

DIPLOMADOLGOZAT

Pap András
Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Mérnöki MSc

Szarvas
2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Szarvasi Képzési Hely
Mezőgazdasági Vízgazdálkodási Mérnök MSc Szak

Rendszeresen vagy időszakosan öntözött, illetve öntözetlen talajok összehasonlítása talajszerkezet és tömörödöttség szempontjából

Belső konzulens: Dr. Gombos Béla
egyetemi docens

Intézet/Tanszék: Környezettudományi intézet
Öntözésfejlesztési és
Meliorációs Tanszék

Készítette: **Pap András**
NYOZMA
levelező

Szarvas
2025

Tartalom

1. Bevezetés és célkitűzés.....	3
2. Irodalmi áttekintés.....	5
2.1. A talaj szerkezete.....	5
2.2. Talajművelés.....	5
2.3. A talajművelés rendszere.....	6
2.3.1. Tarlóművelés.....	7
2.3.2. Alapművelés.....	7
2.3.2.1. Nehézkultivátorral végzett alapművelés.....	7
2.3.2.2. Középmélylazítóval végzett alapművelés.....	8
2.3.2.3. Minimális művelés.....	8
2.3.3. Elmunkálás, magágykészítés.....	8
2.4. A víz.....	8
2.5. Az öntözés.....	9
2.5.1. Az öntözés pozitív hatásai.....	11
2.5.2. Az öntözés negatív hatásai.....	12
3. Anyag és módszer.....	13
3.1. A kísérlet helyének bemutatása.....	13
3.2. A kísérlet talajmunkáinak bemutatása.....	14
3.3. A vizsgálat során alkalmazott mérési eljárások.....	15
3.3.1. A talajmintavétel módszere.....	15
3.3.2. Talajtömörödöttség mérése.....	18
3.3.3. Talajnedvesség vizsgálat módszere.....	18
4. Vizsgálati eredmények és értékelésük.....	19
4.1. Frakcióméretek eloszlása az öntözés vonatkozásában.....	19
4.2. A talaj tömörödöttségének helye, mértéke.....	20
4.3. Talajnedvesség alakulása.....	21
4.4. Rendszeresen öntözött talajminta eredmények eső előtt/után.....	23
4.5. Rendszeresen öntözött talaj nedvességtartalma.....	24
5. Következtetések.....	26
6. Összefoglalás.....	28
7. Köszönetnyilvánítás.....	30
8. Szakirodalom jegyzéke.....	31

8.1. Internetes szakirodalom.....	31
8.2. Ábrajegyzék.....	32
Nyilatkozatok.....	33

1. Bevezetés és célkitűzés

A növénytermesztés színtere a talaj, mely egy feltételesen megújuló természeti erőforrás, ezért ezt óvni kell. A talajművelés az egyik legfontosabb tényezője a szántóföldi növénytermesztésnek. Ebben az összetett rendszerben talajműveléssel tudjuk kialakítani a növények számára megfelelő talajállapotot. Ennek nagy szerepe van a talaj szerkezetének védelmében, illetve a kívánt termésmennyiség és minőség kialakulásában. A megfelelő talajállapot nélkül felborulnak a biológiai és kémiai folyamatok, a tápanyagellátás, a talaj nedvességforgalma, továbbá a talaj levegőforgalma is.

Számos formáját választhatjuk a talajművelésnek, de nagyon fontos, hogy lehetőségeinkhez képest mindig az adott talajtípusnak, környezeti viszonyoknak legjobban megfelelő művelési eljárást alkalmazzuk. Cél a talaj termőképességének védelme, szinten tartása, esetlegesen javítása. Az utóbbi 10 évben rendkívül nagy hangsúlyt kapott a talaj nedvességtartalmának megőrzése, mivel évről-évre egyre kevesebb csapadék áll rendelkezésre. Ennek okán vitatott kérdés lett, hogy a forgatásos vagy forgatás nélküli talajművelésnek van-e nagyobb jelentősége. Továbbá megfontolandó kérdés, hogy érdemes-e a talajt művelni, hiszen hazánkban is egyre elterjedtebbek a min-till és no-till technológiák.

A nedvességmegőrzés mellett egyre nagyobb szerepet kap hazánkban az öntözés. A csapadék rohamos csökkenése miatt az elmúlt 5 évben három év is rendkívül aszályosnak számított, így a megfelelő termésmennyiség és termésminőség biztosítása kérdésessé vált. Hazánkat az egyre melegebb éghajlat jellemzi, továbbá egyre csökken a csapadék mennyisége. A csökkenő tendenciát mutató csapadékmennyiség mellett egyre gyakrabban fordul elő az időben egyre ritkábban, de nagyobb intenzitással hullott csapadék, tehát a csapadékeloszlás közel sem mondható egyenletesnek. Elegendő természetes csapadék nélkül termesztett növénykultúráink a terméspotenciáljuk töredékére képesek, így hazánkban is egyre nagyobb szerepet kap a szántóföldi növények öntözése. A számos pozitív hatás (mint például öntözés ütemezése, víznormák megszabása, ezáltal időjárástól való függetlenség) mellett beszélünk kell az öntözés káros hatásairól is. Kiemelendő, hogy a jól időzített, megfelelő mennyiségű öntözés talajunk fizikai féleségétől függően pozitív hatással is lehet a talajállapotra. Így tehát elmondható, hogy alapjában véve nem beszélhetünk az öntözés káros hatásairól, csak a helytelen öntözésnek vannak káros hatásai a talajállapotra nézve.

Kísérletem esetében egy Ramann-féle barna erdőtalajról beszélünk, melynél a különböző öntözési gyakoriságok mellett vizsgáltam, hogy mely öntözési mód hogyan hat a talaj

tömörödöttségére és a talaj szerkezetére. Kísérletemben az öntözés legnagyobb káros hatása a talaj tömörödöttség kialakulásában és a talajszerkezet romlásában volt megfigyelhető.

A talajszerkezet alakulása minden téren hat természetett növényeinkre, hiszen a talaj a mezőgazdasági termelés alapközege. A termékenységnek három alkotója van, mely a talajszerkezet, tápanyagtartalom, hasznosítható víz. Megfelelő talajszerkezet nélkül a termékenység másik két alkotóeleme sem tudja a megfelelő hatást kifejteni a természetett növények számára.

Diplomadolgozatomban a következőkre kerestem a választ:

- Öntözésnek talajtömörítő, talajszerkezet romboló hatása van-e?
- Van-e különbség a rendszeresen, időszakosan öntözött, illetve öntözetlen talaj közt szerkezet és tömörödöttség szempontjából?
- Amennyiben talajtömörödésről beszélhetünk, úgy az a talajban milyen mélységben mutatkozik?
- Időszakosan öntözött talaj regenerálni tudja-e magát?
- Tömörödött réteg vízvisszatartó hatású-e?

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A talaj szerkezete

A talaj egy háromfázisú polidiszperz rendszer, mely térben és időben állandóan változik. Háromfázisú, mivel alkotórészei gázok, folyadékok, szilárd anyagok, továbbá talajalkotó élőlények (Füleky, 2011).

A talajban a talajszemcsék többnyire ásványi és szerves anyagokkal kolloidokat alkotnak aggregátumként, melyek így szerkezeti elemek formájában vannak jelen a talajban. Várallyay (1993) szerint a talaj szerkezetét ezeknek a szerkezeti elemeknek a nagysága, illetve ellenállósága határozza meg. A talaj szerkezeti elemeit frakcióknak nevezzük. Növények fejlődésének, illetve a tápanyag feltáródásának szempontjából a legkedvezőbb a morzsás frakció, mely 0,25-10 mm között van. A legoptimálisabb, ha a talajban 80% körül van a morzsás frakció aránya. Ez azért is jelentős, mivel a növények számára elérhető víz a 0,2-30 mm-es pórustartományban található (Murray et al., 2007). Törekednünk kell ennek az arálynak a biztosítására, melyet talajműveléssel tudunk elérni. Nem optimális időben végzett talajművelés ezt az arányt negatívan is tudja befolyásolni, tehát figyelembe kell vennünk a művelés talajra gyakorolt hatását.

Ha az aggregátumok mechanikai hatás következtében szétesnek, akkor a talajszerkezet leromlásáról beszélhetünk. Ilyen mechanikai hatás lehet egy nem megfelelő időben végzett talajművelés, egy hirtelen lezúduló eső, továbbá az erőgépek és művelőeszközök taposása is.

