

SZAKDOLGOZAT

Sipka Attila

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Mezőgazdasági mérnök alapképzés szak

Talajtulajdonságok, és öntözés hatása a kukorica beltartalmi tulajdonságaira, értékeire

Belső konzulens:	Dr. Gulyás Miklós
	Egyetemi docens
Belső konzulens intézete:	Környezettudományi Intézet, Talajtani tanszék

Készítette:	Sipka Attila
	NIEX5F

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	5
2. Irodalmi áttekintés	6
2.1. Fenntartható mezőgazdaság	6
2.1.1. A kukorica szerepe az élelmiszertermelésben	6
2.1.2. Az öntözés szerepe napjaink élelmiszer termelésében	6
2.1.3. Az öntözés helyzete Magyarországon	7
2.1.4. Jövőbeli kilátások és kihívások.....	7
2.1.5. A precizitás fontossága	8
2.2. Az öntözés hatásai a kukorica beltartalmi tulajdonságaira	8
2.2.1. Víztstressz hatásai	9
2.3. A víz, mint erőforrás	9
2.3.1. Az öntözővíz minőségének szerepe	9
2.3.2. A vízben található só jelentősége.....	9
2.3.3. pH-érték és víz hőmérséklet.....	10
2.4. A szennyvízben rejlő potenciál	10
2.4.1. A szennyvíz hátrányai	11
2.5. A talajtulajdonságok szerepe az öntözés hatékonyságában	11
2.5.1. A talaj víztartó képessége	11
2.5.2. A tápanyagok elérhetősége	12
2.5.3. A talaj szerkezet fontossága.....	12
2.5.4. A talaj pH értéke	13
3. Anyag és módszer	14
3.1. A kísérlet célja	14
3.2. A kísérlet helyszínének bemutatása (Csanytelek és környéke)	14
3.2.1. Éghajlati viszonyok.....	14
3.2.2. Környék jellemző talaj típusai	15
3.3. A kísérletben alkalmazott Pioneer 9415 kukorica hibrid bemutatása.....	15
3.3.1. Technológiai bemutatás	18
3.4. A talajvizsgálat módszerei és eszközei	19
3.4.1. A talajminta vétele, és előkészítése	19
3.4.2. A pH meghatározása (MSZ-08-0206/2-1978)	20
3.4.3. Vízben oldható összessó tartalom meghatározása (MSZ-08-0206/2-1978)	20
3.4.4. A talaj Arany-féle kötöttségi számának meghatározása kézi keverést alkalmazva (MSZ-21470-51-83).....	21

3.4.5. Az összes karbonát tartalom (szénsavas mész) meghatározása Scheibler-módszerrel (MSZ-08-0206/2-1978).....	21
3.4.6. A talaj könnyen oldható P_2O_5 - K_2O tartalmának meghatározása ammónium-laktát módszerrel (MSZ 20135:1999).....	22
3.4.7. A talaj ásványi nitrogéntartalmának a meghatározása (MSZ 20135:1999).....	23
3.4.8. Talajok szén tartalmának meghatározása CNS analizátorral	24
3.5. Felszíni vizek vizsgálata	24
3.5.1. A bepárlási maradék és az összes oldottanyag-tartalom meghatározása (MSZ 448-19:1986).....	24
3.5.2. pH mérés (MSZ 1484-22:2009).....	25
3.5.3. Vezetőkéesség mérése (MSZ EN 27888:1998)	25
3.5.4. Lúgosság meghatározása (MSZ 448-11:1986)	25
3.5.5. Klorid-ion meghatározása (csapadékos titrálás) (MSZ 448-15:1982).....	26
3.5.6. Szulfát-ion meghatározása turbidimetrián (MSZ ISO 9280:1998)	26
3.5.7. Nitrit-, nitrát és ammónium-ionok meghatározása (MSZ EN ISO 26777:1998, MSZ 12750-18:1974 és MSZ ISO 7150-1:1992)	26
3.5.8. Kalcium, magnézium és az összes keménység meghatározása (MSZ 448-3:1985)....	27
3.6. Talajszelvény készítése	27
4. Eredmények	31
4.1. A terület előzményei	31
4.2 Kukoricacsövek hossza.....	33
4.3. Kukoricacsövek egész tömege	36
4.4. Kukoricacső ezermag tömege	38
4.5. Kukorica szem-cső arány	40
4.6 A kukorica nitrogén-, foszfor- és kálium-tartalma	42
4.7. A területek tápanyag ellátottsága	44
4.8. A területre hulló csapadék eloszlása	47
4.9. Öntözési célra használt felszíni vizek általános kémiai paramétereinek ismertetése	49
5. Következtetések és javaslatok.....	51
6. Összefoglalás	53
7. Irodalomjegyzék	55
Köszönetnyilvánítás	59
Mellékletek	60
Nyilatkozat.....	66

1. Bevezetés

A világ gyors is robbanékony népesség növekedésének köszönhetően az élelmiszeripar, és az élelmiszer termelés drasztikusan megnövekedett terhelése miatt, illetve az természeti katasztrófák, és az időjárási viszonyok kiszámíthatatlansága következtében a mezőgazdasági termelés egyre nehezebb lesz.

A kedvezőtlen tényezők, továbbá a klímaváltozás miatt bekövetkezett folyamatosan növekvő átlag hőmérsékletek mára szinte 100 %-ban korlátozza, esetenként ellehetetlenítik a mezőgazdaságban dolgozók munkáját. Hogy ezeket a szélsőségeket ki lehessen küszöbölni elengedhetetlen különféle technológiák, újítások igénybevétele, mint az öntözés, megfelelő szárazságot jobban toleráló növénykultúrák, fajták, hibridek alkalmazása.

A történelem során alkalmazott számos jó megoldást is használhatjuk, ilyen kedvezőtlen esetekben. Ilyen technológia az öntözés, és a különféle öntöző berendezések megfelelő rendeltetészerű alkalmazása. Az öntözés folyamán vannak nagyon fontos, és elengedhetetlen tényezők, amelyekre kiemelkedő figyelmet és odafigyelést kell fordítanunk. Ezek lehetnek az öntözés során igénybe vett felszíni, vagy felszín alatti vizek minősége, és azok rendeltetésre álló mennyisége, az öntözött kultúra vízigénye, az időjárási és környezeti tényezők figyelembevételével kiszámított megfelelő öntöző víz kijuttatása a talaj, illetve a domborzati viszonyokhoz igazított vízmennyiség, és annak optimálisan megválasztott kijuttatási technológiája.

Munkám során sok keresést, kutatást megelőző egy kedvező kukoricafajta megválasztása után két különböző talaj típuson végeztem a méréseim, adatgyűjtéseim, két eltérő technológia alkalmazása mellett.

Vizsgálataim során meghatároztam a talaj tápanyag ellátottságát két évben és két eltérő talajtípuson, a talaj kötöttségét, talaj kémhatását, összes-karbonát tartalmát, a vízben oldható sótartalmat, illetve a talajban könnyen oldható foszfor és kálium mennyiségét. Emellett különböző fenológiai érettség mellett gyűjtöttem adatokat, mint például a szem cső arány, növény magasság, nedvesség stb. Vizsgálataim kiterjedtek az öntözővíz minőségének vizsgálatára is.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Fenntartható mezőgazdaság

A fenntartható mezőgazdaság kulcsfontosságú az élelmiszertermelés növelésében és a talaj egészségének javításában ([https1](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance)). Jelenleg a fejlődő országokban ösztönzik, beleértve a sűrűn lakott országokat, mint például Kína és India, ahol sokkal több feladatra van szükség a termelés növeléséhez. Ráadásul a világ jelenlegi termőterülete a globális népesség növekedésével, és az iparosodással tovább csökken, emiatt a globális élelmiszer kereslet növekedni fog. Ezért alternatívákat kell keresni a vízhiánnyal, a talajszennyezéssel, a termőföldek hiányával, és a növénytermesztés csökkenésével kapcsolatos kihívásokkal kapcsolatban.

2.1.1. A kukorica szerepe az élelmiszertermelésben

A kukorica az egyik legjelentősebb állat és emberi fogyasztásra szánt növényünk, melyet szemes és silózásra egyaránt termesztnek. Ma már egyre nagyobb mennyiségben használják bioetanol gyártásra világszerte. Világviszonylatban a búza és a rizs után a harmadik helyet foglalja el a legjelentősebb táplálkozási célú növények körében. Ez a három növény járul hozzá legnagyobb mértékben az emberi és állati élelmiszerbiztonsághoz (Kresović et al., 2017; Olesen et al., 2011).

2.1.2. Az öntözés szerepe napjaink élelmiszer termelésében

A mezőgazdasági ökoszisztémák az élethez nélkülözhetetlen élelmiszerek legfőbb előállítói. Ezek az ökoszisztémák a rendelkezésre álló víz 60-90-át fel is használják a különböző régiók éghajlatától függően, az különféle szükségleteik kielégítésére. Az öntözött növénytermesztésre felhasználható területet világszerte 275 millió hektárra becsülik. Ezek a területek, ahol öntözés folyik évente körülbelül 1,3 %-os növekedést mutatnak. Becslések szerint a megfelelő élelmiszerellátás kielégítése miatt a 2050-es kereslethez a világ termelését 70-al kell, majd megnövelni, ehhez a vízkészletek felhasználását nagymértékben 53% -al kell, majd növelni. A vízpiacok hatékony fejlesztése megfelelő intézkedés lehet az elmaradottabb, és vízhiányban szenvedő területeken, mint például Dél-Afrika. A különböző adagok

megállapítása és díjfizetésen alapuló közös korlátozások bevezetése megfelelő ellenőrzési rendszer lehet a mezőgazdasági vízfelhasználás tekintetében, mivel sok régióban túlzott vízfelhasználás zajlik. Japán azok az országok egyike, ahol nagyon magas az öntözésre berendezkedett és felszerelt területek aránya (Munoz et al., 2019).

2.1.3. Az öntözés helyzete Magyarországon

Az öntözés Magyarországon kisebb jelentőséggel bírt a régebbi időszakok tekintetében, mivel a hazai vízellátás többségében megfelelő volt így nem volt indokolt az öntözés. Azonban az elmúlt évtizedek távlatát nézve a szélsőséges időjárásnak és a folyamatosan melegedő klímának köszönhetően egyre nagyon figyelmet fordítanak az öntözési berendezések fejlesztésére, beszerzésére.

2.1.4. Jövőbeli kilátások és kihívások

A hagyományos vízkészletek a világ nagy részén kimerülőben vannak, és folyamatosan degradálódnak. Ezek a vízforrások magukba foglalják a tavakat, a folyókat, a felszín alatti vizeket, és a víztartó rétegeket is. Az öntözési vízkészleteket növelni lehetne a nem hagyományos vízforrások felhasználásával. Ezek nem mások, mint a városi és ipari víz újra felhasználása, a tengervíz sótalánítása, és az esővízgyűjtés. Az elmúlt években a nem hagyományos forrásokból származó víz is versenyképes lehetőséggé vált az öntözéshez szükséges vízellátás terén, különösen a száraz régiókban. Az ilyen új források felhasználása sok előnnyel jár, mint például az ilyen alternatív forrásból származó vizek hozzájárulnak a hagyományos vízforrások megóvásához. Ezeknek a technológiáknak a hátránya, hogy sokszor költségesebbel, mint a hagyományos erőforrások. Ezek a lehetséges nagyobb költségek miatt sokszor a gazdálkodók vonakodnak, ezek az alternatívák alkalmazásától, annak ellenére is, hogy nagyon sok előnnyel járnak a talaj és a növények egészsége szempontjából (Munoz et al., 2019).

2.1.5. A precizitás fontossága

A nagyon precíz öntözési eljárások, mint például a csepegtető öntözés különböző fajtái vagy a drónokkal elvégzett vízellátás lehetővé teszi a víz hatékonyabb felhasználását, és így a növények aktuális szükségleteinek pontos kielégítését. Például a csepegtető öntözés előnye, hogy közvetlenül a növény gyökereihez juttatja ki a vizet, így nincs felesleges vízpazarlás, mint például az árasztásos öntözés esetén. A csepegtető öntözés 18-75% közötti víz megtakarítási potenciállal rendelkezik és 25-75%-os vízmegtakarítást eredményez az árasztásos öntözéshez képest (Munoz et al., 2019).

Az éghajlatváltozás azonban továbbra is hatalmas kihívást jelent egyes területeken mivel a rendelkezésre álló vízkészletek folyamatosan csökkennek emiatt sok helyen ellehetetlenítik ezek az eljárások kivitelezését. Magyarországon kiemelten fontos az öntözési infrastruktúra folyamatos fejlesztése és a fenntartható vízgazdálkodási rendszerek kiépítése (Oweis & Hachum, 2019; Várallyay, 2020).

2.2. Az öntözés hatásai a kukorica beltartalmi tulajdonságaira

Az öntözés közvetlen hatással van a kukorica növekedésére és beltartalmi tulajdonságaira, mivel a vízellátás optimalizálása segíti a növény életéhez szükséges tápanyagfelvételt és a fiziológiai folyamatokat.

A víz jelenléte létfontosságú a fotoszintézis és a tápanyag-transzport szempontjából, ami a kukorica különböző beltartalmi tulajdonságainak alakulásában is megmutatkozik. Számos tanulmány bebizonyította, hogy a vízhiány növekedésével a kukorica terméshozama jelentősen csökken. Különböző öntözési szinteket alkalmazva eltérő változásokat és beltartalomra vonatkozó paramétereket figyelhetünk meg. A teljes öntözés eredményezte a legmagasabb olajtartalmat, az esőztetési körülmények pedig a legalacsonyabbat. A korlátozott esőztetési gyakorlat nemcsak a szemtermésre, hanem a minőségi paraméterekre is hatással van, mint a fehérje, a keményítő, az olaj, a cellulóz, a hamutartalom, és az ásványi anyag összetétel (Kresović et al., 2017; Thitisaksakul et al., 2012; Tarighaleslami et al., 2012).

2.2.1. Vízstressz hatásai

Az aszály számos növénynél csökkentheti a keményítőtartalmat, és növelheti a fehérje tartalmat, viszont a kukorica esetében a növekvő vízstressz hatására a fehérjetartalom csökken. Nagyon erős vízstressz hatására a kukorica nitrogén-, kalcium-, magnézium-, réz- és cink-tartalom növekszik, de azonban a kukorica keményítő, foszfor és a kálium, illetve a kukoricaszemek terméshozama csökken (Kresović et al., 2017; Ge et al., 2010).

2.3. A víz, mint erőforrás

Az élet alapjaként szolgáló víz létfontosságú elem az élethez. A víz egy olyan erőforrás, amelyet a megújuló erőforrások közé sorolhatunk, de sajnos csak korlátozott mértékben áll rendelkezésünkre. A földön található összes vízkészletnek a 97,5%-a az óceánokban és a tengerekben található. A rendelkezésünkre álló 2,5%-nyi édesvízkészlet 85-90%-a jég és hó formájában található meg. Az édesvízkészletünk fele talajnedvesség felszín alatti víz, és csak a megmaradó fele a folyó és állóvíz. Az édesvízkészlet, amely az ember és más élőlények számára felhasználható és rendelkezésre áll csupán 0,03% (Almeida Machado et al., 2017).

2.3.1. Az öntözővíz minőségének szerepe

Az adott öntözés hatékonysága és a növényekre gyakorolt eredménye nagyban függ az öntözővíz minőségétől. A megfelelő jó minőségű öntözővíz elengedhetetlen a kukorica kiegyensúlyozott fejlődéséhez, ellenbe a rossz minőségű víz káros hatással lehet a növényre, amellyel káros eredményhez vezethet a termesztés során, ilyen lehet például a toxinfelhalmozódás, tápanyaghiány vagy a talaj sótartalmának növelése.

2.3.2. A vízben található só jelentősége

A magas sótartalommal rendelkező öntöző víz használata világszerte jelentős problémát jelent a növénytermesztésben. A világ termőterületeinek 20%-a, az öntözött területek 33%-a sóval érintett és degradált (Shrivastava et al., 2015). Ezt a folyamatot fokozhatja az éghajlatváltozás, a felszín alatti vizek túlzott használata főleg, ha azok közel vannak a tengerhez. A talajok

szikesedése az egyik fő tényező, amely hozzájárul a talajok termőképességének csökkenéséhez. Bár nagyon nehéz megbecsülni, de a szikes talajok területe folyamatosan növekszik, és ez sajnos az öntözés alatt álló területeken jelentkezik döntő többségében. Becslések szerint a világ élelmiszertermelésének egyharmadát adó öntözött földek 20%-a sókárosodott. Mediterrán térségekben a talajok lúgosodásával járó talajromlás az elkövetkezendő évtizedekben egyre nagyobb mértékben súlyosbodhat az öntözött területek várhatónövekedése, és a jó minőségű öntözővíz egyre szűkösebbé válása miatt. A világ mezőgazdasági földterületeinek a sófelhalmozódás által évente elpusztított területeit 10 millió hektárra becsülik, de ezt az arányt felgyorsíthatja az éghajlatváltozás és a felszín alatti vizek túlzott használata (Pimente et al., 2004). Becslések szerint 2050-re a világ szántóterületeinek 50 %-át fogja érinteni túlzott talajsótartalom. A talaj magas sótartalma számos mezőgazdasági növény termőképességét csökkenti. A túl magas sótartalom a fotoszintézisre is hatással van, mert csökkenti a CO₂ ellátottságot. A sók túlzott felhalmozódása a gyökérzónában ozmotikus stressz kialakulását okozza, és így gátolja a K-, Ca- és Na- felvételét (Almeida Machado et al., 2017; Bartels et al., 2005).

2.3.3. pH-érték és vízhőmérséklet

Az öntözővíz pH értéke nagyban befolyásolja a tápanyagok elérhetőségét a növények számára. A túl lúgos, vagy túl savas víz megakadályozhatja a növények számára a tápanyagok felvételét, amely növekedési zavarokhoz, illetve a beltartalmi értékek romlásához vezethet (Smith, 2017). Az ideális esetekben az öntözővíz pH-ja 6,5 és 7,5 között van, ami elősegítheti a tápanyagok megfelelő felszívódását és a növények optimális fejlődését. A vízhőmérséklet szintén egy nagyon fontos tényezője az öntöző víznek. Ha a víz túl hideg vagy túl meleg akár víz stresszt is okozhat a növénynek, amely negatívan hat a termés hozamra és a minőségi mutatókra (Oweis & Hachum, 2019).

2.4. A szennyvízben rejlő potenciál

A világszerte jelentős vízhiány probléma, amely a növénytermesztést is nagyban érinti könnyedén kiküszöbölhető lehet különféle alternatívák alkalmazásával, ilyen megoldás lehet a szennyvíz öntözővízként való alkalmazása is. A tisztított szennyvíz alkalmazása

öntözőrendszerekben javítja a talaj egészségét és fokozza a növények növekedését, illetve azok termékenységet is. Vizsgálatok is megállapították, hogy a tisztított szennyvízzel történő öntözés növelte a kukoricaszemek tápanyagtartalmát. A szennyvíz újra felhasználása a mezőgazdasági rendszerek vízhiányának kezelésére alkalmas alternatívának tekinthető, mivel hatalmas mennyiségű szennyvizet bocsált ki minden nagyobb város, település. Kína például 2020-ban 3,05 milliárd tonna állati és baromfitrágyát termelt (Kama et al, 2023).

2.4.1. A szennyvíz hátrányai

A szennyvíz nagyon sok pozitívumai mellett számos, olyan negatív hatást hozhat magával, amely az emberre és a növényre egyaránt veszélyes lehet. Ilyenek például a különböző hormonok, nehézfémek. A szennyvizet a nehézfémek és szerves szennyező anyagok forrásaként is szokták jellemezni. Az egyszerűen kezelt szennyvíz öntözése növelheti a talajok nehézfém szennyezését, ami a talajokra, és a táplálékláncra gyakorolt káros hatásai miatt alapvető környezeti, és egészségügyi problémát jelent. A kukoricaszemekre a szennyvízzel való öntözés esetében jóval magasabb volt a Cu és Zn koncentrációja az átlagosnál (Kama et al., 2023).

2.5. A talajtulajdonságok szerepe az öntözés hatékonyságában

Az öntözés hatékonysága és a növények fejlődése nagyon szorosan összefügg a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaival. A talaj szerkezete, víztartó képessége, tápanyag tartalma, valamint a talaj pH-ja mind olyan tényező, amely befolyásolja, hogy hogyan tudja felhasználni a növény a rendelkezésére álló tápanyagokat. Az egyes talajtípusok eltérően reagálnak az öntözésre, emiatt az öntözési rendszerek tervezése során nagyon fontos figyelembe venni a talaj tulajdonságait.

