

DIPLOMADOLGOZAT

ANCSIN DÓRA
Agrármérnök szak

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Agrármérnök szak

**KÜLÖNBÖZŐ ALAPMŰVELÉSEK ÉRTÉKELÉSE EGY
BÉKÉSI CSALÁDI GAZDASÁGBAN**

Konzulens: Dr. Kende Zoltán
egyetemi adjunktus

Készítette: Ancsin Dóra
UH1W41
nappali tagozat

Tanszék: Növénytermesztési-tudományok
Intézet

Gödöllő
2023

Tartalomjegyzék

<i>Bevezetés</i>	4
<i>1. Irodalmi áttekintés</i>	6
1.1 Az őszi búza hazai és nemzetközi helyzete	6
1.2. A klímaváltozás hatása a talajra és az őszi búza termesztésére	8
1.3. Hagyományos talajművelési irányzatok az őszi búza termesztésében.....	11
1.4. A klímakár csökkentő talajművelés lehetőségei és a fontosabb indikátorok	13
1.5. Az irodalmi áttekintés főbb megállapításai.....	16
<i>2. Anyag és módszer</i>	17
2.1. A vizsgálat helyszínének bemutatása	17
2.2. Csapadékviszonyok a vizsgálati évek folyamán.....	18
2.3. Az alapművelési kísérlet beállítása	19
2.4. A kísérleti területen végzett alapművelések	19
2.5. Adatfelvételezés.....	20
2.5.1. A talajjellenállás mérése	20
2.5.2. A talajnedvesség mérése.....	21
2.5.3. Agronómiai szerkezet vizsgálata	22
2.5.4. Termésmennyiség meghatározása.....	22
2.5.5. Sikér- és fehérjetartalom vizsgálata.....	22
2.5.6. Statisztikai elemzés	23
<i>3. Eredmények és értékelésük</i>	24
3.1. A talajnedvesség eredményei.....	24
3.2. A talajjellenállás eredményei	26
3.3. Az agronómiai szerkezet vizsgálatának eredményei	27
3.4. A termésmennyiség eredményei	29
3.5. A sikér és fehérjetartalom eredményei.....	29
<i>4. Következtetések és javaslatok</i>	31

5. Összefoglalás.....	33
Melléletek.....	34
Irodalomjegyzék.....	36
Köszönetnyilvánítás	40

Bevezetés

A klímaváltozást mint szót, napjaink egyik legnagyobb veszélyforrásának tekinthetjük, mely számos más terület közül a mezőgazdaságot sem kíméli. Nehéz lépést tartani a folyamatosan változó, szélsőséges időjárási körülményekkel. Főbb problémák a mezőgazdaság szempontjából az emelkedő hőmérséklet, a csapadék mennyiségének csökkenése, illetve térbeli és időbeli megoszlásának kedvezőtlen alakulása. Ezek együttesen aszályt idézhetnek elő, mely minden évben egyre drasztikusabban fenyegeti a termésbiztonságot. Korábbi kutatások bizonyítják, hogy a globális klímaváltozás negatívan befolyásolhatja a talaj hő-, víz-, és tápanyagforgalmát, a talaj termékenységét, ugyanakkor a termesztett kultúra terméshozamának csökkenésében is jelentős szerepet játszhat, veszélyeztetve a globális élelmiszertermelést. A hazai agrárszektorra érintő szélsőséges éghajlat hatásait megismerve, annak kihívásai a mezőgazdaságban a többéves helytelen talajművelési szokás felhagyásával és a talajművelés fejlődése révén megjelenő egyre korszerűbb talajművelő eszközök segítségével valósulhat meg.

A diplomadolgozatom témaválasztását indokolja a családi gazdaságunk, melyben aktívan tevékenykedem és ahol célom olyan talajművelési eljárásokat választani, melyek termésbiztonságot nyújtanak a szélsőséges időjárási körülmények között is. A kísérlet elvégzésére az őszi búzát választottam, ugyanis jelenleg a legnagyobb területen termesztett növényünk. Ennek köszönhetően döntöttem úgy, hogy a vizsgálataimat a lakóhelyem közelében található csernozjom talajokon végzem el. A választott kezeléseim, melynek során a dolgozatomat felépítettem, a szántás, lazítás, kétféle tárcsázás, illetve a direktvetés volt.

Dolgozatomban a szélsőségesé vált klíma okozta környezeti terhelések mellett az ésszerű talajhasználat alapvető elemeire szeretném felhívni a figyelmet, hogyan lehet a hő- és csapadéktesztesz, a vízvesztés és kiszáradás kockázatának mértékét a növénytermesztés sikeressége és a talaj védelme érdekében csökkenteni. Ahogy a világ fejlődik, úgy a mezőgazdaság is törekszik talajművelés gépeit mind a fenntarthatóság, mind a termésbiztonság szempontjából fejleszteni, melynek köszönhetően ma már fokozatosan bővülő kínálattal találkozhatunk a tarlóhántásra és alpművelésre alkalmas gépeknél is. A növénytermesztés eredményessége érdekében azonban elengedhetetlen feltétel, hogy az adott munkagépet milyen típusú talajon, milyen kultúra alá, milyen éghajlati körülmények között alkalmazzuk. A termesztett növény megfelelő termés mennyiségén kívül, a minőségi értékek is számottevők, hiszen egyes gabonafelvásárlók szigorú minőségi paraméterek alapján választják meg a befogadott tételeket. Annak érdekében, hogy megtudjam, melyik alpművelési mód milyen

hatást gyakorol a talajra, a termésmennyiségre és a termesztett növény beltartalmi értékeire, az alábbi célokat tűztem ki:

- A hagyományos (forgatásos) és forgatás nélküli alpművelési módok alkalmazásának vizsgálata őszi búzában
- Az őszi búza termésmennyiségének, illetve siker és fehérjetartalmának vizsgálata

1. Irodalmi áttekintés

1.1 Az őszi búza hazai és nemzetközi helyzete

Az egyik legfontosabb gabonanövényünk, a táplálkozási igények kielégítése céljából termesztett búza termesztése magas tápértéke miatt minden korban fellelhető volt, az emberiség kialakulásának kezdetétől, a mai napig jelentős hányadát teszi ki a mezőgazdaságnak. A kenyeret, mint az emberi táplálék alapvető elemét már a középkorban fogyasztották és néhány népcsoport kivételével mind Európában, Ázsiában, Afrikában, Amerikában és Ausztráliában ismerik.

A búza termesztés Mezopotámiából való kiindulása során, mind Egyiptomban mind pedig a görög-római mediterráneumban fellelhető volt. Magyarországon a búza termesztése a feudális államrend kialakulásához köthető, amint a birtokviszonyok állandósulni kezdtek és a XIV-XV. században ismét jelentős szerepet töltött be a gazdasági árupiacon. A XX. századi búzatermesztés nagymértékű fellendülését a XIX. században induló újszerű gépesítés, az agrokémia lényeges szerepe, illetve a genetika és fajtanemesítésben elért megfigyelések előzték meg, melyek nemcsak a talajművelés területén eredményeztek számottevő minőségi javulást, de a növényvédelem és tápanyagellátásban is innovációt jelentettek (Antal József, 2005).

A búzatermelő országok közül a legnagyobb hozamokat az Európai Unió csatlakozás előtti tagállamai produkálják, mely szerint 2000-ben az 1960-as évjárához viszonyítva a termelés háromszorosát, 104,4 millió tonnát érték el. Ezt követi második helyen India és Pakisztán, továbbá Kína, 90-90 millió tonnával, a harmadik helyet pedig együttesen az Egyesült Államok és Kanada foglalja el, az évi 83,5 millió tonna búza megtermelésével (Andrássy et al., 2006).

A FAO adatai 1. táblázat alapján az elmúlt tíz évben világ a termőterület nagyságát tekintve 2012. év kivételével 2010 és 2015 között növekedés történt, 2015 és 2018-ra a őszi búza termelése 213938636 ha-ra csökkent, ezkövetően 2020-ra 219006893 ha-ra emelkedett. Ezzel szemben a 2010-es 297,21 kg/ha-os termésátlag 2017-re 353,77 kg/ha-ra emelkedett, majd kisebb ingadozást követően 2020-ra 347,44 kg/ha-ra csökkent. A világ összes őszi búza terméséről elmondható, hogy 2017-ben volt a legnagyobb, 772290608 t, amely szintén kismértékben lecsökkent 2020-ra 760925831 t-ra (FAO, n.d.).

I. táblázat Az őszi búza termőterülete, termésátlaga és összes termése a világon (FAO, n.d.)

év	termőterület (ha)	termésátlag (kg/ha)	összes termés (t)
2010	215602998	297,21	640803464
2011	220263250	316,39	696898368
2012	217917932	309,17	673736910
2013	218700196	324,72	710169467
2014	219755320	331,62	728757761
2015	223335833	332,17	741845269
2016	219163521	341,5	748435124
2017	218301750	353,77	772290608
2018	213938636	342,22	732139584
2019	215899861	354,32	764980821
2020	219006893	347,44	760925831

A világpiaci árak alakulását jelentősen befolyásolja gazdasági helyzet, az időjárás, a termelés és a felhasználás aránya (Györe et al., 2007). KSH adatok alapján az elmúlt öt évben az őszi búza felvásárlási ára folyamatosan nőtt, jelenleg 2022-es júniusi adatok szerint 153 ezer forintnál tart, amely közel 50%-os termény drágulást jelent a 2021-es adatokhoz képest. A kialakult világpiaci árak nagymértékű növekedésének hátterében az orosz-ukrán háború áll, ezt tetőzi az idei aszály során bekövetkező termésátlag csökkenés és az egyre növekvő energiaárak, amelyek hatással vannak az alap élelmiszerek áraira (“Háborús Árak a Gabonapiacon,” 2022; KSH, n.d.).

