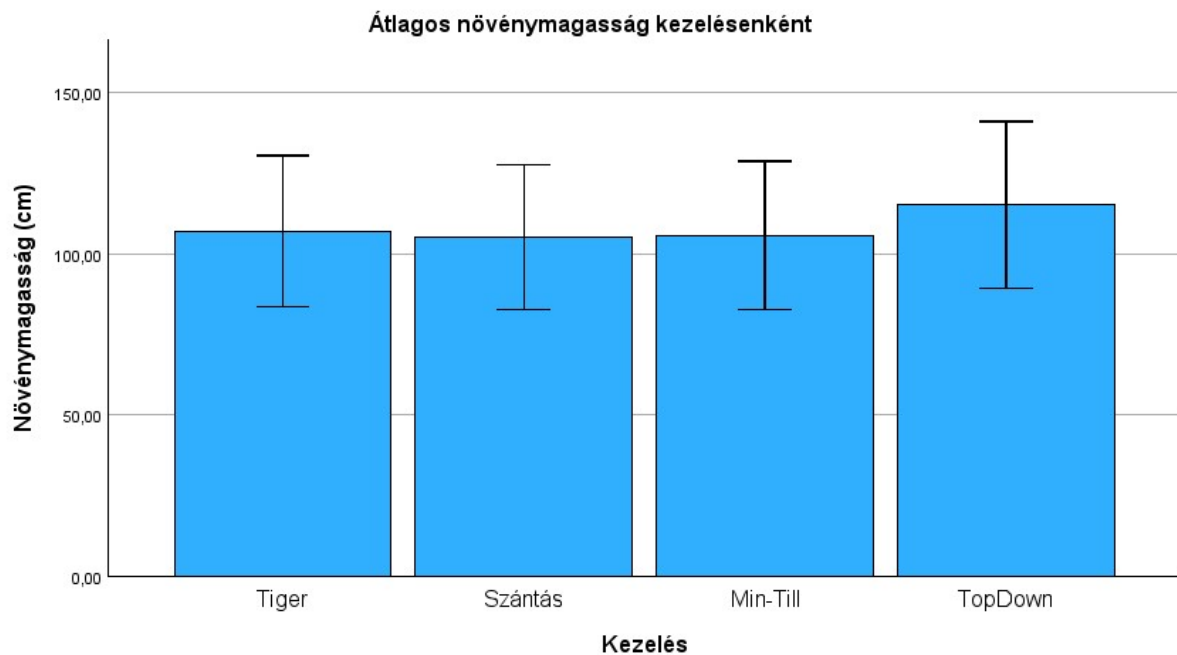
A statisztikai elemzéseket az IBM SPSS Statistics v29 szoftver segítségével végeztük el. Az értékelés előtt előstatisztikai vizsgálatokat hajtottunk végre a normalitás és a varianciahomogenitás feltételeinek ellenőrzésére, ezzel biztosítva az alkalmazott modellek megbízhatóságát. A kapott adatok feldolgozásához egytényezős varianciaanalízist (One-Way ANOVA) alkalmaztunk, amely lehetővé tette az egyes kezelések közötti különbségek szignifikanciájának vizsgálatát. Az ANOVA eredményeinek értelmezését Tukey-féle HSD post-hoc teszttel egészítettük ki, amely segítségével meghatároztuk, hogy mely kezelések között áll fenn szignifikáns eltérés ($p < 0,05$). Emellett leíró statisztikai elemzést is végeztünk (átlag, szórás, minimum, maximum értékek), amely az adatok eloszlásáról és változékonyságáról adott átfogó képet.

4. Eredmények és kiértékelésük

4.1. Kukorica fiziológiai vizsgálatának eredményei

4.1.1. Növénymagasság

A leíró statisztika alapján a legnagyobb átlagos növénymagasságot a TopDown kezelés eredményezte átlagosan $115,28 \pm 89,51$ centiméterrel, a legalacsonyabb értéket pedig a Szántott terület produkálta átlagosan $105,3 \pm 77,68$ centiméterrel. Az egytényezős varianciaanalízis (ANOVA) eredményei nem mutattak statisztikailag szignifikáns különbséget ($F(3,44) = 0,039$; $p = 0,990$), tehát a különböző kezelések nem befolyásolták érdemben a növénymagasságot, melyet a Tukey-féle post-hoc teszt megerősített, minden kezelés ugyanazon homogén csoportba sorolható. A részletes adatokat a 12. ábra, illetve a 2. táblázat mutatja be.



12. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása a kukorica átlagos magasságára

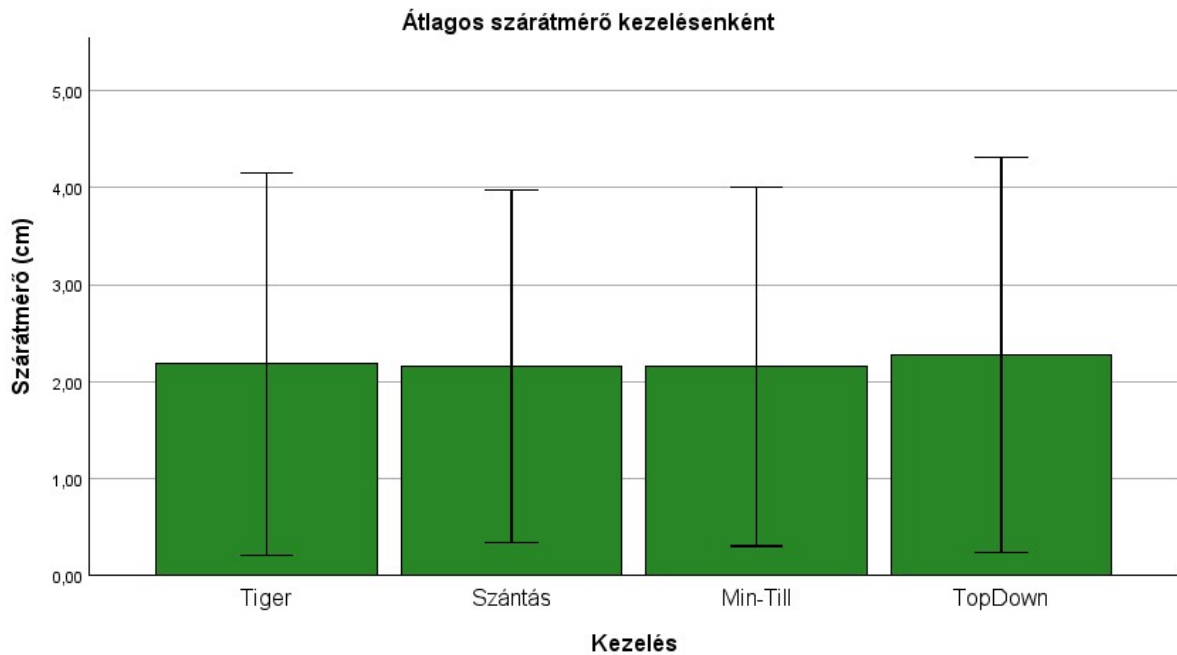
2. táblázat: Kukorica magasságának alakulása a különböző kezelésekben

	Kezelés	Elemszám	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Növény magasság (cm)	Tiger	12	107,03	81,37	23,49	205,46
	Szántás	12	105,29	77,68	22,42	206,25

	Min-Till	12	105,76	79,82	23,04	211,60
	TopDown	12	115,28	89,51	25,84	227,06

4.1.2. Szárátmérő

A szárátmérő esetében is ANOVA elemzést alkalmaztam, annak vizsgálatára, hogy a kezelési eljárások milyen hatással vannak a szárátmérő alakulására. Elmondható, hogy a legnagyobb átlagos szárátmérőt a TopDown kezelés mutatta, átlagosan $2,28 \pm 1,02$ centiméter, a legalacsonyabb értéket pedig a Min-till produkálta átlagosan $2,15 \pm 0,93$ centiméterrel. Ezen eredmények alapján nem mutatkozott szignifikáns különbség a kezelésekek között ($F(3,44)=0,43$; $p=0,988$). Az eredményeket a 13. ábra, illetve 3. táblázat szemlélteti.