2.5.1. A talaj víztartó képessége

A talajok víztartó képessége az egyik legkiemelkedőbb tényező, amely befolyásolja az öntözés hatékonyságát. A jó víztartó képességgel rendelkező talajok, mint például az agyagos, és vályogos talajok sokkal tovább képesek biztosítani a növények számára a folyamatos vízellátást

(Várrallyay, 2020). Az ilyen talajok esetén az öntözési ciklusok rendszerességét tágabb intervallumban is lehet alkalmazni, mint például egy rosszabb víztartó képességgel rendelkező talaj típus esetén, mivel a víz lassabban szivárog el és sokkal hosszabb ideig elérhető marad a gyökérzóna számára. Ezzel szemben a rossz víztartó képességgel rendelkező homokos talajoknál a víz gyorsan átszivárog a talajrétegeken és ezzel a gyökérzóna rétegéből is sokkal gyorsabban távozik (FAO, 2019).

2.5.2. A tápanyagok elérhetősége

A talajok számos tápanyag tekintetében nagyon fontos szerepet játszanak a növény fejlődése szempontjából. Az egyes tápanyagok, mint például a nitrogén, foszfor és a kálium mennyisége a talajban kulcsfontosságú szerepet tölt be a növények fejlődésében. A megfelelő tápanyag ellátás csak akkor valósulhat meg igazán, ha talajok szerkezete és víztartó képessége lehetővé teszi a tápanyagok megfelelő elérhetőségét a talajban a növény számára. A víz közvetítő szerepet tölt be a növény és a tápanyag között, mivel az oldott tápanyagok a víz mozgásával jutnak el a gyökér zónába (Oweis & Hachum, 2019). A talaj szerkezete és vízvezető képessége közvetlenül befolyásolja a tápanyagok felvehetőségét, és így a növények növekedési ütemét és beltartalmi értékét is meghatározza (Smith, 2017).

2.5.3. A talajszerkezet fontossága

A talajszerkezet vagyis a talaj részecskéinek elrendeződése és összetartása szintén egy nagyon fontos tényező az öntözés hatékonysága szempontjából. A jó struktúrájú talajokban a kedvező talajszellőzés és a megfelelő vízgazdálkodásnak köszönhetően sokkal kedvezőbb közeget tudunk kialakítani a növényeink számára amiatt, hogy a növények gyökérzete sokkal könnyebben hozzáférhetnek a vízhez és a tápanyagokhoz (Várrallyay, 2020). Ezzel szemben azok a talajok, amelyek túlzottan tömörek vagy rossz szerkezettel rendelkeznek gátolják a levegő és vízmozgását a talajban, amely nagyban csökkenti a növények fejlődési lehetőségeit. Az ilyen talajok esetében a víz vagy túl lassan, vagy egyes esetekben, mint egy durva tömörített réteg kialakulása után egyáltalán nem is jut le kellő mélységbe, hogy a növény elérje, de vannak olyan esetek is amikor a víz túl gyors átszivárgása miatt nem felvehető a növény számára.

Ezekben az esetekben az a közös, hogy mindegyik nagyon káros a növényünk számára, amivel nagyban befolyásolja annak termés mennyiségét és minőségét (FAO, 2019).

2.5.4. A talaj pH értéke

A talaj pH értéke szintén egy nagyon fontos tényező a növények számára, mivel alapvető szerepet játszik a növények tápanyag felvételében. Az optimális pH tartomány a legtöbb növény számára 6,0-7,5 között van. A túl savas, vagy túl lúgos talajokban bizonyos tápanyagok, mint például a vas, kalcium, vagy magnézium nehezebben oldódnak, ennek következtében a növények nem tudják megfelelően felvenni (Verma & Kapman, 2020). Az öntözés szempontjából fontos, hogy a talaj pH értékét figyelembe vegyük hiszen az öntözővíz pH-ja, és az alkalmazott műtrágyák is befolyásolhatják a talaj savasságát, amely hosszabb távon nagyon nagy befolyással lehet a termesztett növényünk terméshozamára, és minőségére (Smith, 2017).

3. Anyag és módszer

3.1. A kísérlet célja

A kísérletem célja, hogy megtudjuk milyen hatással van az öntözés a kukorica beltartalmi értékeire, tulajdonságaira, illetve; hogy nagyobb és szélesebb körben tudomást szerezzünk az öntözés esetleges káros hatásairól, valamint azok kiküszöbölésének lehetőségeiről.

3.2. A kísérlet helyszínének bemutatása (Csanytelek és környéke)

Csanytelek község Csongrád-Csanád vármegyében helyezkedik el és egyben Csanyteleket az ország leghosszabb falujaként tartják számon. A település regionális elhelyezkedés szempontjából a Dél-alföldi régióban, a Tisza jobb partján helyezkedik el. A település távolsága Csongrádtól 14, Szegedtől 36 km-re található.

A kísérleti terület Csanytelek külterületén, a Tiszához légvonalban 1750 méter távolságra és a Tisza gáttól 490 méterre helyezkedik el (é. sz. $46^{\circ} 36' 22''$, k. h. $20^{\circ} 06' 17''$).

3.2.1. Éghajlati viszonyok

Csanytelek fekvése a mérsékelt övben helyezkedik el, amelyen szárazföldi éghajlat jellemző. Azonban előfordul óceáni vagy mediterrán éghajlat is. Csapadék tetőpontja tavasz végén és nyár elejére tehető. Átlagokat nézve június a legcsapadékosabb hónap. Legszárazabb hónapok a január és február. Csapadék mellett még, ami fontos az a hőmérséklet. Eddigi tapasztalatok alapján januárban van a leghidegebb. Márciusban a hőmérséklet kevésbé szélsőséges átlagban eléri a $6-7^{\circ}\text{C}$ is már. Májusban az átlag hőmérséklet $17-19^{\circ}\text{C}$. Júniusban az ingadozás a legkevesebb átlag hőmérséklet $21-23^{\circ}\text{C}$. Legmelegebb hónap a július melynek értéke $23-27^{\circ}\text{C}$ közé tehető. A nappali felmelegedés kihat az esti órákban is. Augusztusban a hőmérséklet átlaga 22°C fok, azonban a legnagyobb mért hőmérséklet $37,2^{\circ}\text{C}$ volt. Október már enyhébb 12°C fok az átlag hőmérséklet. Decemberben eddigi tapasztalatok alapján minden másnap van fagypont alatti hőmérséklet a reggeli órákban, azonban 7-8 napon keresztül a fagy nappal is megmarad. Ezen a területen a napfényes órák száma igen gazdag, eléri a 2100 órát is. Csapadék azonban $500-650\text{ mm}$ közé tehető éves szinten. Szelet tekintve gyakran déli szél és északi szél uralkodik a területen. Déli szél szeptemberben fokozódik és október környékén éri el maximumát.

februárra és márciusra jellemző még ez a szélirány. Nyugati és északnyugati szelek nyáron uralkodnak, azonban ősszel és tavasszal jelenségük csökken. Az északnyugati szelek, amelyek nagyban befolyásolják a térség csapadékmennyiségét ([https2](#)).

3.2.2. Környék jellemző talaj típusai

Csanytelek környékén és Csongrád-Csanád megyében, főként alföldi jellegű talajtípusok találhatók, amelyek jól alkalmazkodtak a régió síkvidéki adottságaihoz és a Tisza közelsége miatt kialakult talajviszonyokhoz.

Az itt jellemző talajtípusok a csernozjom talajok: ezek a talajok rendkívül termékenyek, humuszban gazdagok, és kiválóan alkalmasak mezőgazdasági művelésre. Az alföldi területeken, mint Csanytelek környéke, ezek a talajok a legalkalmasabbak gabona- és takarmánynövények termesztésére.

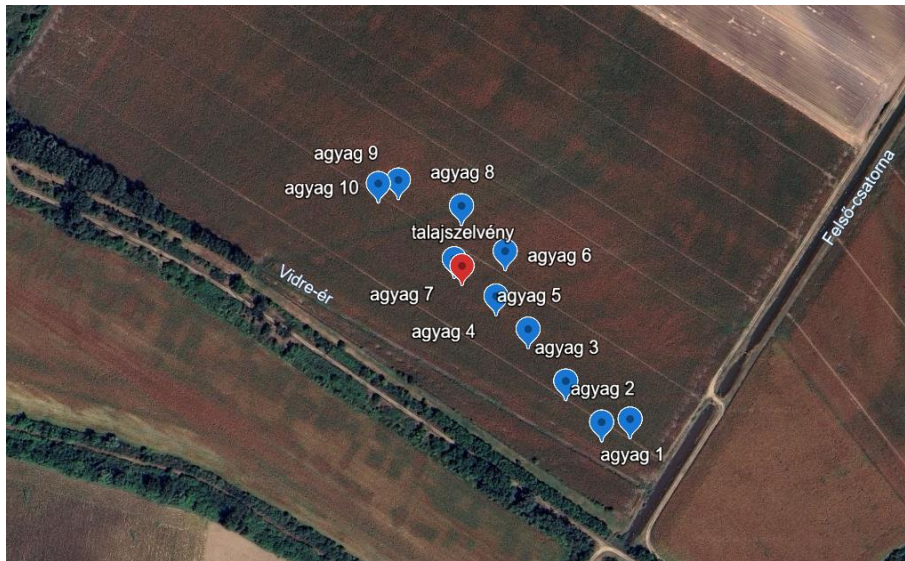
A réti talajok talajok a folyóközeli, időszakosan nedves területeken alakulnak ki, különösen a Tisza mentén. Ezek a talajok jó vízmegtartó képességgel rendelkeznek és alkalmasak mezőgazdasági termelésre, bár gyakran speciális vízkezelési intézkedéseket igényelnek ([https3](#)).

A szoloncsák és szolonyec talajok, amelyek az alföldi területeken a talajvíz által kiváltott sófelhalmozódás miatt kialakult szoloncsák (sós) és szolonyec (nátriumsós) típusú talajok. Ezek a talajok erősen lúgosak és mezőgazdasági szempontból csak bizonyos növényfajok számára alkalmasak ([https:4](#)).

3.3. A kísérletben alkalmazott Pioneer 9415 kukorica hibrid bemutatása

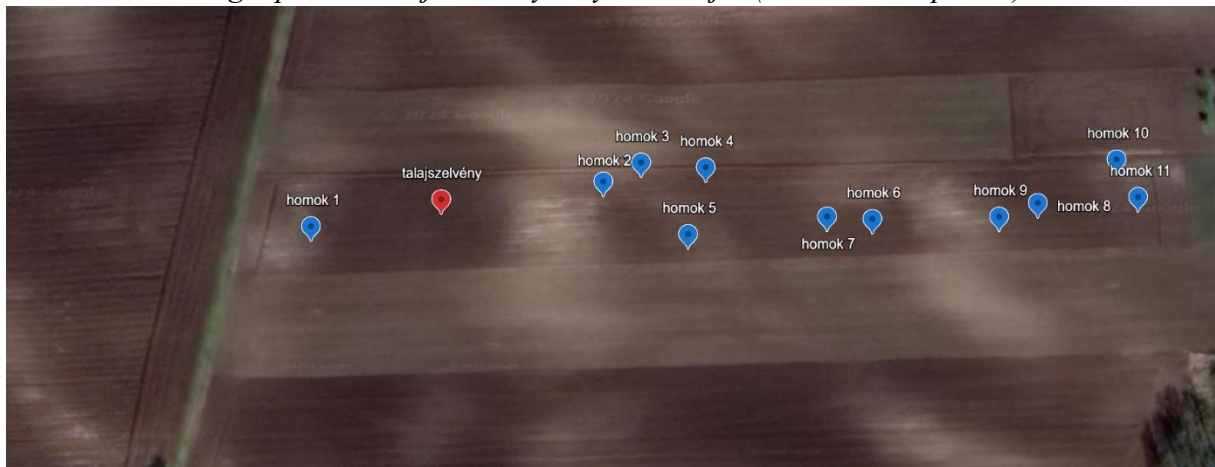
A 250 ha-on gazdálkodó családi gazdaságunk vetésszerkezetében nagyon fontos helyet tölt be a takarmánykukorica termesztése, ezért olyan kukorica hibridet kerestünk, amelyek jól tolerálják a különböző időjárási kedvezőtlenégeket a könnyebb homoktalajoktól, a kötöttebb réti talajokig. A P9415 2021 óta képezi szerves részét a vetésszerkezetünknek és bizonyítja évről évre a rátermettségét. Ezt a kukorica fajtát alkalmaztuk az 1-es és 2-es képek által szemléltetett kísérleti területeinken is.

1. kép: Az agyagos, öntözött kísérleti területet ábrázolja térkép alapján, a kék pontok a mintavételi pontokat jelölik, a piros pont pedig a talaj szelvény helyét jelöli. (Készítette: Sipka A.)



A Pioneer 9415 egy 2017-ben, Magyarországon regisztrált kukorica hibrid. A FAO 350-es éréscsoportba tartozik, a szemtípusát tekintve egy kifejezetten lófogú, mély kupanyomokkal rendelkező fajta. A fajtára jellemző még a nagyon dinamikus vízleadás a koraisága ellenére, illetve a zöld száronérés. Viszonylag rövid cső hossz jellemzi a hibridet, 16-18 szemsor számmal a csövön.

2. kép: Az öntözés nélküli homoktalajt ábrázolja, a kék pontok a talajminta vételi pontokat, míg a piros a talaj szelvény helyét mutatja. (Készítette: Sipka A.)



Az általunk vetett Pioneer 9415 kukorica hibrid Optimum Aquamax minősítéssel rendelkezik, amely minősítést csak azok a hibridek kaphatják meg, amelyek rekord termésre képesek normál körülmények között, illetve terméselőnyt biztosítanak száraz körülmények között. Ezek a hibridek a legmodernebb nemesítési eljárással lettek kifejlesztve annak érdekében, hogy az időjárási kedvezőtlenységek ellenére csökkentsék a kockázatot a termés és a profit maximalizálása érdekében.

A zsákos Pioneer kukorica hibrid egy két komponensből álló csávázást kap, amely elősegíti a termesztési biztonságot, és segíti a növények fejlődését a kezdetektől fogva, támogatva a talaj, és növény közötti kapcsolatot az erőteljesebb gyökerek révén. A két komponens egy gombaölő csávázószer és egy biológiai csávázószer foglal magába. A biológiai csávázószer stimulálja a gyökérnövekedést, különösen az oldalgyökerek fejlődését, és így egy sokkal zöldebb és erőteljesebb csíranövényt eredményezve, emiatt a tápanyag felvétel is sokkal hatékonyabb (Corteva Termékkatalógus, 2024, Magyarország). A Pioneer 9415 hibridet 69000db/ha-os tőszámmal vetettük el, mely mellé közvetlenül a magárokba kapott 25kg/ha KITEstart MICRO NP 10:40+5%S +1% Zn szervesetlen szilárd komplex NP műtrágyát, illetve a sor mellé 250kg/ha NPK 6-24-12 komplex műtrágyát.

3. kép: Kukorica állományban, Csanytelek 2023 (Készítette: Sipka A.)



3.3.1. Technológiai bemutatás

A P9415 kukorica hibrid a 2023. április 22.-ei vetést követően (ez az időpont 2022-ben április 13.-a volt) a 6-8 leveles fenológiai fejlettségben, május 25.-én kapott egy gyomírtó kezelést (Monsoon active 2l/ha) egy vontatott szántóföldi permetezővel, ekkor a kukorica magassága a 70-120cm volt. A következő kezelés egy lombtrágya kezelés volt, amelyre június 2.-án került sor, ekkor egy Dell Agro Plus aminosavas növénykondicionálót kapott, itt a kukorica magassága átlagosan nem haladta meg a 120 centimétert, ezzel a kezeléssel le is zárult a permetezővel történő kezelések száma. A kukorica szilárd műtrágyával történő kezelése június 5.-én, egy 6 soros sorra szoros kultivátor segítségével lett elvégezve, amely során a kukorica soraiba közvetlenül 250 kg/ha Genezis Pétisó CAN (27%N + 7%Ca + 5% Mg) szilárd műtrágyát juttattunk ki. Ez 67,5 kg/ha nitrogén, 17,5 kg/ha kalcium és 12,5 kg/ha magnézium hatóanyagot jelentett hektáronként. Ebben a fenológiai fázisban kiemelt szerepet játszik a nitrogén a kukorica fejlődésében, mert serkenti a fotoszintézist, növeli a klorofill tartalmat, és gyorsítja a sejtosztódást. Ezzel nagyban befolyásoljuk a képződő biomassza mennyiségünket. A kalcium segíti a gyökérnövekedést és növeli a stressztűrő képességét a növénynek. A magnézium hozzájárul a növény fotoszintézisének, és tápanyag szállításának a támogatásához. A tápanyagok kijuttatása után június végén, július elején elkezdtük az öntözést egy Marani csévéldobos öntöző géppel. Az öntöző vizet a közeli Tiszából átemelő szivattyúk és hosszú csatornahálózat segítségével tudjuk eljuttatni az öntözni kívánt területre. Az öntözés kezdete 2022-ben kicsit megcsúszott, mert az öntöződobok iránti túlzottan megemelkedett kereslet, illetve készlethiány túlterhelte a cégeket. 2022-ben július elején kezdtük meg a kukorica öntözését, ekkor a kukorica magassága 180-200 centiméter környékén volt, ami miatt a vízágyú magasságát is meg kellett emelnünk, ez enyhe nehézségeket okozott a kezdetekben. 2023-ban már hamarabb, június 20.-án kezdődött az öntözési szezon. Az öntözés során háromszor 45mm vizet juttattunk ki a kukoricára, július végét elérve. Az öntözés nehézségei közé tartozik, hogy 1 db öntöződobbal, a 23 órás beérkezési idő mellett nagyon lassan haladtunk.

4. kép: Öntözés kezdete, 2022 (Készítette: Sipka A.)



3.4. A talajvizsgálat módszerei és eszközei

3.4.1. A talajminta vétele, és előkészítése

A mintavételezés bolygatott, ásott mintavétellel történt meg. A mintavételi területeken mezőgazdasági művelés folytatunk évek óta. A mintavételnél törekedtem arra, hogy a műanyag mintavételi zacskókon és a benne található papíron az azonosító, az időpont és a pontos helyet legyen megjelölve. A mintavétel után a zacskót hermetikusan zártam le, a különböző külső behatások elkerülése érdekében, mint pl: elszennyeződés.

A laboratóriumban a mintákat a megfelelő mértékben kiszárítottam, majd az agyagos talajminták esetén mozsár segítségével porítottam, ezután ledaráltam, majd zacskóztam.

5. kép: Talajminta előkészítése, Gödöllő 2023 (Készítette: Sipka A.)



3.4.2. A pH meghatározása (MSZ-08-0206/2-1978)

A vizsgálat során 20 gramm légszáraz talajhoz 50 ml desztillált vizet adtam (a talaj: oldat tömegarány megállapodás szerint 1: 2,5), azt jól összeráztam, és 24 órát állni hagytam. A pH mérésekor leggyakrabban a kalomel elektródát használtam, mivel ebben az esetben elegendő ennek az elektródának a szuszpenzióba süllyesztése, s a készüléken közvetlenül a pH érték leolvasható.

3.4.3. Vízben oldható összessó tartalom meghatározása (MSZ-08-0206/2-1978)

A talaj összessó- tartalmának egyszerű, gyors meghatározását végeztem el. Amely során 2 gramm porított talajhoz 20ml-nyi desztillált vizet adtam (1:10), majd 2 órára forgó rázó készülékbe tettem. A rázást követően lecentrifugáltam a mintáimat, majd szűrőpapíron átszűrtem. A képlékenységi felső határáig vízzel telített talajpép elektromos vezetőképességét mérjük. A talajoldat készítésekor a talaj sói oldhatóságuknak megfelelően oldatba mennek, ionjaikra disszociálnak. A méréshez konduktométert használtam.

3.4.4. A talaj Arany-féle kötöttségi számának meghatározása kézi keverést alkalmazva (MSZ-21470-51-83)

Az Arany féle kötöttségi szám az a köbcentiméterben kifejezett vízmennyiség, amelyet száz gramm légszáraz talajhoz adagolunk az úgynevezett fonalpróba eléréséig. Ehhez a művelethez kell egy 13-18 centiméter átmérőjű porcelán tál és egy porcelán törő vagy egy műanyag kanál, illetve egy 1 köbcentiméteres beosztású 100 köbcentiméteres büretta.