A világon és hazánkban előforduló, leggyakrabban termesztett búzafaj a közönséges búza (*Triticum aestivum*), a világ búzatermő területeinek 93-95%-át adja (Pepó & Sárvári, 2011), a durum búza (*Triticum durum*) termesztése pedig kisebb területre jellemző (Ragasits, 1998). A termesztési helyében szerepet játszik a fotoperiódus, továbbá a sarki hó- és fagy viszonyok, a trópusokon levő hő és csapadék viszonyok. Széleskörű termesztetőségének és alkalmazkodóképességének köszönhetően a legnagyobb területen termesztett növényünk.

A termesztési célnak megfelelően kiválasztott búzafajtákat minőség alapján javító és malmi minőség közé soroljuk, ezt a fajta megválasztásánál szintén figyelembe kell venni (Ragasits, 1998). Az államilag elismert több száz búzafajta közül a 2017-es adatok szerint a legrégebben bejelentett fajta a Jubilejnaja 50 (Nemzeti Fajtajegyzék, 2017).

1.2. A klímaváltozás hatása a talajra és az őszi búza termesztésére

Az Országos Meteorológiai Szolgálat XX. századi mérései szerint a klímaváltozás kiterjed a szélsőséges hőmérséklet és csapadék gyarapodására, melyek bizonyították, hogy a szárazabb, csapadékmentes napok száma az elmúlt időszakban, főleg nyáron nőtt, a csapadékos napok száma pedig csökkent. A Kárpát-medencében a meleg szélsőséges időjárás fokozódását és a hideg szélsőségek visszaesését jósolják, ami az emberi beavatkozás növekedésének köszönhető. Az egyenletes csapadékeloszlást várhatóan ősszel és tavasszal az intenzív esőzések fogják felváltani, emellett a nyári száraz időszakok kitolódására lehet számítani (Lakatos et al., 2012). Ezeket a feltételezéseket szintén alátámasztja (Barcza et al., 2011) továbbá említi, hogy káros következményként befolyásolhatja a növénytermesztés sikerességét, főként, ha az aszály rendszeresen a tenyészidőszakot érinti. Ez csökkenő termésmennyiséget, a betakarítani kívánt növény minőségi romlását, olykor akár teljes termés kiesést is okozhat, növelve a terményárakat és az élelmiszerhiány kockázatát. Az aszályos periódusok veszélyességét nagy mértékben befolyásolja a területi elhelyezkedés, ugyanis egyes tájak, térségek - Bács-Kiskun, Jász-Nagykun-Szolnok, Hajdú-Bihar, Békés megye - a talajok vízgazdálkodási tulajdonságaikra visszavezethetően az aszályra érzékenyebbek tekinthetők, melynek aránya Magyarországon 35%. Emellett a tenyészidőszakban hulló csapadék meghatározza a fajta magasságát is.

(Erdélyi, 2008) szerint a hőmérséklet emelkedésével a búza fenológiai fázisai lerövidülnek, a vegetációs időszak rövidül, melynek következtében az idő előrehaladtával az aratás kezdete tízévente egy nappal korábbra tehető.

Az őszi búza termesztése a belvizektől mentes, közép-kötött mezőségi és erdőtalajokon sikeres, amelyek jellemzője a jó vízháztartás. Lejtős, erodált, sekély termőrétegű talajok nem kedveznek a termesztésének. Hazánk éghajlata az őszi búza termesztésére mindenhol alkalmas, azonban területi elhelyezkedés szerint eltérően kedvező. Termésmennyiség szempontjából a Dunántúlra a bőségesen hulló csapadéknak köszönhetően kisebb ingadozások a jellemzők, szemben az alföldi termésátlagokkal, a szélsőséges éghajlat miatt (Béltéki, 2009). Ami viszont a termésminőséget illeti, az alföldi szárazabb éghajlat kedvezőbben hat a jobb minőségű termés kialakulására. Csapadékos évben gyengébb sütőipari minőségre lehet számítani, csapadékhiányos évjáratban csekély mennyiségre, de jó minőségre. Néhány időszak az őszi búza számára is kritikus lehet, ilyen, ha csapadékhiányos ősszel a vetés hiányosan kel, melynek következtében később a telet nehezen vagy nem tudja átvészelni (Antal, 2000). A tavaszi felfagyást indokolja a hótakaró nélküli, -18 °C -nál hidegebb tél, melynek során a talajban lévő víz az éjszakai fagy hatására megfagy, térfogata nő, így a növényt megemeli és gyökérzetét

eltépi. Három hőmérsékleti értéket különböztetünk meg, ezek a minimum, optimum és a maximum hőmérséklet. Azt, hogy a növényi fajok és fajták földrajzilag hol fordulnak elő a minimum érték befolyásolja, az optimális érték megmutatja a növény fejlődéséhez szükséges értéket, ahol a leggyorsabban tud fejlődni, a maximális érték pedig azt a határt jelenti, ahol a növény még életben marad (Antos et al., 2017).

A klimatikus tényezők közül tavasszal melegebb hőmérséklet, májusban a csapadékhiány és aratási időben a csapadéktöbblet okozhat az őszi búza termésében csökkenést. Nem kedveznek továbbá a főleg május végén, június elején jellemző viharos szelek, amelyek a megdőlést segítik elő. Az eltolódott, hűvös tavasz befolyásolja június végi megemelkedett hőmérséklet során a tejeserést és a mag megszorulhat (Antal, 2000).

A gabonafélék egyedfejlődése különböző szakaszokra tehető, ez a csírázás és kelés, a csíranövény fejlődése, bokrosodás, szárbaindulás, kalászhányás, virágzás és érés.

A csírázási feltételeknek gátat szab a hőmérséklet és a csapadék. Ugyan fajonként eltérőek az igények, az őszi búza csírázásához szükséges hőmérsékleti optimum 15-20 °C, az ennél jóval alacsonyabb hőmérsékleten a magok nem indulnak csírázásnak, magasabb hőmérsékleten, 35-40 °C -on pedig teljesen megszűnik (Balla et al., 2007). A szükséges vízmennyiség a magok száraz tömegéhez képest 30-50%, melynek során a magok duzzadásnak indulnak és a csíra növekedésnek indul.

A bokrosodás mértéke fajtánként eltérő, a növekvő csapadék elősegíti a bokrosodás intenzitását. Hőmérsékleti optimuma 13-18°C között van, azonban már 2-4 °C -on is megkezdődhet. Sem a túlzott hideg, sem pedig a meleg nem kedvez ezekben a szakaszokban az őszi búzának. Nagyon hideg időjárás során lassul a kelés és a bokrosodás, illetve nő a betegségek, a törpe- és kőszög iránti fogékonyság, a rendkívüli meleg esetén pedig frittlégy és gabonalegyek kártételére lehet számítani. Szárbaindulástól a szemfejlődés végéig összességében szükséges a jó vízellátottság. Szárbainduláskor a vegetatív szervek intenzív növekedése megy végbe, ehhez azonban jarovizáció szükséges -1 és +1 °C -on. Kezdetét meghatározza a tavaszi hőmérséklet és csapadék, melynek során száraz, meleg időjárás esetén hamar megkezdődik a szárbaszökkenés és alacsony szármagasságra lehet számítani. 5 °C feletti hőmérséklet és megfelelő fényszakasz segít a generatív szervek differenciálódásában. Azoknál a fajtáknál, amelyeknél kora tavasszal az alacsony hőmérsékleten hamarabb megindul a széndioxid asszimiláció, a sarjrügy képzés és a kalászdifferenciálódás is korábbra tehető, továbbá ebben a szakaszban, a kalászkafejlődés kezdetén is jelentős szerepet játszik a fény, ugyanis a szemek csökkenő számát és a termés csökkenést a gyengébb megvilágítás indokolja (Antal, 2000).

Kalászhányásra a kalászolás előtti 10-14 napban - amely általában májusra tehető – a magas hőmérséklet negatív hatással van, ugyanis befolyásolhatja a termékenyülő virágok számát.

A virágzás kezdete előtt két-három héttel a szárazság és fényhiány szintén csökkenő irányba befolyásolja a termésmennyiséget, amely az asszimilátákért folytatott versengésnek köszönhető. Virágzáskor a virágok kinyílása megfelelő hőmérsékleten, 11-16 °C felett kezdődik meg, a szemek jó minőségének a virágzás utáni száraz, meleg időjárás kedvező.

Ezt követően az érés és betakarítás intervallumához csapadékmentes időjárás szükséges a szemek visszanedvesedése végett, így elkerülhető a betakarítás elhúzódása (Borsos et al., 1994).