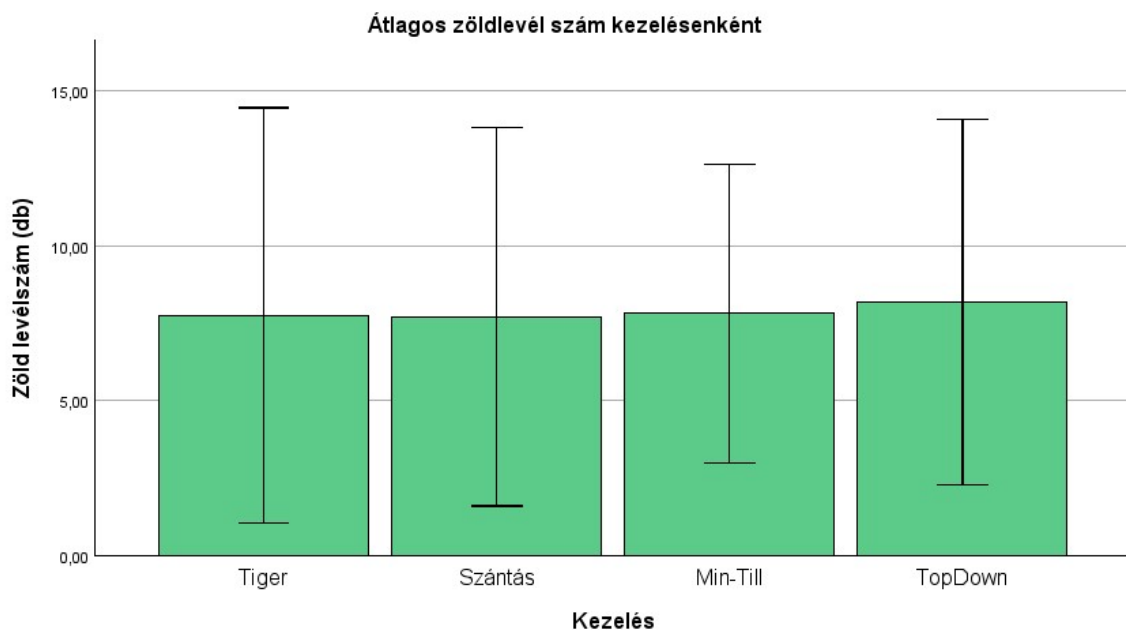
13. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása a kukorica átlagos szárátmérőjére

3. táblázat: Kukorica szárátmérőjének alakulása különböző kezelésekben

	Kezelés	Elemzés	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Szárátmérő (cm)	Tiger	12	2,18	0,99	0,53	3,04
	Szántás	12	2,16	0,91	0,65	2,95
	Min-Till	12	2,15	0,93	0,64	3,03
	TopDown	12	2,28	1,02	0,58	3,25

4.1.3. Zöld levélszám

A zöld levélszám esetében is egytényezős varianciszűrés végeztem, amely a négy kezelési módszer hatását mutatja meg. A leíró statisztika eredményei alapján a legmagasabb zöld levélszámot a TopDown kultivátorral végzett művelés produkálta, átlagosan $8,18 \pm 2,95$ darab levéllel, legkevesebbet pedig a szántott parcella eredményezte $7,72 \pm 3,06$ átlagos darabszámmal. Az ANOVA elemzés alapján nem mutatkozott statisztikailag szignifikáns különbség ($F(3;44)=0,062$; $p=0,980$), tehát itt sem gyakoroltak jelentős hatást a kezelési módszerek. Az eredményeket a 15. ábra szemlélteti és az 5. táblázat részletezi.



15. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása a zöldlevél szám alakulására

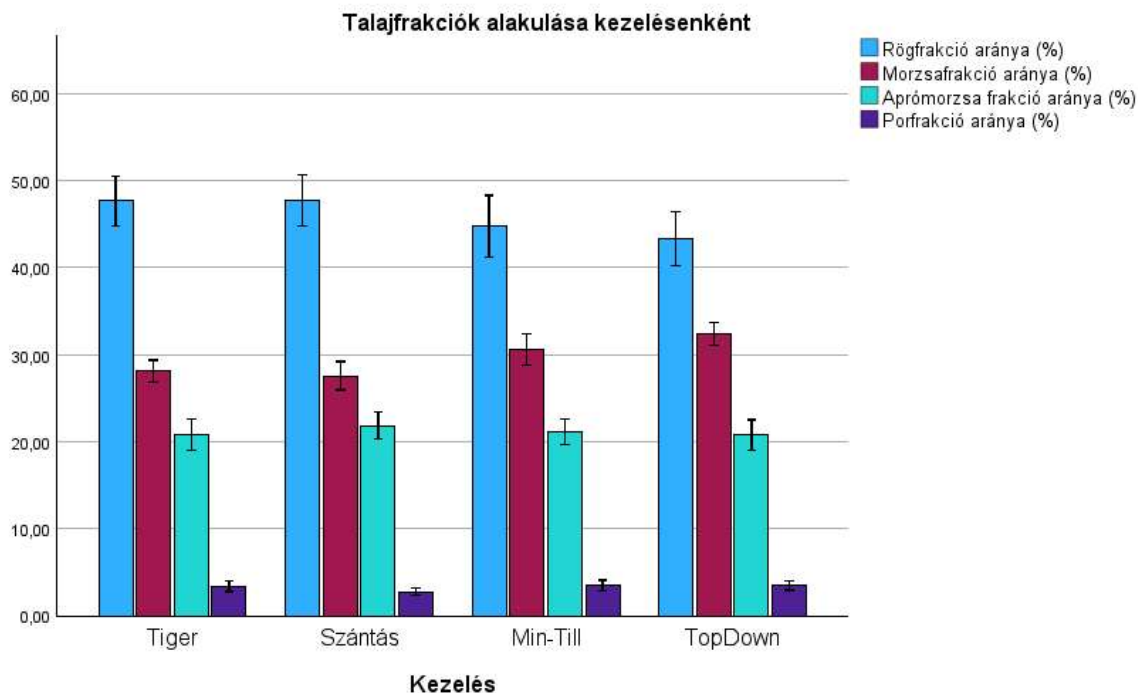
5. táblázat: Zöldlevél szám alakulása különböző kezelésekben

	Kezelés	Elemzés	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Zöld levélszám (db)	Tiger	12	7,76	3,36	3,20	11,80
	Szántás	12	7,72	3,06	3,33	11,50
	Min-Till	12	7,82	2,41	4,10	10,40
	TopDown	12	8,18	2,95	3,50	11,70

4.2. Talajvizsgálatok eredményei

4.2.1. Talajszerkezet

A talajszerkezet elemzéséhez is az ANOVA eljárást használtam, amely megmutatta az egyes kezelések hatását a talajfrakciók alakulására illetően. A leíró statisztika eredményei alapján a rögfrakció aránya mind a négy kezelésnél hasonló értéket mutatott, viszont a legmagasabbat átlagot a szántott parcella $47,75 \pm 10,14\%$, valamint a Tiger kezelés $47,66 \pm 10,04\%$ produkálta. Legalacsonyabb értéket a TopDown kezelésben mértem, $43,36 \pm 10,83\%$ átlaggal. A morzsafrakció aránya a TopDown kezelésben volt a legnagyobb $32,38 \pm 4,48\%$ értékkel, a legalacsonyabb értéket a szántás mutatta $27,59 \pm 5,69\%$ átlaggal. Az aprómorzsa frakció esetében közel azonos eredmények születtek, Tiger $20,82 \pm 6,09\%$, Szántás $21,88 \pm 5,31\%$, Min-till $21,14 \pm 5,18\%$, TopDown $20,76 \pm 6,11\%$. A porfrakció arányát tekintve a legmagasabb értékeket a Min-till átlagosan $3,51 \pm 2,04\%$ értékkel, valamint a TopDown átlagosan $3,50 \pm 1,82\%$ értékkel produkálta. Legalacsonyabb porfrakció arányt a szántott parcella mutatta, $2,79 \pm 1,28\%$ átlaggal. Az ANOVA eredményei alapján egyik frakció sem mutat szignifikáns különbséget a kezelések hatására tekintve, rögfrakció $F(3,44)=0,485$; $p=0,695$, morzsafrakció $F(3,44)=2,153$; $p=0,107$, aprómorzsa frakció $F(3,44)=0,097$; $p=0,961$, porfrakció $F(3,44)=0,412$; $p=0,745$. A kezelések eredményeit az 16. ábra, valamint a 6. táblázat mutatja be.



16. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása a talajszerkezetre

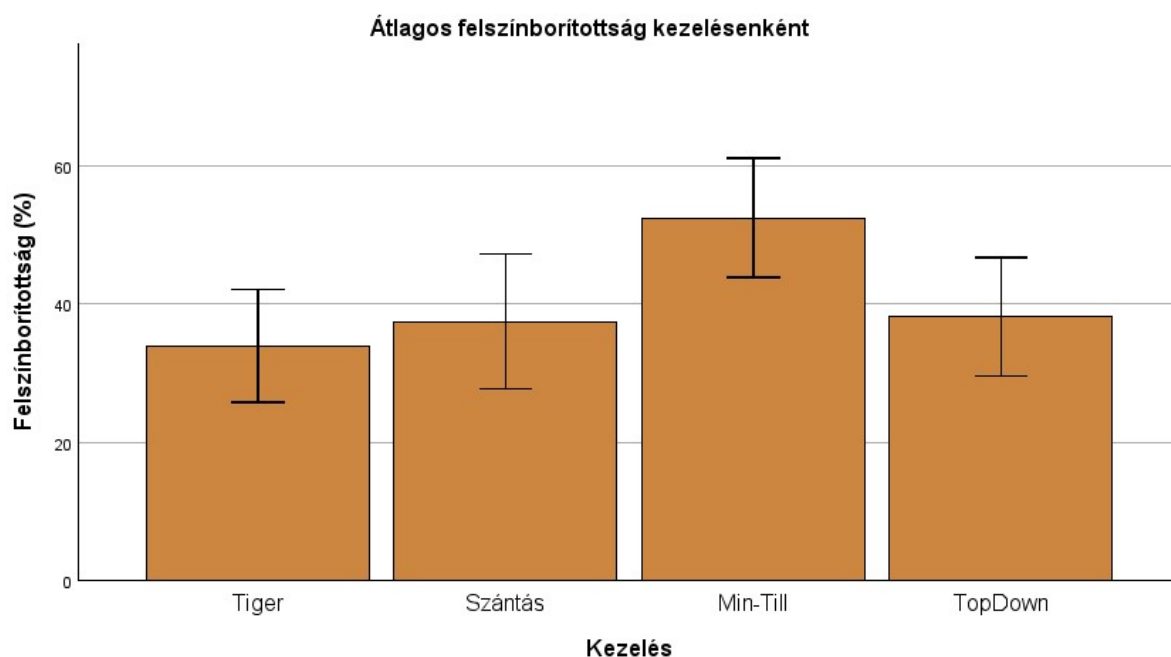
6. táblázat: Talajszerkezet frakcióinak alakulása különböző kezelésekben