A meghatározás menete szempontjából a már laboratóriumi vizsgálatokra előkészített légszáraz talajból 100 g mennyiséget táramérlegre helyezett porcelán tálba helyezünk a precíz, és biztosan pontos mennyiség kimérése érdekében. Büretta segítségével addig adagolunk ion cserélt vizet apró adagokban, folyamatos keverés mellett a talajhoz, amíg egynemű, csomómentes, képlékeny pépet nem kapunk belőle. Ehhez a péphez folyamatos keverés mellett köbcentiméterenként addig adagolunk ion cserélt vizet amíg ez a pép el nem éri a képlékenységi felső határát. Ezt fonal próbával tudjuk megállapítani. Ezt a fonal próbát úgy tudjuk helyesen kivitelezni, hogy az imént leírt módon elkészített pépbe a porcelán törőt, vagy a műanyag kanalat időnként belenyomjuk majd az hirtelen kivesszük. Az ilyenkor kialakult és létrejött talaj fonal elszakadása után egy hegyes kúp alakul ki az edényben lévő pépen és a keverőn is. Ha a képlékenységi felső határát elértük, akkor a tálból kihúzott, illetve a keverőn maradt kúp alakú pép hegye visszahajlik. A péphez az ion cserélt vizet csak a fonal próba első megjelenéséig adagoljuk, mert például nagyon kötött talajon 10-20 cm³ túladagolás esetén is kaphatunk még fonal próbát. A 100 g táramérlegesen kimért légszáraz talajhoz a fonal próba eléréséig adagolt ion cserélt víz köbcentiméterben kifejezve adja az Arany-féle kötöttségi számot.

Nagyon kell figyelni arra, hogy a talajt a vízzel folyamatosan mindig egyenletesen keverjük el. Ez az eljárás nagy homok-, és agyagtartalmú, illetve szerves talajoknál, mint például a tőzeg nem ad valós és reális eredményt.

3.4.5. Az összes karbonát tartalom (szénsavas mész) meghatározása Scheibler-módszerrel (MSZ-08-0206/2-1978)

A CaCO₃-ban kifejezett összes karbonát tartalmat kalciméterrel határozzuk meg. A meghatározás alapelve az, hogy a talajt híg sósavval hozzuk össze és a fejlődő széndioxid-gáz térfogatából számoljuk ki a CaCO₃ mennyiségét. A folyamat a következőképpen megy végbe: $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ Ez a módszer nem tesz különbséget a talajban jelenlévő

különböző karbonát formák között, vagyis az összes karbonátot méri, amelyet CaCO_3 -ban fejezünk ki. A szükséges felszerelések a vizsgálat elvégzéséhez a következők: Scheibler-féle kalciméter a CO_2 elnyelés megakadályozására 10 százalékos NaCl -dal feltöltve).

A meghatározás menete: Az üveglapra kiskanálnyi talajmintát teszünk, majd erre vizet cseppentünk, ezután 10 százalékos HCl cseppentünk a felületére. Ha pezsgést észlelünk a folyamat során akkor meghatározhatjuk a kalcium tartalmát.

6. kép: Scheibler-féle kalciméter (Készítette: Sipka A.)



3.4.6. A talaj könnyen oldható P_2O_5 - K_2O tartalmának meghatározása ammónium-laktát módszerrel (MSZ 20135:1999)

A meghatározás menete: A talaj kivonat készítését EGNÉR-RIEHM-DOMINGÓ módszere szerint végeztük. Ehhez 25 g légszáraz talajt 250 cm^3 műanyag palackban kimértünk miután a talajt 2 milliméteres szitán átszitáltuk. Ez a folyamatot elvégzése után ráöntünk 50 cm^3 ammónium-laktát-acetát oldatot majd két órán keresztül ráztatjuk egy körforgást végző rázó gépben 20°C , hőmérsékleten. Rázatás után azonnal le is szűrjük kálium és foszfor mentes szűrőpapíron.

P_2O_5 mérés: A szűrletből 5 cm^3 kimérünk egy 50 cm^3 -es lombikba pipetázva majd hozzá adunk 20 cm^3 kénsavas ammónium-molibdenátot, ezután 2 cm^3 aszkorbinsavas ónkloridot, és

desztillált vizet, amit a megadott jelig töltünk. Egy óra elteltével ezt 660 nm hullámhosszon mérjük.

K₂O mérés: ennél az eljárásnál 10 cm³ pipettázunk a szűrletből egy 25 cm³-es lombikba, amelyet jelig öntünk oxálsavval. Egy éjszakás pihentetés után a leülepedett csapadék felett lévő oldat tiszta K₂O tartalmát lángfotométerrel mérhetjük meg.

3.4.7. A talaj ásványi nitrogéntartalmának a meghatározása (MSZ 20135:1999)

A talajból készített híg sóoldattal történő kioldással (KCl) kivonatot készítünk, majd ezt követően a kivonatot NH₄⁺ és NO₃⁻ tartalmát vízgőzdesztilláló készülékben határozhatjuk meg.

NH₄-N meghatározás: A kivonatban lévő ammónium sókból lúgosítással felszabadítjuk az ammóniát: $\text{NH}_4 + \text{NaOH} = \text{NH}_3 + \text{Na} + \text{H}_2\text{O}$

A meghatározás menete:

KCl-os kivonat készítéssel mely során 40 g talajt nagy pontossággal kimérünk egy műanyag rázóedénybe majd beletöltjük, ezt követően mérő hengerrel 100 cm³ 1 % KCl oldatot töltünk hozzá. Lezárást követően 1 óráig rázó berendezéssel ráztatjuk, ez után a talajszuszpenziót leszűrjük.

NH₄-N tartalom meghatározása: A lombikba 20 cm³ szűrletet pipettázunk, majd hozzáadunk 6 cm³, 33 % NaOH-ot, és ezt kevés desztillált vízzel utána öblítjük. A csipeszekkel a megfelelő helyeken elzárjuk a rendszert ezután a szedőlombikba 20 cm³, 1,5 % borsavat, illetve 1-2 csepp keverőindikátor csepegtetünk ezt követően a hűtő kifolyó csövének csomkjá alá helyezzük. Ezt a gázegő meggyújtásával elkezdjük desztillálni. A desztillálás időtartama körülbelül 10 percet vesz igénybe.

Miután egy zöld színű desztillátumot kapunk, ezt 0,005 mólos H₂SO₄ -oldattal megtitráljuk, amíg egy kékes szürke színt nem kapunk, figyelni kell nehogy túl titráljuk, mert akkor egy lilás színt kapunk. A fogyásból kiszámíthatjuk a talaj NH₄ nitrogén tartalmát.

NO₃-N tartalom meghatározása: Az eljárás nagyjá ugyanaz, mint a NH₄-N tartalom meghatározásánál, csak annyiban különbözik, hogy 10 cm³ 20 % FeSO₄-ot, és 1 cm³, 10 % CuSO₄-ot adunk az előzőhöz képest. Szedőlombikba 20 cm³ 1,5 % borsavat és 1-2 csepp keverékindikátort adunk. A további eljárások megegyeznek.

3.4.8. Talajok szén tartalmának meghatározása CNS analizátorral

A szén, kén és nitrogén elemek százalékos mennyiségét kiszáritott mintákból határozzuk meg, egy Elemental VarioMAX Cube típusú CNS készülékkel. A mintákat kerámia téglákba mértem be (200 milligramm $\pm$ 50 milligramm, melyek zárt rendszerben 1140 °C-on nagytisztaságú hélium oxigén gázkörben elégetésre kerültek. A műszer elemenként határozza meg a százalékos mennyiségeket a bemért tömegekre vetítve. A gyártó által ajánlott belső standardként szulfadiazint használtam, mellyel mint mérés előtt, mint mérés után kalibráltam a készüléket (http:5) (Shamrikova et al., 2023).

3.5. Felszíni vizek vizsgálata

A vízminták megvételét 3 különböző helyről vettem meg. Ezek az öntözött tábla mellett lévő nagy csatorna, az átemelő telep szivattyúi, illetve a vizet szolgáltató Tisza vizéből történtek meg. A vízminta megvételekor figyeltem a megfelelő mintavételre, amely során az üvegeket háromszor átöblítettem a vízzel a megtöltés előtt, az üvegeket légmentességig töltöttem vízzel, amelyeket a laborba szállítás előtt, és közben is hűtőtáskában 4 °C-on tároltam. A minták a laborba kerülés után azonnal fel lettek dolgozva a vizsgálatokhoz.

3.5.1. A bepárlási maradék és az összes oldottanyag-tartalom meghatározása (MSZ 448-19:1986)

Az összes szárazanyag tartalom (a mintában lévő oldott, illetve nem oldott, továbbá a szárítás hőmérsékletén nem illékony anyagok együttes tömege) és az összes oldott anyag tartalom (a vízmintában lévő oldott, illetve a szárítás hőmérsékletén nem illékony anyagok együttes tömege) különbségeként számítással történik a meghatározása.

A módszer elve, hogy homogenizált vízmintának ismert térfogatát (100 ml) vízfürdőn szárazra pároltam, majd a maradék tömeget 105°C-on történő (tömegállandóságig) szárítás után analitikai mérlegen visszamértem. Ezzel határoztam meg az összes száraz anyag tartalmát.

Az összes oldott anyag meghatározása során ismert térfogatú (100 ml) szűrt mintát vízfürdőn szárazra pároltam, és a maradék tömeget (tömegállandóságig) 105°C-on történő szárítás után

mértem, ezzel meghatároztam a minta összes oldottanyag tartalmát. Végezetül a kettő különbségéből kiszámoltam az összes lebegőanyag tartalmát.

3.5.2. pH mérés (MSZ 1484-22:2009)

A készüléket ismert pH-jú pufferoldatokkal bekalibráljuk. A méréshez egy indikátort, illetve összehasonlító elektródot tartalmazó kombinált elektródot használunk és a közte kialakult potenciálkülönbséget pH mérővel mérjük meg. A két elektród között kialakult potenciál különbség a hőmérséklettől is nagyban függ, ezért a méréshez hőmérséklet érzékelővel ellátott elektródát használunk. A magyar szabványok szerint az eredményeket 20 °C-ra vonatkoztatva adjuk meg.

3.5.3. Vezetőképesség mérése (MSZ EN 27888:1998)

Első lépésként a készüléket bekalibráljuk. Pontosan 0,01 mol/l-es kálium-klorid oldattal, melynek vezetőképessége 1274 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 20 °C-on. A méréshez kombinált elektródot használunk, mert a hőmérséklet változásával változik az ionmozgás, és így a vezetőképesség. A magyar szabványok szerint az eredményeket 20 °C-ra vonatkoztatva kell megadni.

3.5.4. Lúgosság meghatározása (MSZ 448-11:1986)

A víz lúgosságát a benne oldott kalcium, magnézium, nátrium és kálium, hidrogén, karbonátok okozzák. A nátriumkarbonát, kalcium, magnézium, és nátrium-hidroxid a természetes vizekben, csak ritkán található meg, és ezért a természetes vizek lúgossága általában hidrogénkarbonátokra vezethető vissza.

A vizek lúgosságának nevezzük a pontosan 0,1 mol/l koncentrációjú sósav mérőoldat fogyott ml-einek a számát. A tiszta vizek esetében a lúgosságot a hidrogén-karbonátió és egyéb ionok, mint karbonát, szilikát, borát adják. Szervesanyaggal szennyezett vizek esetében a lúgosságban a fehérjék és egyéb lúgos kémhatású anyagok, illetve bomlástermékek is szerepelhetnek.

3.5.5. Klorid-ion meghatározása (csapadékos titrálás) (MSZ 448-15:1982)

A klorid-ionok a vizekben igen elterjedt. A felszín alatti vizekben a klorid-ionok forrásai lehetnek a kősótelepek, illetve a kálium, és nátrium-kloridos, főleg agyagos kőzetek. Ilyen esetben azonban a klorid, csak egymagában képez kiugró értéket, a vízben nem szennyeződés jele. A kloridokat a jó oldhatóságuk következtében a felszíni, és a talajvizek áramlásaik következtében viszik magukkal. A meghatározásuk azon alapszik, hogy a vízben lévő klorid-ionok ezüst nitráttal (AgNO_3) ezüst kloridból (AgCl) álló fehér csapadékot hoznak létre. Ha az ezüst ionok minden klorid-iont megkötöttek, akkor már az ezüst-nitrát feleslege a vízben már előzőleg hozzáadott lesz. A kálium-kromáttal vörösbarna ezüst-kromátból álló csapadékot hoz létre.

3.5.6. Szulfát-ion meghatározása turbidimetrián (MSZ ISO 9280:1998)

A vizekben többnyire, mint a kalcium-, mint pedig magnézium-ion kísérőjeként fordulnak elő. Ól oldódó szulfát sók például a Na-szulfát (Na_2SO_4) és Mg-szulfát (MgSO_4); viszont Ca^{2+} -onnal képzett sója a gipsz ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$), igen rossz oldhatósága végett ritkán fordul elő. A vízben oldott formában előforduló szulfát ionok savas körülmények között spatulahegynyi BaCl_2 hozzáadása után, a Ba^{2+} -ionokkal oldhatatlan, fehér színű csapadékot képeznek. A gócképzést spatulahegynyi citromsavval gátoltam meg. Az így kapott oldatokat 2 perc állási idő után, zavarosságuk alapján turbidimetrián 450nm-en hullámhosszon határoztam meg.

3.5.7. Nitrit-, nitrát és ammónium-ionok meghatározása (MSZ EN ISO 26777:1998, MSZ 12750-18:1974 és MSZ ISO 7150-1:1992)

A nitrit-ion a vizekben általában csak igen kis mennyiségben fordul elő, vagy egyáltalán nincs is. Gyakorlati jelentősége abban áll, hogy víznek szerves anyagokkal való szennyeződésére utal. A felszíni vizek nitrit koncentrációja csekély. A mintáim nitrit ionjai szulfanil-amid hatására savas közegben diazónium vegyületté alakultak, melyek NAD-oldattal piros színű azo színezékké alakultak, melyeket néhány percnyi állási időt követően 540 nm hullámhosszon Gallery diszkrét analizátorral határoztam meg.

A nitrát a nitrogén tartalmú szerves anyagok oxidációjának végső terméke. A módszer elve: A mintáim nitrát ionjaiból tömény kénsav hatására salétromsav keletkezett, melyhez nátrium-

szalicilát reagenst adtam, melyből nitroszármazék keletkezett; melynek oldata lúgos közegben sárga színűvé vált. Színképzést követően 414 nm hullámhosszon lemértem az abszorbanciákat.

Az ammóniumvegyületek kis mennyiségben fordulnak elő a vízben, és igen jó indikátorai a felszínközeli talajvíz szerves szennyeződéseinek, ahol akár még a patogén baktériumok is előfordulhatnak. Az ammónium ionok meghatározása nitroprussid-nátrium, szalicilát – és hipoklorit tartalmú reagensek mellett kék színű oldatot képeznek, melyeket 655nm-en határoztam meg.

3.5.8. Kalcium, magnézium és az összes keménység meghatározása (MSZ 448-3:1985)

A keménységet okozó kalcium, és magnéziumsók a talajban, mint karbonátok mindenütt fellelhetők a talajban, de ezek csak akkor oldódnak a vízben agresszív széndioxidot találhatunk. Elsősorban olyan szennyezett talajokból, ahol az oxidáció végterméke a széndioxid. A víz keménysége tehát nem, csak egyedül a talaj összetételétől, hanem a víztartó rétegben fellelhető kémiai körülményektől is függ.

A vízmintában lévő kalciumot murexid indikátor jelenlétében, 12-13 pH-tartományban komplexometriásan, közvetlenül vizsgáljuk. A magnéziumok koncentrációját a vízminta összes keménységének és kalcium tartalmának különbségeként számítjuk ki. Összes keménység a víz kalcium- és magnézium ion tartalmának mennyiségét fokokban kifejező szám. Számos keménységfok jelző szám létezik, többek között angol-, német-, orosz-, karbonát-, nemkarbonát-keménységi fok. Leggyakrabban a német keménységi fokot alkalmazzuk, 1 fok 10 mg kalcium-oxiddal egyenértékű vízben oldott kalcium- vagy magnézium só.

3.6. Talajszelvény készítése

A szelvények (7.-8. képek, Melléklet 9-10.) kiásását előzetesen markoló segítségével elvégeztük, majd ezt követően ásó, és lapát segítségével letisztítottuk, és létrehoztuk a megfelelő kialakítását. A talajszelvény készítésekor figyelembe vettük, hogy ne legyenek 50 méteres körzetben utak, csatornák, eltérő talaj foltok. A talajszelvények, amiket kialakítottunk 200 cm hosszú, 110 cm széles, és 200 cm mélységgel rendelkeztek. A talaj kimarkolásakor ügyeltünk arra, hogy a humuszos feltalajt, és az alap kőzetet külön kupacba helyeztük, illetve a

talajszelvény frontvonalát úgy tájoltuk, hogy azt a nap szárítani tudja, és a fotózáskor ne árnyékoljon el semmit. A frontvonallal szemben lévő oldalt lépcsőzetesre alakítottuk ki, hogy a szelvény könnyen megközelíthető legyen (Baranya et al., 1989). A terepi vizsgálatok során vizsgáltuk a talaj CaCO_3 tartalmát, a pH értékét, színét, vastartalmát, textúráját, szelvényezettségét.

A terepi vizsgálat során Stelzner pH mérőt használtam, amely egy könnyedén használható mobil eszköz. A vizsgálat során egy borsónyi talajmintát helyeztem a mérőbe, majd ezt követte az indikátor folyadék rácsepegtetése a talajmintára. Pár perc elteltével a színskála segítségével meg is lehetett határozni a pH értéket.

Gyúrópróbát végeztünk a textura vizsgálathoz, 10% sósavval megcsepegtettük a talajainkat, hogy megtudjuk a karbonát tartalmat, glejes foltokat kerestünk, állati járatokat kerestünk, Munsell skálával meghatároztuk az egyes szintek színét.

7. kép: Csanyteleki réti talajszelvény (Készítette: Sipka A.)



A szelvény szintek és megnevezésük a réti öntés talaj esetén:

1. szint: 0-40cm, Apss
2. szint: 40-70cm, AB
3. szint: 70-90, B1klr
4. szint: 90-120cm, B2klr
5. szint: 120-140cm, B3klr
6. szint: 140-160cm, Cklr

A réti talajszelvény leírása:

Fekete (10YR3/1), agyag, humuszos szint, tömődött, nedvesen sötét fekete, száradást követve szürkévé világosodik, morzsás szerkezet, giliszták jelenléte is megfigyelhető, csúszási tükör, illetve mechanikai hatások következtében elkenések is fellelhetőek, nem figyelhető meg pezsgés, fokozatos átmenet, 6-os pH

Barna (10YR4/3), agyagos homok, kevert szint, tömődött, apró és közepesen szemcsés morzsás szerkezet, nagyon enyhe pezsgés megfigyelhető, glejesedés kezdetét veszi, gyökerek jelenléte fellelhető, 7-es pH

Halványabb barna (10YR5/3), homok, nagyon enyhe pezsgés, apró és közepes szemcsés szerkezet, 6-os pH

Sárgás barna (10YR6/3), homok enyhe agyagosodással, 1 keresztesen pezseg, glej van, növényi gyökerek is megfigyelhetők, 7-es pH

Sárga (10YR6/4), homok, közepes szemcsés szerkezet, 1 keresztesen pezseg, a glejesedés mértéke csökken, 7-es pH

Szürkés barna (10YR5/2), agyagos vályog, glejesedés aktív, 1 keresztesen pezseg, 8-as pH, apró és közepes szemcseméret

8. kép: Csanyteleki mezőszégi talajszelvény (Készítette: Sipka A.)