2.2. Talajművelés

A talajművelés célja, hogy a természeti kívánt növényeink számára megfelelő feltételeket biztosítsunk (Simonné, 2010). Ezt Sipos (1978) úgy fogalmazta meg, hogy a talajművelés egy mechanikai úton történő beavatkozás a talaj fizikai állapotába, mely a növények igényeit elégíti ki a talajban végbemenő folyamatok szabályozásával. Törekednünk kell a talaj megfelelő állapotának biztosítására egészen a csírázástól, a kelésen, gyökeresedésen, növekedésen, termésképződésen át a betakarításig. Ugyanakkor hosszútávú célként kiemelendő:

- biológiai tevékenység fenntartása, esetleges fokozása,

- talaj nedvesség-, levegő- és hőforgalmának kedvező irányba való befolyásolása,
- talajszerkezet és a felszín védelme (eróziók csökkentése),
- mechanikai és kémiai talajjavítás eredményességének növelése,
- öntözés hatékonyságának növelése,
- tápanyagok (szerves- és műtrágya) hasznosulásának elősegítése,
- növényvédelem hatékonyságának fokozása. (Birkás, 2017)

A megfelelő talajállapotot a talaj forgatásával, a megfelelő mélységben történő lazításával, a talaj keverésével, porhanyításával, annak tömörítésével, majd felszínalakításával érhetjük el. Az 1950-es évek óta fokozatos átállás figyelhető meg a forgatásos művelésről a talajkímélő művelés irányába, melyek kímélik a talajt, víz megőrzését segítik elő, továbbá csökkentik a talajszerkezet romlását, a káros tömörödést, illetve a pénzügyi költségeket is (Voltr et al., 2021).

2.3. A talajművelés rendszere

Schmidt (2011) szerint a talajművelési rendszer nem más, mint egy adott területen a talajművelési eljárások összessége, melyekkel sikeresen és gazdaságosan termesztethők a növények. Tehát elmondható, hogy elsősorban a növények igényeihez mérten kell a talajművelést igazítani. Ehhez azonban figyelembe kell vennünk a vetésváltást, a talaj adottságait, a szerves- és műtrágyák használatát, a növényvédelmi tervet, s végül, de nem utolsósorban a rendelkezésre álló gépparkot.

A hagyományos talajművelés öt elemből áll: tarlóművelés, alapművelés, elmunkálás, magágykészítés, vetés utáni felszínalakítás (Internet 1). Azonban napjainkban a korszerű mezőgazdasági talajművelőgépek elterjedésével csak három elemből álló talajművelésről beszélhetünk. Az elmunkálás, magágykészítés összeolvadt, míg a vetés utáni felszínalakítás a korszerű vetőgépek miatt indokolatlanná vált.

A talajművelés három eleme: - Tarlóművelés

- Alapművelés

- Elmunkálás, magágykészítés (egymenetben)

2.3.1. Tarlóművelés

Tarlóművelésnek nevezzük a termesztett növény betakarítása után visszamaradott tarló kezelését. Célunk a kapilláris hálózatok elvágása mechanikai úton, majd a talaj visszatömörítése. Így a talajnedvességét próbáljuk megőrizni, esetleg fokozni. Továbbá kiemelendő még a visszamaradt növény maradványainak talajba történő bedolgozása, mely a későbbiekben hasznos szerepet tölt be a talaj életében (tápanyag visszaforgatás).

A tarlóművelést úgy a legcélszerűbb alkalmazni, hogy a növénymaradványok sekélyen a talajba legyenek keverve, forgatva, ugyanakkor a talaj felszíne enyhén tömörödjön.

2.3.2. Alapművelés

Az alapművelés egy elsődleges művelet. A talajművelés rendszerében ez a legmélyebben elvégzett művelésmód. Az alapművelést kétféleképpen csoportosíthatjuk: a művelés mélysége szerint beszélhetünk sekély, közép mély, illetve mély művelésről. A második csoportosítás alapja, hogy történt-e forgatás: ha igen, akkor forgatásos talajművelésről beszélhetünk, melynek eszköze az eke. Ha nem történt forgatás, akkor beszélhetünk sekély művelésről, melynek eszköze a tárcsa, talajmaró, közép mély művelés esetén kultivátor és közép mély lazító, továbbá beszélhetünk mély művelésről, melynek eszköze a mély lazító (Pap, 2022).

Diplomadolgozatom témáját illetően a nehéz kultivátoros és közép mély lazításra épülő alapművelés a releváns, mivel a mintavételi területeim alapművelésként ezeket a műveleteket kapják több éve.

2.3.2.1. Nehéz kultivátorral végzett alapművelés

Birkás (1997) alapművelésre alkalmas eszközként értékeli a szántóföldi nehéz kultivátort, mely elsődlegesen az őszi, illetve nyár végi vetésű növények alapműveléseként illeszthető be. Napjainkban előszeretettel használják a kapás növények alapműveléseként is. Ez egy talajkímélő művelési mód, mivel forgatást nem végez, viszont szűkebb talajnedvességtartományban használható, mint egy eke (Birkás, 2017). A kultivátor a művelt talajrétegben tömörödést is sokkal kevésbé okoz, tehát egy talajkímélő munkaeszköz (Birkás, 2010). A nehéz kultivátor a talajt 15-30 centiméteres mélységben kíméletesen munkálja

át. Munkasebessége 8-12 km/h, de törekedünk kell a nagyobb munkasebességre (10-11 km/h), mivel így végez megfelelő munkát: porhanyítás, keverés, talajaprítás.

2.3.2.2. Középmélylazítóval végzett alapművelés

A lazítás egy nélkülözhetetlen eljárás a talaj kémiai és fizikai megőrzésében, védelmében. Elsősorban a mélyebb, tömörödött rétegek lazításában játszik szerepet. Munkamélysége 30-50 centiméter. Birkás (1997) szerint a középmély lazítás alapművelésnek számít, mivel a lazító hatás ebben a mélységben általában a vegetációs idő legvégéig érvényesül. Bármely növény alapműveléseként alkalmazható, bár a tavaszi kultúrák ősszel elvégzett alapműveléseként terjedt el igazán. Akkor a legszükségesebb, mikor a talaj 30-40 centiméter mélységben tömörödött. Különösen fontos a középmély lazítás öntözött talaj esetén, mivel rendszeres öntözés hatására általában a talajban tömörödés alakul ki.

2.3.3. Elmunkálás, magágykészítés

Napjainkban a szántóföldi növénytermesztésben az egyik fő szempont a költséghatékonyság, így egyre nagyobb teret hódított magának az egy menetben végzett talaj elmunkálás és magágykészítés. Ennek a folyamatnak a munkaeszközei lehetnek a kompaktor, kombinátor, sekélytárcsa, fogas-simító kombináció.

Elmunkálásnak nevezzük az alapművelés utáni talaj továbbalakítását, melyet így megfelelővé próbálunk tenni a vetni kívánt növények számára. Az elmunkálásnak fontos szerepe van a nedvességkiegyenlítésben, tápanyagok feltáródásában is. A jó magágy nyirkos, ülepedett, morzsás szerkezetű és a gyors felmelegedés érdekében légjárható. Fontos, hogy a jó magágy nem lehet túl rögzös, sem túl poros, illetve gyomnövényektől mentesnek kell lennie (Balázs, 1994). A magágy fő célja a gyors csírázás és kelés elősegítése.

2.4. A víz

A jövőben a mezőgazdaság szempontjából a víz lesz a korlátozó tényező a Kárpát-medencében, különösen a földrajzilag mélyebben fekvő részeken, mint például az Alföldön (Várallyay, 2015). Minden növénynek szüksége van vízre. Általánosságban elmondható, hogy minden növény 65-90%-a víz. Növényélettani szempontból a növényeknek szükségük van

vízre a csírázáshoz, sejtalkotásához, anyagcsere folyamataihoz, hőszabályozáshoz. Ezenkívül a víz egy oldószer, mely lehetővé teszi a tápanyagok felvételét a növények számára, ugyanakkor a víz felelős a növény hőszabályozásáért is.

A növények megfelelő életműködéséhez elengedhetetlen, hogy a vízmérlegük biztosítva legyen. Ezt két fő dolog határozza meg: csapadék és a párolgás a növény adott fonológiai állapotában. A leoptimálisabb, ha mindig rendelkezésre áll a megfelelő mennyiségű felvehető víz a növény számára. Sajnos ez az állapot ritkán fordul elő szántóföldi növénytermesztésben, ezért alkalmazunk öntözést. A világ összes vízfelhasználásának 70%-a mezőgazdasági célú (Gavrilescu, 2021).

