

SZAKDOLGOZAT

Szabó Dániel

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Georgikon Campus
Növénytermesztési-tudományok Intézet
alapképzési szak

A talajművelés hatásának vizsgálata szántóföldi kísérletekben

Belső konzulens:	Dr. Tóth Zoltán egyetemi docens
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Növénytermesztési- tudományok Intézete
Készítette:	Szabó Dániel IGBHYP Mezőgazdasági Mérnök szak

Készthely

2023

Tartalomjegyzék

Tartalom

1.	Bevezetés és célkitűzés	4
a.	Célkitűzések:.....	4
2.	Irodalmi áttekintés	5
a.	Művelési módok.....	5
b.	Vetésidő és az évjárat hatása a kukoricára	7
c.	Gyomirtás/szabályozás	9
d.	Aszály hatása a kukorica virágzására	11
e.	A kukorica N-, P- és K-reakciója	12
f.	Távérzékelési módszerek.....	13
3.	Anyag és módszer	14
4.	Eredmények és következtetések	21
a.	Talajelőkészítés	21
b.	Gyomosodás	24
c.	Vetésidő, illetve az aszály hatásai	26
5.	Következtetések és javaslatok	31
a.	Javaslatok	32
6.	Összefoglalás	33
7.	Köszönetnyilvánítás.....	34
8.	Irodalomjegyzék.....	35

1. Bevezetés és célkitűzés

A talajok általános kondíciójának javítása mind gazdasági, mint pedig környezetvédelmi szempontból is fontos, amely az Európai Unió közös agrárpolitikájának legfőbb szempontjai közé tartozik. (Birkás M., 2002)

Talaj kondíciójának javítása nem könnyű feladat, emiatt szükséges a mezőgazdaság korszerűsítése és a fejlett technológiák alkalmazása. Gazdaságunkban szükséges mindig a legalkalmasabb művelési módszert választanunk. A megfelelő módszereknek a segítségével megakadályozhatjuk a talajaink degradációját, illetve ezek humusz tartalmának csökkenését. (Birkás M., 2002)

A különböző talajművelési rendszerek mindezeket változatos módon próbálják meg elérni. Az általam választott kísérletben a forgatásos- és a min-till talajművelési rendszert alkalmazom a kukorica termesztés keretein belül. A talajművelési kísérlet Törökkoppány külterületén zajlott a családi gazdaságunkban. A mi gazdaságunkban a fő növények, akárcsak a magyar vetésforgóban a napraforgó, kukorica, búza. Azonban ezeknek a szántóföldi növényeknek a költséghatékony termesztése egyre nagyobb akadályokba ütközik az input anyagok drágulása miatt, illetve az alacsony felvásárlási áraknak köszönhetően az utóbbi években. Gazdaságunk a 2010-es évek közepén vett egy talajművelő kultivátort, amely megvásárlása óta a hagyományos mélyszántásos művelést próbáljuk minimalizálni és sekélyebb, költséghatékonyabb, könnyebb a talajélet számára kevésbé kártékony műveleteket végezni.

a. Célkitűzések:

- Szeretnék kísérletem során választ adni, hogy az adott gazdaságban és az adott talajon melyik művelési módot célszerű alkalmazni
- Kutatásom során szeretném felhívni az olvasó figyelmét a termesztéstechnológia bizonyos hibáira, amelyeknek kiküszöbölése elengedhetetlen az ésszerű és következetes gazdálkodáshoz

2. Irodalmi áttekintés

a. Művelési módok

A művelés módjának megválasztása fontos anyagi, illetve termesztés technikai szempontból is. A művelés nélküli, rotációs és lazításos technológiákat összehasonlítva mindegyiknek eltér a talajra kifejtett hatása.

A **művelés nélküli növénytermesztés** esetén a földfelszínt egyedül a vetőgép bolygatja. A művelés nélküli talajművelés során a talaj térfogatsűrűsége változatlan marad, várhatóan növekszik a gépek folyamatos taposása miatt a felső 0-30 cm rétegben. A térfogatsűrűség növelésével a növények számára megnehezítjük a vízfelvételt a keményebb talajrétegben, még hozzá a gyökérszét növekedésének gátlásával. A keményebb talajréteg következtében a kukorica gyökérszete nem tud kellő mértékben lehatolni, fejlődni, ami a növény méretének csökkenésével jár. A három művelési mód közül a növények szárazanyag tartalma átlagosan a művelés nélküli módban a legkisebb. A művelési mód a talaj felső 20 cm rétegében a talajnedvességet növelte, a növények gyökérrendszere nem legfelső rétegből használja el a számára szükséges nedvességet, hanem a talaj mélyebb rétegeiből. Összességében ez a módszer valamennyi közül minden termésében alulmaradt, azonban a művelési igényét tekintve ez a legköltséghatékonyabb. **A költséghatékonyságot azonban nehéz szem előtt tartani úgy, hogy az egy főre jutó termőterület aránya folyamatosan csökken.**

A **rotációs talajművelés** a talaj felső 10 cm rétegében történt. A talaj szerkezetére ez romboló, porosító hatást gyakorol nem megfelelő környezeti viszonyok között. A talaj alsóbb rétegeihez itt sem nyúlunk a talaj térfogatsűrűsége szempontjából, azonban a felső 0-20 cm rétegnek a térfogatsűrűsége csökken a művelés következtében. A talaj nedvességtartalmát nézve ennél a művelésnél csökken a legjobban, amely előnytelen lehet a vetőágy készítéskor. A termés elemeket vizsgálva azonban a porosító hatás ellenére középre rangsorolható a mérések alapján.

A **lazításos talajművelést** tekintve a talaj térfogatsűrűségét a művelés mélységében ~7%-kal csökkentte, amelyből arra lehet következtetni, hogy mélyebb művelés esetén ugyancsak a lazítás alsó mélységében érjük el a legjobb lazító hatást. A lazítás mélységének meghatározásában nagy segítség lehet egy penetrométer, amellyel láthatjuk a legjobban tömörödött réteget. A folyamatosan azonos mélységben történő művelés által kialakuló eketalp betegséget ezáltal így könnyedén megszüntethetjük. A növények szárazanyagát tekintve a föld feletti, illetve a föld alatti szárazanyag mennyiségében is első helyen végzett ez a módszer. Ezt a javuló nitrogén felvétel és a megfelelően fejlődni képes gyökérszét javára tudhatjuk be. A művelés hatására ezenfelül a talaj mélyebb rétegében 20-50 cm rétegben szignifikánsan nagyobb volt a talaj nedvességtartalma.

A terméselemeket tekintve a kukoricacsövek száma között nem volt számosítható eltérés, azonban az ezerszemtömeg, termésátlag és a csövenkénti szemszámban **szignifikánsan nagyobb eredményekkel rendelkezett a mélylazított állomány**. Ez a jobb, kiegyenlítettebbé tett nitrogén felvételnek köszönhető. A mutatókat tekintve az ezerszemtömeg ~9%-kal nagyobb, a csövenkénti szemszám pedig 3-5%-kal haladta meg a másik két módszert, míg termésátlag 8-12,5%-kal. Az ilyen mértékű termésátlag növelése esetén kifizetődő ez a lazításos talajművelési módszer. (Xinbing W. és munkatársai, 2015)

A **kukorica fejlődéséhez a megfelelő talajállapot kialakítása mélylazító gépek segítségével a leghatékonyabb**. A megfelelő magágy alatt értem a tömörödött rétegtől mentes és mélyművelésben részesült talajt. A mélylazító gépek használata szárazabb talajállapot esetén a legalkalmasabb, hogy hatékony legyen. A mélylazított területnek célszerű az azonnali lezárása a nedvességvesztés elkerülése érdekében. A lazítás után hátrahagyott területet célszerű ősszel kultivátorral sekélyen eldolgozni, hogy a talajfelszínen lévő szármaradványokkal mulcsréteget készítsünk, illetve a nyár óta kikelt gyomokat kiirtsuk.

A mélyművelés azonban nem csak talajlazító segítségével valósítható meg, hanem szántással is. **Szántás** során azonban több tényezőt is figyelembe kell vennünk, ami az utóbbi években nem valósult meg. A szántáshoz szükséges talajnedvesség nem volt meg csapadékhiány miatt, amelynek következtében a szántások hantosak lettek. A nem megfelelő szántás télen fagy hiányában nem morzsolódott, ami megnehezítette a tavaszi szántáselmunkálást is. A télen nyitva hagyott barázdák csapadék hiány miatt még tovább száradnak, ami a tavaszi vetéshez elengedhetetlen talajnedvesség rovására ment. Emiatt célszerű lenne az őszi szántások ősszel történő elmunkálása, amivel a további csapadékveszteség kiküszöbölhető. A szántás során a talaj felszínén minimális szármaradvány maradt, amely a mai elvárásoknak kevésbé felel meg. A mai elvárások alapján szükséges a talajfelszín folyamatos borítottsága a CO₂ kibocsátás csökkentése miatt.

A **sávos művelés** során a hagyományostól eltérő művelőeszközöket használunk, amelyek csak bizonyos sávokat/sorokat művelnek, a többi művelési móddal szemben itt van bolygatás mentes terület is. Hátránya a talaj felszínén fent maradó szármaradványok potenciális betegségeket hordoznak magukban, azonban pozitívuma a talaj felső rétegének párolgását megakadályozza. A művelés során itt is történik mélylazítás, illetve ezzel egy menetben a tápanyagkijuttatás is a lazító kései mögött levő csöveken keresztül. Gépesítés szempontjából ez nagyobb beruházást igényel, hiszen robotkormányal valósítható csak meg a pontos sávok használata. A többi művelési módhoz képest a beruházási igénye nagyobb. Mivel nem sokan rendelkeznek gazdaságukban sávos talajművelő géppel, emiatt kénytelenek azokat újonnan beszerezni a gazdák. Azonban nem

szükséges sok munkaeszköz ehhez a művelési módhoz, mivel bizonyos munkafolyamatok hiányában ezekre nincsen szükség.

A Debreceni tartamkísérlet eredményei alapján a legkisebb termés a sávos műveléssel érhető el. A szántásos és lazításos talajművelések esetén azonban nem voltak szignifikánsan nagy eltérések a termésátlagot tekintve. Ez arra enged következtetni, hogy itt a termőföld vízkészletének megőrzése szempontjából esetlegesen célszerűbb a lazításos talajművelést használni, illetve a költségek csökkentése sem elhanyagolható indok. Hiszen nem szükséges minden évben mélylazítást végeznünk, hanem ciklusosan ésszerű végezni akár 2-3 évente. Ilyenkor pedig elég a kultivátor használata, ami maga után lezárja a talajfelszínt, emiatt használata egyszerűbb és célszerűbb a nyári kánikulában, ahol a föld könnyedén kiszárad. (Jóri J., 2013; Ragán P., 2020)

b. Vetésidő és az évjárat hatása a kukoricára

„A kukorica szemtermése legnagyobb volt az optimális és a korai vetésidőben és szignifikánsan csökkent a késői és igen késői vetésidőben. Aszályos évjáratokban azonban az igen késői vetésidőben a terméscsökkenés mértéke elérte a 30-40%-ot. A hibridek termése közti különbségre az jellemző, hogy a hosszabb tenyészidejű hibridek szemtermése szignifikánsan nagyobb, mint a rövidebb tenyészidejűeké” (Berzsenyi Z., Quoc L. D., 2007)

A kukorica **optimális vetésidejének** meghatározása nem olyan egyszerű, mivel viszonylag tág időintervallumban vethető április 5-től kezdve egészen május 10-ig. A vetésidőt befolyásolja a talajhőmérséklet, talajnedvesség, kukoricahibrid keléskori hidegtűrő képessége. Az előbb felsoroltakból kiindulva nincs is olyan egyszerű dolgunk, hiszen ezeket a tényezőket nem tudjuk befolyásolni, illetve később ehhez hozzá adódik az évjárat hatás is, hiszen előre nem tudjuk, hogy a tenyészidőszakban milyen időjárásunk lesz. Megnézve ezt a vetési intervallumot három részre tudjuk osztani: április eleje, április vége és május első fele. Ezeket a vetésidőket alkalmazva a Debreceni egyetem kutatói 2010 és 2012 között nyolc fajta martonvásári kukoricahibridet vetettek el a három különböző időpontban, amelyeket aztán egyszerre takarítottak be ősszel. Ennek köszönhetően megtudták vizsgálni a különböző tenyészidejű kukoricák termésátlagát és nedvességtartalmát ezekben az években, majd következtetéseket levonni.

A **korai vetésnek** az előnye, hogy a gyökérzet mélyebbre tud hatolni és a száraz nyár bekövetkezte előtt a gyökérzet már elég mélyen van, hogy továbbra is megfelelően eltudja látni a

növényt vízzel. A korai vetésnek viszont hátránya lehet, hogy a talajhőmérséklet alacsony, ami miatt így a csírázás lassabban megy végbe, emiatt a kukorica hátrányból indul a később vetett társainál. A korán vetett kukoricák nedvességük leadásához elegendő időt kaptak, emiatt betakarításkor nedvességtartalmuk a legkevesebb. A termésátlaguk ezeknek volt a legalacsonyabb, amely a hideg talajhőmérsékletnek tudható be. Egy aszályos évjáratban, amikor viszont már a tavasz is meleg és száraz, akkor nagy előnyt adhatunk a kukoricánknak a korai vetéssel, hiszen a kukorica számára a kevés csapadék is nagy előnyt jelent egy kései vetéshez képest.