A szelvény szintek és megnevezésük a mezőszégi talaj esetén:

1. szint: 0-20cm, Ap
2. szint: 20-50cm, AB
3. szint: 50-80cm, Bk1
4. szint: 80-110cm, B2klr
5. szint: 110-140cm, B3klr
6. szint: 140-180cm, Cklr

Mezőszégi talajszelvény:

Feketés barna (10YR2/2), homokos vályog, tömődött, apró szemcsés morzsás szerkezet, 3 keresztesen pezseg, gyökerek jelenléte aktív, 8-as pH

Feketés barna (10YR3/2), homokos vályog, tömődött, apró szemcsés morzsás szerkezet, 3 keresztesen pezseg, kevés hajszálgöyökér és gilisztajárat, 9-es pH

Szürkés barna (10YR5/2), homok, 3 keresztesen pezseg, 9-es pH, krotovinák

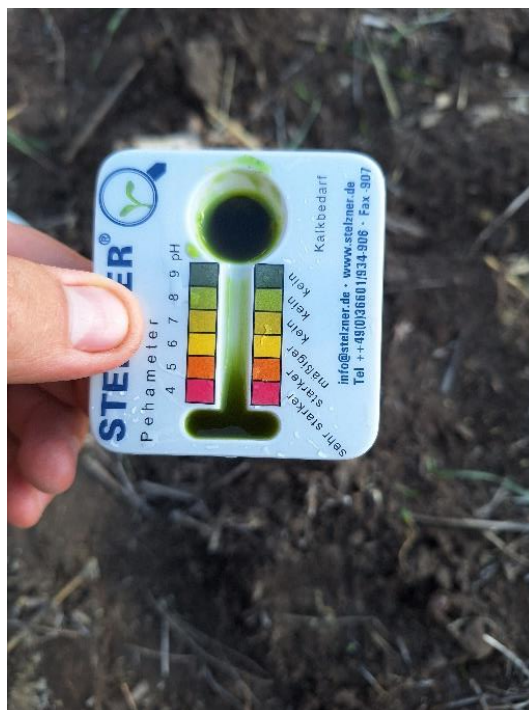
Barna (10YR6/3), homok, 3 keresztesen pezseg, gyökerek még fellelhetőek, 9-es pH, krotovinák

Sárga (10YR6/6), homok, szemcsés szerkezet, 3 keresztesen pezseg, krotovinák, 8-as pH, vaskiválások

Halvány sárga (10YR6/2) homok, 3 keresztesen pezseg, gyökerek nem fellelhetők, vaskiválás mértéke csökken, 8-as pH, krotovina nincs

A terepi vizsgálat során Stelzner pH mérőt (9. kép) használtam, amely egy könnyedén használható mobil eszköz. A vizsgálat során egy borsónyi talajmintát helyeztem a mérőbe, majd ezt követte az indikátor folyadék rácsepegtetése a talajmintára. Pár perc elteltével a színskála segítségével meg is lehetett határozni a pH értéket.

9. kép: Stelzner pH mérő (Készítette: Sipka A.)



4. Eredmények

4.1. A terület előzményei

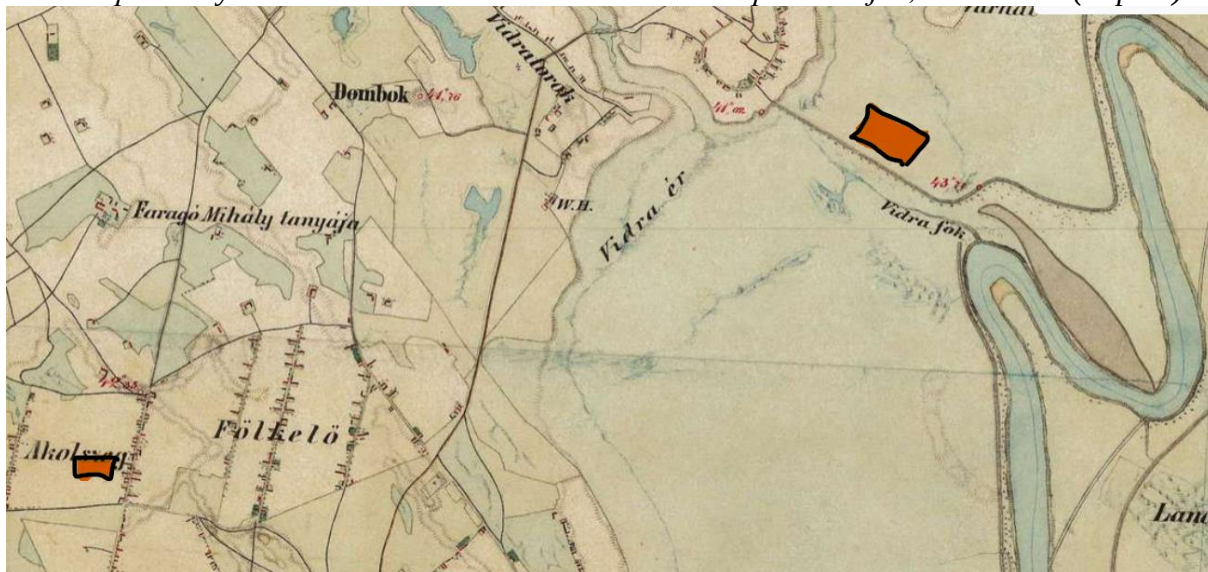
Az eredmények nagyfokú változatossága elsősorban a talaj heterogenitásából adódik, amely különféle fizikai és kémiai tulajdonságokban mutatkozik meg, és meghatározza a növénytermesztés lehetőségeit és hatékonyságát az adott területen. Az eltérő talajtípusok, például az agyagosabb és homokosabb rétegek, különböző víz- és tápanyag-megtartó képességgel rendelkeznek, ami jelentős hatással van a növények fejlődésére és termés hozamára. Az agyagtartalmú rétegek hajlamosak jobban megtartani a nedvességet, ami szárazabb időszakokban kedvező lehet, míg a homokosabb területek gyorsabban száradnak ki, és kevésbé biztosítanak stabil vízellátást a növények számára, ezáltal növelve a kiszáradás kockázatát és a termesztési költségeket.

10. kép: Csanytelek és a mintaterületek az első katonai térképezés idején, 1782-1785 (<https://6>)



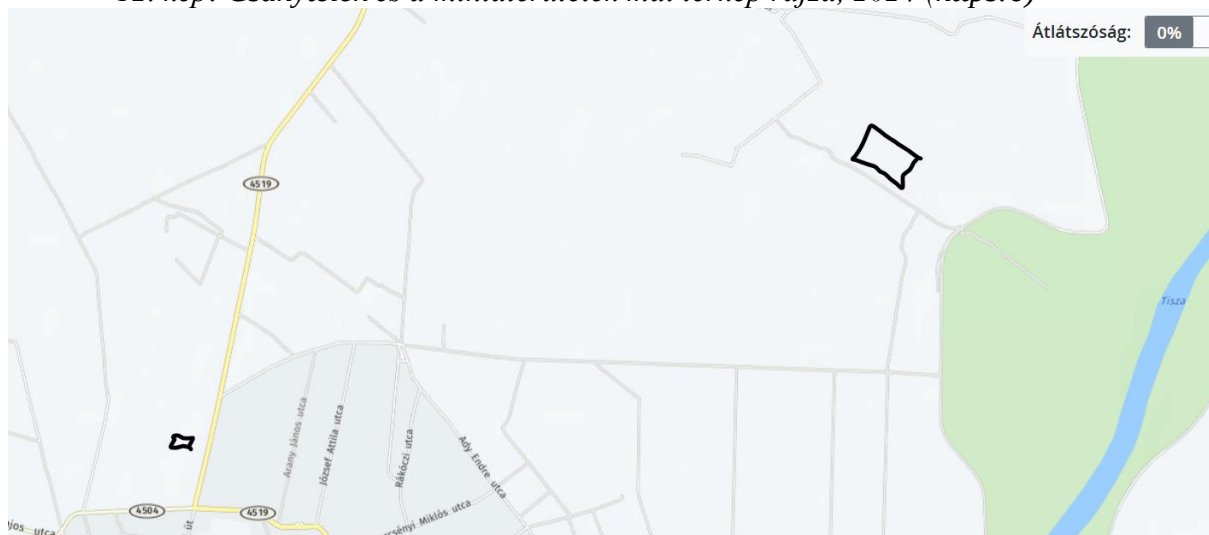
A talaj szervesanyag-tartalma szintén kiemelt fontosságú tényező, mivel a magasabb szervesanyag-tartalmú talajok jobb tápanyagellátást nyújtanak, gazdagabbak mikroorganizmusokban, és növelik a talaj szerkezetének stabilitását, így hosszabb ideig képesek megőrizni a nedvességet. Ezzel szemben az alacsonyabb szervesanyag-tartalmú talajok gyakran gyengébb minőségűek, kevésbé termékenyek, ami hosszú távon csökkentheti a növények növekedési potenciálját és az elérhető termést.

11. kép: Csanytelek és a mintaterületek a második térképezés idején, 1819-1869 (<https://6>)



Az évjáráthatás szintén döntő szerepet játszik, hiszen az egyes évek időjárási sajátosságai, például a csapadékeloszlás, a hőmérséklet és a napsütéses órák száma, mind más-más módon befolyásolják a különböző talajrészek adottságait és a növények reakcióit. Szélsőségesen csapadékos években például a vízmegtartóbb talajrészek kedvezőbbek lehetnek, mivel elegendő vízzel látják el a növényeket, míg száraz években a homokosabb talajok gyorsan kiszáradhatnak, különösen, ha az alacsony szervesanyag-tartalom miatt gyengébb a talaj szerkezete.

12. kép: Csanytelek és a mintaterületek mai térkép rajza, 2024 (<https://6>)



A talajspecifikus és évjáráti tényezők hatása megmutatkozik a növényválasztásban és a termesztési módszerek kiválasztásában is. Az, hogy milyen növényeket érdemes termeszteni az

adott területen, és milyen agronómiai intézkedések szükségesek a termés hozam optimalizálásához, mindezekből a tényezők közül ered. Az optimális hozamok eléréséhez elengedhetetlen a talaj adottságaihoz igazodó faj- és fajtaválasztás, valamint a megfelelő, helyspecifikus gazdálkodási gyakorlatok alkalmazása.

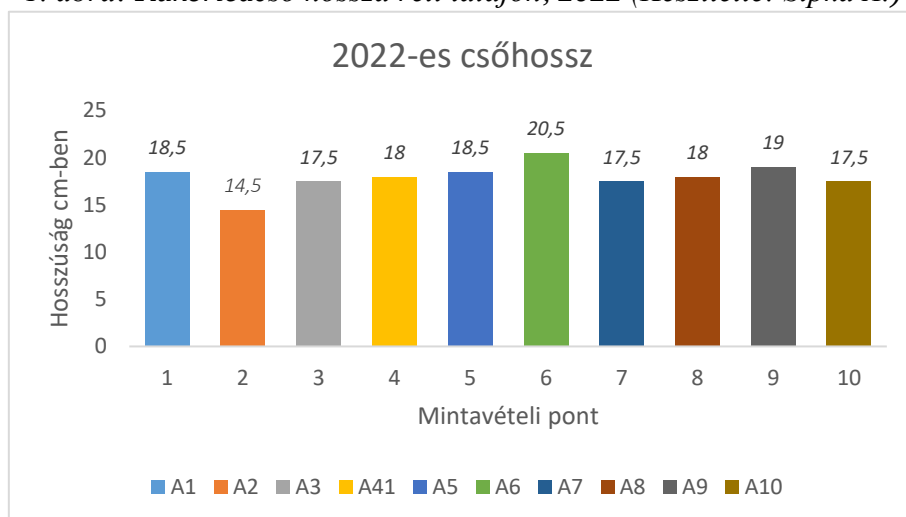
Mindez jelentős hatással van a termesztett növények gazdasági megtérülésére és fenntarthatóságára, hiszen a megfelelő faj- és fajtaválasztás segíthet minimalizálni a termés kiesést és javítani a hozamokat. A talaj minőségének fenntartása és javítása, például a szervesanyag-tartalom növelésével, továbbá a talaj vízmegtartó képességének javítása hosszú távon hozzájárulhat a mezőgazdaság stabilitásához és a termelékenység növeléséhez, ami kulcsfontosságú a jövedelmező és fenntartható gazdálkodás szempontjából.

A fent bemutatott térkép szelvények, Csanyteleket ábrázolják az első katonai térképezés 1782 és 1785 között (10. kép) a második katonai térképezés 1819 és 1869 (11. kép) között, illetve napjainkat bemutató térkép (12. kép) alapján. A feketével megjelölt pontok a kísérleti táblák elhelyezkedését próbálják szemléltetni. Ezeken a térképeken jól látszik, hogy néhány száz év alatt mennyit változott a terület, és annak tulajdonságai.

4.2 Kukoricacsövek hossza

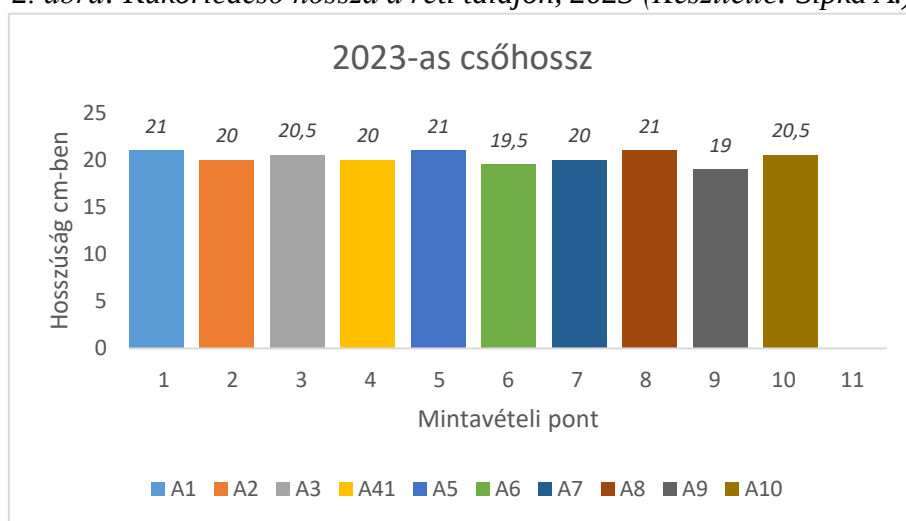
Az 1-es ábra (Melléklet 1.) az A1-től az A10-ig az agyagos területen vett mintavételi pontokat jelöli a 2022-es évben. A 10 darab mintavételi pont közül az A2-es mintavételi helyen volt a legkisebb, míg az A6-os ponton pedig a legnagyobb a kukoricacső hossza. Átlagosan a táblán $17,95 \pm 1,51$ cm volt a cső hossz.

1. ábra: Kukoricacső hossza réti talajon, 2022 (Készítette: Sipka A.)



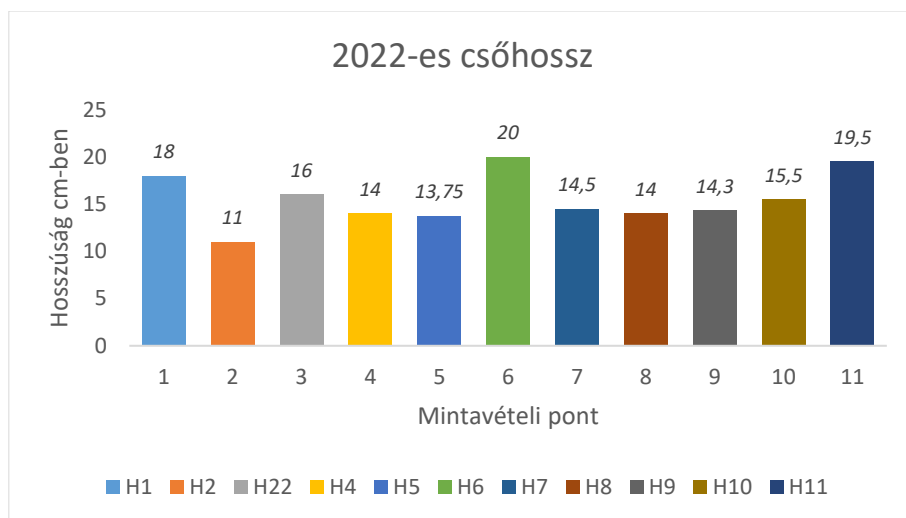
2023-ban (2-es ábra, Melléklet 2.) a kukoricacsövek méretét tekintve az átlag $20,25 \pm 0,67$ cm volt, a minimum 19 cm, a maximum pedig 21 cm. Ebben az évben a csövek méretének átlag nagyobb volt, mint a 2022-es évben.

2. ábra: Kukoricacső hossza a réti talajon, 2023 (Készítette: Sipka A.)



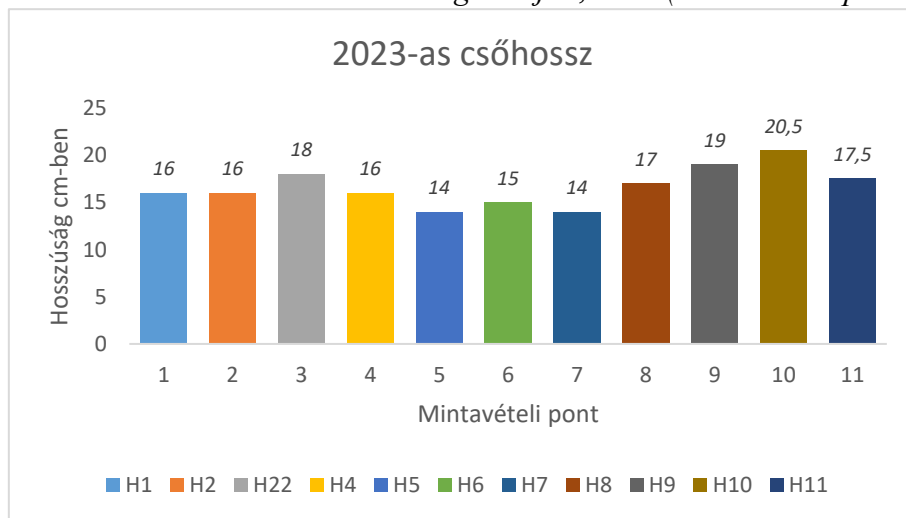
A 2023-as évben is ugyan az a kukorica volt a táblán, mint az előző évben, a tápanyag ellátottság is megegyezett, azonban ennek ellenére a kukoricacsövek hossza nagyobb volt, mint a 2022-es évben. Ebben nagy szerepet játszott az évjárat hatás.

3. ábra: Kukoricacső hossza mezőiségi talajon, 2022 (Készítette: Sipka A.)



A 2022-es mintavételi évben a 3-as ábra (Melléklet 3.) alapján a kukoricacsövek hossza átlagosan $15,5 \pm 2,7$ cm. A legalacsonyabb érték a H2-es, míg a legmagasabbal H6-os mintavételi pont rendelkezik.

4. ábra: Kukoricacső hossza mezőiségi talajon, 2023 (Készítette: Sipka A.)



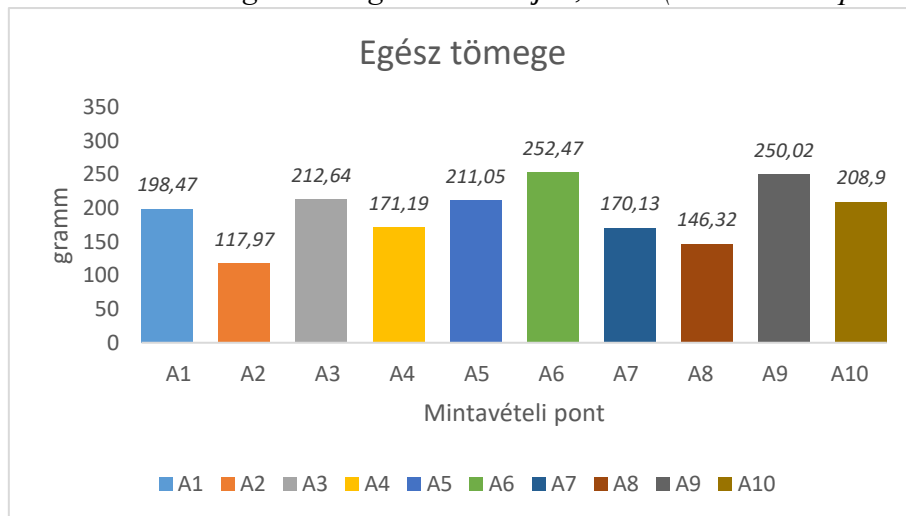
Ellenben a 4-es ábra (Melléklet 4.) szerint a kukoricacsövek hossza a 2023-as évben átlagosan $16,63 \pm 1,93$ cm, továbbá a legalacsonyabb értékkel a H5-ös pont, miközben a legmagasabb értékkel a H10-es pont jellemezhető.

A két évben a 2023-as adatok jobb eredményeket szemléltetnek, ez a nagyobb csapadék mennyiségnek volt köszönhető, amit a 2-es és 4-es ábrák is jól mutatnak be.