	Kezelés	Elemsszám	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Rögfrakció aránya (%)	Tiger	12	47,66	10,04	37,10	70,60
	Szántás	12	47,75	10,14	34,16	67,30
	Min-Till	12	44,73	12,35	18,20	61,16
	TopDown	12	43,36	10,83	26,38	61,43
Morzsafrakció aránya (%)	Tiger	12	28,12	4,42	20,39	35,10
	Szántás	12	27,59	5,69	15,79	35,98
	Min-Till	12	30,62	6,27	20,66	40,78
	TopDown	12	32,38	4,48	23,29	37,55
Aprómorzsafrakció aránya (%)	Tiger	12	20,82	6,09	8,31	30,65
	Szántás	12	21,88	5,31	11,99	33,85
	Min-Till	12	21,14	5,18	12,92	32,77

	TopDown	12	20,76	6,12	12,71	31,10
Porfrakció aránya (%)	Tiger	12	3,40	2,19	0,70	7,51
	Szántás	12	2,79	1,28	1,55	5,37
	Min-Till	12	3,51	2,04	1,07	8,25
	TopDown	12	3,50	1,82	1,31	7,48

4.2.2. Felszínborítottság

A felszínborítottság százalékos értékeit elemezve, négy különböző kezelési mód hatását vizsgáltam, a leíró statisztika alapján a legmagasabb felszínborítottságot a Min-till mutatta, mely átlagosan $52,5 \pm 29,99\%$ volt, a legalacsonyabb értéket a Tiger kezelés eredményezte, $34 \pm 28,33\%$ átlagos borítottsággal. Az ANOVA eredményeit tekintve, ennél a paraméternél sem tapasztaltam szignifikáns eltérést a kezelési módok között, ($F(3,44)=0,861$; $p=0,468$). Az eredmények grafikus megjelenítését a 14. ábra szemlélteti, illetve a 4. táblázat részletezi.



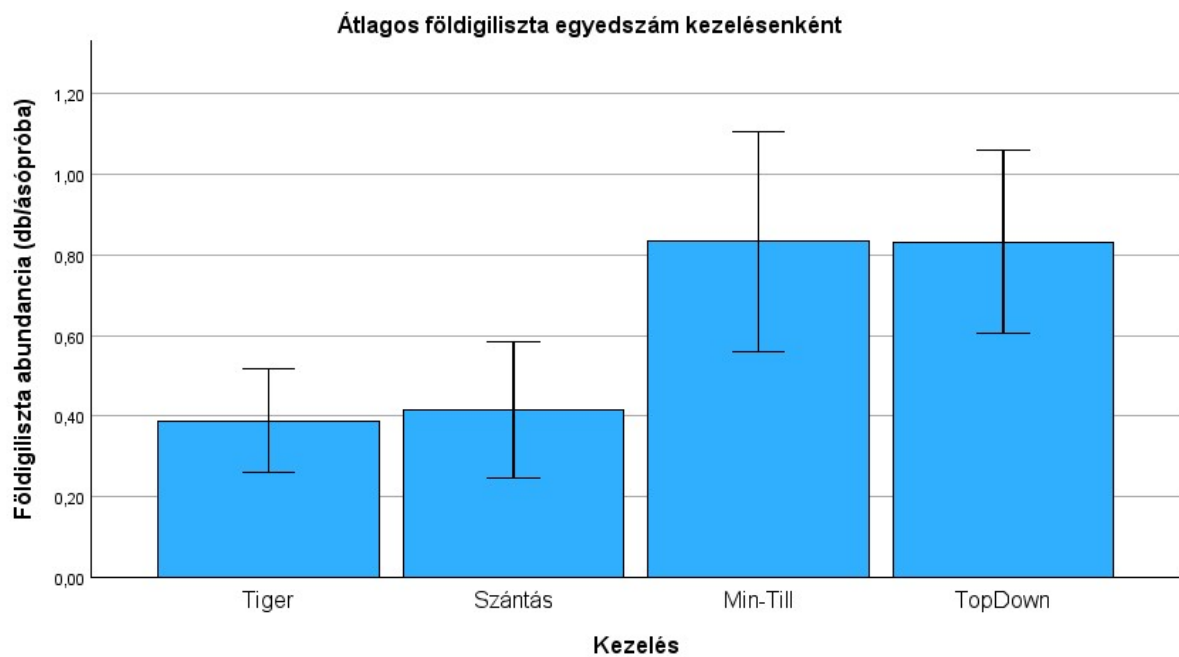
14. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása a felszínborítottságra

4. táblázat: Felszínborítottság alakulása különböző kezelésekben

	Kezelés	Elemszám	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Felszín borítottság (%)	Tiger	12	34,00	28,332	0	71
	Szántás	12	37,50	33,736	0	78
	Min-Till	12	52,50	29,989	8	95
	TopDown	12	38,17	29,802	4	77

4.2.3. Földgiliszta abundancia

A talaj biológiai aktivitásának egyik fő indikátora a földgiliszták előfordulása. Kísérletem során elemeztem a különböző kezelések hatását a földgiliszta abundanciára (db/ásópróba). A leíró statisztika alapján a legnagyobb értéket a Min-till átlagosan $0,83 \pm 0,95$ darab egyeddel, illetve a Topdown $0,83 \pm 0,79$ darab egyeddel mutatta. A statisztikai adatok grafikai megjelenítését a 17. ábra szemlélteti, a részletes adatokat pedig a 7. táblázat tartalmazza. Legkisebb értéket a Tiger produkálta $0,39 \pm 0,45$ darab átlagos egyedszámmal. Az ANOVA eredményei alapján nem tapasztaltam szignifikáns eltérést a kezelések között ($F(3,44)=1,445$; $p=0,243$).



17. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása a földigiliszta egyedszámára

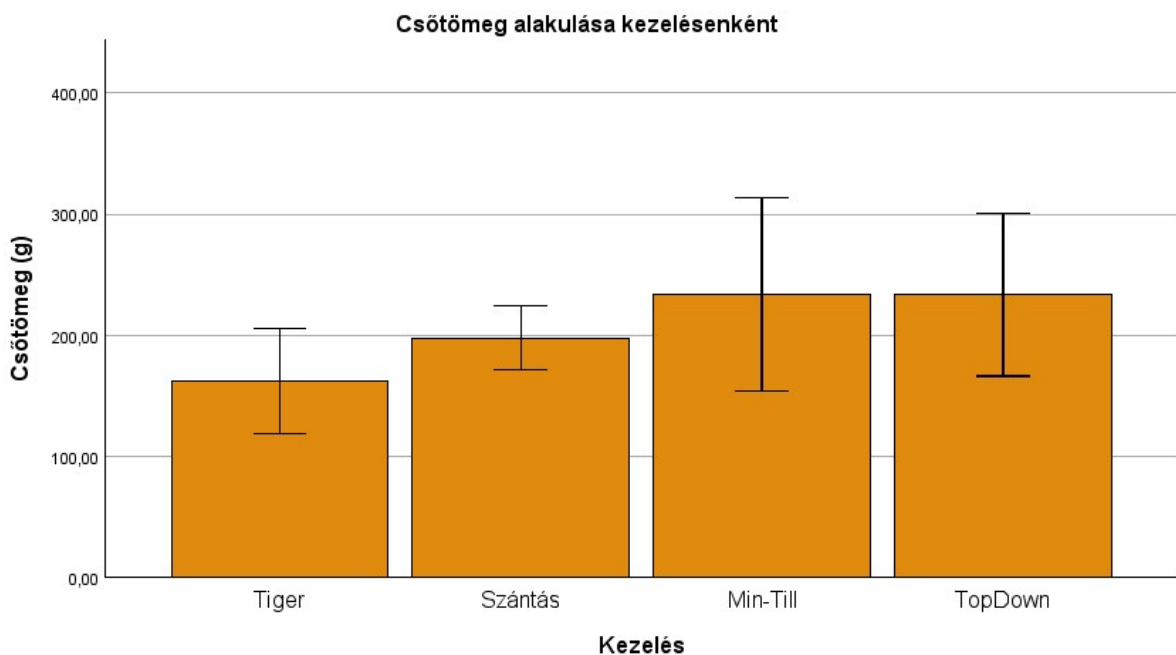
7. táblázat: Földigiliszta egyedszám alakulása különböző kezelésekben