A szántóföldön kétfajta „vízvesztésről” beszélhetünk: Párolgás (transzspiráció) és párologtatás (evaporáció). A kettőt együtt evapotranszspirációnak nevezzük (Udvardy, 2010). A vízmérleg másik oldalán a csapadék, illetve kedvező esetben az öntözés áll. Az evaporáció csökkenti, a csapadék és az öntözés növeli a vízmérleget.

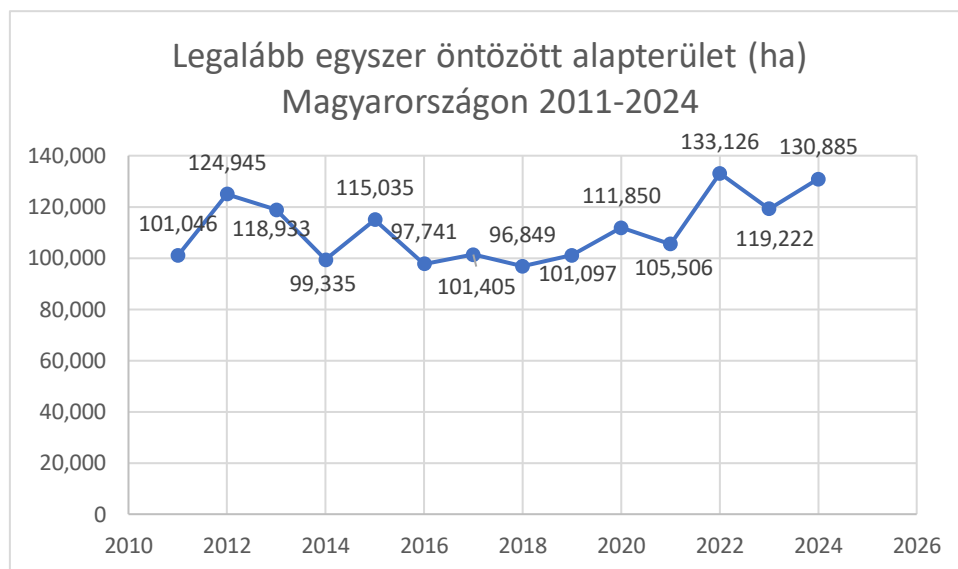
Fontos kiemelni, hogy az öntözővíz minősége, kémiai összetétele összhangban legyen az öntözött talaj tulajdonságaival (Rengasamy, 2018).

2.5. Az öntözés

Az öntözés célja a vízmérleg pozitív irányba billentése, azaz a növények vízszükségletének kielégítése. A világban a vízfelhasználás 70%-a öntözéssel történik. Hazánkban az öntözhető területek nagysága kb. 110 ezer hektár, ez az összes terület csupán 2-3%-át jelenti. Magyarország klímájából adódóan a május-szeptember hónapok között kerül kijuttatásra az öntözővíz jelentős része, mivel a természetes csapadék egyre bizonytalanabbá kezd válni. Jellemzően két természetes csapadékhullás között több idő telik el, viszont az egyszerre érkező csapadékmennyiség növekszik. A szélsőséges időjárás következtében megnövekedhetnek az árvizek és aszályok, melyek fokozzák a talajeróziót és tápanyagvesztést is (Murthy et al., 2024). A klímaváltozás miatt egyre gyakoribbak a meleg, aszályos időszakok nyáron, melyek fokozatosan alkalmatlanná teszik a Kárpát-medencét egy szokvány egyényári növény termesztésére (Várallyai, 2007). Ennek kiküszöbölésére kellene alkalmazunk öntözést, melyet hazánkban többnyire felszíni vízkészletből oldható meg, mivel hazánk felszín alatti vízkészletének jelentős része öntözés szempontjából rossz minőségű (Várallyai, 2016).

Magyarország öntözhető mezőgazdasági területe megközelítőleg 258 000 hektár, azonban a ténylegesen öntözött terület 100 000-130 000 hektár között mozog évek óta. Ez csupán az összes mezőgazdasági terület 2-3%-a. Fontos kiemelni, hogy ebben az esetben nem csak a szántóföldi öntözésről beszélünk, hanem minden mezőgazdasági területről (pl.: gyümölcsösökről is). Ezek az adatok azonban csak a legalább egyszer öntözött területeket foglalják magukban, mely látható az 1. ábrán (KSH adatbázis 2011-2024). A rendszeresen öntözött területek ennél jóval kevesebb hektáron találhatóak.

1. ábra: Hazánk öntözött területeinek alakulása 2011-2024
(Forrás: KSH adatbázis alapján saját szerkesztés)



Öntözés időzítése – megfelelő időben legyen megfelelő mennyiségű felvehető víz a növények számára. Így a termésmennyiség hiány és termésminőség csökkenés is elkerülhető. Viszont a talaj tulajdonságaihoz mérten kell az öntözéseket végrehajtanunk, így kerülhetjük el az öntözés számos káros hatását.

Diplomadolgozatomban mintavételi talajai öntözéséről center pivot öntözők gondoskodnak, melyek esőszerű öntözést tesznek lehetővé. Ezek mozgó szárnyvezetékes öntözőrendszerek, melyek az állomány fölött úgy mozognak, hogy abban kár nem keletkezik. (Pepó, 2019). A szárnyvezeték középpontja a hidrász, melyhez kapcsolódva 360 fokban körbe tud fordulni az öntöző. annak Egy-egy center pivot által beöntözött terület körülbelül 50 hektár. Egy öntözés alkalmával kijuttatható vízmennyiség 8-12 mm között variálható. A center pivot visszatérési ideje körülbelül 20-28 óra víznormától függően. A 2. ábrán egy center pivot által öntözött hibridkukorica (vetőmagelőállítás céljából) tábla látható.

2. ábra: Center pivot öntözőrendszer
(Forrás: Saját ábra)



2.5.1. Az öntözés pozitív hatásai

Termésbiztonság, terméshozam növekedés és termésminőség javulás. Továbbá a talaj vízgazdálkodását érintő kedvező hatások: tenyészedőszak alatti vízpótlás, tenyészedőszakon kívüli öntözés során a talajvízkapacitásának feltöltése. Az öntözés javítja a talaj tápanyaggazdálkodását, illetve talajvédő hatása is lehet például homokterületeken (Stefanovits, 1975). Diplomadolgozatomban a tenyészedőszak alatti vízpótlásnak volt a legnagyobb szerepe, mivel 2024-ben gyakran adódtak rövidebb-hosszabb időszakok amikor a talaj vízkészlete elhasználódott vagy drasztikusan csökkent a holtvíztartalom felé. Ilyenkor a növények vízellátása kedvezőtlen, mert a termésmennyiséget negatívan befolyásolja. Ezt a negatív folyamatot úgy tudjuk megállítani, pozitív irányba fordítani, ha az aktív gyökérzónát vízzel tudjuk ellátni. A nagy szárazságban az időszakosan kis víznormával öntözött táblák esetében az öntözővíz által talajszerkezetvédő hatás is megfigyelhető.

2.5.2. Az öntözés negatív hatásai

Szántóföldi öntözés (esőztető öntözés) vízpazarlással jár. Nem megfelelő öntözés talajeróziót, tápanyagkimosódást, sókicsapódást, talajtömörödést (szerkezetromlást) idézhet elő. Az öntözés talajra gyakorolt hatása sok esetben a kedvező hatást lerontja, továbbá káros hatásuk akár több éven át is megfigyelhető. Diplomadolgozatom miatt fontos kiemelni a szerkezetromlás/rombolás hatását. Az esőszerű öntözés fizikai hatására eróziós árkok figyelhetőek meg: az esőcseppek ütéshatása következményeként az átázott talaj szerkezeti elemei elfolyósodnak, majd száradás után összezserepednek (Batista et al., 2023). Továbbá a rendszeresen nagyobb víznormával öntözött területeken egy bizonyos rétegben tömörödött réteg alakulhat ki. Ezt a tömörödést a legjobb elkerülni, mivel Birkás (2006) szerint a tömörödés hatására csökken a talaj légátjárhatósága, vízvezető képessége és porozitása, továbbá nő a térfogattömege és penetrációs ellenállása. Rendszeres öntözés esetén figyelembe kell vennünk a talaj beszivárgási tényezőjét és tárolókapacitását, továbbá a talaj fizikai állapotát, annak érdekében, hogy elkerüljük a belvíz képződését (Birkas et al., 2015).

3. Anyag és módszer

3.1. A kísérlet helyének bemutatása

Genetikus talaj-meghatározás alapján a kísérletben szereplő talaj Ramann-féle barna erdőtalaj. Fizikai féleség szerint agyagos vályog. A talaj 8-8,4 pH-val rendelkezik, tehát enyhén lúgos. Kálium-szolgáltató képessége közepes, felvehető humusz és foszfortartalma alacsony. Humusztartalom 0,9-1,7%, átlagban 1-1,1%.