Az **optimális vetésidő** meghatározható, amely az eddigi évek tapasztalata alapján április vége volt. Ebben az esetben a talajhőmérséklet megfelelő, ami gyors csírázást biztosít a kukorica számára. A gyors csírázásnak köszönhetően megindulhat a gyökérzet intenzív fejlődése a száraz nyár előtt. A kukoricának ebben az esetben ugyancsak elegendő ideje van a nedvességtartalmát leadni, amely az eredményekben is látszott, hogy a nedvességtartalma a vetésidővel egyetemben középen helyezkedik el az értékek között. A termésátlaga enne a kukoricának a legmagasabb, hiszen vetéskor itt voltak a legkedvezőbbek a környezeti adottságok.

A **kései vetéssel** kiküszöbölhető a hidegstressz a csírázáskor. A vetés kitolásával csökkentjük a tenyészidőt, ami miatt a nedvességleadásra nem marad elég ideje a kukoricának, így ez lesz a legvizesebb. A termésátlagot figyelembe véve azonban optimálisabbnak bizonyul a kései vetés a koraival szemben, hiszen ezzel magasabb termést lehet elérni a hidegstressz kiküszöbölésével. Egy meleg, száraz tavasz esetében, ami folytatódik egy meleg száraz nyárral a kései vetés nagy hátrányból indul, hiszen a vetés idejére már sok csapadék elpárolgott a földből, amit a kukorica felvehetett volna. (Gajdos Éva és munkatársai, 2013)

A vetésidő a kukorica termesztésben egy lényeges kérdés, amelyre kutatást végeztek el 2001-ben Hajduböszörményen és 2002-ben Debrecenben 10-10 kukorica hibriddel 3-3 vetésidőt alkalmazva: korai, optimális, kései.

A kutatás során megállapították, hogy a korai vetésű kukorica esetében a termés közel azonos a kései vetésű kukoricához képest. A döntő kérdés itt a szemnedvesség, amely a betárolásnál lesz kulcsfontosságú. A késői vetésű kukorica nagyobb termést adott, azonban a nedvességtartalma 4-10%-kal magasabb volt a korai, vagy az optimális vetésű kukoricához képest. A magas nedvességtartalom miatt a kukoricánk többlettermése tároláskor többletköltséggel is jár a szárítás miatt, amely így könnyedén kevesebb hasznot termel számunkra a szárítás árának függvényében. A vetés szempontjából tehát érdekesebb magasabb stressztűrő képességgel rendelkező kukorica hibrideket választunk, hogy a kukoricánk a száraz nyár közeledte előtt már

megfelelő gyökérzettel rendelkezzen, ami nagy segítség a terméskötődés időszakában. (Molnár Zsuzsa, 2003)

c. Gyomirtás/szabályozás

A kukorica gyomirtásában használunk mechanikai-, agrotechnikai- és vegyszeres gyomirtási műveleteket, amelyek együttesen adják a kukorica integrált növényvédelmét.

Az **agrotechnikai gyomirtás** alatt értjük a különböző munkafolyamatokat, mint a vetés, talajművelés és vetésforgó, amelyeknek az okszerű használatával a gyomok ellen hatékonyan tudunk védekezni. A talajelőkészítés során figyelembe kell vennünk a talaj összetételét, nedvességi állapotát, gyom fedettségét, ezenfelül az előveteményt. Egy őszebúza tarló esetében, amely korán lekerült lehetőségünk van lazításra, amellyel csírázásra készítjük a T-4-es életformájú gyomnövényeket. Az ezáltal fejlődésnek induló gyomállományt a későbbiekben tarlóápolási munkákkal, akár többször is van lehetőségünk megszüntetni az ősziig. A szártarackos növények (G1) esetében a gyökérzetet célszerű lenne minél jobban eldarabolni, amely tárcsával könnyedén megvalósítható. Az így újra kihajtásra készített gyomokat mélyre kell forgatni az őszi folyamán, ennek következtében azok jelentős tápanyagraktárakat veszítenek el és ezzel a túlélésre csekély eséllyel rendelkeznek. A gyökértarackos G3-as gyomnövényekkel fertőzött területen a lehetőségeink korlátozottabbak. Itt a legjobb korlátozó hatást az őszi végzendő mélyszántásnak tudhatjuk be. Ez a gyomszabályozó hatás volt látható a mezei acat és az apró szulák esetében is, melyeknek száma így jelentősen csökkent. A T1-es és T2-es gyomnövények csírázásnak indulnak a korábban végzett őszi mélyszántásnak köszönhetően, amelyek tavasszal a szántás elmunkálásával kiirthatóak. A szántás elmunkálása után csírázásnak indulnak a T2-es és T3-as gyomnövények, amelyeknek gyomirtása megtörténik a vetőágy elkészítése során. A redukált talajművelési rendszerekben a gyommagkészletet kevésbé tudjuk szabályozni, hiszen az a talaj felső 5-10cm-es rétegében található meg. A redukált művelésnek köszönhetően a talajfelszínen a szármaradványok száma is megnövekszik, amelynek következménye az, hogy bizonyos vegyszerek nem tudnak a talajfelszínre megfelelően bejutni, hiszen a fentmaradó szármaradványok felfogják és gátolják a megfelelő hatás kifejtésében. A vetésforgó alkalmazásával viszont csökkenthető a gyomkultúra, amely során a kultúrák változtatásával mindig más technológiát alkalmazunk így ezzel különböző gyomnövények számát csökkentjük.

A kukorica **mechanikai gyomirtása** általánosságban a sorközművelő kultivátorokkal valósítható meg. A sorközművelő kultivátornak a szerepe manapság egyre nagyobb a bio termesztés, illetve a herbicidek visszaszorulásának köszönhetően. A herbicidek visszaszorulása

alatt értjük, hogy egyre kevesebb szer használható, illetve a használati költségük is elég magas. A kultivátoros megmunkálással egyidejűleg kijuttathatóak különböző műtrágya keverékek, ezenfelül a vízmegtartó képesség javítása sem elhanyagolható a felső réteg művelésével.

A **vegyszeres gyomirtás** is nagy jelentőséggel bír, hiszen egyre több a gyomnövényekkel fertőzött terület, amelynek gyomirtására nem marad más megoldás. A vegyszeres gyomirtás három különböző időintervallumban történhet: vetés előtt (**presowing**); vetés után, de kelés előtt (**preemergens**); kelés után, állománykezelésre (**posztemergens**). A legáltalánosabb a pre- és posztemergens vegyszeres kezelés. A preemergens kezelésnél viszont nagy kérdés lehet a csapadék megléte, amelynek esetleges elmaradása esetén a szer nem fejti ki hatását. Ennek megelőzésére használhatjuk a presowing vegyszeres kezelést, azonban itt a talajba juttatásra kell odafigyelni, mivel napfény hatására elbomlanak. A presowing módszer nem olyan általános, inkább a vetőmagelőállításban veszik hasznát. A posztemergens kezelés az eddig végzett gyomirtási műveleteknek a korrigálására használatos, amely egészen addig végezhető, ameddig a vegyszer be tud jutni a levélzet alá, vagy pedig biztonsággal elvégezhető a kukorica szárának eltörése nélkül. Jelentős előnye van az évelő gyomnövényeknél a többi módszerrel szemben, mivel szinte csak ezzel lehet a kívánt hatást elérni. (Hunyadi Károly és munkatársai, 2000)

A Georgikon kar keretein belül 1972 óta folyó talajművelési mód tartamkísérlet során végeztek **gyomfelvételezést** 2002 nyarán. A gyomfelvételezés során megállapították, hogy a hagyományos szántásos művelési módban a legkisebb a gyomborításnak a mértéke, ezenfelül ennek a legmagasabb a szemtermése. A legmagasabb gyomborítottságot a minimális talajművelési rendszerben vételezték fel, illetve ennek volt a legkisebb a szemtermése is. A kísérlet során azt figyelték meg, hogy a G3-as növények szabályozására a mélyszántásos módszer a leghatékonyabb, míg a G1-es növényeket a mélyszántásos és a tárcsás művelés is jól tudja kezelni.

Ez arra enged következtetni, hogy a minimális művelés következtében a gyommagkészlet a talaj felső 5-10centiméteres rétegében helyezkedik el, ami ennek következtében a számára tetszőleges időpontban tud csírázni, majd ezáltal maximális gyomborítást előidézni. A hagyományos forgatásos talajművelési rendszerben a talajt többször is mozgatjuk egy évben: tarlóhántás, őszi mélyszántás, vetőágy előkészítés, sorközművelés. A munkaműveletek különböző időpontokban, illetve különböző mélységben történnek. Az egymás után következő több műveletnek köszönhetően folyamatosan készítjük a gyomokat kelésre, majd a következő művelettel elpusztítjuk azokat, illetve a gyommagok mélyebbre is kerülnek egy őszi mélyszántás következtében, ahol nem tudnak csírázni. Ebből kifolyólag a hagyományos művelési móddal a gyommagkészlet és gyomborítás mértéke jobban kézben tartható. (Plézer Ágnes, 2003)

d. Aszály hatása a kukorica virágzására

A **kukorica aszálytűrését** vizsgálták 2011 és 2012-ben Martonvásáron, ahol a legfőbb szempont, amire figyeltek, a kukorica virágzási idejében bekövetkező változások és ennek a hatása a termésre vonatkozóan. Mindkét év nyara rendkívül szélsőségesnek mondható be, hiszen virágzáskor és szemtelítődéskor is aszály volt. A kísérletben volt kontroll parcella is, amelyet ezekben az időszakokban öntöztek, hogy ezzel egy kedvező csapadékelátású évet szimuláljanak.

A kísérletben megállapították, hogy a **szárazság hatására a proterandria mértéke növekszik**, amely a termékenyülést megnehezíti, hiszen kevesebb esélye van a címernek sikeresen beporoznia a bibeszálakat. A proterandria a különböző hibrideknél más mértékben mutatkozott meg, de mindegyiknél megnyúlt ennek az időszaka. Ennek következtében a betakarítható szemtermés mennyisége csökkent, mivel negatív korrelációban van a proterandria és betakarítható szemmennyiség egymással. A kialakuló kukoricacsövek mérete csökkent, kevesebb szem termékenyült meg rajtuk, azonban a szemtelítődés minden esetben befejeződött, amely az ezerszemtömegben megegyező mérési eredményekben mutatkozott meg. A kontroll parcellákéhoz képest a nem öntözött területeken kialakuló kukoricacsövek mérete 2-3centiméterrel kisebb lett, illetve a nem termékenyült csőhossz mérete is nagyobb volt arányaiban, ami magával hozta a csővenkénti szemszám csökkenését is. A szemnedvesség területén nem voltak kiemelkedő eltérések, a különbségeket inkább a más-más tenyészidejű hibridek között lehetett észrevenni. A korszerű kukoricahibrideknél a proterandria mértéke kisebb a régi hibridekéhez képest. A kukoricafajták szelekcióját tehát érdekesebb aszályos évjáratban elvégezni, amennyiben a proterandria mértékét kívánjuk javítani. A kísérlet során tehát megfigyelték, hogy az aszály a termés mennyiségét a virágzáskon keresztül nagy mértékben befolyásolja, azaz csökkenti. (Spitkó Tamás és munkatársai, 2013; Spitkó Tamás és munkatársai 2014)

A növénytermesztésben az egyik legbefolyásolóbb tényező az abiotikus hatás, melynek elemeit nem tudjuk befolyásolni. Az aszály megelőzésére az öntözés lenne az egyetlen lehetséges módszer, ez azonban az összes mezőgazdasági területnek csak egy minimális hányadán valósítható meg. Tehát a probléma továbbra is fentáll, emiatt a mai növénynemesítés egyik legfőbb szempontja, hogy a növényeknek a stressztűrő képessége minél jobb legyen. A stressztűrő képesség lényeges szempont, hiszen ennek javulásával a növényeknél negatív abiotikus behatás esetén a termés kiesés minimalizálható. Emiatt Martonvásáron 2013-ban 89 genotípusnak vizsgálták a **termésmennyiségének és a klorofilltartalmának az összefüggéseit**.

A növények számára nem megfelelő vízellátás, illetve az aszályos időszakok, amik általában a virágzás és a szemtelítődés időpontjában vannak a leveleknek a korai elöregedését hozzák magukkal. A leveleknek a klorofill tartalma meghatározza a növények fotoszintetikus aktivitását, tápanyag ellátottságuknak a mértékét, stressz toleranciájukat és az öregedési állapotukat.