	Kezelés	Elemsszám	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Földigiliszta abundancia (db/ásópróba)	Tiger	12	0,39	0,45	0,00	1,33
	Szántás	12	0,42	0,59	0,00	1,67
	Min- Till	12	0,83	0,95	0,00	3,33
	TopDo wn	12	0,83	0,79	0,00	2,00

4.3. Terméskomponensek eredményei

4.3.1. Csőtömeg

A leíró statisztika alapján, melyet a 9. táblázat szemléltet részletesebben, a legnagyobb átlagos csőtömeget a Min-till kezelésben $233,70 \pm 39,89\text{g}$, illetve a TopDown kezelésben $233,27 \pm 33,54\text{g}$ mértem, míg a legalacsonyabbat a Tiger kezelés mutatta $161,77 \pm 21,77\text{g}$ értékkel. Az egytényezős varianciaanalízis eredménye alapján ennél a paraméternél szignifikáns különbség volt a vizsgált kezelések között ($F(3,44)=16,819$; $p<0,001$), tehát a talajművelési módok jelentős hatást gyakoroltak a csőtömegek alakulására. A Tukey-féle post-hoc vizsgálat eredményei, amelyet a 8. táblázat tartalmaz, alátámasztják ezt a szignifikáns eltérést. A Tiger kezelése („a” csoport) szignifikánsan alacsonyabb tömeget produkált ($p<0,001$) a többihez képest. A szántás („b” csoport) szintén kisebb értéket mutatott ($p=0,021$) a Min-till és a TopDown kezelésekhez („c” csoport) képest. Ugyanakkor a TopDown és a Min-till között nem volt szignifikáns eltérés ($p=1,000$). Az eredmények vizuális megjelenését a 18. ábra mutatja be.



18. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása a csőtömegre

8. táblázat: Post-hoc összehasonlítása a különböző kezeléseken mért átlagos csőtömegeknek

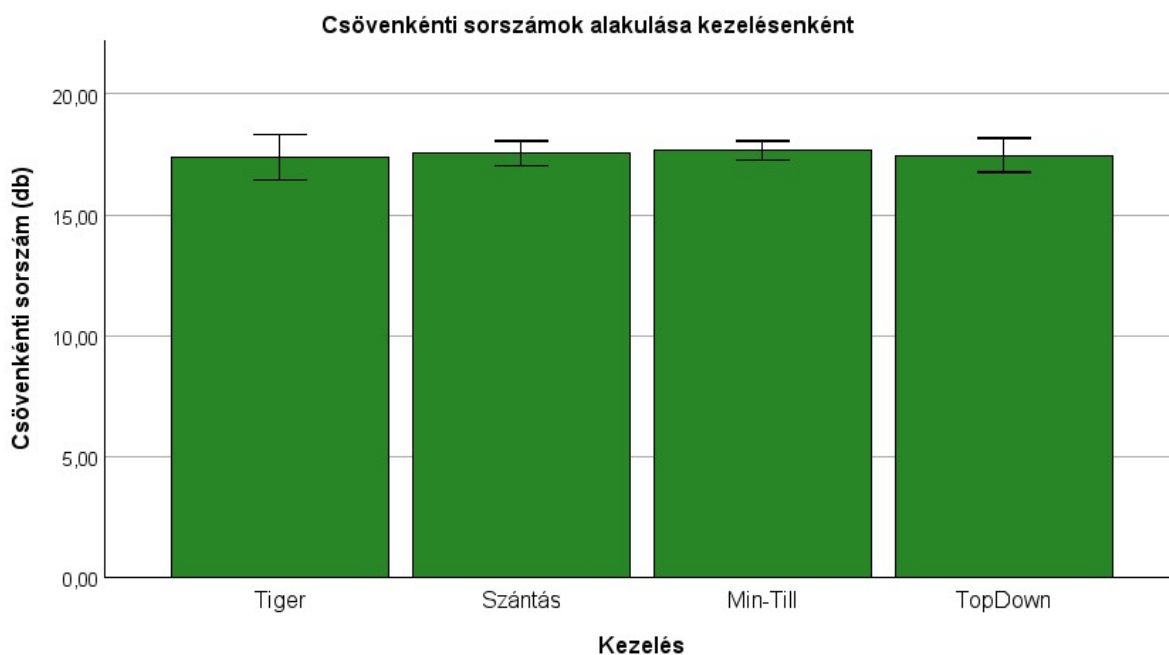
Csőtömeg (g)				
Kezelés	Elemszám	p=0,05		
		a	b	c
Tiger	12	161,7667		
Szántás	12		197,6333	
TopDown	12			233,2667
Min-Till	12			233,7000
Sig.		1,000	1,000	1,000

9. táblázat: Kukorica csőtömegének alakulása különböző kezeléseken

	Kezelés	Elemszám	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Csőtömeg (g)	Tiger	12	161,77	21,77	143,30	190,90
	Szántás	12	197,63	13,18	181,90	212,80
	Min-Till	12	233,70	39,89	183,90	276,70
	TopDown	12	233,27	33,54	189,60	265,90

4.3.2. Csövenkénti sorszám

A csövenkénti sorszám elemzése során a legmagasabb átlagos sorszámot a Min-till kezelés produkálta $17,67 \pm 0,20$ darabbal. A legalacsonyabbat pedig a Tiger kezelés eredményezte $17,37 \pm 0,47$ darabos értékkel. Ennél a paraméternél az ANOVA elemzés nem mutatott szignifikáns különbséget ($F(3,44)=1,676$; $p=0,186$), ennek következtében a különböző kezeléseket nem befolyásolták jelentős mértékben a csövenkénti sorszám alakulását. Az eredményeket a 19. ábra, valamint a 10. táblázat részletezi.



19. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása a csőenkénti sorszámokra

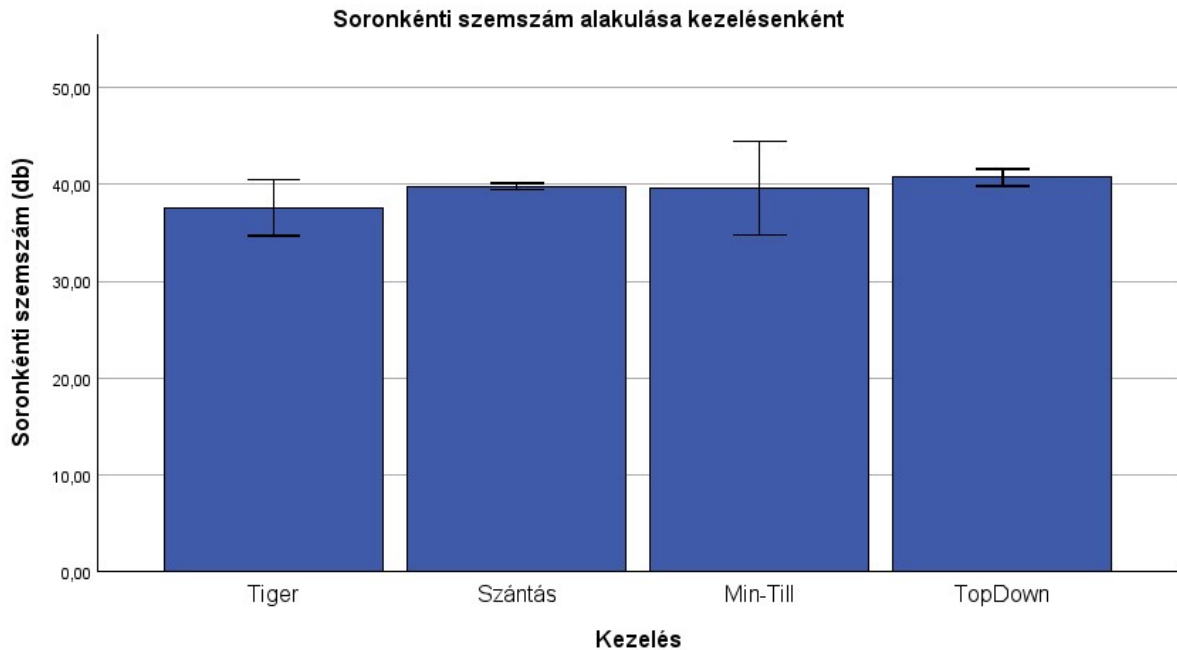
10. táblázat: Kukorica csőenkénti sorok számának alakulása különböző kezelésekben

	Kezelés	Elemsszám	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Csőenkénti sorszám (db)	Tiger	12	17,37	0,47	17,00	18,00
	Szántás	12	17,53	0,26	17,20	17,80
	Min-Till	12	17,67	0,20	17,40	17,80
	TopDown	12	17,47	0,36	17,00	17,80

4.3.3. Soronkénti szemszám

A soronkénti szemszám alakulásának leíró statisztikáját elemezve, melyet a 12. táblázat, illetve a 20. ábra szemléltet, a legmagasabb értéket a TopDown kezelés produkálta $40,73 \pm 0,43$ darabos átlag szemszámával, míg a legkevesebbet a Tiger kezelés eredményezte átlagosan $37,63 \pm 1,45$ darabbal. Az ANOVA analízis alapján szignifikáns eltérés alakult ki a vizsgált kezelések eredménye között ($F(3,44)=9,970$; $p<0,001$), tehát a talajművelések nagy befolyással

voltak a szemszám alakulásában. A post-hoc teszt alapján, melyet a 11. táblázat mutat be, a Tiger kezelés („a” csoport) szignifikánsan alacsonyabb értéket produkált, mint további vizsgált kezelési módok. A szántás, Min-till és TopDown kezelések között („b” csoport) nem alakult ki szignifikáns különbség.



20. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása a soronkénti szemszámokra

11. táblázat: Post-hoc összehasonlítása a különböző kezeléseken mért átlagos soronkénti szemszámoknak

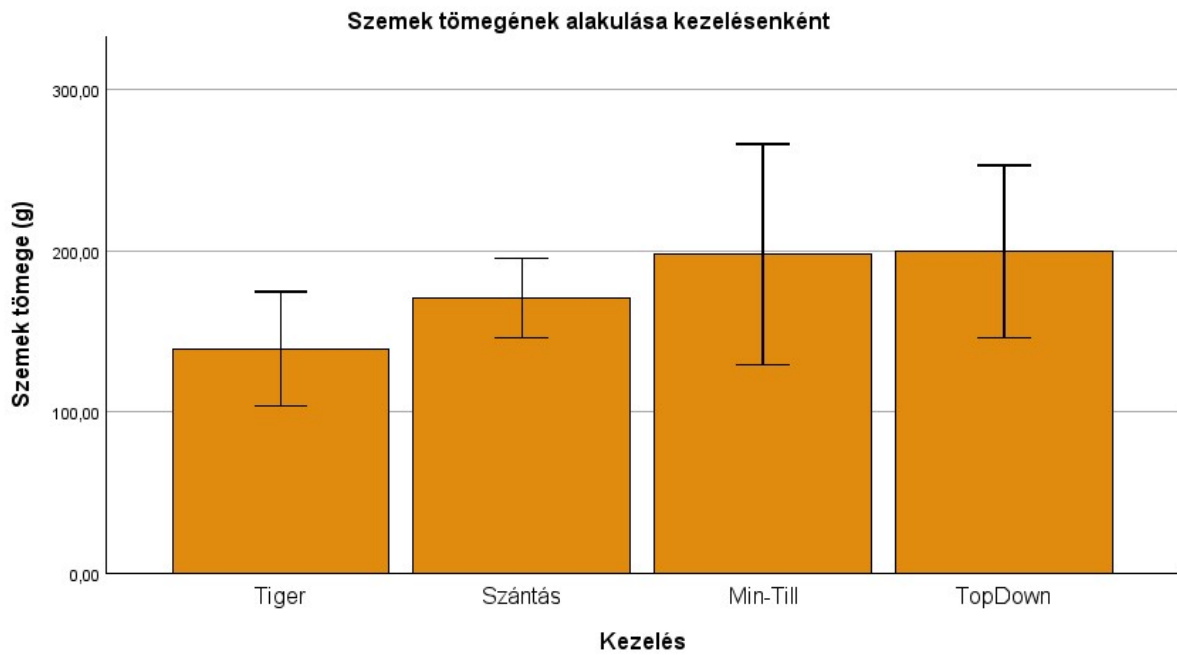
Soronkénti szemszám (db)			
Kezelés	Elemszám	p=0,05	
		a	b
Tiger	12	37,6333	
Min-Till	12		39,6667
Szántás	12		39,8000
TopDown	12		40,7333
Sig.		1,000	0,276

12. táblázat: Kukorica soronkénti szemszámának alakulása különböző kezelésekben

	Kezelés	Elemzés	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Soronkénti szemszám (db)	Tiger	12	37,63	1,45	36,00	39,40
	Szántás	12	39,80	0,17	39,60	40,00
	Min-Till	12	39,67	2,43	36,40	41,60
	TopDown	12	40,73	0,43	40,20	41,20

4.3.4. Szemek tömege

A szemek tömegét nézve, a legnagyobb átlagos értéket a TopDown $199,57 \pm 26,75$ grammal, illetve a Min-till $197,97 \pm 34,27$ grammal produkálta, ezzel szemben a legkisebb szemtömeget a Tiger kezelés eredményezte $139,39 \pm 17,67$ grammal. A leíró statisztikát a 14. táblázat részletezi és 21. ábra mutatja be grafikusán. Az egytényezős varianciaanalízis (ANOVA) eredményei alapján szignifikáns eltérés alakult ki a különböző kezelések között ($F(3,44)=16,305$; $p<0,001$), itt tehát jelentős hatással voltak a talajművelések módjai a szemtömegek alakulására. A post-hoc teszt alapján a Tiger kezelés („a” csoport) szignifikánsan alacsonyabb szemtömeget produkált ($p<0,001$), a többi kezeléshez képest. A szántott („b” csoport) parcella szintén szignifikánsan alacsonyabb eredményt mutatott a Min-till és a TopDown-hoz képest ($p<0,05$). A Min-till és a TopDown („c” csoport) között nem volt szignifikáns a különbség ($p=0,998$). A post-hoc teszt eredményeit a 13. táblázat mutatja be.



21. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása a szemek tömegére

13. táblázat: Post-hoc összehasonlítása a különböző kezeléseken mért átlagos szemtömegeknek

Szemtömeg (g)				
Kezelés	Elemszám	p=0,05		
		a	b	c
Tiger	12	139,3667		
Szántás	12		170,9333	
Min-Till	12			197,9667
TopDown	12			199,5667
Sig.		1,000	1,000	0,998

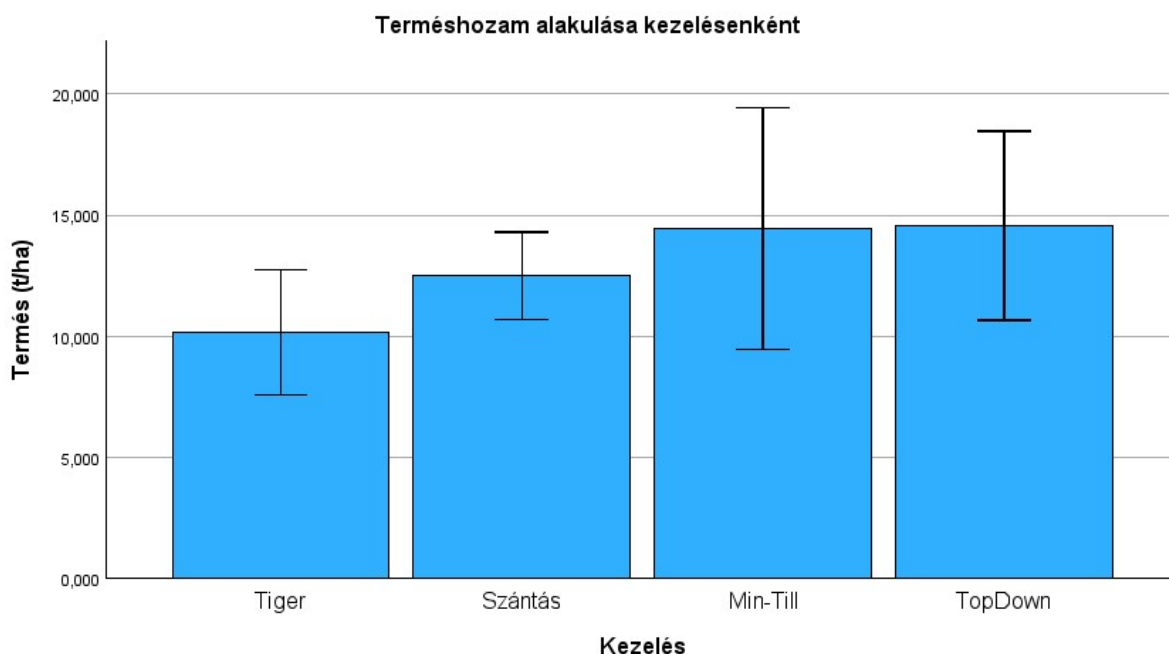
14. táblázat: Kukoricaszemek tömegének alakulása különböző kezelésekben

	Kezelés	Elemszám	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Szemek tömege (g)	Tiger	12	139,37	17,67	124,30	163,00
	Szántás	12	170,93	12,41	156,40	185,50

	Min-Till	12	197,97	34,27	155,30	235,10
	TopDown	12	199,57	26,76	165,30	226,90

4.3.5. Termés

A terméshozamok leíró statisztikáját elemezve, a legnagyobb átlagos termést a TopDown $14,57 \pm 1,95$ t/ha, valamint a Min-till $14,45 \pm 2,50$ t/ha kezelések mutatták, ezzel szemben a legkisebb eredményt a Tiger kezelés produkálta $10,17 \pm 1,29$ t/ha értékkel. A részletes eredményeket a 22. ábra és 16. táblázat mutatja be. Az ANOVA eredményei alapján, a különböző kezelések között szignifikáns eltérés alakult ki ($F(3,44)=16,335$; $p<0,001$). A post-hoc elemzés eredményei, melyek a 15. táblázatban tekinthetők meg, szerint a Tiger kezelés („a” csoport) szignifikánsan kisebb terméshozamot biztosított, a többi kezeléshez képest ($p<0,001$). A szántás („b” csoport), az előző kezeléshez hasonlóan szignifikánsan alul maradt a Min-till és a TopDown-hoz képest ($p<0,05$). A Min-till és a TopDown („c” csoport) között nem volt szignifikáns eltérés ($p=0,999$).



22. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása a terméshozamra

15. táblázat: Post-hoc összehasonlítása a különböző kezeléseken mért terméshozamnak

Terméshozam (t/ha)				
Kezelés	Elemszám	p=0,05		
		a	b	c
Tiger	12	10,17333		
Szántás	12		12,48000	
Min-Till	12			14,45333
TopDown	12			14,56667
Sig.		1,000	1,000	0,999

16. táblázat: Terméshozam (t/ha) alakulása különböző kezelésekben

	Kezelés	Elemszám	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Termés (t/ha)	Tiger	12	10,17	1,29	9,07	11,90
	Szántás	12	12,48	0,90	11,42	13,54
	Min-Till	12	14,45	2,50	11,34	17,16
	TopDown	12	14,57	1,95	12,07	16,56

4.4. Beltartalmi vizsgálat eredményei

A kukorica beltartalmi paramétereit fontos minőségi mutatók, melyekre a kezelési mód megválasztása jelentős hatással lehet. A vizsgálat során négy eltérő művelési eljárást vizsgáltam, majd elemeztem ki a leíró statisztikát, ANOVA vizsgálatát, valamint post-hoc tesztjét. A statisztikai adatokat a 23. ábra szemlélteti vizuálisan és a 20. táblázat részletezi.

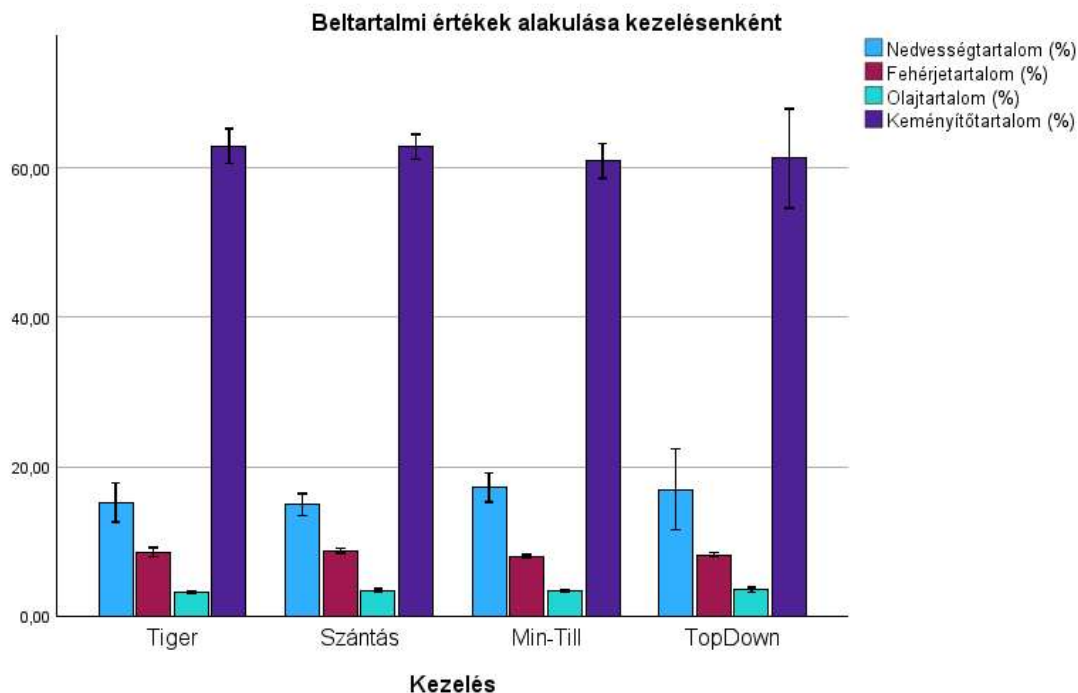
A nedvességtartalom esetében a legmagasabb értéket a Min-till produkálta $17,21 \pm 0,968\%$ átlaggal, a legalacsonyabbat pedig a szántás $14,92 \pm 0,742\%$ eredménnyel. Az ANOVA vizsgálat alapján szignifikáns különbség mutatkozott a kezelések között ($F(3;44)=6,294$; $p=0,001$), tehát a kezelések között statisztikailag igazolható a nedvességtartalomban mutatkozó különbség. A post hoc teszt, melynek eredményeit a 17. táblázat tartalmazza, szerint a Min-till és a TopDown kezelések szignifikánsan ($p < 0,05$) magasabb nedvességtartalmat produkáltak, mint a Tiger és a

szántás. A Min-till és a TopDown között ($p=0,978$), hasonlóan a Tiger és szántás kezelések ($p=0,980$) között sem volt szignifikáns eltérés.

Fehérjetartalom szempontjából a legmagasabb átlagot a szántás biztosította $8,71\pm 0,146\%$ eredménnyel, amelyet a Tiger követett $8,58\pm 0,301\%$ átlaggal. A legalacsonyabb értéket a Min-till produkálta $8,01\pm 0,087\%$ fehérjetartalommal. Az egytényezős varianciaanalízis szignifikáns különbséget mutatott a vizsgált kezelések hatásai között ($F(3,44)=35,729$; $p<0,001$), így a fehérjetartalom alakulására jelentős hatást gyakorolt a művelési módszer. A post-hoc elemzés alapján a Min-till szignifikánsan alacsonyabb fehérjetartalmat produkált a többi kezeléshez képest ($p<0,001$). A TopDown kezelés szignifikánsan nagyobb fehérjetartalmat eredményezett, mint a Min-till, viszont alacsonyabbat, mint a szántás. A Tiger és a szántás között szignifikáns különbség nem volt ($p=0,319$), azonban a Min-till kezeléshez képest szignifikánsan magasabb volt. A post-hoc eredményeit a 18. táblázat mutatja be.

A legmagasabb olajtartalmat átlagosan a TopDown biztosította, $3,51\pm 0,158\%$ -kal. Egymáshoz hasonló értékeket eredményezett a Min-till $3,43\pm 0,085\%$, illetve a szántás $3,40\pm 0,111\%$. A legalacsonyabb átlagot a Tiger produkálta $3,20\pm 0,098\%$ -kal. Az ANOVA elemzés alapján a különböző kezelések eredményei között szignifikáns különbség volt ($F(3,44)=15,017$; $p<0,001$). A Tukey-féle post-hoc elemzés megmutatta, hogy a Tiger kezelés szignifikánsan alacsonyabb olajtartalmat biztosított a többi kezeléshez képest ($p<0,001$). A TopDown eredményezte a legmagasabb értéket, azonban nem volt szignifikánsan magasabb a Min-till és a szántáshoz képest. Az olajtartalomra vonatkozó részletes post-hoc elemzést a 19. táblázat tartalmazza.

A keményítőtartalom legmagasabb átlagát Tiger kezelésben eredményezte $63,01\pm 1,157\%$ -kal, a legalacsonyabbat pedig a Min-till $60,96\pm 1,169\%$ -kal. A másik kettő kezelés köztes értékeket produkáltak, a TopDown $61,32\pm 3,322\%$, a szántás pedig $62,88\pm 0,842\%$. Az egytényezős varianciaanalízis eredményei szerint szignifikáns különbség alakult ki a kezelések eredményei között ($F(3,44)=3,685$; $p=0,019$). A post-hoc teszt eredményeit elemezve, a Min-till kezelés szignifikánsan alacsonyabb keményítőtartalmat produkált, mint a Tiger ($p=0,053$). A többi kezelés közötti különbség nem bizonyult szignifikánsnak.