4.3. Kukoricacsövek egész tömege

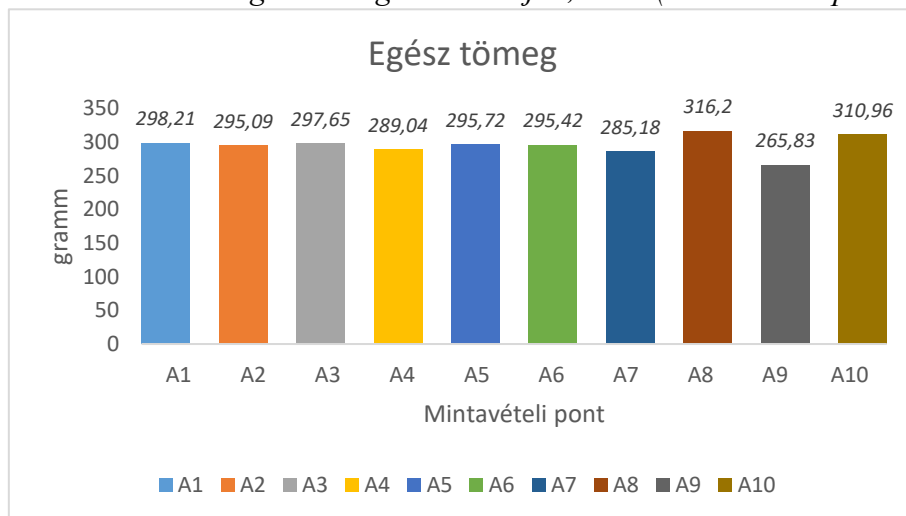
A 2022-es évben (5-ös ábra, Melléklet 1.) a kukoricacső egész tömegét tekintve az átlagról elmondható, hogy $193,91 \pm 42,92$ gramm volt. A legnagyobb értéket a A6-os mintavételi pontnál ellenben a legkisebbet az A2-es ponton figyelhettük meg.

5. ábra: Kukorica egész tömege a réti talajon, 2022 (Készítette: Sipka A.)



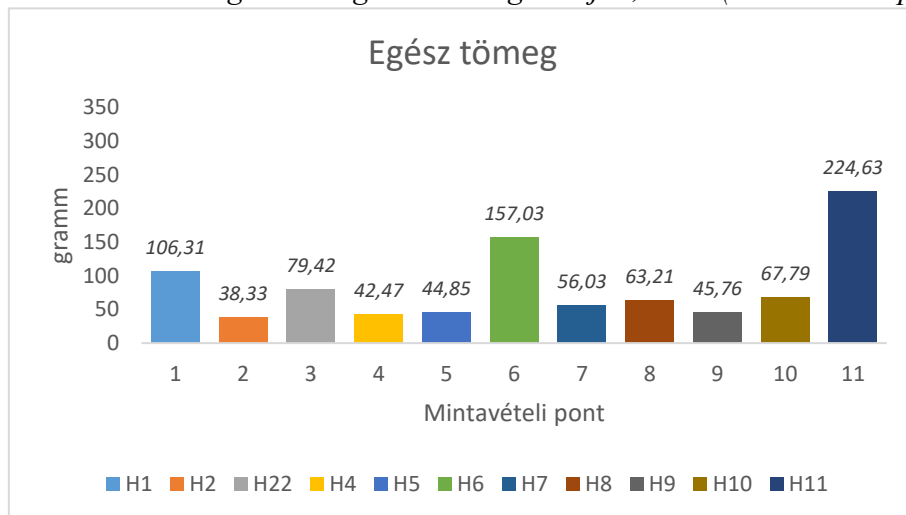
Azonban a kukoricacsövek nagyságának adataiban jól megfigyelhető a 2022-es évhez képest a különbség, amelyet a 6-os ábra (Melléklet 2.) mutat. A 2023-as évben az átlag kukoricacső tömeg $294,93 \pm 13,76$ gramm volt, ami 100 grammal jobbat jelentett a 2022-es év átlagához képest.

6. ábra: Kukorica egész tömeg a réti talajon, 2023 (Készítette: Sipka A.)



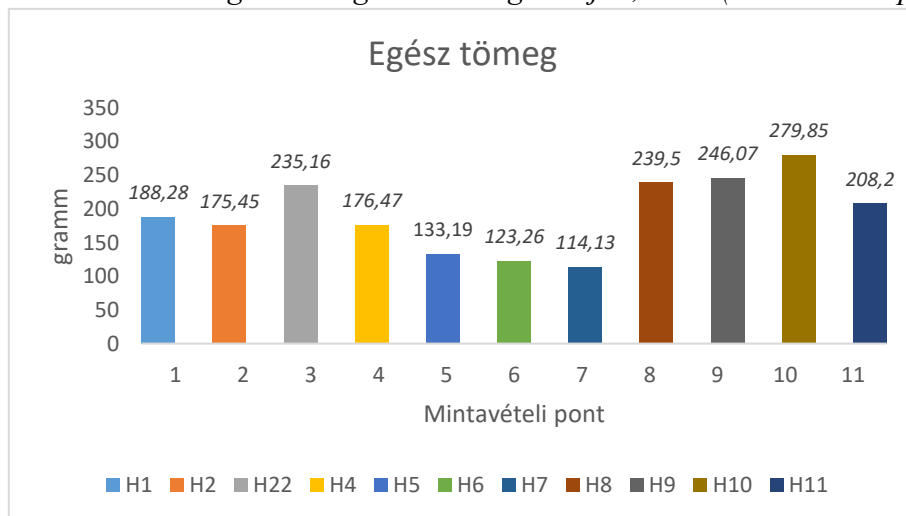
A két évben megmutatkozó különbségek fő oka a csapadék mennyisége, és az öntözés megkezdésének a korábbi ideje.

7. ábra: Kukoricacső egész tömege a mezőségi talajon, 2022 (Készítette: Sipka A.)



A mezőségi öntözetlen talajon (7-es ábra, Melléklet 3.) a kukoricacsövek egész tömegét vizsgálva megfigyelhető a nagyon alacsony tömegek többsége, ez a csapadék hiány, és nagyon magas légköri aszálynak köszönhető. A csapadék mennyiségének kedvezőtlen eloszlását, és kevés mennyiségét a 24. ábra jól szemlélteti. Az évben a csövek átlag tömegét tekintve $84,16 \pm 58,23$ gramm volt. A minimum értéket a H2-es, míg a maximumot a H11-es ponton figyelhettem meg.

8. ábra: Kukoricacső egész tömege a mezőségi talajon, 2023 (Készítette: Sipka A.)



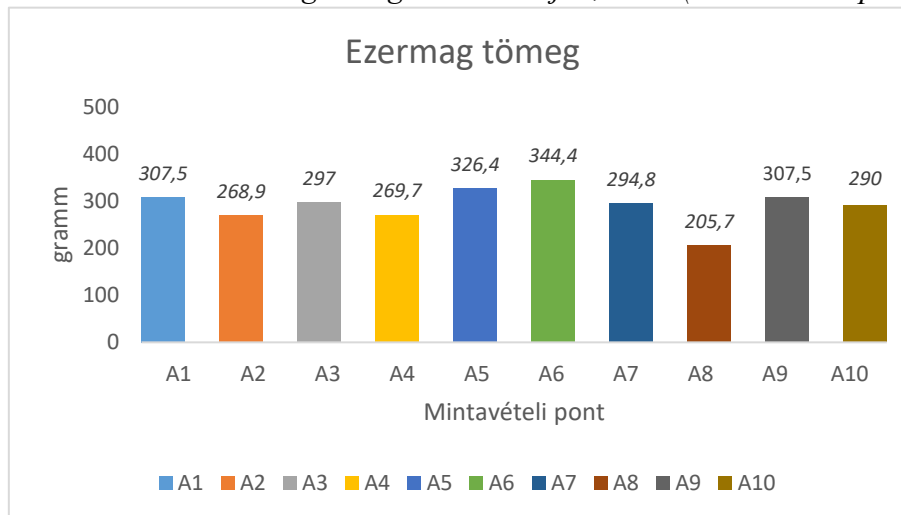
A 2023-as évben (8-as ábra, Melléklet 4.) a csövek átlagos tömege $192,69 \pm 54,57$ gramm volt. Ez az érték 100 grammot meghaladó többlet mennyiséget jelentett a 2022-es évhez képest. A mintavételi pontok között a legnagyobb tömeget a H10-es, ellenben a legkisebbet a H7-es ponton mértem.

A két évben a megfigyelhető sokkal magasabb átlagos tömeg, és a magasabb minimum tömeg is jóval nagyobb volt, mint az előző évben, annak ellenére, hogy a kijuttatott tápanyag mennyiség ugyan annyi volt a 2022-2023-as évben. Ez a különbség főleg az évjárat hatásnak, és az előforduló talajfoltoknak volt köszönhető.

4.4. Kukoricacső ezermag tömege

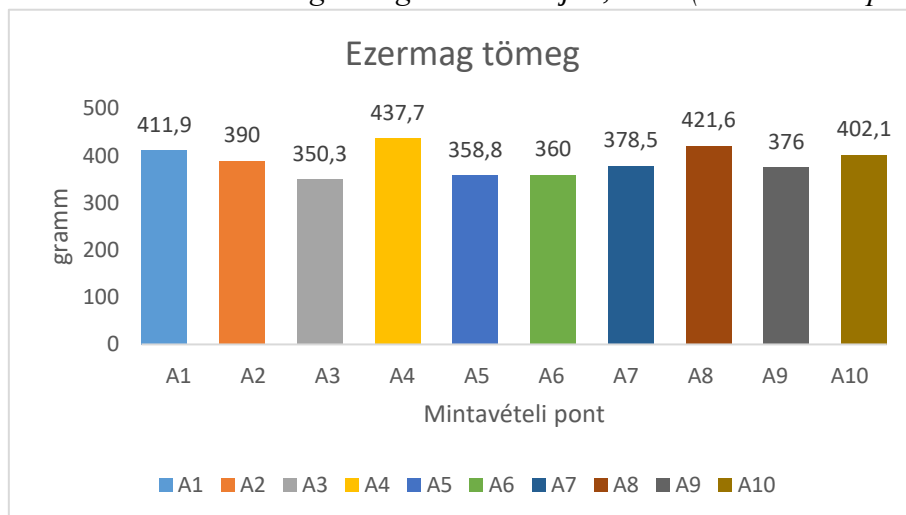
2022-es évben (9-as ábra, Melléklet 1.) a kukorica ezermag tömege az öntözött réti talajon átlagosan $291,19 \pm 37,88$ gramm volt, ez közel 100 grammal marad el a 2023-as (10-es ábra) év átlag ezermag tömegétől. A 2022-es év legkisebb ezermag tömege 205,7 gramm volt, míg a legnagyobb 344,4.

9. ábra: Kukorica ezermag tömege a réti talajon, 2022 (Készítette: Sipka A.)



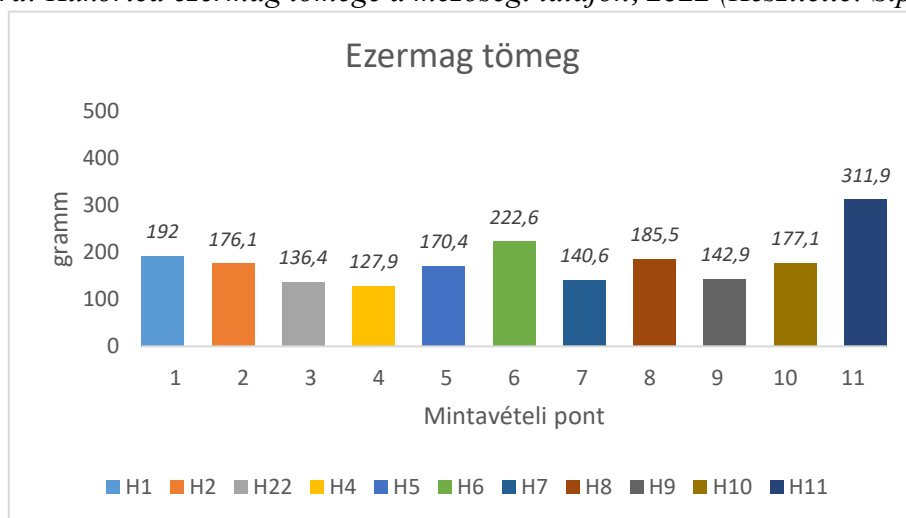
A réti talaj 2023-as adataiból készített 10-es ábrán (Melléklet 2.) jól leolvasható a 2022-eshez képest jóval magasabb átlag ezermag tömeg is, ami $388,69 \pm 29,17$ gramm volt. 2023-ban a minimum érték 350,3, a maximum érték pedig 437,7 gramm volt.

10. ábra: Kukorica ezermag tömege a réti talajon, 2023 (Készítette: Sipka A.)



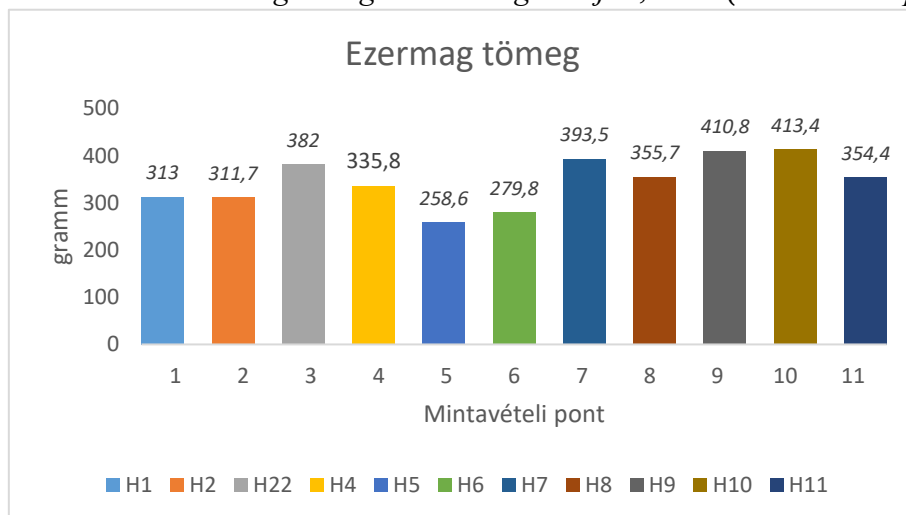
A két évben mért adatokban jól megfigyelhető eltérések, mint például a két év átlaga között látható közel 100 grammos különbség. Ez az eltérés oka a csapadék hiány mellett az előforduló talaj foltokból, illetve az öntözés időbeli eltéréséből adódhatott.

2. ábra: Kukorica ezermag tömege a mezősi talajon, 2022 (Készítette: Sipka A.)



A 2022-es évben (11-es ábra, Melléklet 3.) átlagosan $180,30 \pm 52$ gramm volt az ezermag tömeg a mezősi talaj esetén. A legnagyobb értéket a H11-es ponton mértem, ellenben a legkisebbet a H4-es ponton figyeltem meg.

12. ábra: Kukorica ezermag tömege a mezősségi talajon, 2023 (Készítette: Sipka A.)



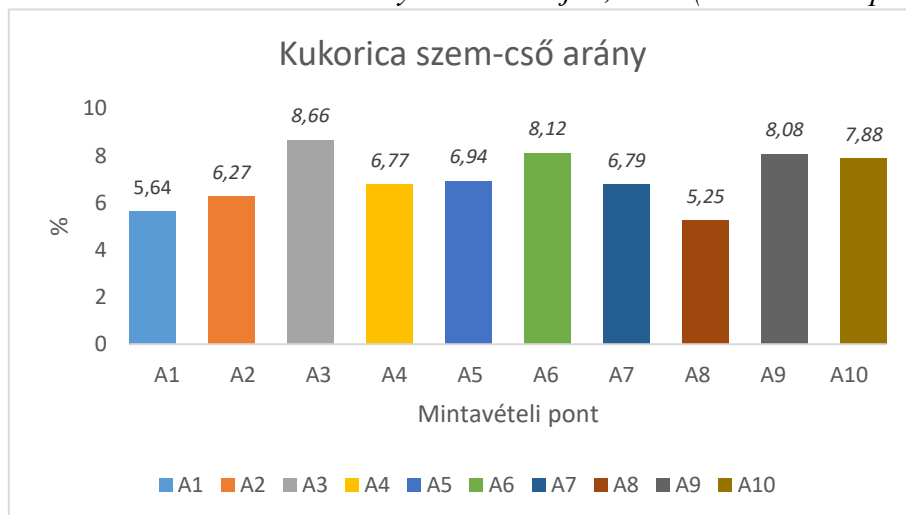
Ellenben a 2023-as évben (12. ábra, Melléklet 4.) sokkal magasabb átlag értékeket, illetve minimum, és maximum értékeket figyelhettem meg. Itt az átlagos ezermag tömeg $346,25 \pm 51,81$ gramm volt.

A két évben a nagy különbségek az évjárat hatásnak voltak köszönhetőek, mert a tápanyag szempontjából azonos dózis volt kijuttatva. A legkisebb 2022-2023-as értékek közötti közel 130 grammos különbség is jól mutatja ezt.

4.5. Kukorica szem-cső arány

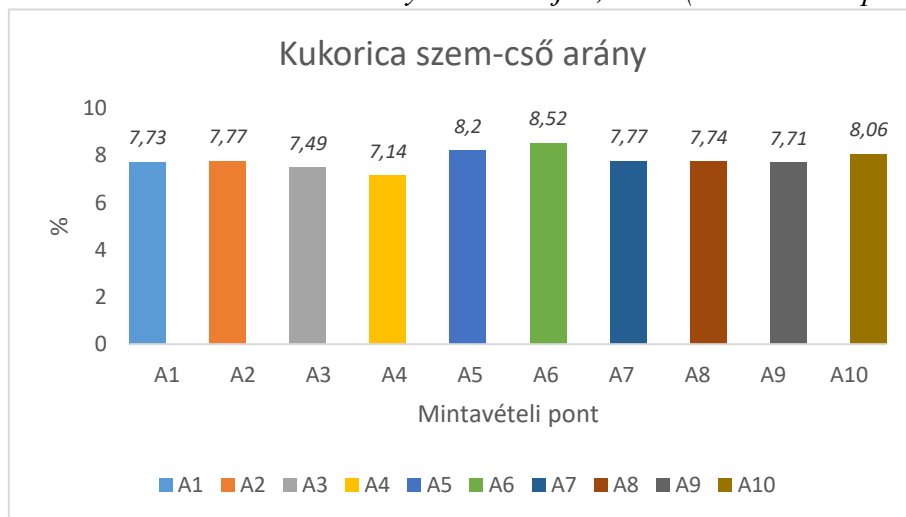
A 2022-es (13-as ábra, Melléklet 1.) évben a réti talajon a kukorica szem-cső aránya átlagosan $7,04 \pm 1,12\%$ volt. A legkisebb mintavételi pont A8-as, míg a 8,66%-os értékkel az A3-as mintavételi pont jellemezhető.

13. ábra: Kukorica szem-cső aránya a réti talajon, 2022 (Készítette: Sipka A.)



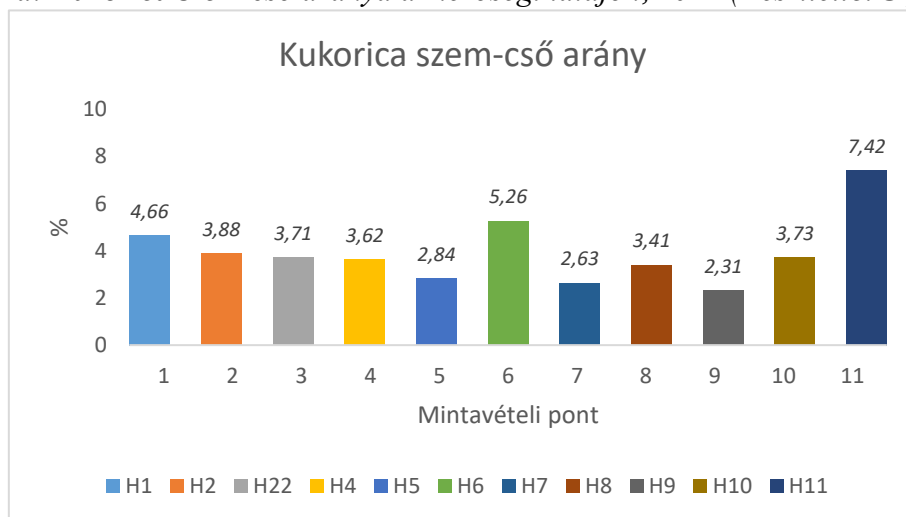
A 2023-as évben mért kukorica szem-cső arányát a 14-es ábra (Melléklet 2.) szemlélteti. Itt az átlagos szem-cső aránya $7,80 \pm 0,37\%$ volt, amely a 2022-es évhez (13-as ábra) képest nagyon kicsi eltérést jelentett.