A vizsgált hibrideknek több, mint a felénél 30%-nál kevesebb volt a termésveszteség az aszály következtében, ami a nemesítés során a magas szelekciós nyomásra enged következtetni a szárazságtűrés szempontjából. Az aszály esetén 30%-nál nagyobb terméskieséssel rendelkezők esetében a klorofill tartalom folyamatos csökkenése tapasztalható, azonban ezek a fajták öntözött körülmények esetén nagyobb termésátlagot produkáltak a szárazságot tűrő társaikkal ellentétben. Öntözött körülmények között ezek a fajták a klorofill szintjüket megőrizték, illetve hosszabb ideig megőrizték leveleik épségét a szárazságot tűrő fajtákkal szemben. A szárazságot toleráló fajták emiatt kisebb termésátlaggal rendelkeznek optimális vízellátottság mellett és leveleik is előbb kezdenek öregedni a nagyobb termésű fajtákkal ellentétben. Az aszályt jobban toleráló fajták száraz idő esetén klorofill szintjüket megőrzik, sőt klorofill szintjük emelkedést is mutat, amely a termésmennyiségüknek csak a minimális csökkenésében mutatkozik meg betakarításkor. A kísérlet alapján az utóbbi aszályos évek következtében érdemes a kisebb termésátlaggal rendelkező hibrideket választani öntözetlen területek esetében a biztosabb termésátlag elérése érdekében. (Nagy Zoltán és munkatársai, 2014)

e. A kukorica N-, P- és K-reakciója

A Martonvásáron végzett kukorica-búza dikultúrás tartamkísérletben a **3 fő makroelem** hatását vizsgálták a termésmennyiségre nézve, amelyet erdőmaradványos csernozjom talajon végeztek el. Különböző kombinációkban kaptak a parcellák NPK műtrágyát: 0, NP, NK, PK, NPK.

A **nátriumot** tekintve mindegyik esetben kimutatható volt a termésnövelő hatás előveteménytől függetlenül, amikor szignifikánsan bizonyítható volt a műtrágyák pozitív hatása, azonban a nagyobb termésnövelő hatást kukorica elővetemény esetén mutatta.

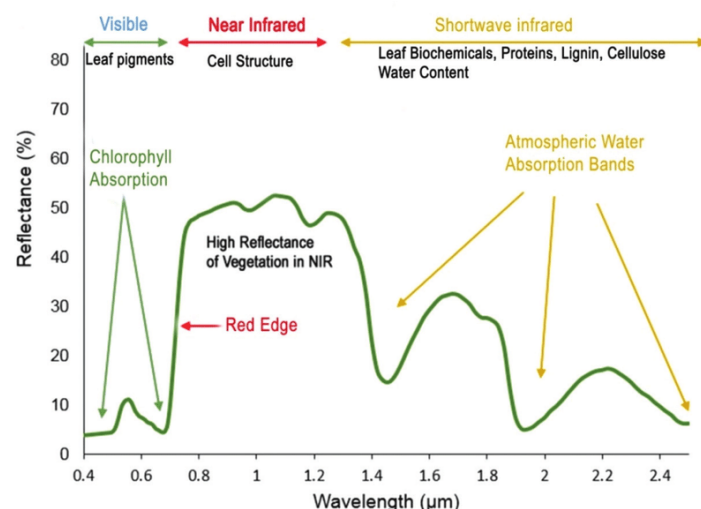
A **foszfor és kálium** tekintetében azonban koránt sem ilyen egyszerű a termésfokozás és termésbiztonság növelő hatás, mivel ezt az elővetemény és az évjáráthatás is nagyban befolyásolja. Az aszályos években a makroelemeknek nem volt bizonyítható termésnövelő hatása a kukoricára nézve búza elővetemény után, azonban kukorica elővetemény esetén kimutatható volt. Ugyancsak búza elővetemény után azonban, megfelelő csapadékellátottságú tenyészidőszakban a kukoricán bizonyítható volt a makroelemek pozitív hatása a kontroll parcellákkal szemben, ebből

természetesen a nitrogén növelte a termést legnagyobb mértékben. Azonban amikor az elővetemény kukorica volt és a csapadék ellátás is megfelelő volt a tenyészidőszakban, akkor a nitrogén termésnövelő hatása volt csak szignifikánsan kimutatható. Az NPK-kombinációk hatásai közül természetesen a legjobb hatást az NPK műtrágya érte el. A kálium termésnövelő hatása az egész tartamkísérlet alatt átlagos értéket mutatott, ahogyan ez a nitrogénnél is megfigyelhető volt. A foszfort tekintve azonban ez a termésnövelő hatás alul maradt a tartamkísérlet utóbbi éveiben.

A kísérletből összeségében levonható, hogyha mindhárom makroelemet használjuk, akkor ezzel aszályos évben termésstabilizációt érünk el. Egy csapadékos tenyészidőszakban kukorica elővetemény esetén a három makroelem közül csak a nitrogén pozitív hatása mutatható ki, ezzel szemben egy búza elővetemény esetén mindhárom makroelem pozitív hatással lesz a termésünkre. **A tenyészidőszakban leeső csapadék mennyiségét azonban nem látjuk előre, emiatt célszerű mindhárom makroelemet kijuttatni a növény számára,** ezzel megelőzve a csökkent stressztűrő képességet, amelyből kevesebb termés is várható, mindazonáltal nem a növényt tápláljuk, hanem a földet. (Árendás Tamás és munkatársai, 2013)

f. Távérzékelési módszerek

A növénytermesztés szempontjából a víz rendkívül fontos, hiszen nem megfelelő vízellátás következtében a növényünk vízstressz hatása alá kerül. A vízstressz megnyilvánulása érzékelhető akár műholdak segítségével is, mint például a leveleknek a hervadása és a biomassa tömegének csökkenése, amelyek aztán a termésmennyiség csökkenéséhez vezetnek. Ezeknek a változásoknak a nyomon követésére műholdas mérések során különböző indexeket alkalmazhatunk, amelyek közvetlen a talaj változásait mutatják. A mi esetünkben a vegetációs indexek a lényegesebbek, amik a növényeket célozzák közvetlenül. Indexek alatt nem az eredeti sávértékeket értjük, hanem több



1. ábra Növények reflektanciája Forrás: Roman A. ábrája (2016)

sávnak a különböző függvényeit használjuk, amellyel így pontosítjuk az osztályozandó adatainkat. A mérések során a reflektancia, azaz adott felszínre belépő, majd az adott felületről visszavert energiának a hányadosát mutatja meg %-ban egy adott hullámhosszon. A távérzékelési módszerek közül a műholdaknak a felbontása jelentősen kisebb 20 méter x 20 méter, legfeljebb 10 méter x 10 méter, amik mindenki számára elérhetőek és használható adatokkal rendelkeznek, azonban itt a felhőborítottság bezavarhat a mérés elvégzésben. Ezzel szemben a drónok által használt multispektrális kameráknak a felbontása 1-2 négyzetcentiméter, amely során sokkal részletesebb képet kapunk a terület állapotáról. A távérzékelési módszereknek a nagy előnye, hogy az egész táblánkról kapunk képet, amely sokkal hasznosabb a területek heterogenitása miatt, mint a közvetlen kézi mérések, amelyek ugyan rendkívül pontosak, ennek ellenére azonban a táblának csak egy adott pontjára értendők.

A kísérlet szempontjából a vegetációs indexek közül az NDRE (Normalized Difference Red Edge Index) vegetációs index a leglényegesebb számunkra, amely jelen esetben a kukoricának az egészségügyi állapotára mutat rá, illetve a nitrogénfelvétel megmutatására. Az NDVI vegetációs index a betakarításhoz közeledve egyre pontatlanabb képet ad számunkra, mivel a növény klorofill tartalmát mutatja, illetve a lombkorona sűrűségét, amely nem mérhető számunkra. A normalizált vörös él index a közeli infravörös (NIR) és vörös él (RedEdge) sávból számítható az alábbi képlet segítségével: $(\text{NIR} - \text{RedEdge}) / (\text{NIR} + \text{RedEdge})$. A növényzet reflektanciája NIR, illetve a RedEdge sávszélességen látható az ábrán (1. ábra). A növények a zöld fényt verik vissza legnagyobb mértékben, ami miatt zöldnek látszanak az emberi szem számára látható hullámhosszon. A NIR azonban csak 40-60%-ban verődik vissza az egészséges levelekről. A NIR különböző mértékű visszaverődéséből következtethetünk a növény betegségeire, mint például a klorofill szint csökkenése vagy a levél hervadása. (Verőné Wojtaszek M. és munkatársai, 2020; Roman A., Ursu T., 2016)

„Összességében elmondható, hogy a műholdalapú vegetációs indexek felhasználhatók a táblán belüli heterogenitás vizsgálatára, mind a látható mind az infra spektrum adatainak felhasználásával. A felvételek jól mutatják a növényzet egészségi állapotát, a hozamtérkép felhasználása azonban sokat javíthat ezen felvételek értelmezésén. A műholdfelvételen megjelenő magas vegetációs index értékű egészséges növényállomány egy gyomfoltot is jelenthet, ahol viszont a hozamtérkép alacsony termésátlagot mutat.” (Ragán P. és munkatársai, 2021)

3. Anyag és módszer

A kísérletet Törökkoppányban végeztem a családi gazdaságunkban 2022-ben, az alábbi helyrajzi számú területeken: 0147/4, 0147/5. A kísérletem alanya a kukorica. A kukoricának az

előveteménye őszi búza volt. A gabona tarló egész területén mélylazításra került sor 45 centiméter mélyen 2021 nyarán egy öt késes és ékgyűrűs tömörítő hengerrel rendelkező Jyma mélylazítóval és Challenger MT565B típusú erőgéppel. A területen végzett mélylazítás hosszirányba történt. A lazítás közvetlenül az őszi búza betakarítása után július második felében volt.

A kísérletet megelőzően **2020-ban készült kötelező talajvizsgálat az Eurofins Minerág Kft-nél**, ennek alapján történt a tápanyagutánpótlás a parcellákon. A vizsgálat során az alábbi fő jellemzőket állapították meg, amelyek az alábbi ábrán láthatók (1. táblázat). A talajvizsgálat szerint a talaj fizikai félesége **homokos vályog**. Ph értéke alapján gyengén lúgos talajnak számít, kötöttségét tekintve közepesen kötött, CaCO₃ tartalmát vizsgálva meszes talajnak minősül, só tartalma minimális. A humusz tartalmát nézve közepesen ellátott homokos vályogtalaj. A talaj jellemzőit elemezve megállapítható, hogy **foszfor túlzott mennyiségben található benne**, emiatt a kísérletben a foszfor tartalmú műtrágyák használatát nem tartottam relevánsnak. Kálium tartalmát tekintve közepes ellátottsággal rendelkezik a talaj, emiatt a

pH (KCl)	K _A	CaCO ₃ (%)	Összes só (%)	Humusz (%)	AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)	AL-K ₂ O (mg/kg)	NO ₃ (mg/kg)
7,47	34	7	0,02	1,1	468	135	4,5

1. táblázat A kísérlet előtti talajvizsgálati adatok Forrás: saját adatok (2020)

kísérletben a kálium kijuttatása indokolt volt, hogy a növények számára ne jelentsen korlátozó tényezőt. A nitrát tartalma a termőterületnek igen gyenge, ami miatt a nitrogén műtrágyázás nagyobb dózisban történt, méghozzá kétszeri kijuttatásban.

A területet a mélylazítás után **négy parcellára osztottam fel: A1, A2, F1, F2**. A föld 2,45 hektár területű, illetve 150méter x 163méter oldal hosszúságú. Ezt osztottam fel **30 m széles és 120 m hosszú** parcellákra. Az őszi folyamán **október 15-én az A1 és A2-es parcellák kaptak 60%-os kálisót**, 240 kg/ha mennyiségben egy AMAZON Z-AM 1500 típusú műtrágyaszóróval 24 méteres szórási távolsággal, amit egy CaseIH MX135 típusú erőgép hajtott. A kálisó kijuttatása után az **A1 és F1-es területen mélyszántás** történt 32-34 centiméteres mélységben és 42 cm fogásszélességgel egy négy fejes Vogel&Noot váltvaforgató ekével, ami előhántóval és résezett ekefejekkel rendelkezik a könnyebb haladás érdekében. Az **A2 és F2-es parcellákon ősszel csak kultivátorozás** történt 13-15 cm mélységben egy Lemken Karat 9/300 típusú kultivátorral 12cm széles szárnyas késekkel és mögötte ékgyűrűs hengerrel a tömörítés egy menetben. Az alapműveléshez szükséges munkaeszközöket mindkét esetben egy Challenger MT565B típusú

erőgép húzta. Így az A1 és A2-es parcellákon a kálisó bedolgozása mélyebbre történt az alapműveléssel, mint az tavasszal fog történni a vetőágy előkészítésnél.