A klimatikus tényezőkkel szembeni ellenállóságnál és termésbiztonságnál fontos szerepet játszik vetés előtt a megfelelő fajta kiválasztása. Ezek alapján a télállóság, szárazságtűrés, tenyészidő kiemelt szerepet kap. A jó télálló fajták a hótakaró nélküli -20 °C-ot, hótakaró alatt pedig a -25 °C -ot is átvészelik, melynek értelmében a hótakaró védi a búzákat a kifagyástól. Szárazságtűrés alapján megkülönböztetünk jó, közepes és rossz fajtákat, tenyészidejük szerint pedig korai-, közép- és kései érésűt. Egyenesen arányos az adott fajta termőképességének növekedése a termőhelyi és klimatikus igényeivel, így a nem megfelelő adottságok esetén törekedni kell a kisebb termőképességű fajta megválasztására. Továbbá általában minél jobb minőségű a fajta, annál kisebb termőképesség jellemzi. (Kristó & Petróczi, 2007) kísérletében megállapította, hogy a termésbiztonságot 61,95%-ban a szemtelítődési fázis mértéke, 25,35%-ban pedig a bokrosodás határozza meg. A csapadék csökkenésével felgyorsul a szemtelítődés, az érési idő lerövidül és csökken a termésmennyiség (Fábián et al., 2013).

Magyarországon a talajdegradációs folyamatokat először Várallyay György sorolta fel 1989-ben. A talaj fizikai degradációja alatt a talaj anyagforgalmának kedvezőtlen irányba történő megváltozását értjük, mint a víz- és szél eróziót, a talajsavanyodást, a szikesedést, a tömörödést, a szélsőséges vízgazdálkodást (aszály, árvíz, belvíz), a csökkenő szervesanyagot, a kedvezőtlen irányú tápanyagforgalmat, a talaj pufferképességének csökkenését, szennyező anyagok felhalmozódását. Mindezek együttesen a klímajelenségekre való érzékenységet tovább növelik (Várallyay, 1989, 2003). A talajpusztulás lehet természetes folyamat is, azonban mértéke a helytelen emberi beavatkozással jelentősen növelhető.

(Birkás, 2019) irodalma szerint, a csapadék mennyisége jelentősen befolyásolja a talajok minőségét, a sok és a kevés csapadék egyaránt káros hatással van a talajok szerkezetére. Minimális vízhiány következtében a művelés során felszíni porképződés jön létre, ami eső hatására eliszapolódik, eztkövetően ha kiszárad, kérgesedik. Sok csapadék során a talajok termékenysége romlik és nehezebben lehet művelni, a felszínről a talajkolloidok lemosódnak a

tömörebb réteggig, nagyobbítva ezt a tömör réteget. A talajtömörödéshez kialakulásához vezető mesterséges (emberi) tényezők mellett a természeti tényezők közül, mint a vízvesztés, száradás, huzamosabb ideig tartó vízborítottság következményeként a tömörödött talajban a tarlómaradványok nem tudnak feltáródni, hanem rothadásnak, penészedésnek indulnak.

A fagy során kialakult fagymorzsa a túlművelt, elporosított talajok következménye, melyet homokos talajokon a tarlómaradványok meghagyásával, takaró hatásukkal lehet védeni.

A téli szeles napokon a fokozott figyelmet kell fordítani a vízvesztés elkerülésére, az őszi alapművelések után a talaj lezárása ajánlott.

1.3. Hagyományos talajművelési irányzatok az őszi búza termesztésében

A hagyományos talajművelési rendszer alatt az ekével történő alapművelést, a talaj teljes forgatását értjük (Birkás et al., 2002; Kosutiç et al., 2001). E rendszer szerint a művelések sorrendje a szántásos alapművelésen, elmunkáláson majd külön menetes magágykészítésen és vetésen alapszik, szemben a csökkentett művelés során alkalmazott forgatás vagy forgatás nélküli alapműveléssel és elmunkálással, majd egy menetes magágykészítéssel és vetéssel. A hagyományos művelés jelentősége a korábbi gondolkodásmódon, az szántás által nyújtott termésbiztonságon, az eke egyre korszerűbb tökéletesedéséhez köthető, továbbá a kezdeti, kevésbé fejlett forgatás nélküli eszközök, használatuk során jelentkező kockázatok szintén segítették a hagyományos művelési irányzatokhoz való ragaszkodást. Egészen a növényzetre és a talajra gyakorolt káros hatásának kimutatásáig tartották a növénytermesztés alapvető elemének (Birkás et al., 2002).

A humusz szerepet játszik a talaj vízgazdálkodásában, gátolja a tömörödéssé váló hajlamot és az elporosodást, hozzájárul a talaj termékenységéhez. A szántás során a művelés mélységében kialakuló eketalp réteg a talaj káros tömörödéséhez vezet, az így bekövetkező nedvességcsökkenés és levegőtlenség hiányában hozzájárul a talajlények pusztulásához, a mikrobiológiai tevékenységük csökkenéséhez, ezáltal pedig csökken a talajban lévő szervesanyag. A talajbióták vizsgálatával nyomon lehet követni a talajt ért változásokat mikrobiológiai módszerekkel, ezen változások okát pedig mikromorfológiai módszerekkel. (Domonkos et al., 2015) kétféle talajművelési módot – forgatásos és kímélő művelést – hasonlított össze, melynek során a mikrobiológiai tevékenységet és a humuszmennyiség alakulását vizsgálta. Mikrobiológiai kitenyészhető csíraszám (CFU) és katabolikus enzim (FDA) vizsgálatokkal megállapította, hogy a kímélő művelés során jelentősebb a talajban lévő mikrobiológiai aktivitás és a humusztartalom, mint a forgatásos rendszerben.

A nagy menetszámmal történő művelésnek az oka a kórokozók, kártevők és gyomok több menettel történő biztonságosabb gyérítése, illetve a korábbi művelet javítása volt. Ez azonban növekvő időigényt eredményezett, melynek során a lényeges művelési folyamatok elvégzése a kedvezőtlen időjárási viszonyok révén kockázatosnak bizonyult. Ezen művelési irányzatra jellemző volt továbbá a költségek növekedése a nagy energiaigény miatt, amellyel leginkább a talajok kedvezőtlen állapotban történő művelésének következtében szembesülhettek a gazdálkodók. A tarlómaradványok aláforgatása nem minden esetben valósult meg, a talaj művelésének akadályozó tényezőjeként azokat gyakran elégették, ezáltal a talaj takarása, védelme, a nedvességvesztés mértékének csökkentése nem történt meg. A művelés optimális mélységének megválasztásakor a talaj nedvességtartalmának, tömörségének figyelembevétele helyett legtöbbször a növény igényéhez vagy a rendszeresen alkalmazott eszközökhöz voltak igazítva, melynek során az azonos mélységben történő szántás következtében tömörödött réteg alakul ki. Ezenkívül a mélyművelés hiányának is köszönhető a kialakult tömör réteg (Antos et al., 2006, 2017). További tömörödést fokozó tényező az elmunkálásra alkalmazott tárcsa, amely során a növények nem tudnak mélyebbre gyökerezni, nő az aszályérzékenységre való hajlamuk, illetve a tömör réteg felett összegyűlt nagy mennyiségű csapadékvíz eliszapolódáshoz vezethet. A nagy menetszámú elmunkálás és magágykészítés során a talaj tömörödése és visszatömörítése miatt a tarlómaradványok és a tápanyagok lassabban táródnak fel. Csapadékos időszakban a taposási károk következtében a talajvízzel telítődik és kialakuló tömör réteg nedvesség és levegőhiányhoz vezethet. Száraz időszakban pedig a talaj a nedvességtartalomhoz való alkalmazkodás hiányában rögös, ennek mérséklése révén aprítják, ennek következtében pedig a talajt elporosítják. Az elporosodott talajnedvesség hatására eliszapolódik, kiszáradva cserepesedik és további művelések során a talaj biológiai beéredési folyamata elmarad. A többmenetes művelés során a talaj szervesanyag mérlege csökken, a szénmegkötés, a talaj művelhetősége, hordképessége romlik (Holland, 2004). A hagyományos rendszereknél a forgatás során a növényi maradványok bekerülésre kerülnek, a talaj átlegegződik és a szerves anyagok lebomlásnak indulnak. Ezáltal a talaj szénkészlete csökken, művelés során pedig a CO₂ kibocsátás jelentősen nő, ellentétben a csökkentett művelési rendszerekkel (Tóth et al., 2009). (Rádics et al., 2015) rövid és közepes időtartamú méréseik eredményeképp beszámol arról a módszerről, amellyel a CO₂ kibocsátást pontosan meg lehet határozni. A CO₂ kibocsátás csökkenését szántóföldi növénytermesztésre vonatkozóan a művelési módok közül a kímélő talajműveléssel lehet elérni, azon belül is a CO₂ emissziót a direktvetéssel alkalmazásával lehet a legalacsonyabb szinten tartani (Bencsik, 2009).

1.4. A klímakár csökkentő talajművelés lehetőségei és a fontosabb indikátorok

A hagyományos (konvencionális) rendszerek talajra gyakorolt káros hatásának tanulmányozása után a művelés ésszerűsítésére különböző talajművelési irányzatok kezdtek elterjedni. Először az 1950-es években az Amerikai Egyesült Államokban megjelenő minimum tillage, amely megelőzte a később megnevezett reduced tillage-t, a kedvező talajállapot kialakítását szorgalmazta (Bánházi & Fülöp, 1982) a művelési költségek csökkentésével. Ezt követte az Észak-Amerikában 1960-1970-es években, Európában pedig az 1970-es évek közepén megjelenő talajvédelmi központú conservation tillage, melynek értelmében a talajt vetés után legalább 30% -al fedik a tarlómaradványok és a talajerózió legalább 50%-al kisebb, mint a konvencionális műveléskor. Erre alkalmas az úgynevezett mulchhagyó (mulch till) vagy pedig a vetősoros művelés (no till, strip till). A kímélő talajművelés célja tehát a forgatásos művelés alkalmazásának visszaszorulása, a menetszám és művelési mélység csökkentése, melyet korábbi kutatások is bizonyítanak. A klíma okozta káros folyamatokat kiegészítheti és fokozhatja a helytelen talajművelés, ezért a kockázatcsökkentés érdekében fontos a korábbi szokások áttekintése, a berögzült módszerek változtatása (Antos et al., 2017; Zsembeli et al., 2015).