14. ábra: Kukorica szem-cső arány a réti talajon, 2023 (Készítette: Sipka A.)



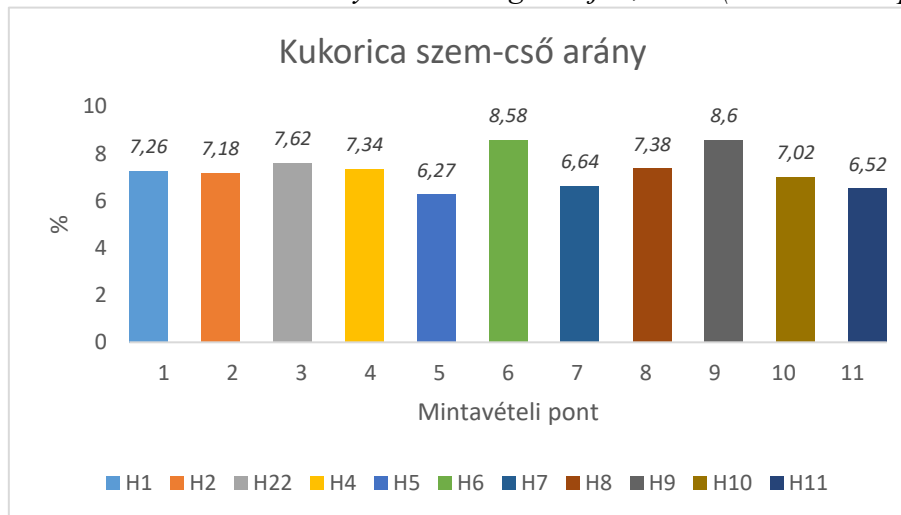
Ellenben a mezősegi talajon (15-ös ábra, Melléklet 3.) a szem-cső arány a 2022-es évben az alábbiak szerint alakul átlagát tekintve $3,95 \pm 1,43\%$, minimum arányuk 2,31, míg a maximum arányok 7,42 %-ok volt.

15. ábra: Kukorica szem-cső aránya a mezősegi talajon, 2022 (Készítette: Sipka A.)



Az azt követő évben (16-os ábra, Melléklet 4.) magasabb szem-cső arányt tudtam kimutatni $7,31 \pm 0,75\%$, de ez a legnagyobb és legkisebb értékekre is vonatkozik, amelyek 8,6 és 6,27%-ok voltak.

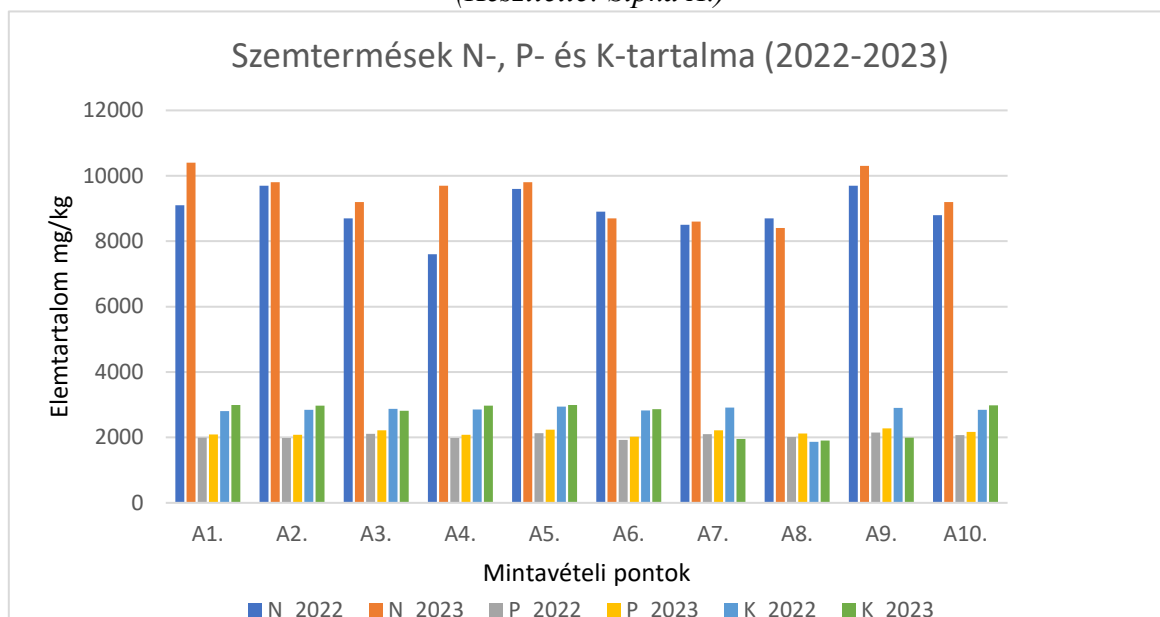
3. ábra: Kukorica szem-cső aránya a mezőszégi talajon, 2023 (Készítette: Sipka A.)



4.6 A kukorica nitrogén-, foszfor- és kálium-tartalma

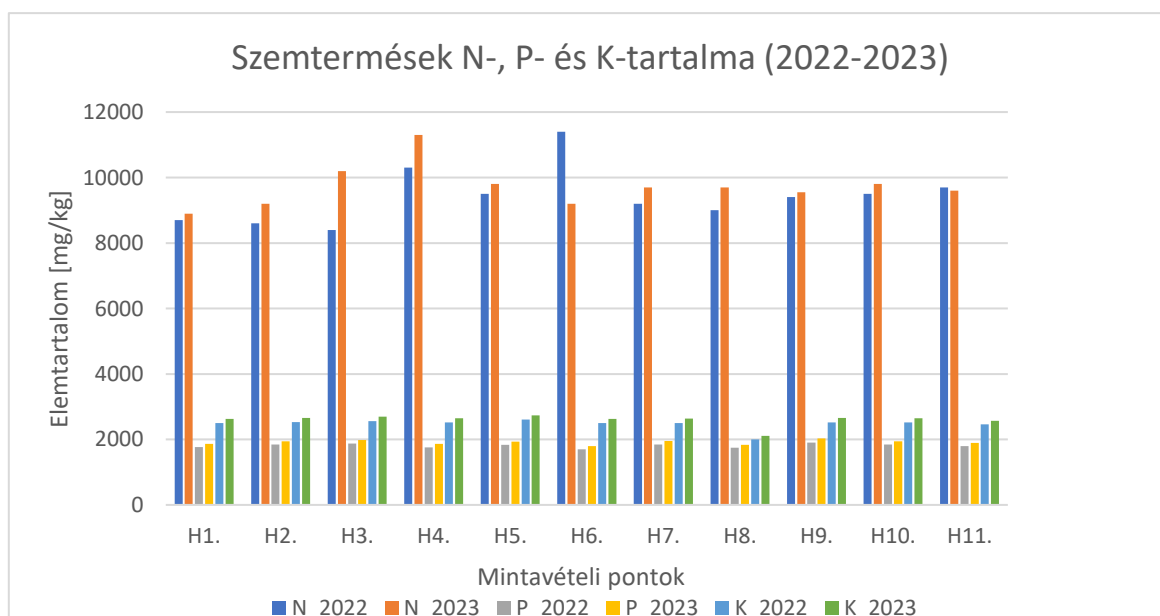
A 2022-es és 2023-as év kukorica beltartalmi értékeit láthatjuk (17. ábra, Melléklet 12.), mely alapján elmondható, hogy a kukoricaszemek nitrogén tartalma átlagosan a 2022-es évben $8930 \pm 645 \text{ mg/kg}$ volt, amely a 2023-as évre $9410 \pm 702 \text{ mg/kg}$ -ra emelkedett, míg foszfor esetén $2045 \pm 78 \text{ mg/kg}$, illetve a $2151 \pm 85 \text{ mg/kg}$ a réti talajon. A szemtermés kálium ellátottságát tekintve pedig 2765 ± 319 majd az azt követő évben $2645 \pm 481 \text{ mg/kg}$ volt.

17. ábra: A réti talaj szemtermésének nitrogén-, foszfor- és kálium-tartalma, 2022-2023
(Készítette: Sipka A.)



A 2022-es és 2023-as év kukorica beltartalmi értékeit láthatjuk (18. ábra, Melléklet 11.), mely bemutatja, hogy a kukoricaszemek nitrogén tartalma átlagosan 9427 ± 851 mg/kg volt, mely a 2023-as évre 9723 ± 632 mg/kg-ra emelkedett, míg foszfor esetén 1810 ± 60 mg/kg, illetve a 1912 ± 70 mg/kg a mezősegi talajon. A szemtermés kálium ellátottságát tekintve pedig 2473 ± 162 majd az azt követő évben 2601 ± 169 mg/kg volt.

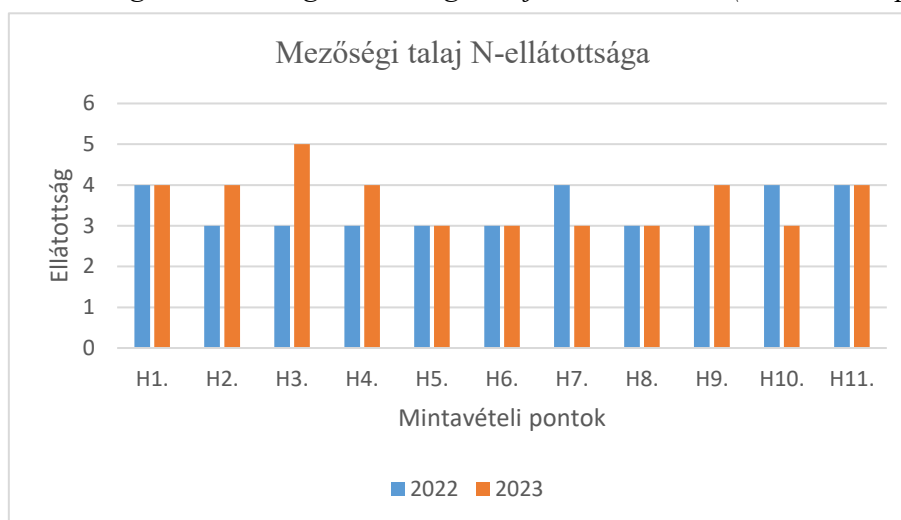
18. ábra: A mezősegi talaj szemtermésének nitrogén-, foszfor- és kálium-tartalma, 2022-2023
(Készítette: Sipka A.)



4.7. A területek tápanyag ellátottsága

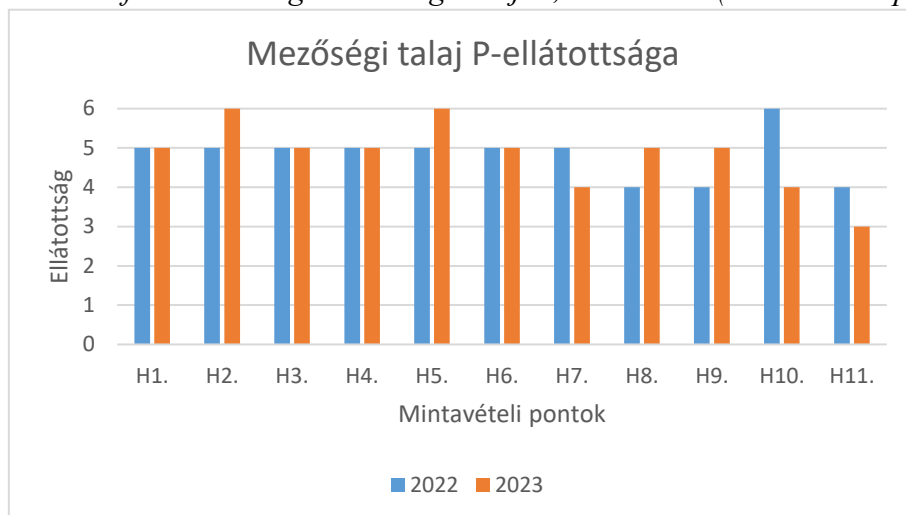
MÉM-NAK 1979 (1987-es kiegészítés „kék könyv”) tanácsadási rendszere alapján a következőkben bemutatásra kerül a két év két talaj típusának a tápanyag ellátottságát melyhez a kézikönyvben ajánlott a minősítők egyszerűbb áttekinthetősége érdekében számokat rendeltem, melyek a következőképpen alakultak: 1-igen gyenge, 2-gyenge, 3-közepes, 4-megfelelő, 5-jó és 6-igen jó vagy sok.

19. ábra: Nitrogén ellátottság a mezőségi talajon, 2022-2023 (Készített: Sipka A.)



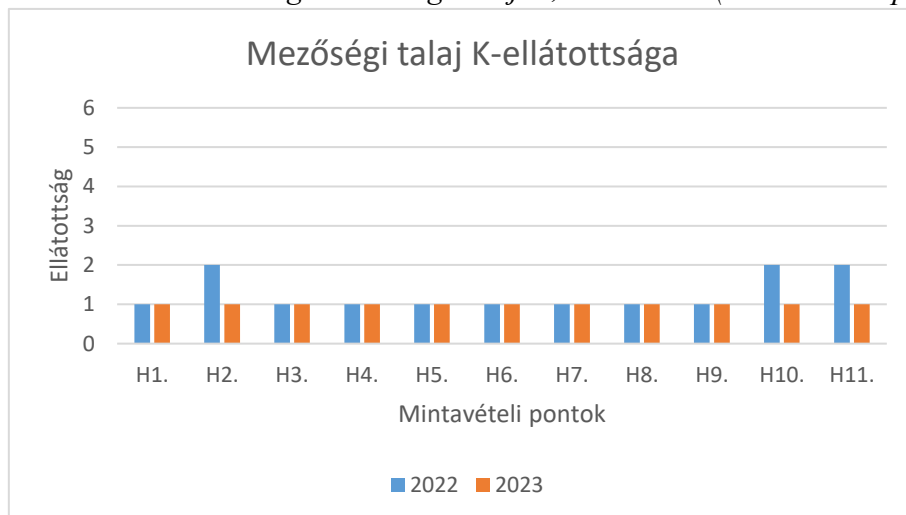
A mezőségi talaj nitrogén ellátottsága (19-es ábra, Melléklet 5-6.) tekintetében azt figyelhetjük meg a két évet össze hasonlítva, hogy a H2, H3, H4 és H9-es mintavételi pontnál a 2023-as évben javulást mutatott a nitrogén ellátottsága a közepesről jóra, ellenben a H7, és H10-es ponton csökkent a jóról a közepes ellátottságra.

20. ábra: Foszfor ellátottság a mezőségi talajon, 2022-2023 (Készítette: Sipka A.)



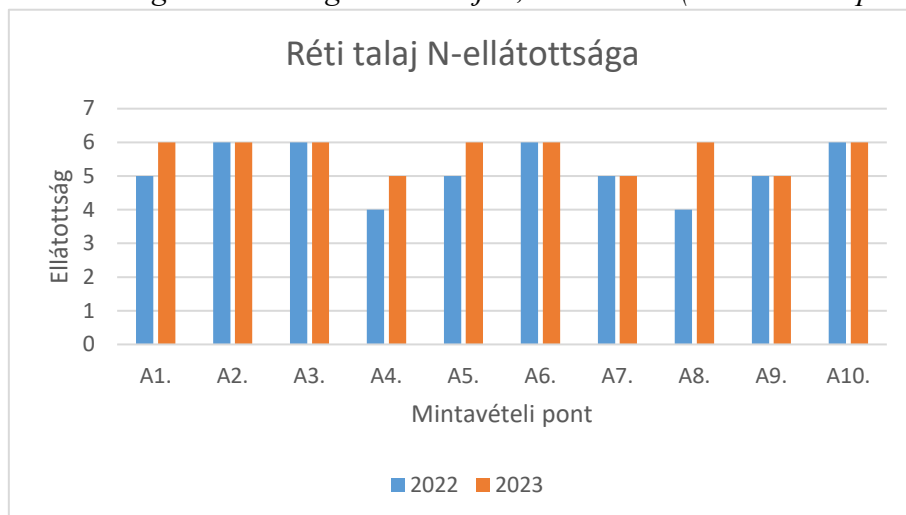
A mezőségi talaj foszfor ellátottsága (20-as ábra, Melléklet 5-6.) tekintetében azt figyelhetjük meg a két évet össze hasonlítva, hogy a H7, H10 és H11-es mintavételi pontnál a 2023-as évben romlást mutatott a foszfor ellátottsága. Míg a 2023-as évre a H2, H5, H8 és H9-es pontok javultak.

21. ábra: Kálium ellátottság a mezőségi talajon, 2022-2023 (Készítette: Sipka A.)



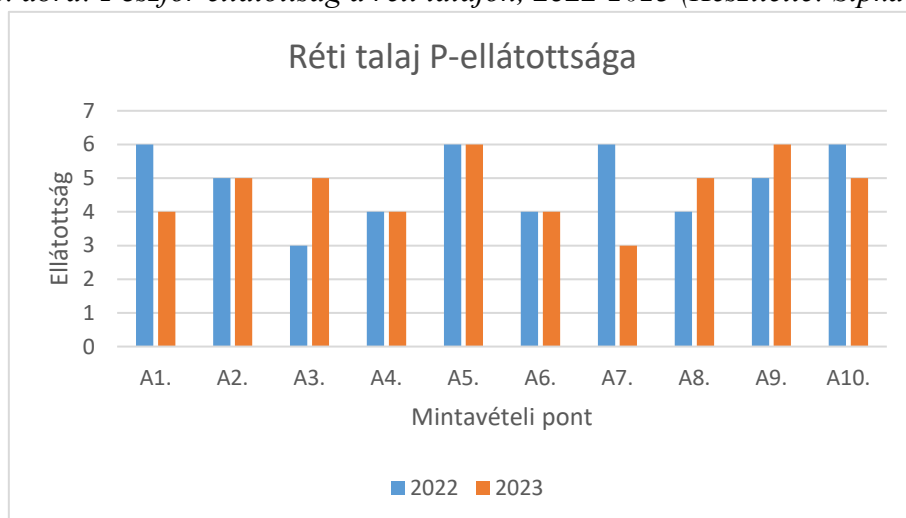
Kálium ellátottság tekintetében (21-es ábra, Melléklet 5-6.) egységesen elmondható a mezőségi talaj tekintetében, hogy a H2, H10 és H11-es 2022-es évtől elvonatkoztatva igen gyenge a kálium ellátottság.

4. ábra: Nitrogén ellátottság a réti talajon, 2022-2023 (Készítette: Sipka A.)



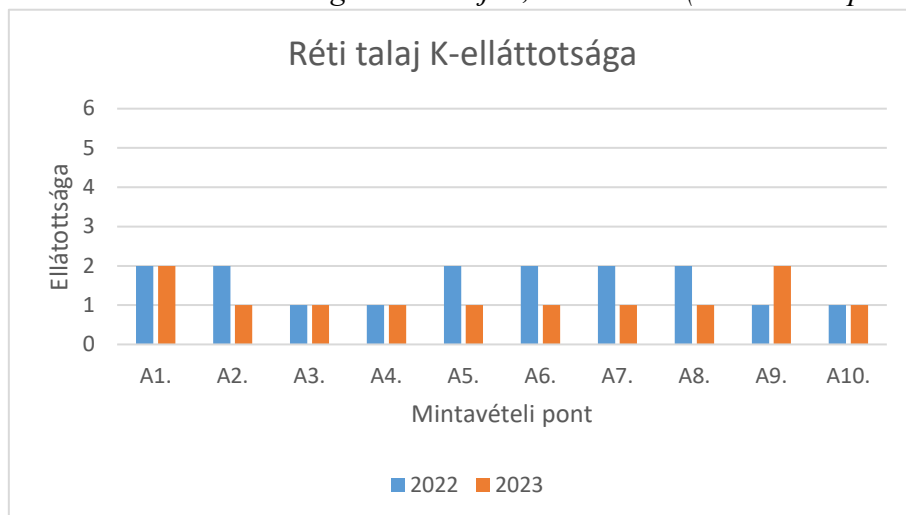
A 22-es ábra (Melléklet 7-8.) alapján a réti talaj nitrogén ellátottsága a 2023-as évben az A1, A4 és A8-as mintavételi pontok javulást mutattak a további pontoknál nem történt változás, igen jó nitrogén ellátottsággal rendelkeztek.