Az őszi mélyszántott parcellákon a fagyok múltával **február végén szántáselmunkálás** következett, amelynek az eszköze egy 5,4 m széles, spring-board simító lemezzel és cambridge hengerrel szerelt He-Va Tip Roller volt. A **kultivátorozott területeken nem történt elmunkálás**, mivel a munkaeszközre szerelt ékgyűrűs henger lezárta a talajfelszínt. A szántáselmunkálás után várakozás vette kezdetét, hogy a kukorica vetés számára megfelelő legyen a talajhőmérséklet és -nedvesség. A vetés kezdete előtt a parcellákon **április 18-án megkezdődött a műtrágyák kiszórása**. Ennek során kijuttatásra került a **60%-os kálisó, ami az F1 és F2-es parcellákra** a másik két parcellával megegyező mennyiségben került kiszórásra **tavasszal**. Közvetlenül **kálisó kijuttatása után** egyből kiszórásra került a **34% nitrogén tartalmú ammónium-nitrát** is, amelyből **4,7q/ha volt az alaptrágyázás adagja minden parcellára** nézve. A műtrágyák bedolgozását a **vetőágy elkészítése követte április 19-én**. Egy Kongskilde 3055 VibroMaster típusú 5,5 méter széles kombinátorral 10 centiméteres mélységben, amely mögött dupla sor pálcás henger található. A vetőágy előkészítés Challenger MT565B típusú erőgéppel történt. A kombinátorral mind a 4 parcella megművelésre került, amely során a tavasszal kijuttatott műtrágyák sekélyebbre kerültek bekeverésre, mint az őszi műtrágya adagok. A vetést követően esőzés jött, ami miatt a talajnedvesség olyan mértékben megemelkedett, hogy vetésre nem volt lehetőség.

A **kukorica vetésére kedvező talajfeltételek mellett május 1-én** volt lehetőségünk. A vetés Monosem NG Plus 6 típusú vetőgéppel + Massey Fergusson 5435 erőgéppel történt 75 cm sortávolsággal, ~19 cm tőtávolsággal és 70000 szem/ha mennyiségben. A vetés során **Dekalb 4709-es** típusú kukoricahibridet használtunk. A kukorica vetőmag mellé starter műtrágyát is juttattunk ki 20kg/ha mennyiségben, amelynek típusa Super Start N:P 10:35 +2% MgO + 5% S + 2% Zn.

A vetést **május 22-én**, a kukoricának 4-5 leveles állapotában egy **posztemergens gyomirtó kezelés követte**. A gyomirtást Meso Trio nevű herbiciddel végeztük 300l víz és 6dl gyomirtószer/ha dózissal. A szer hatóanyagai: dikamba, nikoszulfuron, mezotrion. A permetezés egy Amazone UF 1201-es függesztett permetezővel történt, amelynek a szórókerete 15 méter széles. A permetezőgépet a Massey Fergusson 5435 típusú erőgéppel használtuk.

A permetezést, amikor a gyom állomány már elszáradt egy sorközművelés követte. A **sorközművelést június 18-án** egy Monosem SuperCrop SCD 6 típusú, soronként 5 kapával rendelkező sorközművelő kultivátorral végeztük, amit a Massey Fergusson 5435 típusú erőgép

húzott. A sorközműveléssel együtt 75 kg/ha mennyiségben 34%-os ammónium-nitrát típusú műtrágya is lett kijuttatva mind a négy parcellára. Az állomány ettől az időszaktól kezdve aratásig nem kapott semmilyen kezelést.

A tenyészidőszak alatt méréseket végeztem, melyhez mindegyik esetben mind a négy parcellán, a parcella különböző részein levő 15-15 db növényt választottam ki. Július 22-én **magasság mérést végeztem. A növényeket** a földfelszíntől a címer tetejéig mértem mérőszalag segítségével. Augusztus 6-án a növények szárait a földfelszín felett elvágtam, majd **megmértem a nedvestömegüket**. A mérések hitelesített mérlegen történtek 2 tizedesjegy pontossáig. A nedves tömeg lemérése után nyitott zsákban tovább tároltam a megfelelő száradás és penészedés elkerülése érdekében (2. ábra)

Október 22-én a **száraztömeg visszamérése** került sor. A száraztömeg visszaméréshez ugyanazt a hitelesített mérleget használtam, mint a nedvestömeg méréséhez.

Az **aratás november 2-án** zajlott le problémamentesen egy Claas Lexion 540 típusú betakarítógéppel és egy 6 soros Geringhoff kukorica adapterrel. A munka során a szármaradványok szecskázva lettek. A betakarítás során készült hozamtérkép, amelyből a relevánsnak tartott információkat le lehet olvasni, mind a termésmennyiséget, mind pedig a szemnedvességet is. Az adatok leolvasásához a NextFarmingPro alkalmazást használtuk.

A betakarítás során vettem **szemmintát mindegyik parcelláról**. A mintákat FOSS



2. ábra Kukoricaszár szárítása Forrás: saját kép (2022)



3. ábra Penetrologger Forrás: saját kép (2022)

NIRS DS2500F takarmány analízátor segítségével vizsgálták meg. A mérések a közeli infravörös (NIR) közeli transzmissziós technológia segítségével készültek, amely során a szemek ledarálására sincsen szükség. A gép a fénynek az abszorpciója (kukoricaszemeket megvilágító monokromátor által kibocsátott közeli infravörös sáv szélességű fény a szemeket megvilágítva milyen mértékben

változik meg, ameddig eljut a fénydetektorhoz) alapján számolja a mutatókat. A vizsgálatok során az alábbi mutatókat vizsgálták: **fehérje, szemnedvesség, zsír, keményítő, nyersrost és hamu.**

A kísérlet során **három alkalommal végeztem talajtömörödöttség vizsgálatot penetrométerrel (3. ábra).** A penetrométer az egyik leggyakrabban alkalmazott eszköz, amellyel a talaj tömörödöttségét vizsgálják. Az eszköz a talajnak a nyomó- és nyírószilárdságát méri. A talajtömörödöttséget nagy mértékben befolyásolja annak nedvességi állapota is, amely miatt például a nyári hónapokban kiszáradt talajt nem is lehet mérni, mivel az eszköz nem képes lehatolni a száraz talajba. A penetrométer, amit a mérésekhez használtam Eijkelkamp Penetrologger típusú. A mérések során 80 cm mélységig vizsgáltam a talajszelvényt egy 1cm²-es felületű és 60°-ban csiszolt hegyű pálcával a gép segítségével. A mérési sebesség 2cm/mp volt, amivel végrehajtottam a 80 cm mély mérést. Minden parcellában 20 mérést végeztem, amely során a parcella különböző részein vettem mintákat. Az első mérés a **szántáselmunkálást megelőzően** történt január 30-án a téli fagyok elmúltával, amelynek célja az volt, hogy megtudjuk, az őszi alapművelés óta milyen változások történtek a két különböző művelési módban. A második mérés a **kukorica vetése előtt** történt, a vetőágy elkészítése után. A harmadik mérést a kukorica **betakarítása után** végeztem, még az őszi talajmunkák előtt, hogy látni lehessen a 4 parcella közti különbséget, amely kialakulhatott az 1 év alatt. (Rátonyi T. és munkatársai, 2007)

Talajminta vételezésre a kísérletet követő évben **2023 április 15-én** került sor. A talajmintavétel parcellánként történt 15 különböző pontról 15 centiméteres mélységben, majd utána került összekeverésre.



4. ábra Olsen féle foszfor meghatározás Forrás: saját kép (2023)



5. ábra Olsen féle foszfor meghatározás Forrás: saját kép (2023)

A 4 parcelláról vett talajmintákból az egyetemi laboratóriumban **Olsen módszerét használva vizsgálták** meg a talajból felhasználható **foszfor** mennyiségét (4., 5. ábra). Olsen módszere alapján a foszfort az alábbi kivonószerrel oldjuk: 0,5 n NaHCO₃, amelynek a pH értéke

8,5. Az arány 5 g talajt teszünk 100 mm kivonószerbe, amelyet 30 percen keresztül rázatunk. Az így kiváló ortofoszfát iont reagáltatjuk ammónium-molibdáttal és antimon-kálium-tartaráttal savas közegben. Az így keletkezett komplexet aszkorbinsavval kékre színezzük, majd ez a kék színű komplex 880 nm a fényelnyelés mennyiségéből, azaz abszorbancia mértékéből számolható ki az ortofoszfát mennyisége az adott mintában. (Olsen, S.R. és Sommers, 1982; Prokopy, W. R., 1995)

A talajmintákból további vizsgálatot végeztek az egyetemi laboratóriumban egy **Vario Macro Cube elemanalizátorral** (6., 7. ábra), amely segítségével a talajnak a C és N tartalma meghatározható. A gép tetején levő automata mintaadagolóba egyszerre akár 60 darab mintát is be tudunk helyezni, amelyeket működés közben újra lehet tölteni, mivel a gép sorban halad a mintákkal a köradagoló tálcán. Egy minta kiértékelése a gép számára 3-4 percet vesz igénybe, amely függ a minta típusától, elemtartalmától, tömegétől, az önoptimalizálás idejétől és az elemzési módtól is. A gép a mintát először magas hőmérsékleten oxigén jelenlétében égeti, amely során a mintából különböző gázok keletkeznek, amelyek ezután különböző csövekben adszorbeálódnak úgy, hogy a gép számára érzékelhető legyen a mennyiségük. Az érzékelt elem mennyiségeket a gép továbbítja a számítógépre, ahol az adatok leolvashatóak.



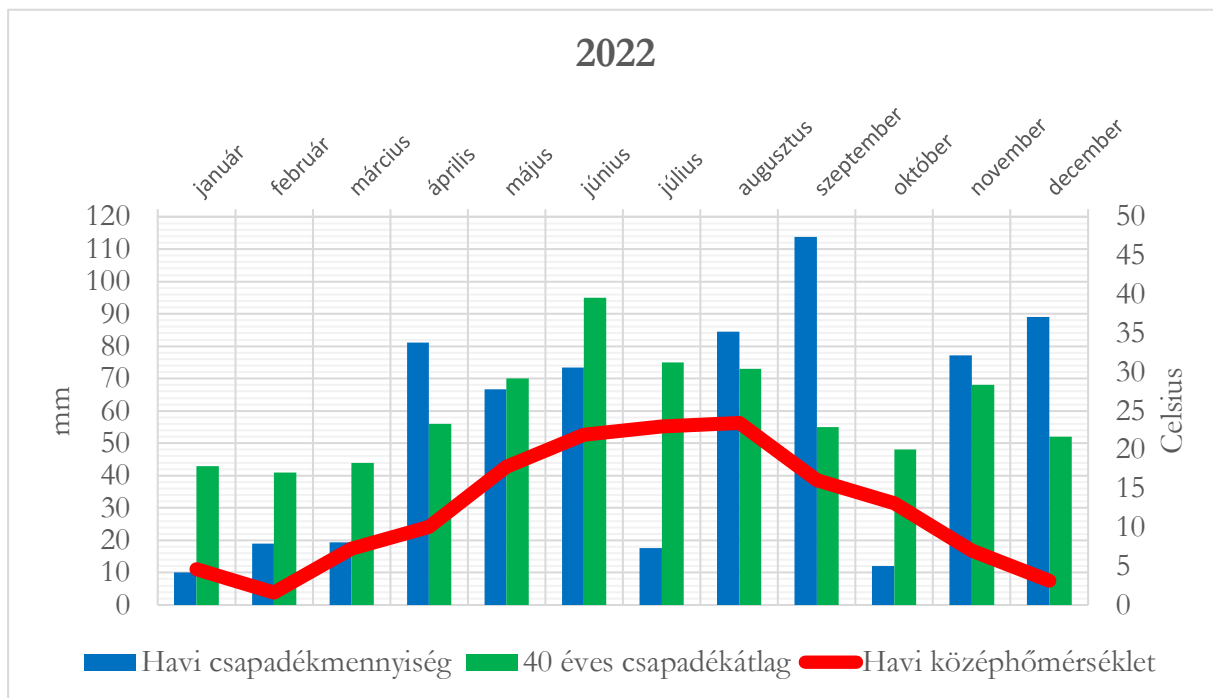
6. ábra Elemanalizátor Forrás: saját kép (2023)



7. ábra Elemanalizátor minták Forrás: saját kép (2023)

A talaj nitrogén, szén és foszfortartalmát megismerve már csak a **kálium tartalom mérése** volt vissza, amelyet az egyetemi laboratóriumban végeztek el egy **ammónium-laktát-ecetsavas** oldószer segítségével, amit aztán atomabszorpciós **spektrofotométerrel** vizsgáltak. Az ammónium-laktát-ecetsav oldószer önmagában nem képes minden talajtípusban megfelelő kálium szintet adni, emiatt szükséges még kiegészítő szereket is alkalmazni a talaj kálium szintjének pontos meghatározásához.

Az időjárás adatokat Törökkoppány külterületén elhelyezkedő időjárás mérő állomás alapján illusztráltam az alábbi táblázatban az excel segítségével. Az időjárás adatok gyűjtése során a 40 éves csapadékatlagot egy egyetemi jegyzetből gyűjtöttem ki. (Dr. Varha-Haszonits Z., 1999)



8. ábra Időjárás adatok Forrás: Dr. Varga-Haszonits Z. adatai feldolgozva (1999), saját adatok (2022)

Az időjárási adatokat megfigyelve látszik (8.ábra), hogy az elmúlt évtizedekhez képest a csapadék megoszlása jelentősen differenciáltabb, illetve mennyiségét tekintve kevesebb. Az éves csapadékmennyiség az elmúlt 40 éves átlag alapján 720 mm, ami 2022-ben a kísérlet évében mindössze ~660 mm, amely 9%-kal kevesebb. A differenciáltaságát tekintve például június 24-től augusztus 19-ig mindössze ~25 mm csapadék esett le, amely 56 nappal számolva napi 0,44 milliméternyi csapadékot jelentett. Ezt a napi csapadékmennyiséget összenézve a középhőmérséklettel könnyen következtethetünk arra, hogy naponta több csapadék párolgott el a talajból, mint amennyi csapadék hullott.