Biró és munkatársai (2018) szerint a klímakár csökkentő talajművelés tudatos alkalmazása a talajszerkezet kímélésén és a tömörödési károk megelőzésén alapul, főleg az aszály elleni védekezésnél jelentős, melynek során a hangsúly a talajban lévő nedvesség megőrzésén, a humusztartalom növelésén, a talajban található élőlények megővésén van.

Ezen talajművelési módok közé tartozik a középmélylazítás, a sekély tarlólántást követően kombinált lazító használata, mellyel elkerülhető a tömör réteg kialakulása, a talaj mélyebb rétegei javíthatók, csökkenthető a talaj vízvesztesége, ezáltal növelhető a terméshozam (Dóka, 2013). Megállapították, hogy 30-50 cm között végzett alpművelés során a talaj azon rétegében, amely rendszeres művelésnek van kitéve, a gravitációs pórusok arányának növekedésével a tömör állapot mérsékelhető. Pozitív hatása a talaj vízmegtartó képességét növeli, a lazult talajállapotnak köszönhetően a növények a vizet és a tápanyagokat könnyebben fel tudják venni, segítve ezzel fejlődési fázisaikat. Alkalmazásának ideje a talaj nedvességtartalmától függ, túl száraz talajon rögzösödés, túl nedves talajon pedig „elkent csíkok” figyelhetők meg a lazított területen (Antos et al., 2017). Továbbá más irodalmak említik, hogy a lazult talajállapotot a több éven át tartó tudatos, kímélő műveléssel lehet elérni (Bottlik et al., 2012).

Az egyre korszerűbb kultivátorokkal mérsékelhetők a művelés költségei, a menetszám független a talaj nedvességtartalmától, ezáltal csökkenthető. Nem igényel külön menetes elmunkálást, némelyik után már egyből következhet a vetés, mivel már arra alkalmas talajt hoz létre. A kultivátorok népszerűségét továbbá növeli a sokoldalú alkalmazhatósága, melyekkel elvégezhető a tarlómunka, az alapművelés és a magágykészítés is. A sekélyen járható kultivátorokat tarlólánhántásra és felület elmunkálásra, a nehézkultivátorokat tarlólánhántásra és alapművelésre lehet alkalmazni. Nem képez talpakat, 30-38 cm-es mélységben elősegítik az eke vagy tárcsa okozta talprétegek lazulását, a kialakult lazult rétegnek köszönhetően a talaj vízbefogadó képessége nő. A kímélő művelés egyik fontos eszköze, a kultivátoros művelés során a szerkezetkárosítás enyhül a talaj porhanyításakor (Antos et al., 2017). A talaj víztartó képességét pórusméret eloszlás alapján az egyes agrotechnikai eljárások során (Csorba et al., 2015) is vizsgálta, mely szerint a talaj víz- és levegőforgalmának legkedvezőbb állapotot a kultivátoros mélyműveléssel lehet elérni. Megállapította, hogy a makropórus tartomány aránya a szántásban a legnagyobb, a direktvetésben a legkisebb, a legkedvezőbb pedig a tárcsás, a mélylazítással kombinált tárcsás, illetve a kultivátor és a sekély kultivátornál volt.

Ajánlott nyirkos talajon művelni, ellenben a lazítókkal, nagyon kevés, illetve nagyon sok talajnedvesség mellett is minimálisan károsítja a talajt. A tarlómaradványok meghagyása és megfelelő aprítása során, azok talajba keverése elősegíti a talajnedvesség megtartását, az erózió elkerülését és a művelhetőség javulását és a szántással ellentétben visszaszorítja a magról kelő gyomokat is (Kalmár, 2017).

Tárcsás műveléskor a talajszerkezet romlásának mérséklése a síklapú tárcsákkal érhető el, összehasonlítva a hagyományos, porosítást okozó gömbsüveg lapú tárcsákkal. Kiegészítve a talaj lezárásaként a hengeres elmunkálással egy menetben (Dóka, 2013).

Összességében a szántásos talajművelésről megállapították, hogy a talajszerkezet kímélése érdekében a menetszám és a gyakoriság csökkentésével, következetesen lehet alkalmazni, elkerülve a talajtömörödés, a rögösödés-porosodás, defláció és erózió okozta talajszerkezet romlást (Dóka, 2013). A szántást mechanikai gyomszabályozó szerepe miatt sokáig kiemelt jelentőségűnek tartották, a szántási mélység optimumát az évelő növények elleni védekezés sikerességében kell megválasztani (Kouwenhoven et al., 2002). Azon évelő növények, amelyeknek szaporítógyökerét elvágva tovább szaporodnak, a leforgatásuk indokolt.

A földigiliszta tevékenységről elmondható, hogy a gyakori szántás negatívan befolyásolja a számukat (László, 2007). A kímélő művelés egyik alappillére, hogy a kevesebb bolygatás mellett a földigiliszták életfeltételi javulhatnak (Bádonyi et al., 2006).

Mivel a földigiliszták fontos indikátorai a talaj fizikai és biológiai állapotának, védelmük a kémélő talajművelés további fontos tényezője. A talaj takarása hozzájárul ahhoz, hogy talajainkban több giliszta forduljon elő, ugyanis a táplálékukként szolgáló tarlómaradványok mellett a talaj kiszáradását mérsékli. A túlzott mértékben kiszáradt, elporosodott de a cserepedett talaj szintén nem kedvező számukra, sőt a tömörödött talaj egyáltalán nem alkalmas tevékenységükre, így azokban járataikkal egyáltalán nem találkozhatunk. Az életfeltételeikhez, a talajszerkezetet javító tevékenységükhöz elengedhetetlen a nyirkos, tarlómaradványokkal takart felszín, a kellő mélységig lazult talajréteg (Antos et al., 2006).

Fontos szempont Birkás és munkatársai (2015) kutatásai alapján a tarlómaradványok meghagyása, talajba keverése, a tarlók sekély művelése, és a talajnedvesség figyelembevételével megválasztott alapművelés.

Németországban is megfigyelhető az ekét egyre nagyobb mértékben felváltó kultivátorok elterjedése vagy a sekélyebb művelés, így a talajszerkezeti tulajdonságok a szántóföldi területek többségében igen jónak bizonyulnak. A termőhelyi adottságok fényében számos területen áttértek a minimális talajbolygatásra, melynek következményeként a vizsgált talajokon még a több évig szántott területek altalajában sem volt fellelhető káros tömörödés. Ennek oka a tömörödöttebb mátrix stabilitásának köszönhető, amely az altalajt védi a talajművelő eszközöktől (Barczy et al., 2015).

Az egyes vetési módok célja a környezetkímélő talajművelésnél a talaj minél kevesebb bolygatása, a károkozás lehetőségének csökkentése, ezáltal a talajtömörödés, nedvességvesztés, erózió, defláció minimálisra redukálása. Nyirkos talajon bármelyik módszerrel elérhető a jó kelés, a talajra gyakorolt hatásukban azonban lényeges különbségek figyelhetők meg. Ezek közül kiemelendő a művelés nélküli direktvetés, melynek főleg csapadékhiányos területeken van jelentősége, ahol a tarlómaradványok segítségével növeli a talaj porozitását, a beszivárgás általi vízmegtartó képességet (Moncef et al., 2008). Az előnyök mellett azonban kockázati tényezőként számolni kell a tarlómaradványok felszínén hagyásával melynek során allelopátia és csírázásgátlás alakulhat ki, továbbá a vetésváltással, a kártevők, kórokozók és gyomok visszaszorítása érdekében, illetve a talaj fizikai állapotával ugyanis az ülepedés elkerülése érdekében a talajt lazítani szükséges, ha hagyományos rendszerről a direktvetéses rendszerre váltunk. A forgatás nélkülözésével a gyökérszónában fellépő tápanyaghiány, a levegőtlen, nedves talajban bekövetkező növekvő mikrobiológiai tevékenység szintén korlátozó tényező (Birkás et al., 2002).

A szántás és a mélyebb tárcsázás elhagyásával a gyomosodás problémája fennáll, így a minimális talajbolygatás során az elgyomosodás ellen különös hangsúlyt kell fektetni a kémiai védelemre (Vakali et al., 2011).

1.5. Az irodalmi áttekintés főbb megállapításai

Az őszi búza a legnagyobb területen termesztett gabonanövényünk, a legtöbb szántóföldi területen megtalálható, ugyanis a legtöbb talajon vethető. Termesztésének sikerét, termésének mennyiségét és minőségét azonban nagymértékben meghatározzák és befolyásolják a klímatis viszonyok.

Hazánkat is érintő klímaváltozás jelentőségével egyre többen foglalkoznak és kutatják, negatív hatásait mezőgazdaságban is igazolják, melyek elsősorban a csapadékhiányban, aszályos periódusok számának gyarapodásában nyilvánulnak meg. Számos kutatás felhívja a figyelmet a talajkímélő, alkalmazkodó művelés alkalmazására, mely a nedvességtakarékos, a talaj fizikai-biológiai állapotát javító gazdálkodást jelenti.