3. ábra: A kísérlet helye
(Forrás: Wikipédia: Sátorhely)



A kísérlet Baranya Vármegye Mohács térségében, a Bonafarm Csoport Bó-Sá-Vé egység Sátorhelyi öntözött területein történt 2024-ben. A mintavételek három táblában történtek: rendszeresen öntözött terület (S10, S5), az időszakosan öntözött és öntözetlen területek egyaránt szója területek voltak (S9, S13). A rendszeresen öntözött táblán hibridkukorica, míg az időszakosan öntözött és öntözetlen táblán szója volt. Diplomadolgozatom további részeiben hibridkukoricaként a vetőmag célú kukorica előállítását értem.

A 2024-ben Sátorhelyen a mért csapadék mennyisége 585,9 milliméter, az évi középhőmérséklet 14,1 °C volt. Ez a csapadékmennyiség a 2023-as évhez képest (744,5 mm) jócskán alulmaradt, viszont a 2022-es évi csapadékmennyiséget (~550 mm) alig haladta meg. A közeli múltban ez a csapadékösszeg sajnálatos módon átlagosnak mondható, viszont két évtized átlagát tekintve aszályos évről beszélhetünk. Ha az átlagot nézzük, akkor a csapadékmennyiség 1901 óta folyamatos csökkenést mutat. 2024-ben csak négy hónap

csapadékmennyisége érte el az éghajlati normát, de csapadéktöbblet csak júniusban és augusztusban volt a normához viszonyítva. Kiemelkedőnek számít viszont a 2023-as év őszi csapadékmennyisége, tehát 2024 tavaszára egy csapadékkal jelentősen feltöltődött talajról beszélhettünk. Ez év februárjában, márciusában csapadékban jelentősen alulmaradt, viszont hőmérsékletben meghaladta az átlagost. Ennek köszönhetően áprilisban aszály kezdett kialakulni, melyet tovább fokozott a májusi csapadékhiány és hőmérséklet. Júniusi záporok, zivatarok a több, mint 100 mm csapadékkal az aszály mérséklődött, de júliusi, augusztusi csapadékhiány, illetve a magas hőmérséklet miatt a nyár második felére ismét jelentős vízhiány alakult ki.

3.2. A kísérlet talajmunkáinak bemutatása

A kísérleti területen hibridkukorica és szója van, abból mindkét növény öntöző alatt, illetve a szomszédos táblán van egy öntözetlen szója terület is. Rendszeresen öntözött talaj esetén két tábláról, időszakosan öntözött talajból szintén két tábláról vettem mintát a pontosabb vizsgálati eredmény érdekében, viszont öntözetlen táblám csak 1 volt. Az 1. táblázatban láthatóak a táblanevek, a mintavételi évben termesztett kultúra, annak előveteményei, illetve az adott táblán való öntözés adatai.

1. táblázat: Mintavételi táblák adatai

(Forrás: Saját munka)

Táblanév/Öntözőnév	2024 évi növény	Elővetemény	Öntözésszám/mennyiséggel
S5/CP7	Hibridkukorica	Borsó	21 db / 213 mm
S10/CP3	Hibridkukorica	Hibridkukorica	20 db / 220 mm
S9/CP4	Szója	Zöldborsó és Csemegekukorica	11 db / 114,6 mm
S13/CP5	Szója	Hibridkukorica	12 db / 124,6 mm
S13	Szója	Őszi búza	0

A mintavételi táblákat úgy választottam ki, hogy azok térben közel legyenek egymáshoz, vagyis egy régióban helyezkednek el. Céлом az volt, hogy azonos talajművelést kapjanak, viszonylag azonos időben, illetve minél több természetes hatás egyszerre

érvényesüljön a talajokon, gondolok itt például csapadékra, hőmérsékletre, és minden természeti tényezőre.

A talajok az elővetemény után egy tarlóhántást kaptak, melyet rövidtárcsával végeztünk el. Itt voltak a legnagyobb időbeli eltérések, mivel a borsó tarlóhántása júniusban, az őszebúza tarlóhántása már júliusban megtörtént, míg a hibridkukorica és csemegekukorica esetében ez csak szeptember vége-október elején valósulhatott meg.

Alapművelés tekintetében az összes tábla egy közép mély lazítást kapott „C késes lazító”-val. Az összes táblán tavaszi növény lett vetve 2024-ben, így 2023-ban a talajok több munkaműveletet nem kaptak.

2024 tavaszán két műveletet kaptak a talajok vetés előtt: műtrágyaszórás és magágykészítés, mindkét esetben figyelve a talajtömörödés megelőzésére (duplakerék vagy gumihevederes traktor használata). Egy menetben készítettünk magágyat kombinátorral.

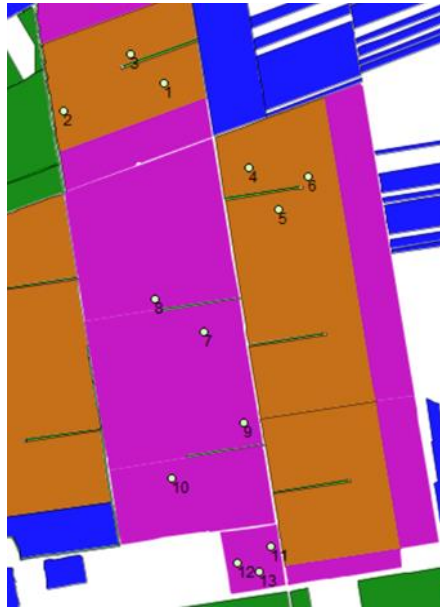
Az öntözésszámok, illetve az egy alkalommal öntözött mennyiségeket a cégen belüli öntözési-hígtrágyázási naplóba rögzítik kollégáink.

3.3. A vizsgálat során alkalmazott mérési eljárások

3.3.1. A talajmintavétel módszere

Összesen 5 tábláról vettem mintákat. 2 rendszeresen öntözött, 2 időszakosan öntözött, 1 öntözetlen tábláról. A rendszeresen öntözött talajok esetében egy táblán 3-3 mintavételi pontot jelöltem ki. Időszakosan öntözött talaj esetében 1 táblán 2-2 mintát vettem. Az öntözetlen (kontroll) táblán 3 mintát vettem. A mintavételi pontokat sorszámozva megjelöltem a 4. ábrán. Minden minta 3 részmintát tartalmazott, melyek a talajminta mélységét hivatottak jelölni: 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm. Az egy táblából vett azonos mélységű 3 mintát a későbbiekben összekevertem. Mindegyik talajmintát közvetlen aratás után vettem.

4. ábra: Mintavételi pontok helye
(Forrás: Saját munka)



A mintavétel helyét előre megszámoztam, így kint a mintavétel helyén zacskóba tettem a talajmintákat, melyekre előre megírtam a mintavételi sorszámot, illetve a talajminta vételének a mélységét is. A mintákat hazavittem, egy műanyag edénybe helyeztem el a talajmintákat, ahol az azonos tábláról, azonos mélységből vett mintákat összekevertem. Egy üvegházhoz hasonló (polikarbonát oldalfalas) garázsban helyeztem el száradni a mintákat. Az 5. ábrán látható a száradt talajminta, melyet a szitálás előtt készítettem.

5. ábra: Talajminta szitálás előtt
(Forrás: Saját ábra)



A talajminták nagyjából 2-3 hetet száradtak, ezalatt hetente megforgattam a gyorsabb és egyenletesebb száradás érdekében. Ezt követően légszáraz állapotban kezdtem el a szitálást. A szitálás rázógéppel történt az egyetem 5 tagú szitájával: 0,25-1-3-10-20 mm. Ennek a segítségével hat frakcióméretet tudtam megkülönböztetni: <0,25 mm, 0,25-1 mm, 1-3 mm, 3-10 mm, 10-20 mm, >20 mm. A 6. ábrán maga a szitálás folyamata látható.

6. ábra: Talajminták előkészítése: szitálás
(Forrás: Saját munka)



Első szitálásra csak a 20 mm-es szitát használtam, így a nagy rögöket külön tudtam venni, ezzel segítve a későbbi munkámat. A 20 mm-es szitán áteső frakciókat ezután mind az 5 szitát együttesen használva leszitáltam, így kaptam 6 különböző frakcióméretű talajmintát. Mind a hat frakcióméretű talajmintát külön-külön egy előre megírt, azonos nagyságú és súlyú mintavételi papírzacskóba tettem. Ezután a rendszeresen öntözött talajból vett leszitált talajmintákat külön raktam egy dobozba, majd ugyanezt tettem az időszakosan öntözött és öntözetlen talajból vett mintákkal is.