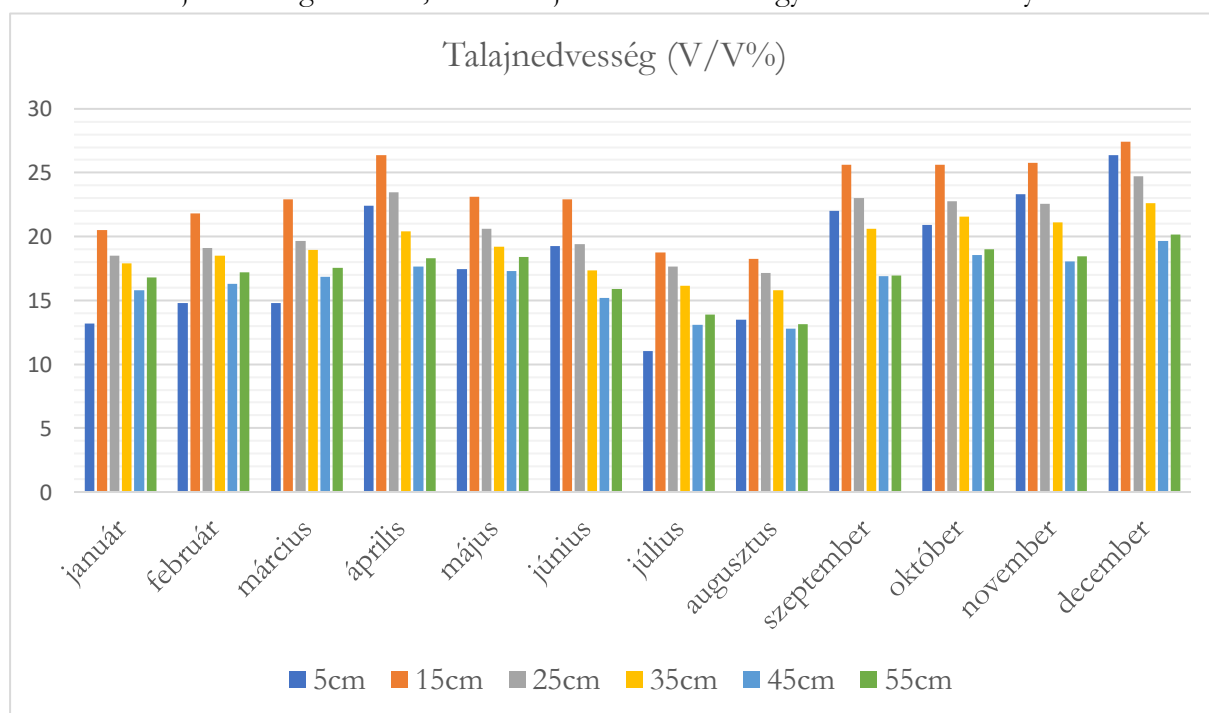
A tábla klorofill tartalmának vizsgálatára NDRE vegetációs indexet alkalmaztam, amelyet a QGIS 3.16.16. verziószámú szoftverrel készítettem el. A kivágatokat a betakarítógép hozamtérképe alapján készítettem, amely így rendkívül pontos. A vegetációs index színezése során egyszínű alszínű módszert alkalmaztam, amelyhez Greens színskálát használtam fel. A színezéshez azért a Greens színskálát használtam, mivel csak 0-1 közötti indexértékeket kaptam a parcellákon. A 0-1 közötti intervallumon öt szintet használtam elosztva egyenlő részekre, amely során a magasabb klorofill tartalom esetén mindig sötétebb árnyalat következett.

4. Eredmények és következtetések

a. Talajelőkészítés

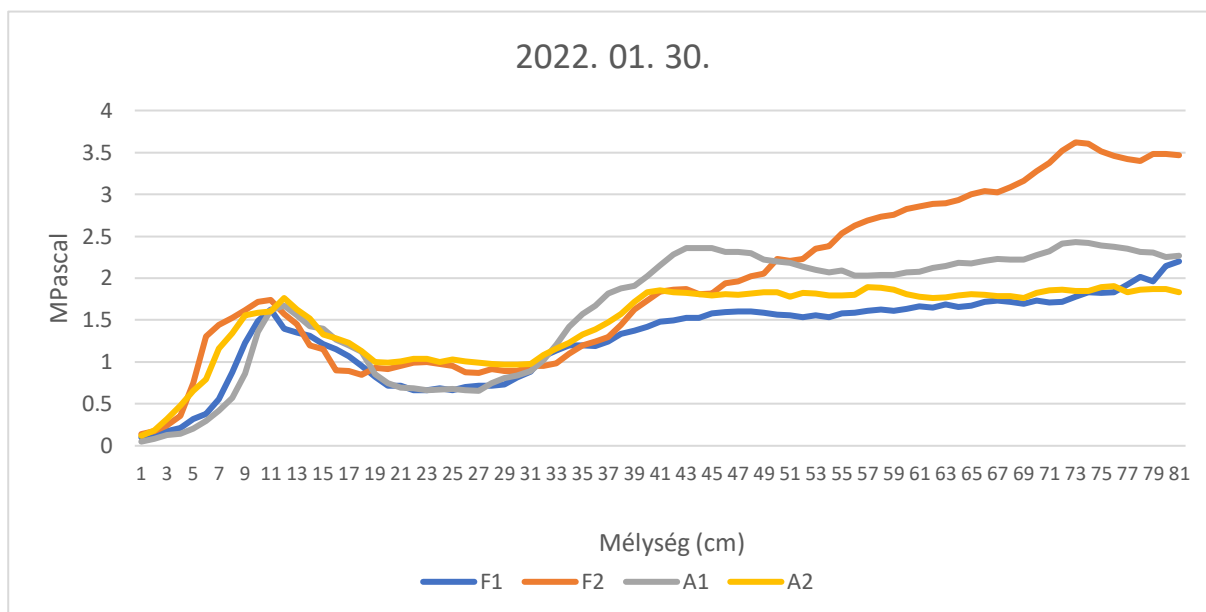
A 2021-es évben a kukorica korán lekerülő előveteménye, azaz búza után a parcellák mélylazítása megfelelő döntésnek bizonyult a vályogos-homok talajon, mivel az erodált termőréteg alatt a talajnak a megfelelő átmozgatása elengedhetetlennek tűnt a kukorica termesztés szempontjából. A nyári időjárást tekintve, hogy eső csak minimális mértékben szokott hullani a lazítás hengeres lezárásával, illetve a szármaradványok fenthagyásával a talajfelszín felső rétegének a vízvesztését minimalizáltuk.

A lazított talajnak köszönhetően az **őszi mélyszántás** során nem voltak nagy hantok, mivel a lazító azokat szétmorzsolta. A szántott területnek a tavaszi szántáselmunkálása azonban nagyobb negatívumokat rejtett magában, mint hasznot. 2021-ben ősszel volt csapadék, ami alatt így nem száradt a talaj, azonban a 2022-es év elején januártól februárig mindössze 29 mm csapadék esett le a szántáselmunkálásig. A kevés csapadék, az ősszel le nem zárt talajfelszín, illetve az enyhe tél a talajnak a párolgását hozta magával, aminek köszönhetően a talaj vízkészlete csökkent. A szántáselmunkálástól a vetésig, azaz februártól május 1-ig ~100 mm csapadék hullott, aminek köszönhetően a talaj felső rétegében talajnedvesség nagy mértékben növekedett a megelőző hónapokéhoz képest. A talaj felső 5 cm rétegében így a téli 13-15V/%-os talajnedvesség április végére már 23%-ra emelkedett(9.ábra). Ez a nagyobb mértékű esőzés azonban a mélyebben lévő talajrétegben kevésbé mutatkozott meg, hiszen a 35 cm talajmélységtől kezdve lefelé már nem is változott a talajnedvesség mértéke, ami a talajvízkészletének nagyobb mértékű hiányára utal.



9. ábra Talajnedvesség Forrás: saját adatok (2022)

A kultivátorral végzett talajművelés során a talajfelszín lezárása ékgyűrűs hengerrel, illetve a mulcsréteg fenthagyásának következtében a talaj párolgása csekély mértékű lett, még az enyhe telet is tekintve, hiszen megfelelő mértékben vissza lett tömörítve. A szántáshoz képest a kedvezőbb üzemanyagfelhasználás, illetve a talajnak a kisebb mértékű tömörítése is nagy előnyt jelent számunkra, ami a nagyobb munkaszélességből és a sekélyebb mélységű művelésből adódik. Az előbb említett szempontok pedig a föld kultúrállapotának megőrzése miatt lényeges, továbbá a költségek folyamatos növekedése miatt sem elhanyagolható szempont.

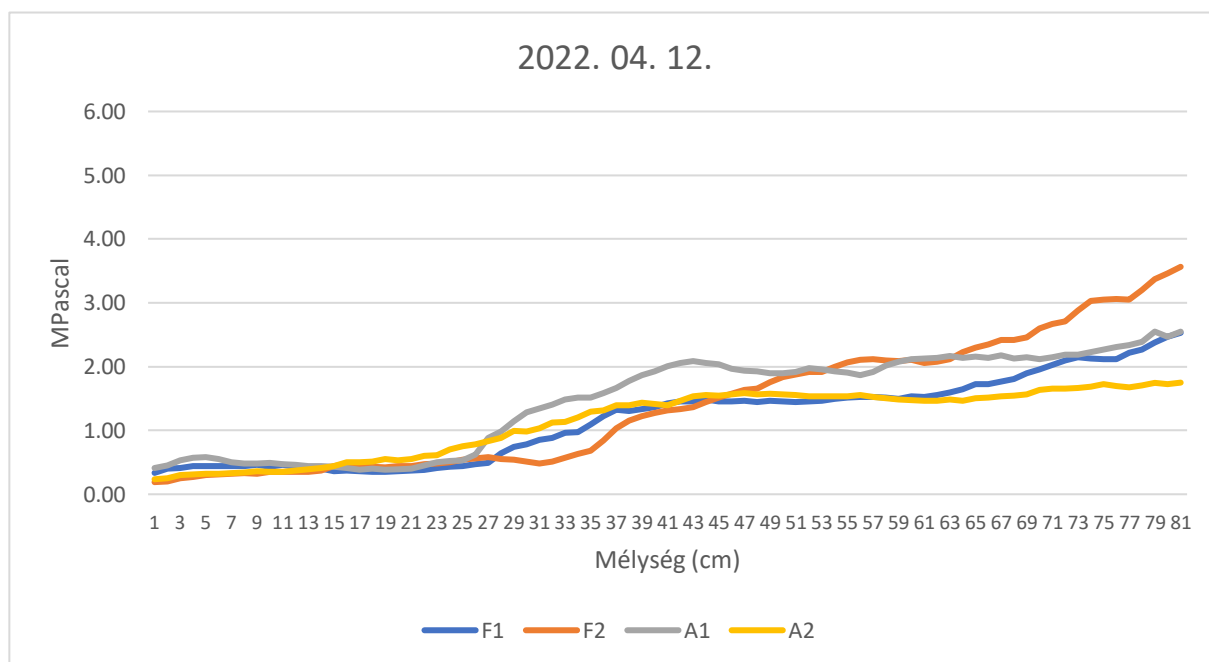


10. ábra 1. talajtömörödöttségi vizsgálat Forrás: saját adatok (2022)

A 2022. 01. 30-án végzett talajtömörödöttség vizsgálat eredményei (10. ábra), amelynek időpontjában az őszi talajművelés óta még nem történt semmilyen művelet. Az adatok elemzése során jól megfigyelhető, hogy az általunk művelésben tartott talajréteg tömörödöttségi szintjei közel azonosak. Az F2-es parcellán látható egy nagyobb talajtömörödöttségi szint, amely 50 centiméteres mélységtől kezd növekedni 2 MPascal-ról 3,5 MPascal-ig. Ennek az oka független a műveléstől, mivel ez a talajnak a sajátossága az adott parcellában, de ez a művelt réteg összehasonlításába számunkra nem releváns. A mérés során jól megfigyelhető 10-12 cm mélységben egy tömörebb talajréteg a szántott, illetve a kultivátorozott parcellákon is. Ennek az oka az alacsony talajhőmérséklet, ami abban az időszakban 0-1°C körül alakult, emiatt a talaj keményebb volt ezen a részen. Különbséggént megfigyelhetjük, hogy az A2 és F2-es parcellák, amik kultivátorozva lettek, sekélyebben is fagyközeli állapotban voltak már 5-7 cm mélységben is. Az sekélyebb fagyás az egyenletesebb talajfelszín miatt volt lehetséges, hiszen a szántott parcellákon A1, F1 különböző magasságú barázdaszeletek voltak, amiken a fagyás mélyebben alakult

ki. 40 cm mélységnél, amikor a talajművelési mélység végét érjük el, akkor a talaj tömörödöttségét tekintve beáll egy általános szint 1,5-2 MPascal között, amiben szerepet játszik az optimálisnál alacsonyabb talajnedvesség tartalom.