A talajdegradációt természetes és ember által okozott káros folyamatok is kiválthatják. A klímaváltozás pedig felgyorsíthatja ezeket a talajt ért hatásokat. Ide sorolható a korábbi helytelen talajművelési szokások által okozott fizikai szerkezetromlást, tömörödést elősegítő szélsőséges hőmérséklet- és vízgazdálkodási viszonyok hatására fellépő csapadékhiány, melynek következtében ezeken a talajokon a termésbiztonság kockázatos lesz.

A hagyományos, forgatásos talajművelési rendszerek - szántáson alapuló talajművelés - alkalmazásának szükségessége a mai napig kérdéses. Gyomszabályozó szerepük miatt sokáig tartották a növénytermesztés alapvető elemének, azonban a kutatások azt bizonyítják, hogy az egyre jobban érzékelhető klímaváltozás során, vízmegőrzés és talajromboló hatásuk révén hosszú távon nem bizonyulnak célravezetőnek.

A talaj a földi élet, az élelmiszertermelés alapja, a növényzet alapvető élettere ezért védelmére a talajhasználat során is törekedni kell. A talajművelés indikátorai lehet a földigiliszta-egyedszám, a talajnedvesség, a térfogattömeg és a pórusterfogot változása, a talaj biológiai aktivitásának csökkenése, a talajszerkezet romlása, illetve a növekvő ellenállás. A klímakár csökkentő talajműveléssel növelhető a talaj szervesanyag- és nedvesség tartalma, melynek köszönhetően megelőzhető vagy csökkenthető a talajdegradációs folyamatok mértéke.

2. Anyag és módszer

2.1. A vizsgálat helyszínének bemutatása



2. ábra A kísérlet helyszínéül választott tábla elhelyezkedése (forrás: Google Maps)

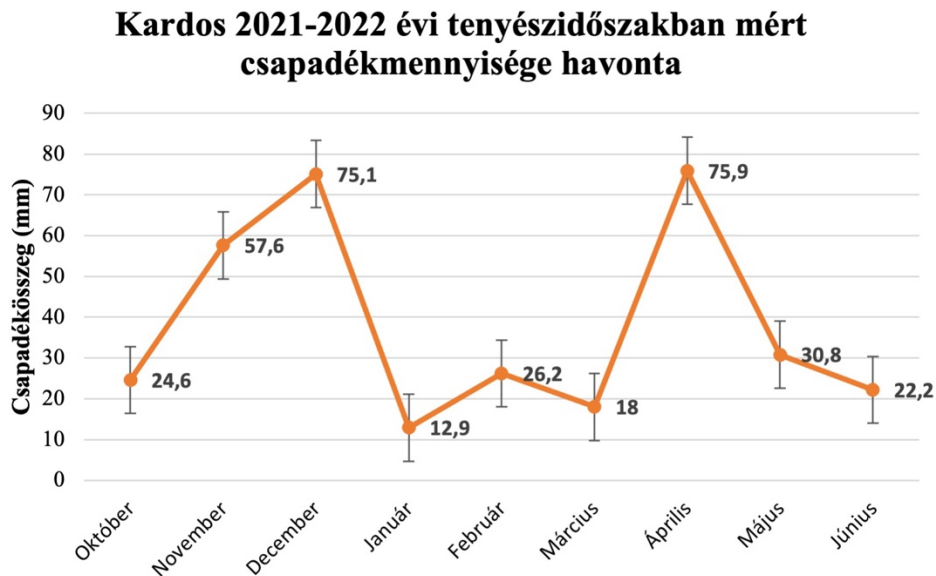
A kísérleti munkámat Kardoson, a családi gazdaságunk egyik területén végeztem, mely az Alföldön, Békés megye északnyugati részén található a 44-es számú főútvonal mellett, Kondoros és Csabacsúd között. Az 2. ábrán látszik, hogy a terület közelében déli irányban helyezkedik el a 2019 szeptemberében átadott M44-es gyorsforgalmi út. A terület síkvidéknek osztályozható, a békési kistáj körülbelül 87 m tengerszint feletti magassággal a Maros-hordalékkúpsíkság peremi része, mely infúziós lösszel és agyaggal fedett.

A térség éghajlata kontinentális, általában hideg tél és meleg nyár a jellemző. Az évi napsütéses órák száma országos viszonylatban magas, 2000-2020. Az évi középhőmérséklet 10,2-10,4 °C, április eleje és október közepe között a napi középhőmérséklet 10 °C fölére tehető. Az évente lehulló csapadék mennyisége 500-550 mm között változik, de előfordul, hogy nem éri el az 500 mm-t. A tenyészidőszakban 320-330 mm esőzés a jellemző, gyakran egyenletlen eloszlásban. Az É-i és a D-i szélirány a leggyakoribb, az átlagos szélesség 2,5-3 m/s alakul, az ariditási index értéke 1,3-1,4.

A kísérleti terület talaja 2018-2019-es talajvizsgálati adatok alapján az I. termőhelyi kategóriába, a „csernozjom” típusú talajok közé sorolható. Az Arany-féle kötöttségi szám ($K_A = 45$) szerint fizikai féleség szempontjából a textúrája agyagos vályog, közepes ellátottságú, 2,56 % humusztartalommal. Kémhatását tekintve semleges ($pH = 7,29$), a tápelemek közül kálium- ($K_2O = 295$ mg/kg), cink- ($Zn = 2$ mg/kg) és réztartalomban ($Cu = 5,2$ mg/kg) a jó kategóriába, foszfortartalomban pedig ($P_2O_5 = 273$ mg/kg) az igen jó kategóriába tartozik. A tábla mérete 2,03 ha, alakja szabálytalan négyzet. Az elővetemény linolsavas olajnapraforgó

volt, amit megelőzött őszi búza, azelőtt pedig repce. A repce és a napraforgó lazítással történt, az őszi búza pedig tárcsával.

2.2. Csapadékvizonyok a vizsgálati évek folyamán

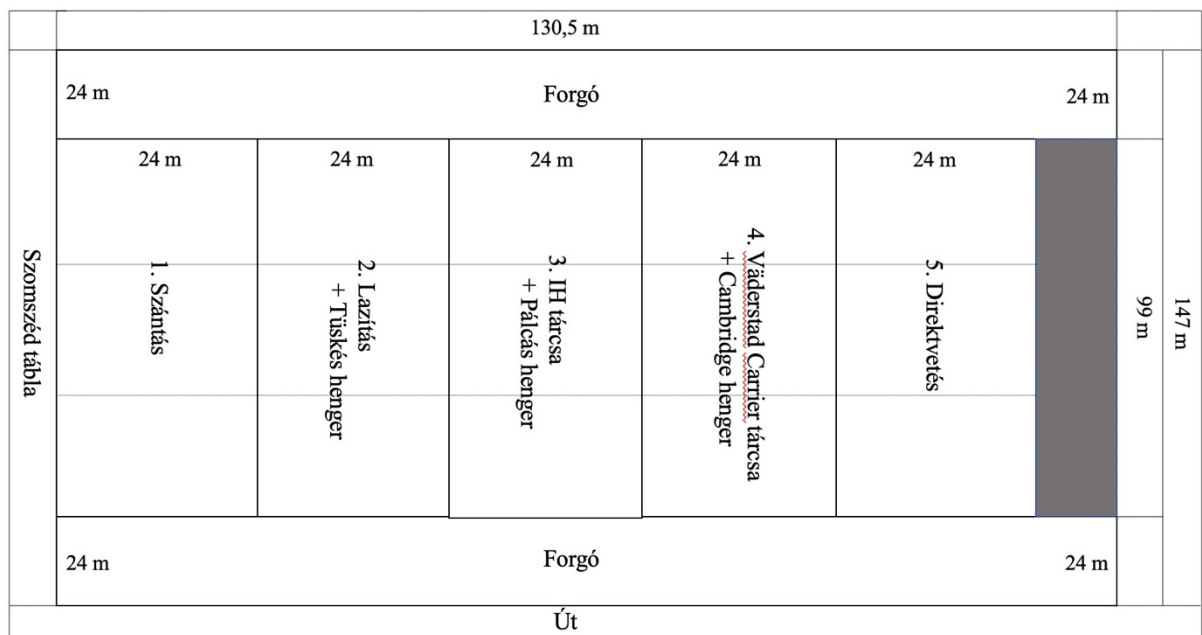


3. ábra A csapadék mennyisége a vizsgálati évek folyamán

A tenyészidőszak során hullott összes csapadék csupán 343,3 mm volt. A korábbi évekhez viszonyítva a 2021-2022-es évről összességében elmondható, hogy a növények olyan aszálynak voltak kitéve, amelyre évtizedek óta nem került sor, ez pedig később a termésátlagokban is igencsak megmutatkozott. A decemberig tartó csekély esőzéseket egy márciusig tartó még szárazabb periódus követte, ugyanis januárban és márciusban a csapadék mennyisége nem haladta meg a 18 mm-t, ez látható a 2. ábrán. Április-május-júniusban mindössze 128,9 mm volt az összes csapadék mennyisége. A tenyészidőszak során esett csekély mennyiségű csapadékot kiegészítette továbbá a magas hőmérséklet és a magas UV sugárzás, melynek során a minimális csapadék nem jutott le a gyökérszónába, így felvehetetlenné vált a növény számára. Az extra magas hőmérsékleten a pár mm-es csapadék is elpárolgott a talajfelszínről. Ilyen időjárási viszonyok miatt a tenyészidőszak lerövidült és az őszi búza kényszererési fázisba került, a kalászban lévő szemek megszorultak így a betakarítási munkákra is körülbelül másfél héttel hamarabb került sor.