23. ábra: Foszfor ellátottság a réti talajon, 2022-2023 (Készítette: Sipka A.)



A réti talaj foszfor ellátottsága (23-as ábra, Melléklet 7-8.) tekintetében azt mondhatjuk el a két év viszonylatában, hogy a A1, A7 és A10-es mintavételi pontoknál romlást mutatott a foszfor ellátottság, míg az A3, A8 és A9-es pontok a 2022-es évhez viszonyítva javultak.

24. ábra: Kálium ellátottság a réti talajon, 2022-2023 (Készített: Sipka A.)



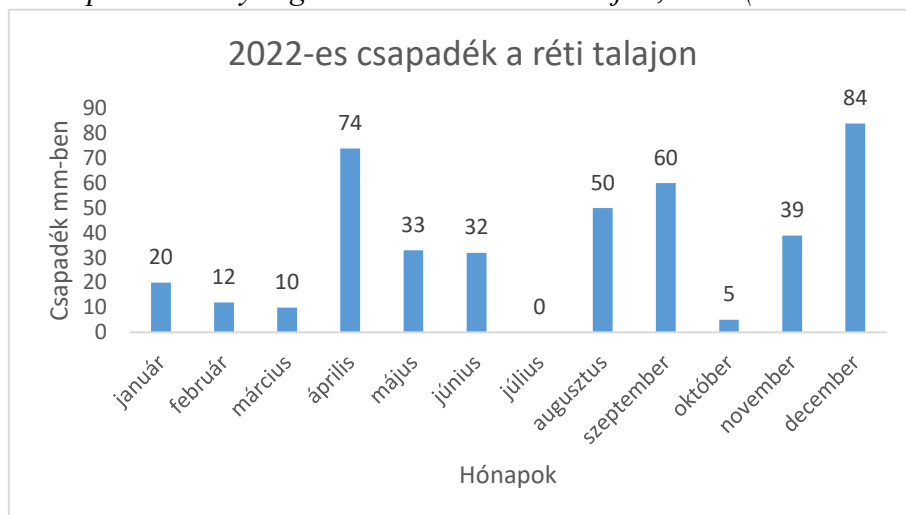
A 24-es ábra (Melléklet 7-8.) szerinti kálium ellátottság esetén a 2022-es évről a 2023-as év két mintavételi pont (A1-A9) kivételével romlott.

4.8. A területre hulló csapadék eloszlása

A mérési adatokat folyamatosan csapadék naptárba rögzítettük annak érdekében, hogy a területre hulló csapadékot kellő pontossággal ismerhessük. A csapadék eloszlásához mobil csapadékmérőt alkalmaztunk.

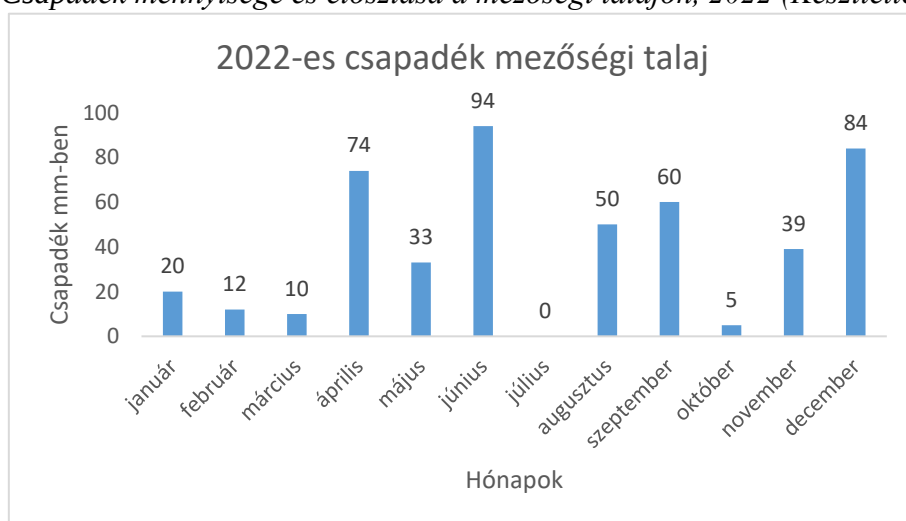
A réti talajra jutott átlagos csapadék mennyisége 2022-es évben (25. ábra) átlagosan 34,92 mm $\pm$ 27,48 mm. Július hónap teljesen csapadékmentes volt. A legmagasabb értékkel, 84mm-el a decemberi hónap jellemezhető, viszont a nyári időszakban a júliusi hónapban háromszor 45mm csapadékot juttattunk ki öntöző dobok segítségével 1,5 hetes bontásokban.

25. ábra: Csapadék mennyisége és eloszlása a réti talajon, 2022 (Készítette: Sipka A.)



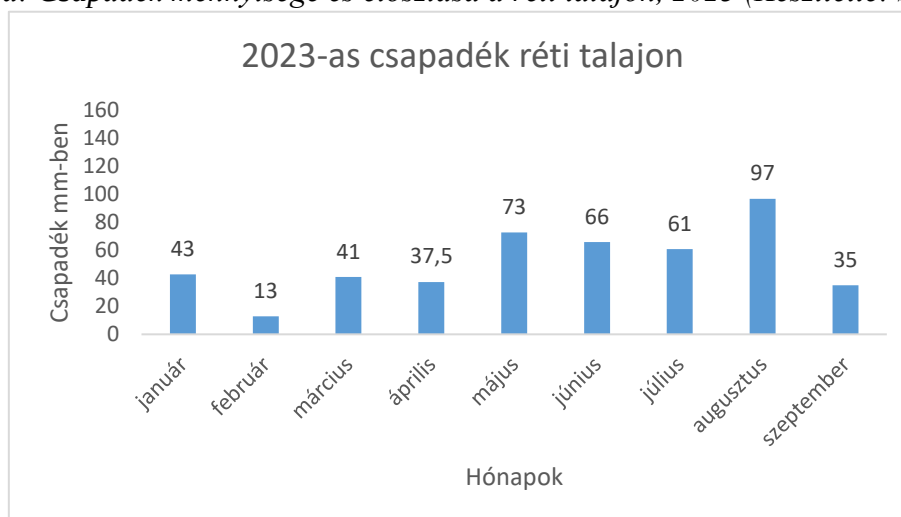
A mezőszégi talajra eső átlagos csapadék mennyisége 2022-es évben (26. ábra) átlagosan 40,08 mm $\pm$ 32,28 mm. Július hónap teljesen csapadékmentes volt. A legmagasabb értékkel, 94mm-el a júniusi hónap jellemezhető.

26. ábra: Csapadék mennyisége és eloszlása a mezőszégi talajon, 2022 (Készítette: Sipka A.)



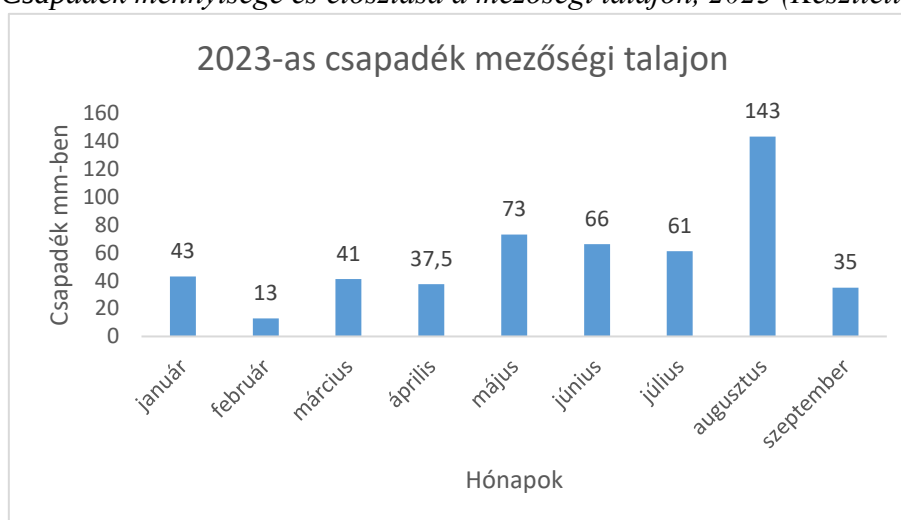
A 2023-as évben (27. ábra) a réti talajra jutott átlagos csapadék mennyisége 51,83 mm $\pm$ 24,91 mm. A 2023-as év január-szeptember közötti időszakában legkevesebb csapadék a február hónapra, míg a legtöbb a augusztus hónapra jutott. A réti talaj június végétől, a július hónap végéig 2 hetes bontásban háromszor 45 mm öntözött csapadék utánpótlást kapott.

27. ábra: Csapadék mennyisége és eloszlása a réti talajon, 2023 (Készítette: Sipka A.)



A mezősegi talajra hulló átlagos csapadék denzitása 2023-as évben (28. ábra) $56,94 \pm 37,08$ mm volt. A legnagyobb mennyiségű csapadék augusztusban 143 mm, míg a legkevesebb pedig 13 mm februárban hullott.

28. ábra: Csapadék mennyisége és eloszlása a mezősegi talajon, 2023 (Készítette: Sipka A.)



4.9. Öntözési célra használt felszíni vizek általános kémiai paramétereinek ismertetése

A vízforrások tekintetében a Tiszából (1. táblázat „Tisza”) emelik ki átemelő szivattyú állomás („kék cső”) segítségével az öntözési célra szánt vizet. A víz csatornahálózat segítségével jut el a réti talaj öntözési pontjához, ahol az öntözést megelőző víz kiemelés történik („Nagyhajlat”).

1. táblázat: Általános vízkémiai eredmények

Vizsgált paraméterek	Nagyhajlat	Tisza	Kék cső	Mértékegység
összes száraz anyagtartalom	808	352	336	mg/L
összes oldott anyagtartalom	760	336	302	mg/L
összes lebegő anyagtartalom	48	16	24	mg/L
pH	8,32	7,98	7,9	-
p-lúgosság (CO_3^{2-})	0,998	0	0	mgeé/L
m-lúgosság (HCO_3^-)	8,483	4,491	3,493	mgeé/L
EC (vezetőképesség)	943	517	512	$\mu\text{S}/\text{cm}^3$
összkeménység (ÖK)	22,93	15,95	17,94	nK°
összkeménység (ÖK)	408,09	283,89	319,37	mg/L CaO
Ca^{2+}	56,96	64,08	49,84	mg/L
Mg^{2+}	64,08	29,9	46,99	mg/L
Cl^-	207,81	346,35	207,81	mg/L
SO_4^{2-}	kim. hat. alatt	kim. hat. alatt	kim. hat. alatt	mg/L
NO_3^-	0,09	kim. hat. alatt	kim. hat. alatt	mg/L
NO_2^-	68,22	3,25	3,07	mg/L
NH_4^+	0,442	0,106	0,097	mg/L

A legmagasabb összes száraz és oldott anyagtartalommal a Nagy-Hajlat jellemezhető. Kémhatásait tekintve a víztestek közel lúgosak és lúgosak. A kémhatásból adódóan jól látható, hogy a lúgos pH-jú Nagy-Hajlat m-lúgossága a legmagasabb. Összkeménységüket tekintve kielégítőek az eredmények; ebből adódik, hogy a Ca^{2+} és Mg^{2+} -ionok koncentrációja is az. Szulfát-tartalmak kimutatási határ alatt vannak. Az ionok közül a klorid összetétel, ami kicsit magasnak mondható. Irodalmak alapján a megengedhető koncentráció 142 mg/l. A nitrát-ion koncentrációja a Nagy-Hajlatnál kiugró. A korábbi évek alapján az öntöző vizekre megengedhető maximális határérték 50 mg/l. A nitrit- és az ammónium-ionok koncentrációja megfelelő.

5. Következtetések és javaslatok

A kutatás célja a kukoricatermesztés hatékonyságának és fenntarthatóságának javítása volt, különös tekintettel a vízminőség és talajösszetétel szerepére. A vizsgálatok során a Pioneer 9415 kukorica hibrid teljesítményét két különböző talajtípuson – réti és mezősi talajon – elemeztem, öntözési technológia mellett. Az eredmények azt mutatják, hogy az öntözés minősége és a talaj tulajdonságai meghatározó tényezők a kukorica terméshozamában és beltartalmi értékeiben.

A kutatás elsődleges következtetései közé tartozik, hogy a jó minőségű öntözővíz, különösen az alacsony só- és optimális pH-értékkel rendelkező víz, pozitívan befolyásolja a kukorica, beltartalmi értékeit, így javítva a termés minőségét. Ezzel szemben a magas sótartalmú és nem megfelelő pH-értékű öntözővíz csökkenti a növény tápanyagfelvételi képességét, hosszabb távon pedig hozzájárulhat a talaj romlásához. A talajtípusok eltérő tulajdonságai szintén lényeges eredményekre világítottak rá: a jobb vízmegtartó képességgel rendelkező agyagos talajok hosszabb időre biztosítanak nedvességet a növény számára, míg a homokosabb talajok esetében gyakori vízvesztés tapasztalható. Ez a megfigyelés különösen fontos szempont a vízmegtakarítás szempontjából, hiszen a fenntartható öntözési gyakorlatok tervezéséhez a talaj vízmegtartó tulajdonságait is figyelembe kell venni.

Az időjárás egyre kiszámíthatatlanabb alakulása, valamint a klímaváltozás következményei – különösen az aszályos időszakok gyakoribbá válása – kihívást jelentenek a mezőgazdasági termelés számára. Az eredmények alátámasztják, hogy a mezőgazdaságban alkalmazott vízgazdálkodási rendszerek rugalmassága és a vízforrások megbízhatósága kulcsfontosságú lesz a jövőben. Ehhez elengedhetetlen a vízfelhasználás optimalizálása, amelynek során a víz mennyiségének és minőségének biztosítása mellett innovatív megoldásokra is szükség van. Az alternatív vízforrások, például a tisztított szennyvíz vagy az esővízgyűjtés alkalmazása ígéretes megoldásokat kínálnak, különösen vízhiányos időszakokban, amikor a hagyományos édesvízkészletek korlátozottak.

A kutatás során szerzett tapasztalatok alapján több javaslat is megfogalmazható a mezőgazdasági vízfelhasználás és a talajkezelési gyakorlatok javítására. Először is, az öntözési hatékonyság növelésének érdekében javasolt precíziós technológiák, például a csepegtető öntözés vagy a dróntechnológia bevezetése. A csepegtető öntözés lehetővé teszi a célzott

vízellátást, így csökkenti a vízpazarlást, míg a drónokkal végzett vízkijuttatás a növények aktuális vízigényének pontos kielégítésére is alkalmas. Ezek az innovatív technikák fenntarthatóbbá teszik a mezőgazdasági termelést, miközben minimalizálják a környezeti terhelést.

Emellett kiemelten fontos a talaj kémiai és fizikai tulajdonságainak rendszeres monitorozása, hogy az öntözési és talajkezelési gyakorlatokat a talaj aktuális állapotához igazíthassuk. A megfelelő talajkezelési technikák alkalmazása hosszú távon biztosítja a talaj szerkezetének és tápanyagtartalmának fenntartását, ami alapvetően hozzájárul a terméshozam optimalizálásához és a talajdegradáció elkerüléséhez. A talajvizsgálatok rendszeres végzése és a fenntartható öntözési módszerek alkalmazása elősegítheti a mezőgazdasági termelés hatékonyságát és fenntarthatóságát.

A magyarországi agrárium számára az itt bemutatott módszerek és javaslatok hatékony eszközként szolgálhatnak az öntözési rendszerek fejlesztésére, hozzájárulva a mezőgazdasági termelés fenntartható növekedéséhez és a globális élelmiszer-ellátási kihívások kezeléséhez.

6. Összefoglalás

A szakdolgozat a kukorica öntözésének és talajösszetételének hatását vizsgálja a növény beltartalmi értékeire és terméshozamára. Az élelmiszerbiztonság és a fenntartható mezőgazdaság szempontjából alapvető fontosságú, hogy a növények számára biztosított víz minősége és mennyisége optimálisan legyen meghatározva. A kutatás középpontjában a Pioneer 9415 kukoricahibrid öntözési technológiák mellett történő termesztése áll, két eltérő talajtípuson: egy réti és egy mezősi területen. Az elemzések célja a talaj és az öntözővíz fizikai és kémiai paramétereinek felmérése volt, hogy a kapott eredmények alapján következtetéseket lehessen levonni az öntözési gyakorlatok hatékonyságára és fenntarthatóságára.

A kísérlet során gyűjtött adatok révén részletesen elemeztem a talaj pH-értékét, kötöttségét, karbonáttartalmát, valamint a könnyen oldható foszfor- és káliumkoncentrációkat, mivel ezek mind jelentős hatással vannak a kukorica növekedési ütemére és termékenységre. A kísérlet keretében rögzített beltartalmi tulajdonságok, mint a szem-cső arány, a kukoricacsövek hossza és ezerszem tömege, fontos indikátorokként szolgáltak a különböző öntözési stratégiák értékeléséhez. Az eredményekből kiderült, hogy mind az öntözővíz minősége, mind pedig a talaj kémiai összetétele jelentősen befolyásolja a kukorica tápanyagtartalmát és végső terméshozamát.

A kísérleti eredmények rávilágítanak arra is, hogy a megfelelő talajkezelési és öntözési gyakorlatok alkalmazásával jelentős mértékben növelhető a kukorica termésmennyisége és minősége. Azonban az időjárási változások és a vízkészletek ingadozó elérhetősége miatt elengedhetetlen, hogy további kutatásokat végezzünk a vízfelhasználás optimalizálásának terén, különös tekintettel a klímaváltozás okozta kihívásokra. Az öntözés során előnyben részesített, pontos és gazdaságos technológiák, mint például a csepegtető öntözés és a drónok alkalmazása a vízkijuttatásban, lehetővé teszik a szükséges vízmennyiség hatékony és minimalizált felhasználását. Ezenfelül, a jövőbeli mezőgazdasági gyakorlatok hatékonyságának növelésében ígéretes lehetőséget jelentenek az alternatív vízforrások, mint például a tisztított szennyvíz vagy az esővíz újrahasznosítása, amelyek különösen a vízhiányos időszakok átvészelésében nyújtanak nagy segítséget, valamint előmozdítják a fenntartható termelés megvalósítását.

A dolgozat eredményei arra utalnak, hogy a víz- és talajforrások gondos megőrzése, valamint az ezekkel összhangban alkalmazott öntözési rendszerek alapvető fontosságúak a mezőgazdasági termelés fenntarthatósága és hatékonysága szempontjából. Ezen kívül az öntözővíz minőségének és elérhetőségének biztosítása, valamint a talaj fizikai és kémiai összetételének javítása kulcsfontosságúak a kukorica terméshozamának és minőségének optimalizálásához. A jövőbeli kutatások során különös figyelmet kell fordítani arra, hogy az öntözési gyakorlatokban használt víz minősége és elosztása megfeleljen a változó környezeti feltételeknek, különösen a klímaváltozás hatásainak mérséklésére irányuló intézkedések keretében.

Összefoglalva, a dolgozat rávilágít arra, hogy a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok kialakításához elengedhetetlen a talaj és az öntözővíz minőségének figyelembevétele, valamint az ezekhez igazodó innovatív technológiák és alternatív vízforrások alkalmazása. Mindezek együttesen hozzájárulhatnak a mezőgazdasági termelés biztonságosabb és fenntarthatóbb jövőjének megteremtéséhez, amely képes alkalmazkodni a globális éghajlati kihívásokhoz és a növekvő élelmiszerigényhez.