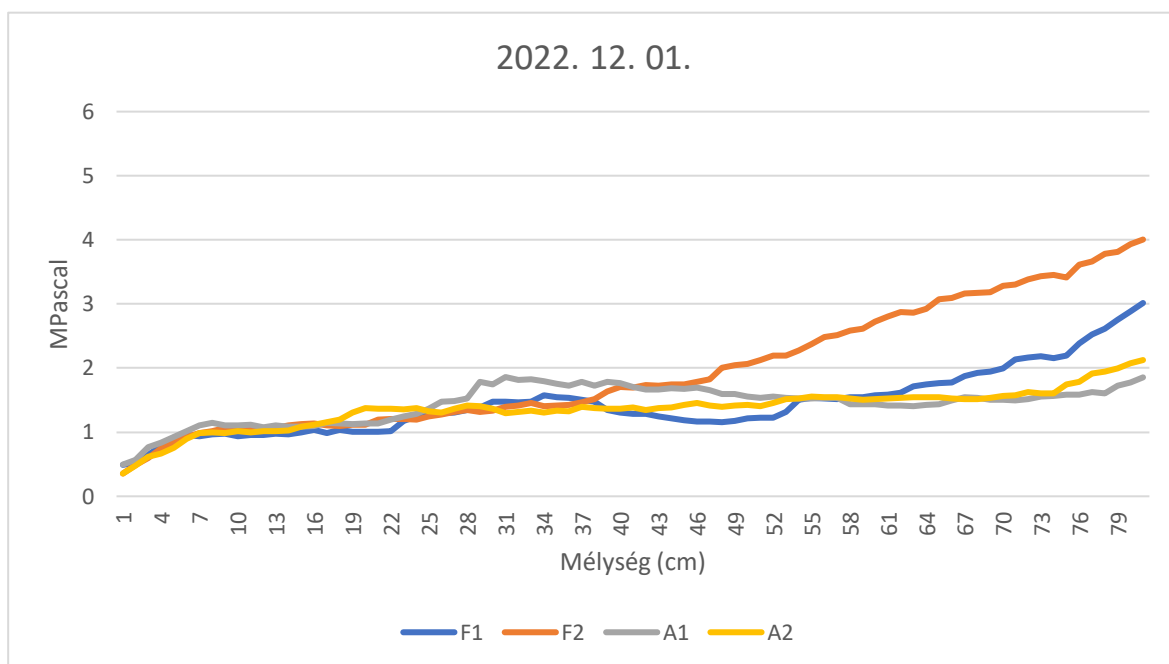
Az előző mérés óta eltelt idő alatt az A2 és F2-es parcellákon nem történt semmilyen művelet, azonban az A1 és F1-es parcellákon megtörtént a szántáselmunkálás február végén. A



11. ábra 2. Talajtömörödöttségi vizsgálat Forrás: saját adatok (2022)

fagyok múltával a talajhőmérséklet ilyenkor már 8-9°C közötti hőmérsékleten alakult 5-55 cm mélységig nézve. Ennek következtében eltűnt a fagyos réteg 10 cm mélységnél (11. ábra). 10 centiméteres mélységig nézve a talajtömörödöttséget a kultivátorozott parcellák 0,15-0,25 MPascal-nyi erővel kisebb nyomást igényeltek. A mérés a mélyebb rétegekben szignifikánsabb különbséget nem mutat.

A betakarítás után végzett talajtömörödöttségi vizsgálat során szignifikáns különbséget nem lehet kimutatni az alábbi mérés eredményei között (12. ábra). Azonban, ami jól megfigyelhető, hogy vetés előtt végzett méréshez képest a talajtömörödöttség a 5-25 cm mélység között átlagosan 1 MPascal tömörödöttségi szintre állt be, ami az előző mérési értékeknek a kétszerese, ami arra enged következtetni, hogy mindegyik parcella egyforma sebességgel ülepedett le az év folyamán. A leülepedés mértékét tovább figyelve észrevehető, hogy az általános érték már sekélyebben látható 25 cm mélység alatt az előző 2 méréshez képest. Azonban a tömörödöttség mértéke a művelés hatására nem változott a mélyebb rétegekben, mindössze előbb elérte előbb a 1,5 MPascal értéket, ami még elfogadható a növénytermesztés szempontjából. A 25 cm sekélyebben lévő zóna azonban az őszi talajművelés során újra lazább állapotba kerül.



12. ábra 3. talajtömörödöttségi vizsgálat Forrás: saját adatok (2022)

Azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a négy parcellán mért értékek között szignifikánsan nagy különbség nem látható az értékek között. Ennek következtében nem a talajtömörödöttséget érdemes legelsőnek figyelembe vennünk, hogyha a két művelési mód közül szeretnénk választani.

b. Gyomosodás

A gabona betakarítását követően történő **lazítás következtében** területen megindult a gyomnövények csírázása, amik között volt a **kakaslábfű, mezei aszat, muharok és a parlagfű**. A nyári melegben fejlődésnek induló gyomokat itt az ősszel elvégzett mélyszántás, illetve kultivátorozás azonos mértékben megállította a fejlődésben.

A gyomosodás tekintetében azonban tavasszal észre lehetett venni, hogy a **kultivátorozott kultúrákon a gyomosodás nagyobb mértékű volt a magágy előkészítés előtt**. A fejlettebb gyom állományt a kultivátorozott állományon annak köszönhetjük, hogy itt nem történt szántáselmunkálás, mivel ennek a talajfelszíne lezárásra került a tavalyi ősz folyamán a kultivátor által. A meg nem bolygatott területen volt ideje csírázni a T1 és T2-es gyomfajoknak, mint például a veronika-féléknek és a tyúkhúrnak. Az így fejlődésnek induló gyomfajok még nem hoztak létre gyommagkészletet, tehát nem jelentettek semmilyen féle hátrányt a szántott parcellákhoz képest. A tavasszal kombinátorral elvégzett magágykészítés után a gyomokat újra csírázásra készítettük, azonban itt már csak a vetést követően történt védekezés.

A kukorica kelését követően elkezdődött a gyomnövények csírázása is. A **két művelési mód között vetés után is eltért a gyomosodás mértéke** (13., 14. ábra). Az első két képet a kukorica vetését követően 11 nappal készítettem. A szántott parcellán az alábbi képen mindössze három darab gyomnövény található meg, ameddig a kultivátorozott parcellán ~30 darab gyomnövény látható. Az alábbi számokból kiindulva a kukoricának a kezdeti fejlődése során sokkal több riválissal kell küzdenie a tápanyagokért, amely a fejlődését megnehezíti a szántott kultúrához képest. A gyomosodás során azt is figyelembe vehetjük, hogy a tarlón maradt szármaradványokkal együtt más, akár nagyobb számú gyommagkészlet is a talajfelszínen maradt, ami miatt kialakulhatott ez a jelentős különbség a gyomnövények mennyiségét tekintve.



13. ábra Forgatásos parcella Forrás: saját kép (2022)



14. ábra Kultivátorozott parcella Forrás: saját kép (2022)



15. ábra Forgatásos parcella Forrás: saját kép (2022)

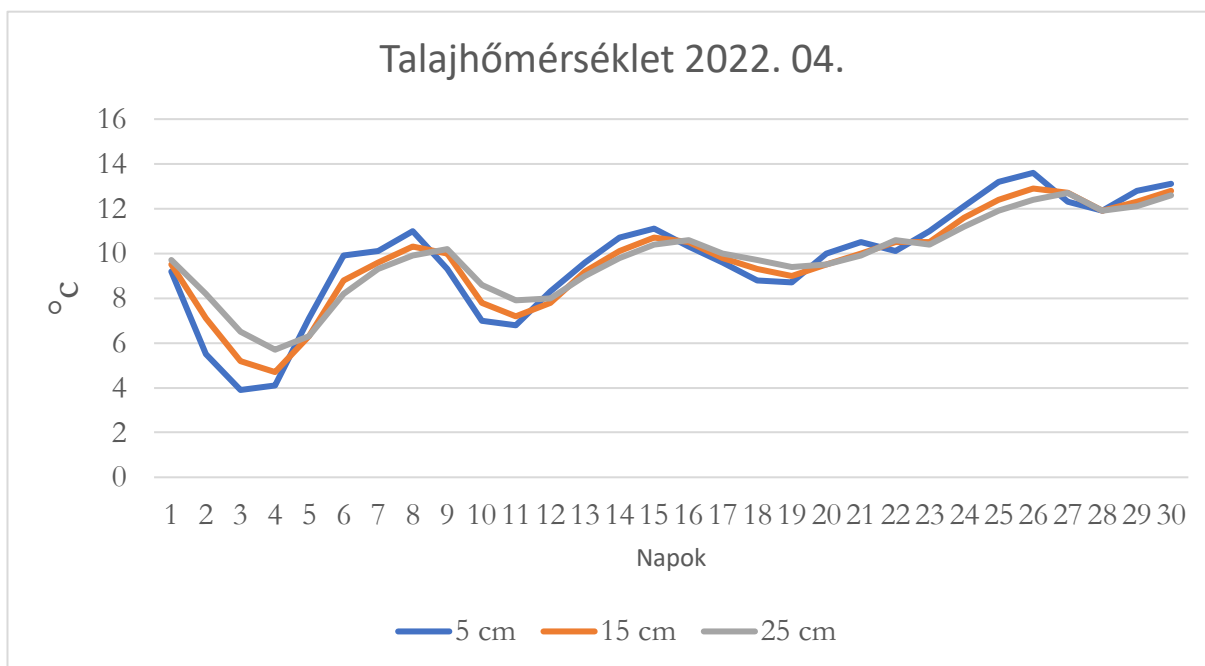


16. ábra Kultivátorozott parcella Forrás: saját kép (2022)

A vetést követően egy hónappal 2022. 06. 01-én már látható a posztemergens gyomirtás hatása a növényeken (15., 16. ábra), amelyet a május 22-én végeztünk el Meso Trio herbiciddel. A két kultúra között a vegyszer hatásfoka nem változik, mivel mindkét művelés esetén a gyomnövények azonos ütemben kezdtek elhervadni. A két fotón ugyanazon parcellák szerepelnek, mint az ezt megelőző két fényképen. A gyomosodás mértékében a különbség azonban itt is látható, hogy a szántott parcellán jóval kevesebb gyomnövény jelent meg. A magasabb gyomnyomás ellenére azonban a kultúrnövényen nem látszik negatív hatás, amely a gyomnövényekkel való versengés hatására alakult volna ki.

c. Vetésidő, illetve az aszály hatásai

A kultúrnövény vetésére **május 1-én** került sor, amely a szakirodalom alapján **kései vetésnek bizonyul**. A kései vetést a vetőágy előkészítése után leesett nagy mennyiségű csapadék indokolta (~35mm), amelynek következtében a felső 0-25 cm talajréteg nedvességtartalma túl magas volt a műveléshez (~26V/V%). Az áprilisi talajhőmérsékletet (17. ábra) megfigyelve jól látható, hogy a kukorica csírázásához szükséges 8-10°C-os talajhőmérséklet április 12-e után fent áll. A vetésidő ebből a szempontból ténylegesen késeire sikerült. Azonban a kései vetésnek



17. ábra Talajhőmérséklet Forrás: saját adatok (2022)

köszönhetően magasabb talajnedvesség állt rendelkezésre csírázáskor a kukoricának. A csírázás egyenletes volt mind a két művelési módnál. A kezdeti fejlődésükben nem volt eltérés.

A kukorica tenyészidőszakában az állományból vett szármintán jól látszik a nedvestömegek között a súlykülönbség, illetve a nedves és száraztömegek közötti arány (18. ábra). A súlykülönbségen kívül a növények szármagasságában is eltérések mutathatóak ki a 4

parcella között. Érdekesség képpen megfigyelhető, hogy az alacsony szárazanyag tartalom ellenére az F1-es parcellán a legmagasabb a növényállomány. Az A2-es parcelláról gyűjtött növények a legzöldebbek (19. ábra), illetve ezen voltak a legnagyobb méretű kukoricacsövek is, amely alapján elmondható, hogy ez volt a legegészségesebb parcella a négy közül. Az F1-es parcella növényeinek a szárazanyag tartalma volt a legmagasabb a vizsgált állapotban, amely alapján elmondható, hogy ez viselte a legrosszabbul a nyári aszály által okozott stresszt.