23. ábra: A vizsgált talajművelési eljárások hatása kukorica beltartalmára

17. táblázat: Post-hoc összehasonlítása a különböző kezeléseken mért nedvességtartalomnak

Nedvességtartalom (%)				
Kezelés	Elemszám	p=0,05		
		a	b	c
Szántás	12	14,9200		
Tiger	12	15,1767	15,1767	
TopDown	12		16,9433	16,9433
Min-Till	12			17,2100
Sig.		0,980	0,052	0,978

18. táblázat: Post-hoc összehasonlítása a különböző kezeléseken mért fehérjetartalomnak

Fehérjetartalom (%)			
Kezelés	Elemszám	p=0,05	
		a	b
Min-Till	12	8,0100	
TopDown	12	8,2000	
Tiger	12		8,5767
Szántás	12		8,7100
Sig.		0,079	0,319

19. táblázat: Post-hoc összehasonlítása a különböző kezeléseken mért olajtartalomnak

Olajtartalom (%)			
Kezelés	Elemszám	p=0,05	
		a	b
Tiger	12	3,2033	
Szántás	12		3,4000
Min-Till	12		3,4300
TopDown	12		3,5100
Sig.		1,000	0,110

20. táblázat: Beltartalmi értékek alakulása különböző kezelésekből

	Kezelés	Elemszám	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Nedvességtartalom (%)	Tiger	12	15,177	1,296	14,230	16,930
	Szántás	12	14,920	0,742	14,000	15,730
	Min-Till	12	17,210	0,968	15,900	17,900
	TopDown	12	16,943	2,732	14,630	20,600
Fehérjetartalom (%)	Tiger	12	8,577	0,301	8,200	8,900
	Szántás	12	8,710	0,146	8,530	8,870
	Min-Till	12	8,010	0,087	7,900	8,100
	TopDown	12	8,200	0,150	8,000	8,330
Olajtartalom (%)	Tiger	12	3,203	0,098	3,070	3,270
	Szántás	12	3,400	0,111	3,270	3,530
	Min-Till	12	3,430	0,085	3,330	3,530
	TopDown	12	3,510	0,158	3,330	3,700
Keményítőtartalom (%)	Tiger	12	63,010	1,157	61,470	64,030
	Szántás	12	62,877	0,842	61,930	63,900
	Min-Till	12	60,957	1,169	59,800	62,470
	TopDown	12	61,323	3,322	56,870	64,100

5. Következtetések és javaslatok

A fiziológiai tulajdonságoknál, bár nem jelentősen, de magasabb átlagokat mutatott a TopDown kezelés mind a három vizsgált paraméternél. A további három kezelés közel azonos eredményeket mutatott. A kapott eredmények alapján elmondható, hogy a legegészségesebb növényállomány a TopDown kezelés parcellájában alakult ki.

Talajszerkezet tekintetében sem kedvezett az idei csapadékban szegény év, amely nagyban befolyásolta a különböző frakciók alakulását. Jelentős különbség nem mutatkozott a kezelések között. A rögfrakció vizsgálatánál a legmagasabb átlagos arányt a szántás, valamint a Tiger kezelés mutatta. Morzsás talajszerkezet legnagyobb arányban a TopDown kultivátorral kezelt parcellában volt kimutatható, az aprómorzsza frakciója viszont a szántásban volt nagyobb arányú. A Min-till és a TopDown jártak a legmagasabb átlagos porfrakció arány kialakításával.

A felszínborítottság számos előnnyel járhat, elősegítheti a talajvédelmet, azzal, hogy csökkenti az eróziós károkat, illetve a talajnedvesség megőrzését. Az átlagosan legjobban borított talajt a Min-till parcellában tapasztaltam, azonban jelentős eltérés itt sem volt a kezelések között.

A földgiliszta egyedszám alakulása nagy befolyással lehet a talajok egészségére, azok biológiai aktivitására, azonban a száraz időjárás, kemény talaj nekik sem volt előnyükre. Legmagasabb átlagos egyedszámot a Min-till, valamint a TopDown kultivátorral kezelt parcella produkálta.

A terméskomponensek eredményei között azonban már jelentős eltérés rajzolódott ki az egyes kezelések hatását illetően. A csőtömegnél jóval nagyobb átlag mennyiséget ért a Min-till és a Topdown parcella, míg a Tiger maradt a legalul. A csövenkénti sorszám alakulását kevésbé érintették a kezelési formák, mivel ez inkább fajta függő tulajdonság. A soronkénti számszámnál, illetve a szemek tömegénél, a csőtömeghez hasonlóan, itt is jelentős különbség volt. Mindkét paraméternél a TopDown bizonyult a legoptimálisabb kezelésnek. és a Tiger maradt el a leginkább a többi kezeléshez képest. A terméshozamok is szignifikáns differenciát mutattak az egyes kezelések között. A legnagyobb termést produkáló módszernek bizonyultak a Min-till, illetve a TopDown, míg az előzőkhöz hasonlóan, a Tiger kezelésben volt a legkevesebb.

Beltartalmi mutatók szempontjából is jelentős hatást gyakoroltak a művelési módszerek a vizsgált paraméterekre. A legnagyobb átlagos nedvességtartalma a Min-till parcelláról betakarított kukoricának volt, amely visszavezethető a talajvédő művelés kedvező vízháztartására. A fehérje-, illetve a keményítőtartalom alakulásában hasonló átlagokat

produkált a Tiger és a szántott parcellán termesztett kukorica., melyek jelentősen magasabbak voltak a Min-till kezeléshez képest. Az legnagyobb átlagos olajtartalmat a TopDown kultivátorral végzett művelés produkálta.

A 2025-ben végzett alpművelési eljárások összehasonlítási kísérlet során a növény fiziológiai paraméterei, valamint a talajvizsgálat eredményei nem mutattak szignifikáns különbséget a kezelések között, amely az idei száraz, aszályos évjáratnak köszönhető. A terméskomponensek, illetve a beltartalmi értékek ezzel szemben világosan rámutattak a talajvédő művelési módszerek fontosságára. Az így is csapadékszegély, kedvezőtlen időjárási viszonyok között fontos a meglévő nedvesség megtartása, amelyhez nagyban hozzájárult az eredmények alapján a Min-till technológia és a TopDown kultivátoros kezelés. Napjaink változó klímájában, valamint magas input anyagárok mellett kiváló megoldást nyújthat a minél kevesebb talajbolygatással, illetve minél nagyobb mulcshagyással járó technológiák alkalmazása, melyek képesek bizonyos szintig pufferelni a környezeti tényezők behatását, szélsőséges változását. Az elvégzett kísérletben szereplő eredmények további beigazolásához, érdemes lenne az elkövetkezendő, más csapadékellátottságú években is kivitelezni az adott paraméterek részletes felvételezését és elemzését.

A vizsgálat eredményei alapján elmondható, hogyha a gazdálkodás fő szempontjai között van a vízmegtartás, valamint talajvédelem, akkor érdemes a csökkentett művelési technológiák alkalmazása.

6. Összefoglalás

A vizsgálatot 2025. április 12-én kezdtem el a Tolna vármegyei Gerjen külterületén, a Gerjени Agrár Zrt. szántóföldjén, ahol négy különböző művelési módszert hasonlítottam össze, Tiger, Szántás, Min-till és TopDown kezeléseket, annak érdekében, hogy kiderítsem, melyik biztosítja a legoptimálisabb kukorica termesztést. A területre ezt követően rendszeresen kijártam szemlét tartani, illetve a talajvizsgálati és növény fiziológiai adatait felvételezni. A részletes talajszerkezeti, valamint kukorica beltartalmi vizsgálatait 2025. szeptember 23-án végeztem el a MATE, Szent István Campus Növénytermesztési-tudományok Intézet kutatólaborjában.

A növény fiziológiai paraméterei, mint a növénymagasság, szárátmérő, zöld levélszám, illetve a talajszerkezet, földigiliszta abundancia és felszínborítottság eredményei azt mutatták, hogy a kezelések hatásában nem mutatkozott jelentős különbség. Azonban a terméskomponensek, hozam és a beltartalmi értékek között annál inkább kirajzolódott a művelési módok által gyakorolt hatás. Terméskomponensek között, a csőtömeg alakulásánál a legoptimálisabb eredményt a Min-till (233,70g), és a TopDown (233,27g), míg a legkisebbet a Tiger (161,77g) biztosította. A soronkénti szemszám eredményei alapján hasonlóan az előzőhöz, a legjobb eredményt a TopDown (40,73db), a legrosszabbat pedig a Tiger (37,63db) érte el. A szemek tömegének vizsgálata is ezt a tendenciát mutatta, elsőként a TopDown (199,57g), másodikként a Min-till (197,97g), és utolsó helyen a Tiger (139,39g) végzett. Terméshozamot tekintve szintén a TopDown volt a legmagasabb (14,57t/ha), melyet a Min-till (14,45t/ha) követett és a Tiger produkálta a legkisebb termést (10,17t/ha). A beltartalmi mutatóknál változatosabb az eredmény. A nedvességtartalom esetében a Min-till (17,21%) volt a legmagasabb, a szántás (14,92%) pedig a legalacsonyabb. Fehérjetartalom vizsgálatánál a szántott (8,71%), valamint a Tiger (8,58%) kezelés parcelláiról betakarított kukorica vezetett, legkisebb értéket pedig a Min-till (8,01%) produkálta. A keményítőtartalomnál, az előző paraméterhez hasonlóan, a Tiger (63,01%) parcellájában termesztett kukoricánál volt a legmagasabb, és a Min-till (60,96%) kezelésben a legkisebb. Olajtartalomban leggazdagabb kukorica a TopDown (3,51%) kultivátorral művelt területéről került le, míg a legszegényebb a Tiger (3,20%) kezelésben volt.

7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni Dr. Kende Zoltán konzulensemnek, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növénytermesztési-tudományok Intézet, Agronómiai Tanszék docensének, hogy a Különböző alapművelési módok értékelése kukoricában című szakdolgozatom létrejöttében szakmai irányításával, illetve statisztikai tudásával, ajánlásaival, valamint végtelen türelmével folyamatosan támogatott.

Köszönettel tartozom még, a Gerjени Agrár Zrt. vezetőségének, kiemelten Házi Szabolcsnak, aki biztosította számomra a kísérlet helyszínét, valamint a támogatást és tanácsokat, amelyeket nyújtott.