2.3. Az alpművelési kísérlet beállítása

A területen a kísérlet beállítása 2021. szeptember 23-án történt, melynek során összesen 5 egyforma, 24 x 99 m hosszúságú parcellát alakítottunk ki, 5 különböző alpművelési művelethez. Ez a szántás, lazítás, IH tárcsázás pálcás hengerrel, Carrier tárcsázás Cambridge hengerrel és a direktvetés, mely a 3. ábrán látható. A parcellákon 3 ismétlésben végeztem a vizsgálatokat, azonban a kísérlet üzemi jellege miatt a kezelések ismétlését nem tudtuk megoldani.



4. ábra A kísérleti terület bemutatása

2.4. A kísérleti területen végzett alpművelések

A kísérleti területen a napraforgó elővetemény betakarítására 2021. szeptember 12-én került sor. Ezt követően szárzúzóval megtörtént a szár aprítás, majd a direktvetésre szánt parcella kivételével a többi parcella Väderstad Carrier tárcsával tarlóhántásban részesült.

2021. október 1-én Amazone ZA-M dupla tárcsás műtrágyaszóróval 200 kg/ha DAP 18-46 alpműtrágya került kijuttatásra, illetve szintén október 1-én sor került az alpművelések elvégzésére is. Melynek során az első parcellán a vetőszántás 20 cm mélyen, Rabewerk Albatros 4 fejes, réselt kormánylemezes ekével történt. A második parcellán lévő középmély lazítás 45 cm mélységben, Spider típusú 5 késes, tüskés hengerrel ellátott lazítóval zajlott, melyet a 4. ábra szemléltet. A harmadik parcellán 20 cm mélyen, 6,2 méteres pálcás hengerrel felszerelt IH nehéztárcsával végzett alpművelést végeztünk. A negyedik parcellán alkalmazott

Väderstad 4,25 méteres, Cambridge hengeres rövidtárcsa 15 cm-es mélységű művelésben dolgozott.

Majd 2021. október 9-én a kísérleti terület John Deere 740 A pneumatikus gabonavetőgéppel, MV Nádor fajtájú őszi búzával 4 cm-es mélységben lett elvetve.



5. ábra A kísérletben alkalmazott néhány eszköz, Balról jobbra: Rabewerk Albatros 4 fejes eke, Spider típusú 5 késes lazító, Väderstad Carrier 4,5 méteres síktárcsa

2.5. Adatfelvételezés

A vizsgálatokat és a mintagyűjtést a 99 méter hosszúságú kísérleti parcellákban 3 különböző helyen végeztem el. A vizsgálatok 2021. szeptemberétől 2022. júniusáig tartottak. A mérésekre minden hónap végén - novembertől márciusig tartó időszak kivételével - került sor, összesen 6 hónapon keresztül.

2.5.1. A talajellenállás mérése

A talajellenállásra alkalmas 6. ábrán látható penetrométer mérőeszközt a Gödöllői Egyetem biztosította, mellyel a vizsgálati időszakban havonta rögzítettem az adatokat. A méréseket a parcellák 3 különböző helyén 3 ismétlésben végeztem, 5 cm-es léptékkal 50 cm-es mélységig. Az adatokat MPa-ra átváltottam majd a három különböző mélységű talajrétegre jellemző átlagos talajellenállás értéket kiszámoltam és az így kapott 0-15 cm-es, 15-30 cm-es és 30-45 cm-es mélységű talajrétegeket vettem alapul és alkalmaztam a statisztikai elemzéskor.



6. ábra A talajellenállás mérése penetrométerrel

2.5.2. A talajnedvesség mérése

A 7. ábra alapján a talajnedvesség mérését a talajellenállás mérésével megegyező időpontban végeztem, melynek célja a talaj nedvességtartalmának meghatározása volt. A vizsgálatot itt is a mintaterék 3 különböző helyén 3 ismétlésben végeztem, 5 cm-es léptékkel 50 cm-es mélységig PT-1 típusú talajnedvesség mérő eszközzel. A talajellenálláshoz hasonlóan a talajrétegre jellemző átlagos talajnedvesség értéket 0-15 cm, 15-30 cm és 30-45 cm-es mélységig számoltam.



7. ábra A talajnedvesség mérése

2.5.3. Agronómiai szerkezet vizsgálata

Az agronómiai szerkezet meghatározásához a parcellákon ásópróba segítségével kapott 2 kg tömegű mintákat gyűjtöttem a talaj 0-15 cm-es rétegéből, melyeket agronómiai szitasorozattal megvizsgálva 4 frakciót – port, aprómorzsát, morzsát és rögöt – kaptam. A szitasorozat és a minta a 8. ábrán látható. Az egyes frakciók tömegét konyhai mérleggel mértem meg, így a minta 2 kg-os össztömegéhez viszonyítva százalékban megkaptam az agronómiai szerkezet megoszlását.



8. ábra Agronómiai szitasorozat és ásópróba

2.5.4. Termésmennyiség meghatározása

A termésmennyiség meghatározásához parcellánként learatott őszi búza tömegét viszonyítottam a terület nagyságához, így megkaptam az adott parcellára jellemző termésmennyiséget.

2.5.5. Sikér- és fehérjetartalom vizsgálata

A parcellákról begyűjtött minták sikér- és fehérjetartalom vizsgálatát Pfeuffer Granolyser gabona beltartalmat vizsgáló mérőműszerrel végeztem el 2022. június 21-én.

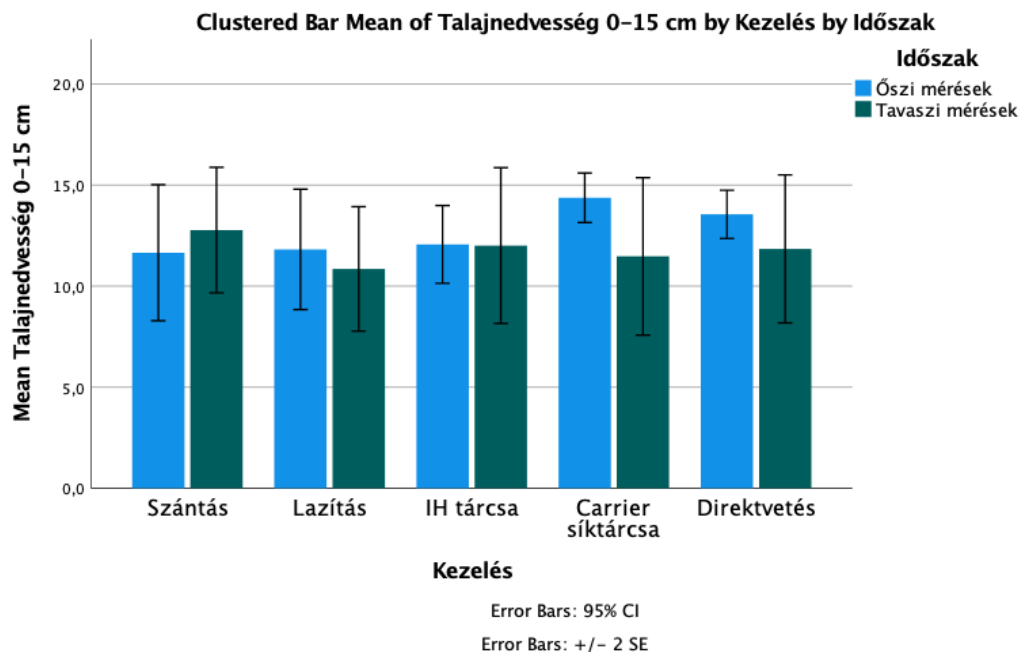
2.5.6. Statisztikai elemzés

Az adatok statisztikai elemzésére az IBM SPSS Statistics V25 szoftvert és a Microsoft Office Excel 2010-et használtam. Az elemzéseket egytényezős variancia-analízis (ANOVA) és post-hoc tesztek segítségével végeztem.

3. Eredmények és értékelésük

3.1. A talajnedvesség eredményei

A felső 15 cm-es mélységben a talajnedvesség értékek nem mutattak eltérést az egyes kezelések között $F(4, 85) = 0,352$, $p = 0,842$. Nem különbözött szignifikánsan a Szántás ($M = 12,217\%$, $SD = 4,747\%$) a Lazítástól ($M = 11,339\%$, $SD = 4,436\%$), az IH tárcsától ($M = 12,039\%$, $SD = 4,431\%$), a Carrier síktárcsától ($M = 12,928\%$, $SD = 4,46\%$) és a Direktvetéstől ($M = 12,7\%$, $SD = 4,059\%$). A Lazítást összehasonlítva az IH tárcsával, a Carrier síktárcsával és a Direktvetéssel szintén nem mutat eltérést a vizsgálat. Továbbá az IH tárcsa sem különbözik szignifikánsan a Carrier síktárcsától és a Direktvetéstől és a Carrier síktárcsa sem a Direktvetéstől. Ebben a rétegben a Szántásnak ($4,3 \text{ m/m}\%$) a legnagyobb a minimum értéke és az IH tárcsának ($3,3 \text{ m/m}\%$) a legkisebb. A maximum értékek közül az IH tárcsának ($19,5 \text{ m/m}\%$) a legnagyobb az értéke és a Lazításnak ($17,2 \text{ m/m}\%$) a legkisebb.