Parcellák neve	A1	A2	F1	F2
Magasság (cm)	246,375	246,6875	252,5625	238,4375
Nedvestömeg (kg)	9,25	9,4	7,4	9,2
Száraztömeg (kg)	4	3,75	3,15	3,85

18. ábra Növénymagasság, nedvestömeg, száraztömeg Forrás: saját adatok (2022)

A



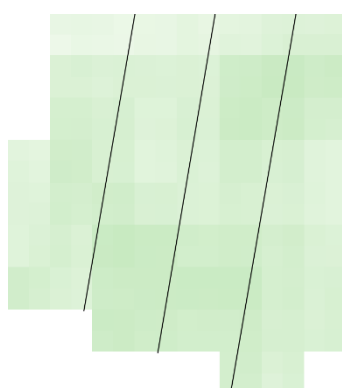
19. ábra Kukoricaszár nedves állapotban (balról jobbra haladva a parcellák: F2, F1, A2, A1) Forrás: saját adatok (2022)

kukorica állományában bekövetkező stresszhatásokat, hogy mennyire egészséges az állomány legpontosabban távérzékelési módszerekkel határozható meg, amelynek előnye látszik az alábbi képeken is, hogy az NDRE index alapján a tábla egészét látjuk egybefüggően. Az alábbi képeken a növények klorofill tartalma különböző sávokba sorolva és az alapján színezve.

A parcellák sorrendje a 24. ábrán láthatóak. A legkorábban 06. 13-án készült NDRE felvételen megfigyelhető, hogy minimális eltérés van a növények állapota között (20. ábra). Ebben az időszakban a kukorica a V10-11-es fejlődési szakaszában volt. Ez alapján észrevehető, hogy mind a 4 parcella fejlődése közel azonos ütemben történik az F1-es parcella kivételével. **Az F1-es**

parcella sávjában észrevehető egy sötétebbre színezetű sáv, amely alapján az általam mért növénymagasságot ennek a sávnak a **korai szakaszban levő gyorsabb növekedése** okozta/indokolja. Az alacsony értékeket **0-0,358** közötti sávértékek, a fiatalkori állapotára utalnak a növénynek, mivel ebben az időszakban még nem voltak a növényeken aszályra utaló jelek.

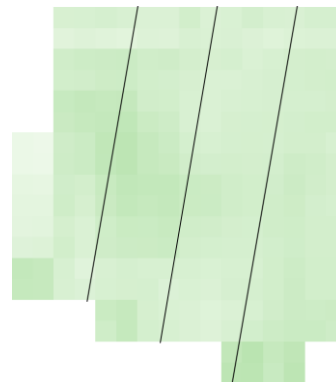
A **második felvételen**, amely 07. 01-én készült, már jól megfigyelhető, hogy az egész tábla **magasabb vegetációs értékekkel rendelkezik** (21. ábra). A magasabb vegetációs értékek a táblának az **egészséges állapotára utalnak**, illetve a fejlődési stádiumában az előrehaladást. A vegetációs értékek itt **0,3-0,52** között alakulnak. A vegetációs értéke alapján a táblára az mondható, hogy egészséges, azonban a terepi vizsgálatok során itt már észrevehető volt a leveleknek a furulyázása, amely napközben mutatkozott a kánikulában. A talajnak a nedvességtartalmát tekintve júliusban volt közel a legalacsonyabb, mivel ilyenkor fent állt egy hosszabb aszályos időszak. Mindazonáltal ennek a hosszabb aszálynak a hatása, majd csak a következő index képen észrevehető.



20. ábra NDRE 2022. 06. 13.
Forrás: saját adatok (2022)



21. ábra NDRE 2022. 07. 01.
Forrás: saját adatok (2022)



22. ábra NDRE 2022. 08. 10.
Forrás: saját adatok (2022)

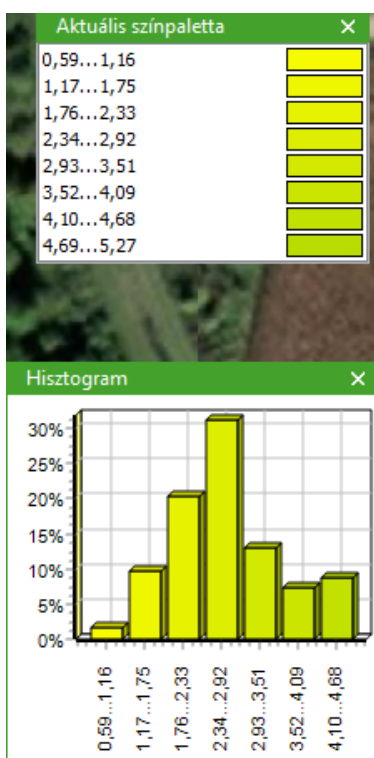
A **harmadik felvételen**, amely 08. 10-én készült a másodikhoz képest már **nagymértékű stressz** figyelhető meg a növényeken, illetve a **vízhiány következtében** kialakuló klorofill tartalomnak a káros csökkenése (22. ábra). A terület index értékeinek intervalumma itt már csak **0,099-0,234**. A parcellákat tekintve az A1 és A2-es parcellákon figyelhető meg relatíve nagyobb klorofill tartalom, amelynek az indexe 0,23. Az F1 és F2-es parcellákon csak 0,2-es index alatti értékek vannak.

A **vegetációs indexeket célszerű összevetni a betakarítógép által készített hozamtérképpel**. A hozamtérképek és a vegetációs indexek önmagukban nem nyomravezetőek, azonban egymással összevetve, illetve terepi szemlével együtt a tábláról tisztább képet adnak. A hozamtérképen megfigyelhető 08. 10-én készített NDRE vegetációs index eredménye is, amelyből arra következtethetünk, hogy nem történt hiba az indexek számításakor. A képeken a

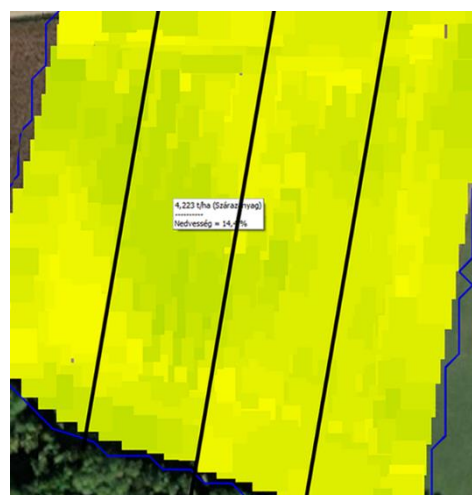
legnagyobb különbséget a felbontások között látjuk, amely a hozamtérkép esetében jobb. A 4 parcellát tekintve a hozamtérképen jól megfigyelhető, hogy a **legnagyobb terméshozam az A2-es parcellán volt**. Az A2-es parcellát az F2-es parcella követte, majd az A1 és a **legutolsó az F1-es parcella** lett a termésátlagok rangsorában.

A kései vetésidő tekintetében egy normál csapadékelátottságú évben a kukorica szemnedvessége magasabb lett volna, azonban az aszályos nyár miatt a kukorica betakarítása előbb is lehetséges lett volna az NDRE vegetációs index alapján. A parcellákat tekintve egyöntetű eredmény látszik, amely 14-15%-os nedvességtartalomra mutat rá. A kukoricaszem beltartalom vizsgálat (26. ábra) alapján a szemnedvességre vonatkozó betakarítási térkép azonos adatokkal rendelkezik, amelyből levonhatjuk, hogy megfelelően volt kalibrálva.

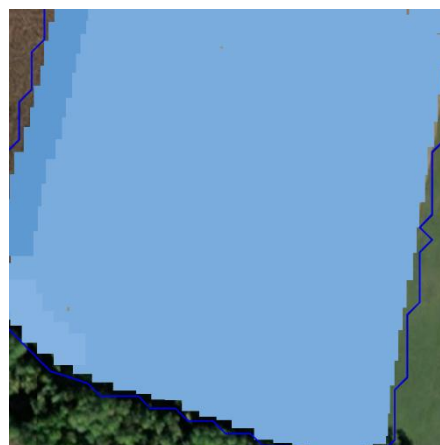
A kukoricaszem beltartalmi vizsgálat során kapott eredmények alapján jelentős különbségek nem mutathatóak ki a parcellák között, amely a művelés eredmény lenne.



23. ábra Hozamtérkép színpaletta
Forrás: NextFarmingPro (2023)



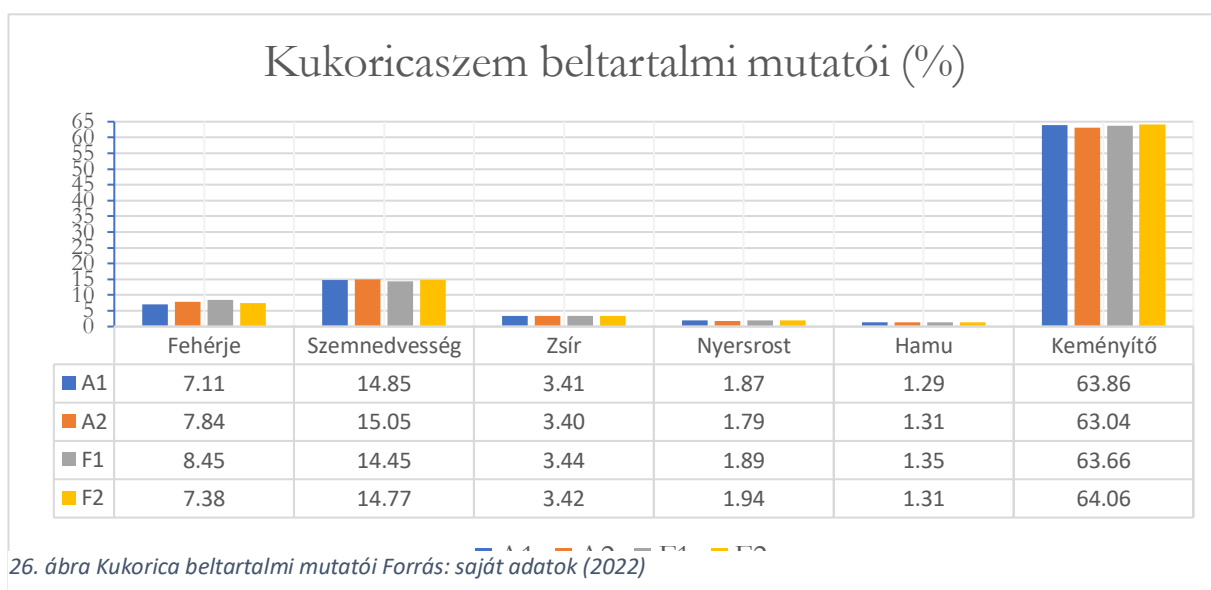
24. ábra Hozamtérkép, parcellák felosztása
(balról jobbra A1, A2, F1, F2) Forrás:
NextFarmingPro (2023)



25. ábra Szemnedvesség térkép Forrás:
NextFarmingPro (2023)

„A kísérlet eredményei bizonyítják, hogy a hektáronkénti keményítő-, fehérje- és olajhozamot a szemtermés mennyisége határozta meg” „A vizsgálatok eredményei alapján az évjárat hatása ($P < 0,001$) a legjelentősebb. Befolyásolja a termés ($P < 0,001$) mennyiségét, a kukoricaszem fehérje-, ($P < 0,05$) keményítő- ($P < 0,01$) és olajtartalmát ($P < 0,001$). A hibridek között a minőségi paramétereket, illetve a termést tekintve szignifikáns eltérések voltak. A vetésidő a termést ($P < 0,01$) és a keményítőtartalmat ($P < 0,001$) befolyásolta szignifikánsan, a fehérje- és olajtartalomra nem volt hatással.” (Ványiné Széles A. és munkatársai, 2010)

Az alábbi eredményeket összevethetjük a **termésátlagokkal**, amely az **A1: ~3,3 t/ha; A2: ~4 t/ha; F1: 3,4 t/ha; F2: 3,5 t/ha 14,4%-os szemnedvesség-tartalom mellett**. A fehérje tartalom ennek tükrében 16%-os eltérést mutat a legkisebb és legnagyobb értékkel rendelkező parcella között, amely abból a szempontból érdekes, hogy mindkettő szántott parcella és a fehérje tartalom alapvetően fajtajelleg lenne a kukorica esetében. A fehérje tartalom közötti eltérés abból a szempontból érdekes, hogy a magasabb termésátlaggal rendelkező parcelláknak szokott a fehérjetartalma csökkenni.



5. Következtetések és javaslatok

A dolgozatomban több szempont figyelembevételével foglaltam össze a két művelési mód közti különbségeket. **A termésátlagot tekintve az A2-es parcella magasan a legjobban teljesített**, még hozzá magasan, illetve a szemnedvesség is azonos volt a többi parcellához képest, emiatt a tárolási költség is azonos. A termésátlagot és a költséghatékonysági szempontot tekintve a szántott parcellákhoz képest itt jelentősebb költségcsökkentés történt, amely a kultivátorozás üzemanyagtakarékossága és a szántáselmunkálás kihagyásával keletkezett. A szántott, illetve kultivátorozott közötti **üzemanyagkülönbség 18 l/ha**, amely forintba átszámolva 650 forint/liter gázolaj esetén **11700 forint költségmegtakarítás hektáronként a kultivátorozott területen**. A költség és bevétel arányában ez a művelési mód számunkra jóval kedvezőbb.

A területünk gyomosodását tekintve a szántott parcellák kisebb gyommagkészletet hagytak a talaj felső rétegében, amely a gyomok csírázása után gátolná a kultúrnövényünk fejlődését. A területek gyomirtása azonban minden esetben megszokott történni valamilyen formában. A **hagyományos gyomirtási technikák mellett**, amikor az egész táblán vegyszeres gyomirtást végzünk, akkor **mindkettő művelési módnak azonos a gyomirtási költsége**. **Azonban a forgatásos talajművelés egy precíziós gazdaságban jelentős herbicid megtakarítást jelent számunkra**, ahol célzottan a gyomnövényekre használnak csak herbicideket, majd később esetlegesen történik egy mechanikai gyomirtás és tápanyagkijuttatás sorközműveléssel.