Egy gramm pontosságú mérleg segítségével minden talajmintát külön-külön megmértem. Minden mintát 2x mértem a pontatlan mérés elkerülése végett.

3.3.2. Talajtömörödöttség mérése

A talajmintavétel előtt penetrométer segítségével mindegyik mintavételi pontnál megnéztem, hogy milyen mértékű a talaj tömörödöttsége. A méréshez a penetrométeren az 1 cm²-es hegy volt fennt. Ahol tömörödés volt a talajban, ott megnéztem a tömörödés mélységét is. Az adatokat egy füzetbe vezettem fel. Az általam használt talajtömörödöttségmérőről nincs képem, így egy hasonló penetrométer képe látható a 7. ábrán.

7. ábra: Penetrométer
(Forrás: Ábrajegyzék 7. Ábra)



3.3.3. Talajnedvesség vizsgálat módszere

Tömörödöttségvizsgálat után, de talajmintavétel előtt a 0-10 centiméteres talajréteg nedvességét talajnedvességmérővel megmértem. Ugyanígy a 10-20 centiméteres, illetve a 20-40 centiméteres talajmintavétel előtt is néztem talajnedvességet. A talajnedvességmérőn az 5 cm-es hegy volt fennt, melyet lekalibráltam a mintavételezés előtt. A mért adatokat egy füzetbe vezettem fel. A 8. ábrán az általam használt talajnedvességmérő hasonmása látható.

8. ábra: Talajnedvességmérő
(Forrás: Ábrajegyzék: 8. Ábra)



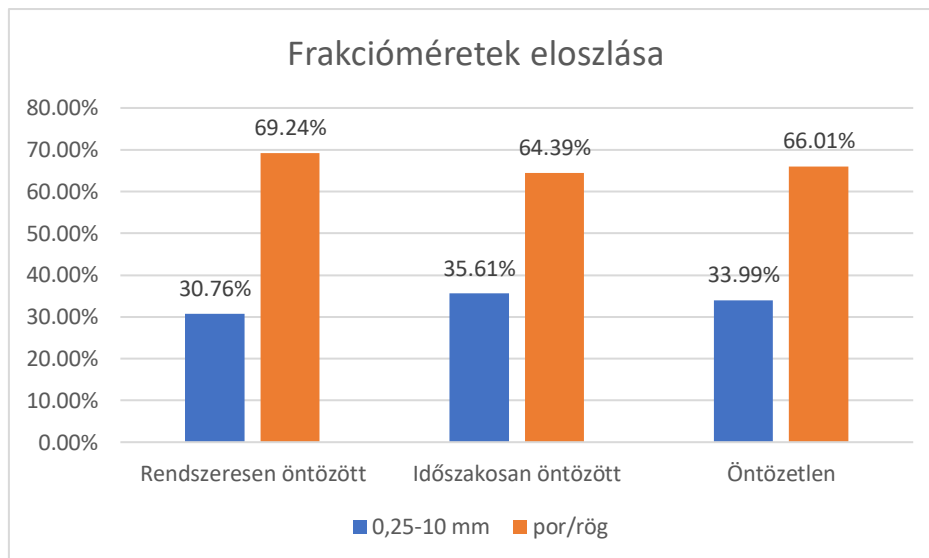
Replaceable Rods for the FieldScout TDR 300 and 100 Soil Moisture Meters

4. Vizsgálati eredmények és értékelésük

4.1. Frakcióméretek eloszlása az öntözés vonatkozásában

A 9. ábrán látható a három különböző öntözési mód talajmintáinak kiértékelése. Első 2 oszlopban a rendszeresen öntözött talaj-t szemlélteti, a középső két oszlopban az időszakosan öntözött talaj adatai láthatók, míg az utolsó két oszlop az öntöztetlen talajminta kiértékelt eredményeit mutatja. A talajszerkezet szempontjából a legoptimálisabb az lenne, ha a 0,25-10 mm-es (morzsás) frakció 80% körül lenne jelen a talajban, a maradék 20% lenne a por/rög frakció. Sajnos semelyik mintavételi táblán nem közelítette meg a kapott érték a 80%-ot a kedvező frakcióméret vonatkozásában, ugyanakkor az is elmondható, hogy a mintavételek a vegetációs időszak végén történtek, tehát nem az az évi talajművelés után, hanem a következő évi alpművelés előtt a talajon.

9. ábra: Talaj frakcióméreteinek eloszlása az öntözés vonatkozásában
(Forrás: Saját munka)



A diagrammon látható, hogy rendszeresen öntözött talaj esetében van a legmagasabb arányban a por/rög frakcióméret, ezáltal itt látható a legkisebb mértékben morzsás (0,25-10 mm) frakció. Növény szempontjából a mérés időpontjában ennek a talajnak van a legkevésbé optimális szerkezete.

A három talaj közül a legkedvezőbb eredményeket az időszakosan öntözött területekről vett minta mutatja. Itt a legtöbb a morzsás frakcióméret: 35,61% az összes talajminta viszonylatában, mely még így is jócskán alulmarad, sőt felét sem éri el az optimális

talajállapotnak. Mivel itt a legnagyobb a 0,25-10 mm-es frakció, így itt beszélhetünk a legkevesebb porról/rögről.

Az öntözetlen talaj esetében egy középértéket kapunk a három talajminta közül. A hasznos frakcióméret közelebb áll az időszakosan öntözött talajmintához, mint a rendszeresen öntözöthöz. Időszakosan öntözött talajhoz képest csak 1,5%-al kevesebb a hasznos frakció, míg a rendszeres öntözöthöz képest közel 3%-al több van.

Összességében azt a következtetést lehet levonni a 7. ábráról, hogy talajszerkezet szempontjából az időszakosan öntözött talaj az időszakos öntözés következtében jobb állapotba kerül, mint az öntözetlen talaj. Tehát az időszakos öntözés nemhogy regenerálja, hanem javítja a talaj szerkezetét.

4.2. A talaj tömörödöttségének helye, mértéke

A 2. táblázatban látható, hogy a talajmintavételi pontoknál mért tömörödés milyen értékeket mutatott. Eső után 7-9 nappal végeztem a mérést, a penetrométeren az 1 cm²-es hegy volt. Minden mintavételi pont környékén több helyen (5-6 pontban) néztem tömörödöttséget, így a 2. táblázatban átlagok olvashatóak. Természetesen nem minden talajmintavételnél találtam olyan nagy mértékű tömörödést, mint az átlag, de akadt olyan is, amely az átlagot jóval meghaladja. A kísérletemben a mérések egy eső után történtek 7-9 nappal, így ezek az értékek viszonylag nagyoknak tekinthetők.

2. táblázat: Talajtömörödés helye, mértéke
(Forrás: Saját munka)

Terület neve	Tömörödöttség helye (cm)	Tömörödöttség mértéke (Newton)	Talaj nedvessége a tömörödött rétegben
S5/Cp7	15	280	45,4%
	10-15	200	43,9%
	15	220	46,3%
S10/Cp3	15	250	60,1%
	15	250	46,3%
	15-20	220	55,2%
S9/Cp4	25-30	240	52,2%
	20-25	200	43,4%
S13/Cp5	25-30	190	45,4%
	25-30	180	40,9%
S13/öntözetlen	15	160	37,5%
	10-15	260	45,4%
	20	180	46,3%

A két rendszeresen öntözött tábla esetében talaj tömörödését körülbelül 15 centiméteres mélységben találhatunk. Ennek a tömörödésnek az átlaga 236,6 Newton.

Időszakosan öntözött táblák esetében a tömörödés mélysége 25-30 centiméter mélységbe tehető, átlagosan 202,5 Newton a tömörödés nagysága. A mi esetünkben az időszakosan öntözött táblán a tömörödés jelentősen kisebb, mint a rendszeresen öntözött tábla esetében. Elmondható továbbá, hogy a középmező lazítás mélységének az alsó felében helyezkedik el, míg a rendszeresen öntözött talaj esetében a lazított talajréteg felső harmadában.

Öntözetlen területnél 10-20 centiméter között volt egy tömörödöttebb réteg, mely mértéke átlagosan 200 Newton. Az öntözetlen területen a „tömörödés” nem hasonlítható semelyik öntözött területhez sem, hiszen mindhárom mintavétel három különböző mélységben mutatott kisebb tömörödést. Ha a tömörödés értékét vesszük szemügyre, akkor megállapítható, hogy az időszakosan öntözött terület közel ugyanazon értéket hozta, mint az öntözetlen talaj esetében.