9. ábra Az őszi és a tavaszi művelések talajnedvesség értékeinek összehasonlítása 0-15 cm mélységben

Az őszi kezeléseknél elmondható, hogy bár az eredmények nem különböztek egymástól szignifikánsan $F(4, 40) = 1,083$ $p = 0,378$ szinten, trendszerű megfigyelések alapján a Direktvetés ($M = 13,556\%$, $SD = 1,789\%$) nedvesség értéke a felső 15 cm-ben magasabb volt, mint a Lazítás ($M = 11,822\%$, $SD = 4,465\%$) értéke. Az eredmények továbbá a 9. ábrán azt is

mutatják, hogy a felső 15 cm-es rétegben a legkisebb értéket a Szántás ($M = 11,656\%$, $SD = 5,05\%$) érte el, ellenben a legnagyobbat a Carrier síktárcsázás ($M = 14,378\%$, $SD = 1,836\%$). A tavaszi mérések eredményeként $F(4, 40) = 1,60$ $p = 0,957$ szinten magasabb értéket mutatott a Szántás ($M = 12,778\%$, $SD = 4,656\%$) és az IH tárcsa ($M = 12,011\%$, $SD = 5,78\%$), összehasonlítva a legkisebb értéket adó Lazítással ($M = 10,856\%$, $SD = 4,621\%$).

A 15-30 cm-es mélységben a kezelések között az ANOVA vizsgálata alapján szintén nem állt fent szignifikáns eltérés a réteg nedvességtartalmát illetően $F(4, 85) = 0,798$, $p = 0,53$. A Szántást ($M = 16,472\%$, $SD = 3,9034\%$) összehasonlítva a Lazítással ($M = 15,078\%$, $SD = 5,5\%$), az IH tárcsával ($M = 17,439\%$, $SD = 4,033\%$), a Carrier síktárcsával ($M = 16,739\%$, $SD = 5,24\%$) és a Direktvetéssel ($M = 17,467\%$, $SD = 4,178\%$), nem volt tapasztalható eltérés. A Lazítás a többi kezeléssel nem mutatott eltérést. Az IH tárcsát összehasonlítva a Carrier síktárcsával és a Direktvetéssel, illetve a Carrier síktárcsa és a Direktvetés között sem volt szignifikáns különbség. Az IH tárcsának ($10,1 \text{ m/m}\%$) és a Szántásnak ($10,0 \text{ m/m}\%$) jelentősen nagyobb volt a minimum értéke, mint a Lazításnak ($5,8 \text{ m/m}\%$), Carrier síktárcsának ($4,6 \text{ m/m}\%$) és a Direktvetésnek ($7,9 \text{ m/m}\%$). A maximum értékek közül a Szántás ($22,5 \text{ m/m}\%$) legkisebb értékéhez képest, az IH tárcsa ($24,3 \text{ m/m}\%$) és a Direktvetés ($24,3 \text{ m/m}\%$) a legnagyobb értékű. Az őszi és tavaszi bontásban nézve, az ősszel végzett vizsgálatok során, 15-30 cm mélyen a Lazítás ($M = 12,167\%$, $SD = 4,712\%$) értéke messze elmarad a többi műveléstől. A legnagyobb értékeket a Carrier síktárcsa ($M = 17,144\%$, $SD = 2,64\%$) és a Direktvetés ($M = 17,144\%$, $SD = 1,446\%$) eredményezte.

A legalsó 30-45 cm-en ugyancsak nem található eltérés az egyes kezelések között $F(4, 85) = 0,548$, $p = 0,701$. A Szántással ($M = 17,856\%$, $SD = 3,439\%$) összehasonlított Lazítás ($M = 19,139\%$, $SD = 4,044\%$), IH tárcsa ($M = 19,772\%$, $SD = 3,365\%$), Carrier síktárcsa ($M = 18,939\%$, $SD = 5,449\%$) és Direktvetés ($M = 18,456\%$, $SD = 4,050\%$) nem térnek el egymástól szignifikánsan. Továbbá a Lazítással összevetett IH tárcsa, Carrier síktárcsa és Direktvetés között, az IH tárcsával összevetett Carrier síktárcsa és Direktvetés között, valamint a Carrier síktárcsa és a Direktvetés között sem volt tapasztalható számottevő eltérés. Ezen rétegben a legnagyobb minimum ($12,3 \text{ m/m}\%$) és legnagyobb maximum ($25,8 \text{ m/m}\%$) értéket a Szántás adta. Ezzel szemben jelentősen a legkisebb minimum értéket a Carrier síktárcsa ($4,6 \text{ m/m}\%$) eredményezte. A tavaszi vizsgálatok során a Lazítással ($M = 21,233\%$, $SD = 4,352\%$) végzett parcella eredményei magasabb értékeket produkáltak, ellenben a Szántással ($M = 17,011\%$, $SD = 4,543\%$) és a Carrier síktárcsával ($M = 17,944\%$, $SD = 7,655\%$) művelt parcellákkal.

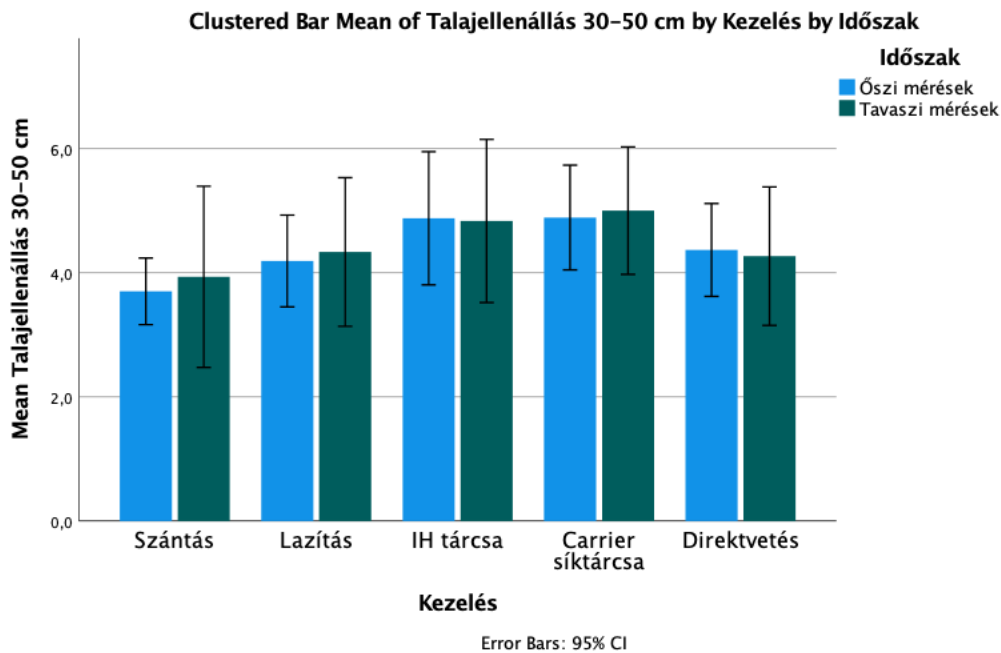
3.2. A talajjellenállás eredményei

10. ábra Post-hoc összehasonlítása a művelések közötti átlagos különbségeknek a talajjellenállásra gyakorolt hatásuk alapján 0-15 cm mélységben $p < 0,01$ szinten

Talajjellenállás 0-15 cm	Szántás	Lazítás	IH tárcsa	Carrier síktárcsa	Direktvetés
Szántás					
Lazítás	0,2833				
IH tárcsa	0,0111	-0,2722			
Carrier síktárcsa	-,9056*	-1,1889*	-,9167*		
Direktvetés	-0,5889	-,8722*	-0,6	0,3167	

A felső 15 cm-es talajrétegben az egyes kezelések szignifikáns hatással voltak a talajjellenállás vizsgálatára $F(4, 85) = 6,110$, $p < 0,01$. A 10. ábra szemlélteti a Tukey HSD post-hoc vizsgálat eredményeit, melynek alapján a Carrier síktárcsa ($M = 1,833\%$, $SD = 1,045\%$) szignifikánsan magasabb talajjellenállási értéket mutatott, mint a Szántás ($M = 0,928\%$, $SD = 0,869\%$); Lazítás ($M = 0,644\%$, $SD = 0,549\%$) és az IH tárcsa ($M = 0,917\%$, $SD = 0,817\%$), azonban a Direktvetéssel ($M = 1,517\%$, $SD = 0,847\%$) nem mutatott szignifikáns eltérést. A Direktvetés ($M = 1,517\%$, $SD = 0,847\%$) és a Lazítás ($M = 0,644\%$, $SD = 0,549\%$) között szintén szignifikáns különbség volt kimutatható.