A talaj vízkészlete egy fontos szempont, amelynek átlaga csökkenő tendenciát mutat az utóbbi években. A **nedvességmegőrzés szempontjából a forgatásos talajművelés hátrányosabb**. A jelentős hátrányát az ősztől tavaszig terjedő időszak jelenti, amely során nyitva hagyják a hagyományos módszer szerint a talajfelszínt. Azonban az utóbbi évek átlagában a téli csapadékmennyiség minimális, ezenfelül a hőmérsékleti adatokat tekintve is enyhülést láthatunk. Az fenti folyamatokat tekintve a szántott talaj felületéről több csapadék párolog el, mint amennyi bejut. Ezen adatok tudatában a **kultivátor használata jelentős vízkészletet tud számunkra hatékonyan megőrizni a talajban**. A jelentős vízmegőrzési képessége pedig a talajfelszín lezárása és megfelelő visszatömörítése következtében jön létre.

A növények számára szükséges tápelemek felhasználása a talajnak a mélyebb rétegeiből lehetséges csak a nyári tenyészidőszakban, amikor a talaj felső rétege kiszárad. Ezt a szempontot figyelembe véve célszerűbb az őszi alpműveléssel mélyebbre kijuttatni a káliumot. A mélyebbre kijuttatott kálium nagyobb mértékben felvehető a növények számára, mivel az alsóbb

talajrétegek kevésbé száradnak ki. A különböző műtrágyák hatásainak vizsgálata alapján azonban kimutatható, hogy egy aszályos évben a foszfor és kálium makroelemek kijuttatása nem növeli szignifikáns mértékben a termést. Aszályos évjáratban a nitrogén műtrágyáknak van csak kimutatható termésnövelő hatása, amely mind a négy parcellán azonos mélységbe és azonos időben került kijuttatásra.

A talajtömörödöttség vizsgálata során a parcellák eredményei között nem voltak jelentős eltérések. Az értékeket tekintve egyedül a szántáselmunkálás előtt volt különbség a szántott és kultivátorozott parcellák között. A kultivátorozott parcellák talajrétege a mérés időpontjában sekélyebben 5-7 cm volt fagyos állapotban, amíg a szántott talajréteg csak 10 cm mélységnél kezdett fagyni. A fagyás közötti különbségek a szántott talajréteg egyenetlenségéből adódtak. A nyitott szántás miatt a talajnak a felső 10 cm mélységében annyival kevesebb nedveséget tartalmazott, hogy az előbb felolvadt a kultivátorral művelt parcellákhoz képest. Mindhárom mérés eredményeit összevetve a szántott és kultivátorozott parcellák egyenlő mértékben ülepedtek le, amely alapján nem vonható le negatívum semelyik művelési mód esetén sem. A forgatásos talajművelés esetén célszerű megemlíteni, hogy a munkaeszköz szélessége kisebb, illetve a plusz egy munkaművelet miatt a talajt nagyobb mértékű taposásnak tesszük ki.

a. Javaslatok

A kísérlet eredményeinek pontosítása érdekében célszerű lenne több ismétlésszámban végezni kontrollparcella létrehozása mellett.

A talaj vízkészletének pontosabb tanulmányozása érdekében parcellánként szükséges lenne elhelyezni erre alkalmas mérőkészüléket. Ennek alapján kimutatható lenne a művelési módok közötti talajvízkészlet különbség.

A magas ismétlésszám mellett érdekes lenne bevonni a nitrogén műtrágya mennyiségének a változtatását is egy külön kezelésként, amely alapján lehetne levonni következtetéseket a különböző művelés esetén a nitrogén termésnövelő hatását.

6. Összefoglalás

A kísérletem során a forgatásos és min-till talajművelési módokat hasonlítottam össze a talajtömörödés, gyomosodás, aszálykezelés, tápanyagok hasznosulása, termésátlag és a költséghatékonyság szempontjából.

Az összehasonlítás érdekében négy parcellát hoztam létre. A parcellák: A1: őszi mélyszántás, őszi alpműveléssel kijuttatott kálisó; A2: őszi kultivátorozás, őszi alpműveléssel kijuttatott kálisó; F1: őszi mélyszántás, magágyelőkészítés során kijuttatott kálisó; F2: őszi kultivátorozás, magágyelőkészítés során kijuttatott kálisó. Kijuttatott kálisó mennyisége 240kg/ha, ammónium-mennyisége összesen 187,3 kg/ha (162kg/ha vetés előtt, 25,3kg/ha állományban) A **kálisó kijuttatásának mélysége és időpontja nem befolyásolta a termésátlagot**, amelynek legfőbb oka az aszály, mivel aszályos évjáratban a kálium- és foszforműtrágyák termésnövelő hatása szignifikánsan nem kimutatható. A gyomosodás mértékének különbsége jól látszik a két művelési mód között, amely során a **forgatásos művelésnek a gyomszabályozó képessége kimutathatóan jobb**. Ennek kimutatása terepi szemlével történt három alkalommal, amelyek során a forgatásos parcellákon a gyomosodás mértéke csekélyebb. **A talajtömörödési értékek vizsgálata penetrologgerrel történt.** A méréseket három időpontban végeztem el: szántáselmunkálás előtt, vetés előtt, betakarítás után. A mérések során a **művelési módok között eredményei között különbségek nem voltak**, amelyből megállapítható, hogy azonos mértékben történt meg a leülepedésük. Az **aszálykezelési szempontnál** a talajok vízvesztése a leglényegesebb, amelynél megállapítható, hogy a **szántás által téli nyitva hagyott talajfelszín párolgása negatívan befolyásolja ezt**. A termésátlagok 14,4%-os nedveségtartalomra számítva A1: 3,3 t/ha; A2: 4 t/ha; F1: 3,4 t/ha; F2: 3,5 t/ha. Ezek alapján az **A2-es parcellának volt a legnagyobb termésátlaga**. A költséghatékonyságot figyelembe véve a **min-till talajművelési költsége alacsonyabb**, mivel a szántás és a szántáselmunkálás 18 liter gázolajjal több hektáronként. A költségeknél a gyomosodás mértékét is figyelembe kell venni, amely esetében csak a hagyományos növényvédelmi módszerek esetében olcsóbb a min-till módszer. **Precíziós növényvédelmi gépek esetében a felhasználni szükséges herbicidek mennyisége kisebb a forgatásos művelésnél**, mivel ennek a gyomszabályozó hatása jobb. Precíziós gyomirtás során pedig csak a gyomokra/gyomfoltokra fújnak herbicidet, amely így jelents költséget takaríthat meg számunkra növényvédelmi szempontból.

A kutatást a saját gazdaságunk számára releváns kérdésben végeztem el, amelyet így tudunk hasznosítani a továbbiakban.

7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek Dr. Tóth Zoltánnak, akinek a segítségével a mai mezőgazdaság releváns kérdéseit sikerült megjeleníteni a kutatásomban és rengeteg segítséget nyújtott.

Külön köszönet illeti Schöphen Esztert, aki a dolgozatomat segítette a talaj foszfortartalmának vizsgálatával, talaj káliumtartalmának vizsgálatával, kukoricaszem beltartalmi mutatóinak vizsgálatával.

A hozamtérkép beolvasásban segített a FarmFacts Hungary Kft., akiknek a gyors segítségük miatt szeretnék köszönetet mondani.

Szeretnék köszönetet mondani Major Emmának és Vörösmarty-Peckó Dórinak, akik támogattak a mentális jelenlétükkel.

Nemutolsó sorban szeretnék köszönetet mondani a családomnak, akik nélkül a kísérletem nem is jöhetett volna létre.

8. Irodalomjegyzék

Molnár Zs., Sárvári M. (2003). A vetésidő és a kukorica produkciója közötti összefüggés újabb eredményei. XXVI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Agrártudományi Szekció előadásainak magyar – angol nyelvű összefoglalói 2. Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar Dr. Paál Jenő. Oldal 298-299.

Plézer Á., Dr. Lehocky É., Dr. Tóth Z. (2003). A művelési mód hatása a kukorica gyomosodására. XXVI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Agrártudományi Szekció előadásainak magyar – angol nyelvű összefoglalói 2. Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar Dr. Paál Jenő. Oldal 238-239.

Gajdos É., Végh A., Vályiné Széles A., Víg R. (2013). Vetésidő és az évjárat hatása a kukorica termésére és a betakarításkor szemnedvességre. 60 éves a magyar hibridkukorica 1953-2013. Pannon Növény-biotechnológiai Egyesület. Oldal 53-56.

Spitkó T., Nagy Z., Halmos G., Marton L. Cs. (2013). Szárazság hatása a kukoricahibridek terméselemeire. 60 éves a magyar hibridkukorica 1953-2013. Pannon Növény-biotechnológia Egyesület. Oldal 150-154.

Spitkó T., Nagy Z., Halmos G., Marton L. Cs. (2014). Tartós vízhiány hatása kukoricahibridek virágzási idejére. Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Tudományos Bizottsága. Oldal 404-408.

Dr. Hunyadi K., Dr. Béres I., Dr. Kazinczi Gabriella (2000). Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó. Oldal 494-502.

Nagy Z., Spitkó T., Marton L. Cs. (2014). Szárazság hatása a kukorica klorofill tartalmára és termés mennyiségére. Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Tudományos Bizottsága. Oldal 325-329.

Olsen, S. R. and Sommers, L. E. 1982. Phosphorus. pp. 403-430. In: A. L. Page, et al. (eds.) Methods of soil analysis: Part 2. Chemical and microbiological properties. Agron. Monogr. 9. 2nd ed. ASA and SSSA, Madison, WI.

Prokopy, W. R. 1995. Phosphorus in 0.5 M sodium bicarbonate soil extracts. QuikChem Method 12-115-01-1-B. Lachat Instruments, Milwaukee, WI.

Dr. Varga-Haszonits Z., Varga Z. (1999). Agroklimatológia 1. Egyetemi jegyzet. Pannon Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar. Oldal 157.

Roman A., Ursu T. (2016). Multispectral satellite imagery and airborne laser scanning techniques for the detection of archaeological vegetation marks. Landscape archaeology on the northern frontier of the roman empire at porolissum: an interdisciplinary research project. Cluj-Napoca: Mega Publishing House. Oldal 141-152.

Verőné Wojtaszek M., Szabó V. Kauser J. (2020). A talaj és a növény vízellátottságának mérési lehetőségei távérzékelési módszerekkel. Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja. Mezőföldi Agrofórum Kft. 31. évfolyam 8. szám. Oldal 120-124.

Xinbing W., Baoyuan Z., Xuefang S., Yang Y., Wei M., Ming Z. (2015). Soil Tillage Management Affects Maize Grain Yield by Regulating Spatial Distribution Coordination of Roots, Soil Moisture and Nitrogen Status. PloS one, 10(6), e0129231. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129231>

Jóri J I., Rádics J. (2013). Gondolatok a sávos talajművelésről (strip tillage) hazai alkalmazásáról. Agro Napló. 17. évfolyam 9. szám oldal 76-77.

Ragán P., Ratonyi T., Nagy J. Széles A. (2020). A kukorica talajművelési rendszereinek összehasonlító értékelése szántóföldi tartamkísérlet eredményeinek felhasználásával. Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja. Mezőföldi Agrofórum Kft. 31. évfolyam 10. szám. Oldal 24-27.

Berzsenyi Z., Quoc L. D. (2007). A vetésidő és a N-műtrágya hatása a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek termésére és termésstabilitására. Acta Agronomica Óváriensis. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. 49. évfolyam. 2/1 kötet. Oldal 183-191.

Rátonyi T., Megyes A., Sulyok D. (2007). A talaj tömörödöttségének penetrométeres vizsgálata. Acta Agronomica Óváriensis. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. 49. évfolyam. 2. kötet. Oldal 445-449.

Birkás M. (szerk) (2002). Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés. Akaprint Nyomdaipari Kft.

Birkás M. (2000). A talajtömörödés helyzete Magyarországon. Következményei és enyhítésének lehetőségei. Magyar Tudományos Akadémia Értekezés, Budapest.

Ragán P., Ratonyi T., Bácskai, I., Harsányi E. (2021). Műholdas felvételek használhatósága a precíziós mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Technika. 2021 január. Oldal 36-38.

Ványiné Széles A., Megyes A., Nagy J. (2010). Vetésidő és az évjárat hatása a kukorica hibridek termés hozamára és a minőségére. Növénytermelés. Akadémia Kiadó. 59. évfolyam 4. kötet. Oldal 63-88. <https://doi.org/10.1556/novenyterm.59.2010.4.5>

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom*.
A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 11 hó 03 nap



Belső konzulens

Hallgatói nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

Alulírott SZABÓ DÁNIEL, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, GEORGIKON Campus, mezőgazdasági mérnök szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 11 hó 03 nap



Hallgató