Külön szeretném kifejezni köszönetemet, családom és párom részére a folyamatos pozitív, támogató hozzáállásuk és segítségük miatt.

8. Irodalomjegyzék

- Bádonyi Krisztina. (2006). A hagyományos és a kímélő talajművelés hatása a talajerózióra és az élővilágra.
- Barczi Attila, Harrach Tamás, & Nagy Valéria. (2014). "A gazdálkodó legjobb munkatársa a földigiliszta" - avagy a minimális talajbolygatás jótékony hatása a talajszerkezetre.
- Birkás M. – Gyuricza CS. (2004): A talajhasználat és a klimatikus hatások kapcsolata. 10-46. p. IN: Birkás M. – Gyuricza CS. (Szerk.): Talajhasználat – Műveléshatás – Talajnedvesség. Quality-Press Nyomda & Kiadó Kft.
- Birkás M. (2001). Birkás M. 2001. A talajhasználat. A talajhasználati módok értékelése. In: Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban (szerk. Birkás M.) Akaprint Kiadó, Budapest, pp. 99-120.
- Birkás Márta (2000): A talajtömörödés helyzete Magyarországon. Következményei és enyhítésének lehetőségei.
- Celik, I. 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil and Tillage Research 83. pp. 270-277.
- Conservation Technology Information Center. (2002). Tillage Type Definitions.
https://www.ctic.org/resource_display/?id=322&title=Tillage+Type+Definitions
- Dean, G.J. – Merry, A.M. 2015. Comparison of stubble management strategies in the high rainfall zone. In 17th Australian Society of Agronomy Conference. pp. 1-4.
- Dekemati Igor. (2020). Szent István Egyetem A klíma-szenzitív és a klíma-védő művelés megfelelése különböző talajokon.
- Dexter, A. R., Czyz, E. A., & Gat, egat, e, O. P. (2006). A method for prediction of soil penetration resistance. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.05.011>
- Dr. Jóri J. István. (2015). A talajművelés szerepe - Magyar Mezőgazdaság.
<https://magyarmezogazdasag.hu/2015/08/13/talajmuveles-szerepe/>
- Dr. Jóri J. István. (2018). A talajművelés fejlődéstörténete - Horizontális – vertikális – precíziós alapművelés. <https://agroforum.hu/szaccikkek/talajmuveles/talajmuveles-fejlodestortenete-horizontalis-vertikalis-precizios-alapmuveles/>

- Erenstein, O., Moti Jaleta, ·, Sonder, · Kai, Mottaleb, · Khondoker, & Prasanna, · B M. (2022). Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. *Food Security*, 1, 3. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>
- Eurostat (2016). Agricultural practices. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ef_mp_prac/default/table?lang=en&category=agr.ef.ef_mp
- Eurostat (2025). EU cereals production (usable), area and yield. https://agriculture.ec.europa.eu/data-and-analysis/markets/overviews/market-observatories/crops/cereals-statistics_en
- FAO. (2025). Kukorica terméshozama és betakarított területe. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Gyuricza Csaba. (2014). talaj- és környezetminőség javítása és fenntartása növénytermesztési módszerekkel; doktori értekezés.
- Gyuricza CS. – Farkas CS. – Baráth Csné – Birkás M. – Murányi A. (1998): A penetrációs ellenállás vizsgálata talajművelési tartamkísérletben gödöllői barna erdőtalajon. *Növénytermelés*, 47: (2) 199-212. p.
- Gyuricza CS. – Liebhard, P. – Rosner, J. (2004): Talajökológiai tényezők vizsgálata talajművelési tartamkísérletben. 96-112 p. IN: BIRKÁS M. – GYURICZA CS. (Szerk.): Talajhasználat – Műveléshatás – Talajnedvesség. Quality-Press Nyomda & Kiadó Kft.
- Jones & Montanarella. (2003). Land Degradation. Robert J.A. Jones and Luca Montanarella (eds). EUR 20688 EN, 324pp. (2003). Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Központi Statisztikai Hivatal. (2016). Szántóföldi talajművelési módszerek területi egységeként. https://www.ksh.hu/docs/hun/agraar/gso2016/gso2016_11.xls
- Központi Statisztikai Hivatal. (2024a). Fontosabb szántóföldi növények betakarított területe. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html
- Központi Statisztikai Hivatal. (2024b). Fontosabb szántóföldi növények termésátlaga. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0018.html

- Központi Statisztikai Hivatal. (2025). Magyarország mezőgazdasági területe művelési ágak szerint. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0008.html
- Mulumba, L. N. – Lal, R. (2008): Mulching effects on selected soil physical properties. *Soil & Tillage Research* 98: 106-111. p.
- László, P. (2007): A direktvetéses és bakhátas gazdálkodási rendszerek hatása a talaj fizikai és biológiai állapotára. Doktori (PhD) értekezés. Gödöllő.
- Manninger G.A., 1957. A talaj sekély művelése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Marchenko, T. Yu. (2019). Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. In natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century (pp. 135–152). Liha-Pres. <https://doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152>
- Mikó Péter. (2009). Investigation of the effects of green manuring on soil condition and the following crop.
- MSZ. (1998). MSZ. 12540.
https://www.gportal.hu/portal/fmteszov/upload/312904_1236592031_04301.pdf
- Mu, X. – Zhao, Y. – Liu, K. – Ji, B. – Guo, H. – Xue, Z. – Li, C. 2016. Responses of soil properties, root growth and crop yield to tillage and crop residue management in a wheat- maize cropping system on the North China Plain. *European Journal of Agronomy* 78. pp. 32-43.
- Mut, R., Şeker, C., & Negiş, H. (2022). Effectiveness of Conventional and Minimized Tillage Practices on Soil Quality Properties and Maize Yield Attributes.
<https://doi.org/10.15316/SJAIFS.2022.058>
- Ogieriakhi, M. O., & Woodward, R. T. (2022). Understanding why farmers adopt soil conservation tillage: A systematic review. *Soil Security*, 9, 100077.
<https://doi.org/10.1016/J.SOISEC.2022.100077>
- Pagliall, M. – Vignozzi, N. – Pellegrini, S. (2004): Soil structure and the effect of management practices. *Soil & Tillage Research* 79: 131-143. p.
- Partal, E., Oltenacu, C. V., Paraschivu, M., Cotuna, O., Dima, M., & Contescu, E. L. (2023). Effects of different soil tillage on soil moisture, weed control, yield and quality of maize

(*Zea mays* L.). *Romanian Agricultural Research*, 2023(40), 475–482.

<https://doi.org/10.59665/rar4044>

Rabot, E. – Wiesmeier, M. – Schlüter, S. – Vogel, H.J. 2018. Soil structure as an indicator of soil functions: A review. *Geoderma* 314. pp. 122-137.

Rátonyi T. (1999): A talaj fizikai állapotának penetrométeres vizsgálata talajművelési tartamkísérletben. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen.

Rátonyi T. (2006): Termőhelyi tényezők szerepe a szántóföldi növénytermesztésben. 22-74. p.

Shyamsing Rajput, V., & Sanjayrao Ingle, S. (2024). *Modern Concepts in Tillage: Zero, Minimum and Conservation Tillage*.

<https://www.researchgate.net/publication/379025721>

Soane, B. D. – Van Ouwerkerk, C. (Szerk.) (1994b): Soil compaction in crop production. *Developments in Agricultural Engineering* 11. Elsevier Sci, Amsterdam, Netherlands, 662 p.

Somasundaram, J. – Reeves, S. – Wang, W. – Heenan, M. – Dalal, R. 2017. Impact of 47 years of no tillage and stubble retention on soil aggregation and carbon distribution in a vertisol. *Land Degradation and Development* 28. pp. 1589-1602.

Stefanovits P. (1992): *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Ujj A. (2004): A rozs köztes védőnövényként történő termesztése és hatása a talajállapokra. 113-125. p. IN: BIRKÁS M. – GYURICZA CS. (Szerk.): *Talajhasználat – Műveléshatás – Talajnedvesség*. Quality-Press Nyomda & Kiadó Kft.

Várallyay, Gy. 2006. Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. *Agrokémia és Talajtan* 55.

Várallyay György. (1999). *Talajfolyamatok szabályozásának tudományos megalapozása*.

9. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Bakos Ádám
A Hallgató Neptun kódja:	RIISRR
A dolgozat címe:	Különböző alpművelési módok értékelése kukoricában
A megjelenés éve:	2025
A konzulens intézetének neve:	Növénytermesztési Tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Agronómiai Tanszék

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

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: Fadd, 2025. év 10. hó 29. nap



Hallgató aláírása


NYILATKOZAT

Bakos Ádám (hallgató Neptun azonosítója: RII5RR) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Gödöllő, 2025. 10. 29.


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Bakos Ádám
Neptun-kódja:	RIISRR
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat készítés
A munka címe:	Különböző alapküvelési módok értékelése kukoricában

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

- A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)
- B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

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

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

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Statisztikai fogalmak tisztázása	M365 Copilot	Eredmények és értékelésük

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

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

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

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

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

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

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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

Kelt: Fadd, 2025. 10. hó 29. nap

.....


Hallgató aláírása

.....


Konzulens/Témavezető aláírása