Összességében az öntözetlen talaj esetén kézzel fogható tömörödésről nem beszélhetünk. Időszakosan öntözött területek esetében minimális tömörödés van. Ez arra mutat rá, hogy tömörödés szempontjából az időszakosan öntözött talaj tudja magát regenerálni a rendszeresen öntözött talajjal szemben. Így elmondható, hogy ez esetben az időszakos vízutánpótlás a legkedvezőbb a talajállapokra nézve.

4.3. Talajnedvesség alakulása

3. táblázat: Talajnedvesség a különböző talajrétegekben

(Forrás: Saját munka)

	0-10 cm (%)	10-20 cm (%)	20-40 cm (%)
1. S5/CP7	47,8	45,4	58,6
2. S5/CP7	35,5	43,9	49,8
3. S5/CP7	39,1	46,3	48,8
4. S10/CP3	47,3	60,1	38
5. S10/CP3	38,6	46,3	39,5
6. S10/CP3	45,4	55,2	49,8
7. S9/CP4	21,8	52,2	59,6
8. S9/CP4	35,6	43,4	50,3
9. S13/CP5	32,1	45,4	43,9
10. S13/CP5	27,2	40,9	53,2
11. S13 Öntözetlen	33,1	37,5	43,4
12. S13 Öntözetlen	42,9	45,4	47,8
13. S13 Öntözetlen	38,5	46,3	45,9

Az 3. táblázatban egy-egy minta három talajmélységben lévő nedvessége látható volumetrikus (térfogati) százalékban.

Minden egyes talajmintavétel előtt megnéztem a talaj nedvességét talajnedvességmérő segítségével. A nedvességmérőre a közepes (5-centiméteres) villát raktam fel, majd lekalibráltam és így kezdtem el mérni. Tehát mindhárom talajszintről kaptam egy valós eredményt.

A táblázat első hat sorában szereplő adatok a rendszeresen öntözött talajra vonatkoznak. A táblázat 7-10. sorában lévő adatok az időszakosan öntözött talaj eredményei, a 11-13. sorban az öntözetlen talajminta eredményei láthatóak.

A rendszeresen öntözött terület esetében elmondható, hogy a 0-10 centiméteres talajrétegben a legkisebb a talaj nedvessége. A 10-20 centiméteres mintavételek esetében figyelhető meg a talaj nedvességének kiugrása, azaz az előző talajréteghez képest jócskán megugrott a talaj nedvessége. Ennek oka a fentebb említett tömörödött réteg, mely magába raktározza a vizet. A talajrétegekben lefele haladva a 20-40 cm-es rétegben a talaj nedvessége „visszaesik”. Ez azzal magyarázható, hogy a tömörödött réteg magába raktározza a felülről érkező vizet, viszont a talaj mélyebb rétegeibe nem engedi tovább. Tehát ez a tömörödött réteg úgy működik, mint egy szivacs. Magába raktározza a vizet és nehezen engedi tovább.

Időszakosan öntözött talaj esetén kismértékű tömörödéssel beszélhetünk. Ez a tömörödés jóval lejjebb, 25-30 centiméteres talajrétegben van jelen. Ezen esetben a talaj nedvessége a legfelső talajrétegtől haladva lefele növekszik, tehát egyfajta fokozatosság figyelhető meg.

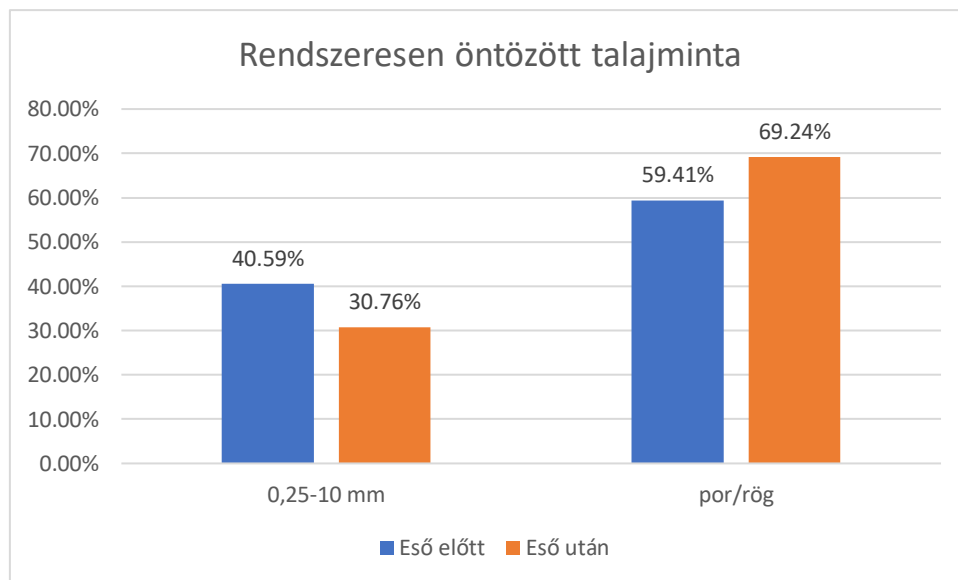
Az öntözetlen terület esetében nem beszélhetünk valós tömörödéssel, mivel mindhárom mérési pontnál különböző mélységbe esnek a penetrométerrel mért tömörödöttebb rétegek. Továbbá hasonló nedvességeket mutatnak a talajminták, mint az időszakosan öntözött területek esetében, azaz itt is fokozatosan növekszik a talajnedvesség, minél mélyebb talajréteget mértem.

Ha talajrétegek szerinti osztásban elemezzük ki a mintákat, akkor kiderül, hogy a felső 10 centiméteres rétegben a rendszeresen öntözött területeknél a legmagasabb a talajnedvesség, ezt követi az öntözetlen terület, majd ettől jóval alacsonyabb értékkel (-10%) az időszakosan öntözött terület. A 10-20 centiméteres talajrétegekben ugyanúgy a rendszeresen öntözött, majd az időszakosan öntözött és az öntözetlen sorrend figyelhető meg. A legmélyebb (20-40 cm) talajrétegben viszont az időszakosan öntözött terület volt a legnedvesebb, (25-30 cm tömörödés), majd a rendszeresen öntözött terület, végül az öntözetlen.

4.4. Rendszeresen öntözött talajminta eredmények eső előtt/eső után

A 10. ábrán látható ugyanazon talaj, ugyanazon helyen, viszont különböző időben vett talajminták eredményei. Mindkét mintavétel rendszeresen öntözött táblán történt. A két mintavétel között 8-9 nap telt el. Az időbeli különbség oka, hogy mintavételemet megszakította egy eső, tehát a legfőbb különbséget a természetes csapadék okozta. Kékkel jelölten látható az eső előtt vett talajminták, míg narancssárga színnel jelöltem a csapadék utáni talajminták eredményeit.

10. ábra: Rendszeresen öntözött talajminta talajszerkezetre vonatkozó adatok eső előtt/után (Forrás: Saját munka)



A rendszeresen öntözött táblákon a természetes csapadék jelen esetben több kárt okozott, mint hasznot. Az alapból rendszeresen öntözött, tömörödött talajra a természetes csapadék kedvezőtlenül hatott. A számunkra kedvező morzsás frakció (0,25-10 mm) megközelítőleg 10%-al csökkent, míg a kedvezőtlen por/rög frakció ugyanennyivel nőtt. A talajélet, illetve a növények számára a legkedvezőbb, ha a morzsák frakció 80% körüli, viszont itt jócskán ez alatti értékeket kapunk. Ez többnyire köszönhető a rendszeres öntözésnek, mely talajtömörödést okozott, illetve a talajszerkezetet rombolta. Ugyanakkor érdemes a frakcionálást a talaj nedvességével párhuzamosan értékelni, hogy relevánsabb eredményt kapjunk.

4.5. Rendszeresen öntözött talaj nedvességtartalma

4. táblázat: Rendszeresen öntözött talajok adatai eső előtt/után
(Forrás: Saját munka)

Táblanév	Tömörödés mélysége	Tömörödés nagysága	Talajnedvesség (tf%) 0-10 cm	Talajnedvesség (tf%) 10-20 cm	Talajnedvesség (tf%) 20-40 cm
S10/CP3	10-15	650	12	28,7	26,2
S10/CP3	10-12	675	19,3	34,6	30,6
S10/CP3	15-20	720(nem ment át)	10	19,3	39
S5/CP7	15	680	17,4	23,3	34,1
S5/CP7	10	650	15,4	37,5	27,2
S5/CP7	15	750	13,5	30,1	38,5
S10/CP3	15	250	47,3	60,1	38
S10/CP3	15	250	38,6	46,3	39,5
S10/CP3	15-20	220	45,4	55,2	49,8
S5/CP7	15	280	47,8	45,4	58,6
S5/CP7	10-15	200	35,5	43,9	49,8
S5/CP7	15	220	39,1	46,3	48,8

Az fenti táblázat első 6 sora csapadék előtti mintavételkor készült feljegyzéseket mutat, az alsó 6 sor pedig eső utáni mintavétel volt. A két mintavétel között 10 nap telt el, az első mintavétel utáni nap körülbelül 20 mm csapadék hullott.