7. Irodalomjegyzék

1. Almeida Machado, R. M.; Serralheiro, R. P. (2017) Soil Salinity: Effect on Vegetable Crop Growth. Management Practices to Prevent and Mitigate Soil Salinization, Horticulturae
2. Baranya, F.; Fehér, F.; Hegedüs, L.; Horváth, J.; Járányi, Gy.; Karakas, L.; Kocsondi, Cs.; Kovács, I.; Krisztián, J.; Leölkes, L.; Marjai, Gy.; Marnitzné, Gy. J.; Márta, K.; Soltész, J.; Szabó, Z.; Thill, Sz.; Varga, J.; Vértes, I. (1989) Útmutató a nagyméretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához, Agrárinformációs vállalat
3. Bartels, D.; Sunkar, R. (2005). Drought and salt tolerance in plants. Crit. Rev. Plant Sci. 24, 23–58
4. Egnér, H., Riehm, H. and Domingo, W. R. (1960) Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler, 26, 199-215.
5. FAO. (2019). Irrigation and Water Management Report. FAO Statistics.
6. Ge, T. D.; Sui, F.G.; Nie, S.; Sun, N.B.; Xiao, H.; Tong, C.L. (2010). Differential responses of yield and selected nutritional compositions to drought stress in summer maize grains. J.
7. Kama, R.; Yuan, L.; Song, J.; Hamani, A., K., M.; Zhao, S.; Li, S.; Diatta, S.; Yang, F.; Li, Z. (2023) Treated Livestock Wastewater Irrigation Is Safe for Maize (*Zea mays*) and Soybean (*Glycine max*) Intercropping System Considering Heavy Metals Migration in Soil-Plant System, International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(2-16)
8. Kresović, B.; Gajić, B.; Tapanarova, A.; Dugalić, G. (2017) How irrigation Water Affect the Yield and Nutritional Quality of Maize in a Temperate Climate, Pol. J. Environ. Stud. ,27(3)
9. MÉM-NAK (1978): Műtrágyázási irányelvei, Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Növényvédelmi és Agrokémiai főosztály
10. Munoz, J. V.; Battles de la Fuente, A.; Fidelibus, M.D. (2019) Sustainable Irrigation in Agriculture: An Analysis of Global Research, Water, 1-22.
11. Olesen, J.E.; Trnka, M.; Kersebaum, K.C.; Skjelvag, A.O.; Seguin, B.; Peltonen-sainio, P.; Micale, F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. Eur. J. Agron., 34,96,
12. Oweis, T., & Hachum, A. (2019). Water Harvesting and Supplemental Irrigation for Improved Water Productivity of Dry Farming Systems in West Asia and North Africa. ICARDA. Plant Nutr., 33, 1811,

13. Pimentel, D.; Berger, B.; Filiberto, D.; Newton, M.; Wolfe, B; Karabinakis, E.; Clark, S.; Poon, E.; Abbett, E.; Nandaopal, S. (2004). Water Resources: Agricultural and Environmental Issues. *BioScience*, 54, 909–918
14. Shamrikova, E. V., Kondratenok, B. M., Tumanova, E. A., Vanchikova, E. V., Lapteva, E. M., Zonova, T. V., Lu-Lyan-Min, E. I., Davydova, A.P., Libohova, Z. and Suvannang, N. (2022). Transferability between soil organic matter measurement methods for database harmonization. *Geoderma* 412:115547
15. Shrivastava, P.; Kumar, R. (2015). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi J. Biol. Sci.* 22, 123–131.
16. Smith, N. (2017). *Irrigation Systems and Engineering in Europe from Ancient to Modern Times*. Springer.
17. Tarighaleslami, M.; Zarghami, R.; Mashhadi, A.B.M., Oveysi M. (2012). Effects of drought stress and different nitrogen levels on morphological traits of proline in leaf and protein of corn seed (*Zea mays* L.). *Amer-Eurasian J. Agri. Environ. Sciences*, 12, 49,
18. Thitisaksakul, M.; Jimenez, R.C.; Abias, M.C.; Beckles, D.M. (2012). Effects of environmental factors on cereal starch biosynthesis and composition. *J. Cereal Sci.*, 56, 67,
19. Várallyay, G. (2020). „Irrigation and Water Resources Management in Hungary.” *Hungarian Geographical Bulletin*, 69(2), 105-115.
20. Verma, S., & Kampman, D. (2020). *Sustainable Water Use in Agriculture in Asia and Africa*. Global Water Partnership.

Szabványok:

- MSZ 08-0206-1:1978: A talaj egyes kémiai tulajdonságainak vizsgálata. Általános előírások. A talajminta előkészítése.
- MSZ-08-0206-2:1978: A talaj egyes kémiai tulajdonságainak vizsgálata. Laboratóriumi vizsgálatok (pH-érték, szódában kifejezett fenolftalein lúgosság, vízben oldható összes só, hidrolitos (y_1 érték) és kicserélődési aciditás (y_2 érték))
- MSZ-21470-51-83: Környezetvédelmi talajvizsgálatok. Talajok kötöttségének meghatározása
- MSZ 20135:1999: A talaj oldható tápelemtartalmának meghatározása
- MSZ 12750-2:1971: Felszíni vizek vizsgálata. Mintavétel és mintatartósítás
- MSZ 1484-22:2009: Vízhőmérséklet. 22. rész: A pH és az egyensúlyi pH meghatározása

MSZ 448-15:1982: Ivóvízvizsgálat. Kloridion meghatározása

MSZ 448-3:1985: Ivóvízvizsgálat. Kalcium- és magnéziumion meghatározása

MSZ 448-19:1986: Ivóvízvizsgálat. A bepárlási maradék és az összes oldottanyag- tartalom meghatározása

MSZ 448-11:1986 Ivóvízvizsgálat. Lúgosság meghatározása titrálással, a hidrogénkarbonátion-, a karbonátion- és a hidroxilion-tartalom kiszámítása

MSZ 1398:1998 Talajszelvény kijelölése, feltárása és leírása, talajtérkép készítése

MSZ 12750-18:1974: Felszíni vizek vizsgálata. Nitrátion meghatározása

MSZ EN 27888:1998: vízminőség. Az elektromos vezetőképesség meghatározása (ISO 7888:1985)

MSZ EN ISO 9963-1:1998: vízminőség. A lúgosság meghatározása. 1. rész: Az összes és az összetett lúgosság meghatározása (ISO 9963-1:1994)

MSZ EN ISO 9963-2:1998: vízminőség. A lúgosság meghatározása. 2. rész: A karbonátlúgosság meghatározása (ISO 9963- 2:1994)

MSZ EN ISO 26777:1998: vízminőség. A nitrit meghatározása. Spektrometriás módszer (ISO 6777:1984)

MSZ ISO 7150-1:1992: Az ammónium meghatározása vízben. Manuális spektrofotometriás módszer

MSZ ISO 9280:1998: vízminőség. A szulfát meghatározása. Gravimetriás módszer báriumklorid alkalmazásával

Internetes hivatkozások:

1. https1 <https://magyarmezogazdasag.hu/2022/03/23/biztonsagos-elelmiszertermeles-alapja-az-ontozes/>
2. https2 https://www.sulinet.hu/oroksegtar/data/telepulesek_ertekei/Csanytelek/pages/cstak_001_1_5_fejezet.htm
3. https3 <https://www.enfo.hu/en/node/12615>
4. https4 https://www.sulinet.hu/oroksegtar/data/megyek_oroksege/Csongrad_megye/pages/Napfenyorszag/Eng/Text/Natural_Vegetation_of_Csongrad_County.html

5. https5 <https://www.elementar.com/en/products/organic-elemental-analyzers/vario-max-cub>
6. https6 <https://maps.arcanum.com/hu/map/secondsurvey-hungary/?bbox=2229484.361767451%2C5874872.611379565%2C2258511.323258747%2C5885440.03053999&map-list=1&layers=5>

Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönetemet szeretném kifejezni mindazoknak, akik hozzájárultak ennek a szakdolgozatnak a megvalósításához és támogatásuk révén segítettek céljaim elérésében.

Elsősorban köszönöm témavezetőmnek, Dr. Gulyás Miklósnak, aki az egész munkám során szakértelmével, türelmével és iránymutatásával támogatta kutatásomat. Az ő tanácsai és javaslati nélkül nem tudtam volna ilyen részletes és alapos elemzést készíteni a kukorica öntözésének és talajösszetételének hatásáról. Különösen hálás vagyok a témában való elmélyülésem lehetőségéért, és hogy betekintést nyerhettem a gyakorlati mezőgazdasági kutatás folyamatába.

Köszönöm családomnak és barátaimnak a folyamatos bátorítást, türelmet és támogatást, amit tanulmányaim során nyújtottak. A segítségükkel és a rám fordított figyelmükkel olyan támogató környezetet biztosítottak számomra, amely nélkülözhetetlen volt a dolgozatom elkészítése során.

Végezetül szeretném megköszönni az egyetem oktatóinak, valamint minden technikai és adminisztratív munkatársnak, akik munkájukkal hozzájárultak tanulmányaim sikeréhez. Köszönöm továbbá mindazoknak a mezőgazdasági szakembereknek és kutatóknak, akik a kutatásomhoz nélkülözhetetlen adatokat és szakmai ismereteket biztosították, és lehetőséget nyújtottak számomra, hogy a gyakorlatban is megtapasztalhassam a mezőgazdasági kutatás komplexitását.

Mellékletek

Melléklet 1: 2022-es réti talajon termesztett kukorica átlagos mérési eredményei

	Kukoricacső [cm]	Egész tömeg [g]	Ezermag tömeg [g]	Szem/cső arány %	Tiszta kukoricaszem tömeg [g]	Tiszta cső tömeg [g]
A1	18,5	198,47	307,5	5,64	168,56	29,88
A2	14,5	117,97	268,9	6,27	101,45	16,17
A3	17,5	212,64	297	8,66	190,57	22
A4	18	171,19	269,7	6,77	149,15	22,02
A5	18,5	211,05	326,4	6,94	184,42	26,56
A6	20,5	252,47	344,4	8,12	224,73	27,67
A7	17,5	170,13	294,8	6,79	148,27	21,82
A8	18	146,32	205,7	5,25	122,9	23,39
A9	19	250,02	307,5	8,08	222,38	27,52
A10	17,5	208,9	290	7,88	185,35	23,51

Melléklet 2: 2023-as réti talajon termesztett kukorica átlagos mérési eredményei

Mintavételi pont	Egész tömeg [g]	Tiszta szem [g]	Tiszta cső [g]	Ezermag tömeg [g]	Szem/cső arány %	Cső hossz [cm]
A1	298,21	264,03	34,12	411,9	7,73	21
A2	295,09	261,46	33,63	390	7,77	20
A3	297,65	266,21	31,5	350,3	7,49	20,5
A4	289,04	250,72	35,53	437,7	7,14	20
A5	295,72	263,71	32,02	358,8	8,2	21
A6	295,42	264,4	31,01	360	8,52	19,5
A7	285,18	252,7	32,51	378,5	7,77	20
A8	316,2	278,87	37,3	421,6	7,74	21
A9	265,83	235,32	30,51	376	7,71	19
A10	310,96	276,65	34,32	402,1	8,06	20,5

Melléklet 3: 2022-es mezőiségi talajon termesztett kukorica átlagos mérési eredményei

	Kukoricacső [cm]	Egész tömeg [g]	Ezermag tömeg [g]	Szem/cső arány %	Tiszta kukoricaszem tömege [g]	Tiszta cső [g]
H1	18	106,31	192	4,66	87,47	18,76
H2	11	38,33	176,1	3,88	60,62	15,60
H3	16	79,42	136,4	3,71	62,45	16,81
H4	14	42,47	127,9	3,62	96,96	29,68
H5	13,75	44,85	170,4	2,84	66,3	23,27
H6	20	157,03	222,6	5,26	130,89	24,85
H7	14,5	56,03	140,6	2,63	81,07	30,73
H8	14	63,21	185,5	3,41	96,89	28,33
H9	14,3	45,76	142,9	2,31	94,43	40,78
H10	15,5	67,79	177,1	3,73	106,05	28,43
H11	19,5	224,63	311,9	7,42	197,02	26,55

Melléklet 4: 2023-as mezőiségi talajon termesztett kukorica átlagos mérési eredményei

Minta megnevezése	Cső hossz [cm]	Egész tömeg [g]	Tiszta szem [g]	Tiszta cső [g]	Ezermag tömeg [g]	Szem/cső arány %
H1	16	188,28	164,92	22,7	313	7,26
H2	16	175,45	154,02	21,43	311,7	7,18
H3	18	235,16	207,91	27,26	382	7,62
H4	16	176,47	155,34	21,15	335,8	7,34
H5	14	133,19	114,86	18,31	258,6	6,27
H6	15	123,36	110,51	12,87	279,8	8,58
H7	14	114,13	99,21	14,94	393,5	6,64
H8	17	239,5	210,94	28,58	355,7	7,38
H9	19	246,07	220,43	25,63	410,8	8,6
H10	20,5	279,85	244,96	34,89	413,4	7,02
H11	17,5	208,2	180,54	27,65	354,5	6,52

Melléklet 5: Mezőségi talaj ellátottsági adatai, 2022-ben

Minta megnevezése	K _A	Humusz %	N-ellátottság	CaCO ₃ %	Al-P ₂ O ₅ [mg/kg]	P-ellátottság	K _A	Al-K ₂ O [mg/kg]	K-ellátottság
H1	27	2,7	megfelelő	8,82	260	jó	27	135	igen gyenge
H2	25	2,1	közepes	2,46	278	jó	25	192	gyenge
H3	25	1,89	közepes	2,72	268	jó	25	142	igen gyenge
H4	24	2,18	közepes	0,42	247	jó	24	136	igen gyenge
H5	24	2,12	közepes	1,85	238	jó	24	122	igen gyenge
H6	23	2,09	közepes	0,04	233	jó	23	125	igen gyenge
H7	23	2,46	megfelelő	0,08	222	jó	23	148	igen gyenge
H8	23	2,15	közepes	0,62	179	megfelelő	23	118	igen gyenge
H9	23	2,17	közepes	4,96	239	megfelelő	23	126	igen gyenge
H10	25	2,55	megfelelő	5,01	305	sok	25	200	gyenge
H11	24	2,4	megfelelő	2,31	204	megfelelő	24	195	gyenge

Melléklet 6: Mezőségi talaj ellátottsági adatai, 2023-ban

Minta megnevezése	K _A	Humusz %	N-ellátottság	CaCO ₃ %	Al-P ₂ O ₅ [mg/kg]	P-ellátottság	K _A	Al-K ₂ O [mg/kg]	K-ellátottság
H1	28	2,55	megfelelő	8,9	246	jó	28	93	igen gyenge
H2	26	2,38	megfelelő	0,91	255	sok	26	133	igen gyenge
H3	28	2,9	jó	4,14	241	jó	28	107	igen gyenge
H4	26	2,41	megfelelő	0,5	202	jó	26	115	igen gyenge
H5	24	2,03	közepes	8,28	318	sok	24	102	igen gyenge
H6	23	1,82	közepes	9,11	251	jó	23	113	igen gyenge
H7	25	2,06	közepes	5,95	238	megfelelő	25	98	igen gyenge
H8	25	2,24	közepes	1	251	jó	25	121	igen gyenge
H9	25	2,44	megfelelő	2,05	258	jó	25	116	igen gyenge
H10	25	2,2	közepes	1,44	219	megfelelő	25	117	igen gyenge
H11	24	2,31	megfelelő	1,25	196	közepes	24	121	igen gyenge

Melléklet 7: Réti talaj ellátottsági adatai, 2022-ben

Minta megnevezése	K _A	Humusz %	N-ellátottság	CaCO ₃ %	Al-P ₂ O ₅ [mg/kg]	P-ellátottság	K _A	Al-K ₂ O [mg/kg]	K-ellátottság
A1	51	3,81	jó	ny	263	sok	51	189	gyenge
A2	50	4,03	igen jó	ny	188	jó	50	171	gyenge
A3	51	4,48	igen jó	ny	138	közepes	51	138	igen gyenge
A4	45	3,17	megfelelő	ny	152	megfelelő	45	125	igen gyenge
A5	46	3,64	jó	ny	225	sok	46	159	gyenge
A6	48	4,17	igen jó	ny	169	megfelelő	48	157	gyenge
A7	48	3,67	jó	ny	303	sok	48	152	gyenge
A8	44	2,74	megfelelő	ny	169	megfelelő	44	191	gyenge
A9	48	3,65	jó	ny	189	jó	48	143	igen gyenge
A10	48	3,95	igen jó	ny	241	sok	48	143	igen gyenge

Melléklet 8: Réti talaj ellátottsági adatai, 2023-ban

Minta megnevezése	K _A	Humusz %	N-ellátottság	CaCO ₃ %	Al-P ₂ O ₅ [mg/kg]	P-ellátottság	K _A	Al-K ₂ O [mg/kg]	K-ellátottság
A1	52	4,02	igen jó	ny	170	megfelelő	52	163	gyenge
A2	50	4,26	igen jó	ny	193	jó	50	149	igen gyenge
A3	52	3,83	igen jó	ny	212	jó	52	147	igen gyenge
A4	47	3,71	jó	ny	164	megfelelő	47	107	igen gyenge
A5	48	3,9	igen jó	ny	285	sok	48	115	igen gyenge
A6	50	4,15	igen jó	ny	155	megfelelő	50	139	igen gyenge
A7	46	3,48	jó	ny	139	közepes	46	109	igen gyenge
A8	50	3,86	igen jó	ny	205	jó	50	150	igen gyenge
A9	52	3,91	jó	ny	226	sok	52	155	gyenge
A10	50	3,84	igen jó	ny	200	jó	50	129	igen gyenge

Melléklet 9: Réti talaj szelvény adatai, 2024

Minta megnevezése	Mélység [cm]	pH (KCl)	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ %	K _A	Összes só %	Hu %	Al-P ₂ O ₅ [mg/kg]	Al-K ₂ O [mg/kg]
A	0-40	5,7	6,3	0,35	51	0,028	3,12	68	132
A	40-70	6,5	6,9	0,25	40	0,056	0,67	59	88
A	70-90	6,8	7,6	0,12	38	0,059	0,48	100	69
A	90-120	6,8	7,7	0,41	46	0,106	0,67	56	107
A	120-140	7,1	7,8	0,10	36	0,098	0,93	82	53
A	140-160	7,0	7,9	0,81	40	0,079	0,83	93	105
A	160-180	7,0	7,9	1,37	40	0,115	0,96	93	115
A	180-200	7,0	7,9	1,14	47	0,110	0,78	90	156

Melléklet 10: Mezőségi talaj szelvény adatai, 2024

Minta megnevezése	Mélység [cm]	pH (KCl)	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ %	K _A	Összes só %	Hu %	Al-P ₂ O ₅ [mg/kg]	Al-K ₂ O [mg/kg]
H	0-20	7,3	7,8	0,62	28	0,070	2,39	219	106
H	20-50	7,5	7,8	8,28	42	0,080	2,13	97	75
H	50-80	7,8	7,8	25,47	33	0,116	1,71	155	33
H	80-110	7,9	8,1	20,5	24	0,105	2,03	147	32
H	110-140	8,0	8,2	10,25	24	0,084	1,16	60	12
H	140-180	7,9	8,1	12,55	24	0,092	0,33	48	22

Melléklet 11: Szemtermések N-, P- és K-tartalma a mezősgéi talajon (2022-2023)

Minta megnevezése	N_2022	N_2023	P_2022	P_2023	K_2022	K_2023
H1	8700	8900	1770	1860	2500	2630
H2	8600	9200	1842	1946	2530	2658
H3	8400	10200	1878	1982	2556	2696
H4	10300	11300	1760	1864	2516	2643
H5	9500	9800	1830	1932	2606	2737
H6	11400	9200	1701	1794	2498	2625
H7	9200	9700	1842	1950	2501	2638
H8	9000	9700	1746	1832	1998	2107
H9	9400	9550	1900	2034	2523	2654
H10	9500	9800	1842	1942	2522	2647
H11	9700	9600	1798	1897	2456	2572

Melléklet 12: Szemtermések N-, P- és K-tartalma a réti talajon (2022-2023)

Minta megnevezése	N_2022	N_2023	P_2022	P_2023	K_2022	K_2023
A1	9100	10400	1990	2090	2810	2991
A2	9700	9800	1980	2082	2843	2975
A3	8700	9200	2110	2215	2872	2815
A4	7600	9700	1982	2081	2850	2972
A5	9600	9800	2134	2241	2940	2987
A6	8900	8700	1923	2019	2820	2866
A7	8500	8600	2101	2215	2910	1955
A8	8700	8400	2010	2120	1865	1908
A9	9700	10300	2150	2278	2900	1995
A10	8800	9200	2072	2170	2840	2982

Nyilatkozat

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: SIPKA ATTILA
A Hallgató Neptun kódja: NIE5F
A dolgozat címe: Talajtudományok, és öntözési technika beltartalmi tulajdonságain, értékelése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Környezettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Talajtani tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

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

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

Kelt: 2024 év 11 hó 05 nap

Sipka Attila
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

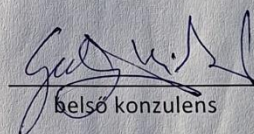
NYILATKOZAT

SIPKA ATTILA (név) (hallgató Neptun azonosítója: NIE X 5F)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

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

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2024 év 11 hó 05 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.