Csapadéktól függetlenül megállapítható, hogy a talajban egy nagyobb tömörödés található nagyjából 15 centiméter mélységben.

A csapadék előtti mintavétel alkalmával nem volt egyszerű dolgom. A tömör réteg olyannyira masszív, hogy egyes mintavételi pontoknál az 1 cm²-el szerelt penetrométert nem tudtam 15 centiméternél mélyebbre nyomni. Továbbá kézzel is jól fogható nyoma volt a tömörödésnek, mivel ásóval alig tudtam áthaladni a tömörödött rétegen. A tömörödés nagyságát bizonyítja továbbá, hogy többször is ki tudtam emelni 5-6 centiméter vastag tömör, téglaszerű, összetömörödött talajt.

Eső hatására a föld megpuhult, így jóval könnyebb dolgom volt a továbbiakban. A tömörödés mértéke „kisebb” lett, viszont számításba vesszük a talaj nedvességének növekedését, jól látható a talaj nedvessége 2-3-szorosára emelkedett. Tehát alapvetően

könnyebb volt dolgozni a földdel, de a tömörödött réteg ugyanúgy megtalálható volt a talajokban. Míg a tömörödés felett, illetve alatt szinte nem érte el a penetrométer az 50-es értéket, addig a tömörödésnél általánosságban 250 körüli értéket mutatott.

Az S10-es táblán a tömör réteg 15 centiméteres mélységben volt. A táblázat adatait szemügyre véve látható, hogy a 10-20 centiméteres talajrétegből vett nedvességek esetén eső előtt és eső után is kiugrást mutatnak. Ez azt jelenti, hogy a tömörödött réteg szivaccsá alakult, azaz magába szívta a vizet és nem engedte tovább az alsóbb rétegekbe.

5. Következtetések

1. A talajtömörödés kialakulásának 3 fő oka van: helytelen talajművelés, szélsőséges időjárási viszonyok, öntözés. A nem jól megválasztott talajnedvesség mellett végzett talajmunka tömörödött réteget hozhat létre a talajban, mint például egy nedves körülmények között ugyanazon mélységben végzett talajmunkák rendszeressége, ugyanakkor túl száraz körülmény mellett végzett talajmunka viszont rögzösdéshez vezethet, ennek kiküszöbölésére lehet jó egy vízpótló öntözés. Az időjáráshoz a legnehezebb alkalmazkodni, de öntözőberendezésekkel ez valamelyest egyszerűbb. Az öntözéssel azonban óvatosan kell bánni, mivel könnyen túlzásba eshetünk. Kísérletemben választ kaptam rá, hogy a túlzott öntözés talajtömörödést okoz a talaj felső rétegeiben. Hibridkukorica fővetésű táblán a talajnedvességre fokozottan ügyelni kell, így az egyre melegebb nyár miatt a rendszeres (mondhatni két-háromnaponta) öntözés a termés érdekében elengedhetetlen. 2024-ben 210-220 mm vízpótlásra volt szüksége a növényállománynak. Ugyanakkor, ha az öntözéssel megfelelően bánunk, akkor ezt a negatív hatást saját magunk javára is fordíthatjuk. Időszakosan, kis víznormákkal öntözött terület saját magát regenerálni képes. Tehát ha megfelelő „regenetálási” idő áll rendelkezésre két öntözés között, akkor az öntözés káros hatásától meg tudjuk óvni talajunkat. Ezt alátámasztja, hogy minimálisan nagyobb tömörödést mértem időszakosan öntözött talaj esetében, mint öntözetlen viszonyok között.
2. Nemcsak a talaj tömörödésére, hanem szerkezeti felépítésére is jótékony hatással van az időszakos öntözés/vízutánpótlás. Százalékban kifejezve az időszakosan öntözött terület esetében a morzsás frakció 35,61% , öntözetlen talaj esetében 33,99%, míg rendszeresen öntözött talajnak csak 30,76%-a morzsás frakcióméretű. Ez azt bizonyítja, hogy nemcsak a talaj tömörödésére van pozitív hatással az időszakos öntözés, hanem a talaj fizikai állapotát is pozitívan befolyásolja. Rendszeresen öntözött talajnál kaptam a legrosszabb eredményt, itt a legkisebb a hasznos frakcióméret, ezáltal a legnagyobb a por/rög frakció, ami számunka kedvezőtlen.
3. A rendszeresen öntözött talaj esetében megállapítható egy masszív öt centiméter vastagságú tömörödött talajréteg, mely a túlzott öntözés hatására alakult ki. Ez a tömörödött réteg szivacszerűen működik eső/öntözés hatására, tehát a vizet magába szívja, de a lentebbi rétegebe nem engedi tovább. Egy hirtelen lezúduló, intenzív eső után egy héttel vett nedvességminta eredményeit kiértékelve megkapjuk, hogy a rendszeresen öntözött talaj esetében abban a talajrétegben, ahol a tömörödés helyileg megtalálható, ott a legmagasabb

a talaj nedvessége. A fentebbi rétegben alacsonyabb, az alatta levő rétegben többségében alacsonyabb, két esetben körülbelül egyenlő a talaj nedvessége. Tehát ez a tömör réteg magába szívja a vizet, onnan nehezen engedi tovább. Ez elsődlegesen a növények vegetációs idején okozhat problémát, mivel a víz nem olyan ütemben jut el a gyökérzónáig. Hasonlóképpen a tömörödött rétegből adódik, hogy a hirtelen nagy csapadékot a talaj nem képes időben elvezetni, mert ez a réteg egyfajta záróréteggé is tud viselkedni. Nehezen engedi tovább a vizet, egy nedvességszint után azonban nehezen tudja befogadni azt. Így egy nagyobb intenzitású eső, vagy egy magasabb víznormájú öntözés esetében a tömörödött réteg felett egy sáros réteg jön létre.

4. Rendszeresen öntözött talaj esetén eső előtti és eső után is vettem mintákat. Eső előtt a tömörödés egészen magas volt, néhány helyen mérhetetlen. A tömörödés eső után is fennmaradt. Az általam felállított három talajszelvény (0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm) esetében, ahol a tömörödés nagyobb mértékű volt, ott megfigyelhető eső előtt és után egyaránt ez a szivacs-ként funkcionáló talajtömörödés. Ahol azonban nem volt akkora mértékű a tömörödés, ott kevésbé figyelhető meg a szivacs hatás, sőt helyenként a felső talajrétegtől lefele haladva fokozatosan nő a talaj nedvessége.

6. Összefoglalás

A szántóföldi növénytermesztés összetett rendszerében alapvető fontosságú a megfelelő talajművelés és a vízutánpótlás. A növények számára a megfelelő minőségű talaj és a megfelelő mennyiségű víz is elengedhetetlen. A természetes csapadékot öntözéssel tudjuk helyettesíteni, viszont a talajművelés egy bonyolultabb rendszer. A növények számára a legideálisabb a morzsás frakció (0,25-10 mm), melynek aránya az adott talaj viszonylatában 80%. Ezt a morzsás frakciót csak megfelelően időzített talajmunkával lehet elérni. A talajmunka időzítésében rendkívül nagy szerepe van a talaj nedvességének, melyben egyre nagyobb szerepet kap az öntözés a klímaváltozás miatt.

Diplomadolgozatomban különböző öntözési módok talajra gyakorolt hatásának összehasonlítását végeztem el több szempont szerint. A mintázni kívánt területeimet úgy választottam ki, hogy egymáshoz közel legyenek, egy genetikai besorolásba essenek, lehetőleg minden fizikai és kémiai paraméterben hasonlítsanak. A térbeli közelség miatt az időjárási viszonyokból adódó különbségek esetünkben elhanyagolhatóak. Továbbá lényeges volt, hogy egy adott munkaeszközzel (esetemben Maschio Gaspardo Diablo középmedélylazító) ugyanabban a mélységben közel azonos időben kapják a műveléseket.

Céлом az volt, hogy átfogó képet kapjak azonos időben, eszközzel végzett művelés esetén a különböző mennyiségű öntözések talajszerkezetre, talajtömörödöttségre, talajnedvességre gyakorolt hatásairól.

Mindhárom öntözési módú talaj esetében néztem tömörödést, majd a talaj három rétegéből (0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm) vettem mintát és néztem talajnedvességet. Az azonos tábláról vett talajmintákat összekevertem, majd egy üvegházban száradni hagytam. A talajminta megszáradását követően rázógép segítségével különböző frakcióméretek szerint különítettem el: <0,25 mm, 0,25-1 mm, 1-3 mm, 3-10 mm, 10-20 mm, 20> mm.

A minták kiértékelése után világosan kirajzolódik, hogy a rendszeresen öntözött talaj esetében van a legkevesebb morzsás frakció, majd ez követi az öntözetlen talaj, legnagyobb arányban pedig az időszakosan öntözött talajban van morzsás frakció. Talajtömörödés szempontjából a legnagyobb tömörödést a talajnedvesség vonatkozásában a rendszeresen öntözött talajnál kapunk. Itt 10-15 centiméter mélységben egy körülbelül öt centiméter vastag tömör réteget találhatunk. Időszakosan öntözött és öntözetlen talaj között rendkívül kis eltérés figyelhető meg. A talajnedvesség vonatkozásában az időszakosan öntözött talaj minimálisan nagyobb tömörödés figyelhető meg, mint az öntözetlen talaj esetében. A legtömörebb réteg

időszakosan öntözött talaj esetén 25-30 centiméter közé esett, öntözetlen talaj esetén viszont nem beszélhetünk egy általános mélységről, mivel az összes mintánál különböző mélységben volt jelen egy minimális tömörödés.

Összességében elmondható, hogy a rendszeres öntözés roncsolja a talaj szerkezetét, továbbá egy vastag tömör földréteget hoz létre körülbelül 10-15 centiméteres mélységben. Továbbá fontos kiemelni, hogy az időszakos öntözés nemhogy nem rontja a talaj szerkezetét, hanem javítani is képes azt, hiszen a kedvező frakció aránya itt magasabb, mint az öntözetlen talaj esetében. Tömörödést tekintve az öntözetlen, illetve időszakosan öntözött talaj esetében a különbség minimális mértékű, vagyis kézzel fogható tömörödésről nem beszélhetünk.

Talajvédelmi szempontból rendkívül fontos odafigyelni a talaj szerkezeti állapotára. Általános következtetést nem lehet levonni, ugyanis mindenhol figyelembe kell venni az adott talaj típusát, a talaj állapotát. Ugyanakkor a talaj védelme szempontjából fontos, hogy az öntözést ne vigyük túlzásba. Egyrészt mert nem kifizetődő, másrészt a túlzott öntözés a talaj szerkezetére romboló, tömörítő hatást gyakorol.

7.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni a dolgozat elkészítéséhez nyújtott segítséget Dr. Futó Zoltán Tanár Úrnak és Dr. Gombos Béla Docens Úrnak. Továbbá szeretném megköszönni Fejős Andrea Mária és Tetz Tamás kollegáimnak, hogy elsősorban diplomadolgozatom mintavételét, másodsorban minden velejárá munkámat segítették.

8. Szakirodalom jegyzéke

- Balázs S. (1994): Zöldségtermesztők kézikönyve (Mezőgazda Kiadó, Budapest) 121. o.
- Batista P. V., Baptista V. B. D. S., Wilken F., Seufferheld K., Quinton J. N., Fiener P. (2023): First evidence of widespread, severe soil erosion underneath centre-pivot irrigation systems. *Science of The Total Environment*, 888.
- Birkás M. (1997): A talajhasználat és talajművelés EU-konform fejlesztésének területei, rövid és hosszú távú teendői (Budapest) 12, 19. o.
- Birkás M. (2006): Földművelés és földhasználat (Mezőgazda kiadó, Budapest) 56-57. o.
- Birkás M. Szerk. (2017): Földművelés és földhasználat (Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft, Budapest) 82. o.
- Birkás M (2017): Talajművelési ABC (Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft, Budapest) 180. o.
- Birkás M. (2010): Talajművelők zsebkönyve (Mezőgazda Kiadó) 154. o.
- Birkas M., Đekemati I., Kende Z., Kisić I. (2015): Excess water phenomena-long-lasting remediation. 8th International Scientific/Professional Conference, Agriculture in Nature and Environment Protection, Vukovar, Croatia, 1-3 June 2015, 2015, 34-44 ref. 36
- Füleky Gy. Szerk. (2011): Talajvédelem, talajtan (Pannon Egyetem, Környezetvédelmi Intézet, Veszprém) 179. o.
- Gavrilescu M. (2021): Water, soil, and plants interactions in a threatened environment. *Water*, 13(19), 2746.
- Murray R.S., Grant C.D. (2007): The impact of irrigation on soil structure. The National Program for Sustainable Irrigation, PN20619 (Australian Government Land and Water, Adelaide, South Australia)
- Murthy R. K., Raut M. (2024): Impact of Climate Change on Soil Properties and Functions. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 59(2).
- Pepó P. Szerk. (2019): Általános növénytermesztési ismeretek (Mezőgazda Lap- és könyvkiadó) 288. o.
- Pap A. (2022): A talajművelés hatásának vizsgálata szántóföldi kísérletben (Keszthely-Szakdolgozat)
- Rengasamy P. (2018): Irrigation water quality and soil structural stability: A perspective with some new insights. *Agronomy*, 8(5), 72.

- Schmidt R. (2011): Földműveléstan (Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem) 37. o.
- Simonné Szerdai Zs. (2010): Talajművelés (Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest) 1. o.
- Sipos G., Sipos S. (1978): Földműveléstan (Mezőgazdasági kiadó, Budapest) 39-40. o.
- Stefanovits P. (1975): Talajtan (Mezőgazdasági kiadó, Budapest) 319-320. o.
- Udvardy P. (2010): Növény- és állattani ismeretek 1. (Növénytermesztési alapismeretek. Nyugat-Magyarországi Egyetem) 4. o.
- Várallyay Gy. (1993): Assessment of the status of soil structure in agricultural soils. Int. Agriphysics 151-152. o.
- Várallyay Gy. (2007): Potential impacts of climate change on agro-ecosystems. Agriculturae Conspectus Scientificus, 72(1), 1-8.
- Várallyay Gy. (2015): Soils, as the most important natural resources in Hungary (potentialities and constraints) — A review —. Agrokémia és talajtan, 64 (2). pp. 321-338.
- Várallyay Gy. (2016): Soil Related Reasons and Consequences of Extreme Hydrological situations (Floods, Waterlogging – Droughts) Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 21(1), 30-41.
- Voltr V., Wollnerová J., Fuksa P., Hruška M. (2021): Influence of tillage on the production inputs, outputs, soil compaction and GHG emissions. Agriculture, 11(5), 456.

8.1. Internetes szakirodalom

- Internet 1: Talajművelés: <http://www.nyme.hu/uploads/media/Talajmuveles.pdf>
- KSH adatbázis (2011-2024): https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0118.html

8.2. Ábrajegyzék:

- 7. Ábra: Penetrométer: <https://geowater.co.za/product-category/soil-instrument/>
- 8. Ábra: Talajnedvességmérő: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/https://tecfresh.com/wp-content/uploads/FT-6445-6429FS4.pdf>

NYILATKOZAT
a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és
eredetiségéről

A hallgató neve: Pap András
A Hallgató Neptun kódja: NY0ZMA
A dolgozat címe: Rendszeresen vagy időszakosan öntözött, illetve
öntözetlen talajok összehasonlítása talajszerkezet és
tömörödöttség szempontjából.
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Környezettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék

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

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

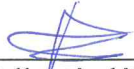
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

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

Kelt: 2025. November 07.


Hallgató aláírása

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Pap András (név) (hallgató Neptun azonosítója: NYOZMA)
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 nem^{*3}

Kelt: Székes, 2025 év 11 hó 07 nap

SSM
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Pap András
Neptun-kódja:	NYOZMA
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input type="checkbox"/> BSc/BA <input checked="" type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	Diplomadolgozat
A munka címe:	Rendszeresen vagy időszakosan öntözött, illetve öntözetlen talajok összehasonlítása talajszerkezet és tömörödöttség szempontjából

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

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

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

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

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

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

A felhasználás célja	Alkalmazott 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:

.....

.....

.....

.....

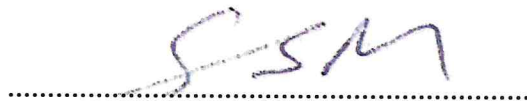
4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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: Szarvas, 2025. 11.07.



.....
Hallgató aláírása



.....
Konzulens/Témavezető aláírása