A talajréteg 15-30 cm-es mélységében mért talajjellenállás értékek esetében a kezeléseknek nem volt szignifikáns hatása a talajjellenállásra $F(4, 85) = 1,324$, $p = 0,268$ szinten. Ebben a rétegben az IH tárcsa ($M = 6,65\%$, $SD = 15,15\%$) jelentősen magasabb talajjellenállási értéket mutatott a többi műveléshez képest, azonban a legkevesebbet a Lazítás ($M = 2,028\%$, $SD = 1,322\%$) adta. A Direktvetést ($M = 3,044\%$, $SD = 1,351\%$) összehasonlítva a Szántással ($M = 2,2\%$, $SD = 1,706\%$), az előbbi produkált magasabb értéket. A kezelések maximum értékeit tekintve az IH tárcsa (67,0 MPa) értéke igencsak eltér a többi kezelés értékétől. Összesen az IH tárcsa ($M = 9,8\%$, $SD = 21,483\%$) kiugróan magas értékeket mutatott az Szántáshoz ($M = 1,644\%$, $SD = 0,972\%$), Lazításhoz ($M = 1,667\%$, $SD = 0,857\%$), Carrier síktárcsához ($M = 3,167\%$, $SD = 0,8396\%$) és a Direktvetéshez ($M = 2,844\%$, $SD = 1,309\%$) képest, tavasszal azonban a Carrier síktárcsa ($M = 4,0\%$, $SD = 1,648\%$) adott magasabb értéket a többi műveléssel szemben.



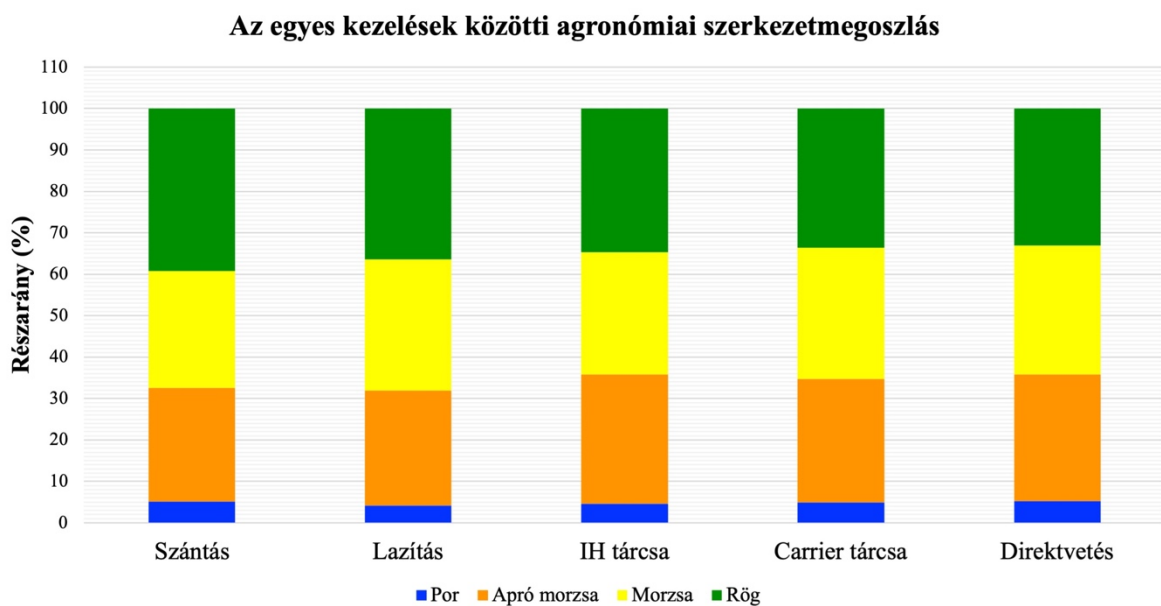
11. ábra Az őszi és a tavaszi művelések talajellenállás értékeinek összehasonlítása 0-15 cm mélységben

A legmélyebb szinten, 30-45 cm mélységben már szintén nem befolyásolták az egyes kezelések a talajellenállást $F(4, 85) = 1,272$, $p = 0,287$, azonban elmondható, hogy az IH tárcsa ($M = 10,906\%$, $SD = 24,774\%$) értéke jelentősen magasabb a többi parcellához képest, továbbá a Lazításé ($M = 4,261\%$, $SD = 1,45\%$), Carrier síktárcsáé ($M = 4,944\%$, $SD = 1,369\%$) és a Direktvetésé ($M = 4,317\%$, $SD = 1,383\%$) megközelítőleg azonos. A Carrier síktárcsának a minimum értéke a legnagyobb (3,1 MPa), a maximum értékek közül pedig az IH tárcsának (110,0 MPa) kiugróan magas az értéke. Az ősszel végzett méréseknél a 11. ábrán látható az IH tárcsa ($M = 16,978\%$, $SD = 34,892\%$) jelentős eltérése a Szántástól ($M = 3,7\%$, $SD = 0,805\%$), Lazítástól ($M = 4,189\%$, $SD = 1,108\%$), Carrier síktárcsától ($M = 4,889\%$, $SD = 1,265\%$) és a Direktvetéstől ($M = 4,367\%$, $SD = 1,123\%$), ugyanis tavasszal nem tapasztalható az értékek számottevő eltérése.

3.3. Az agronómiai szerkezet vizsgálatának eredményei

Agronómiai szitasorral a parcellánként három alkalommal vett talajmintákat tömegszázalékban kifejezve négy frakcióra különítettem el, melyek a por = <0,25 mm; apró morzsa = 0,25-2,5 mm; morzsa = 2,5-10 mm; rög = >10 mm. Az agronómiai szerkezetmegoszlást részletesen a 11. ábra szemlélteti. A csapadékhiányos, száraz időjárás eredményeképp jelentős porképződés

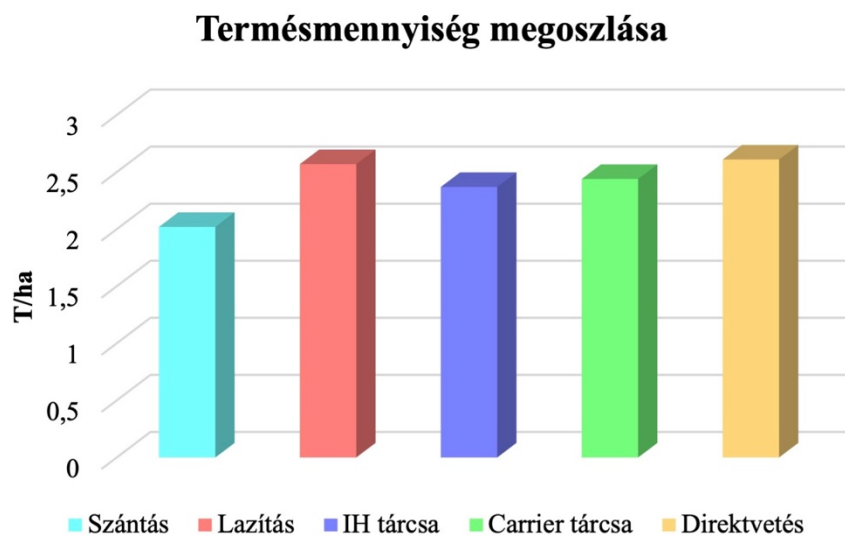
figyelhető meg az egyes kezeléseknél. A por frakciók alakulásánál a lazítással (4,19%) művelt parcella esetében volt észrevehető a legkevesebb porképződés, ezzel szemben a legnagyobb por arányt a direktvetés (5,25%) adta. A két tárcsa – IH tárcsa (4,56%) és Carrier síktárcsa (4,86%) – porképződés szempontjából megközelítőleg azonos értéket mutat. A legkedvezőbb szerkezetnek minősíthető aprómorzsa és morzsa arány összességében nagyobb részt tett ki, mint a por és a rög arány, azonban külön az apró morzsához és külön a morzsához viszonyítva a rögképződés erőteljesebb volt. Összesítve az aprómorzsa + morzsa részarányát, a szántásban volt a legalacsonyabb (55,64%), ezt követte a lazítás (59,37%), az IH tárcsa (60,70%), a Carrier síktárcsa (61,52%) és a legnagyobb morzsa arányt adó direktvetés (61,71%). A legnagyobb eltérések az egyes kezeléseik között az apró morzsa és a rög frakcióban tapasztalhatók, az apró morzsa frakcióban a Szántás (27,43%) adja a legkisebb százalékot, míg az IH tárcsa (31,24%) a legnagyobbat. A rendkívüli aszály miatt az átlagos rög-részarány minden kezelésnél magas volt, azonban a szántásban (39,18%) nőtt a legnagyobb mértékben. A rögképződés is a direktvetésben (33,04%) volt a legcsekélyebb. Összességében elmondható, hogy az agronómiai szerkezet szempontjából a direktvetés a legeredményesebb és a szántás a legkedvezőtlenebb művelési mód.



11. ábra Művelésenkénti agronómiai szerkezetmegoszlás

3.4. A termésmennyiség eredményei

A csapadékhiányos, aszályos időszak megmutatkozik a termésmennyiségek alakulásában, mely a korábbi évek termésátlagához képest jelentősen elmaradt. Emellett az egyes művelések is befolyásolták az eredményeket. A parcellánkénti különböző művelések adatait a 12. ábra tartalmazza. A diagram szemlélteti, hogy a legcsekélyebb termésmennyiséget a szántás (2,02 t/ha) adta, ehhez képest az IH tárcsával (2,37 t/ha) és a Carrier síktárcsával (2,44 t/ha) a második és a harmadik legkevesebb termésátlagot lehetett elérni. A lazítás (2,57 t/ha) közel azonos termésmennyiséget eredményezett a legmagasabb számot elérő direktvetéshez (2,61 t/ha) képest.

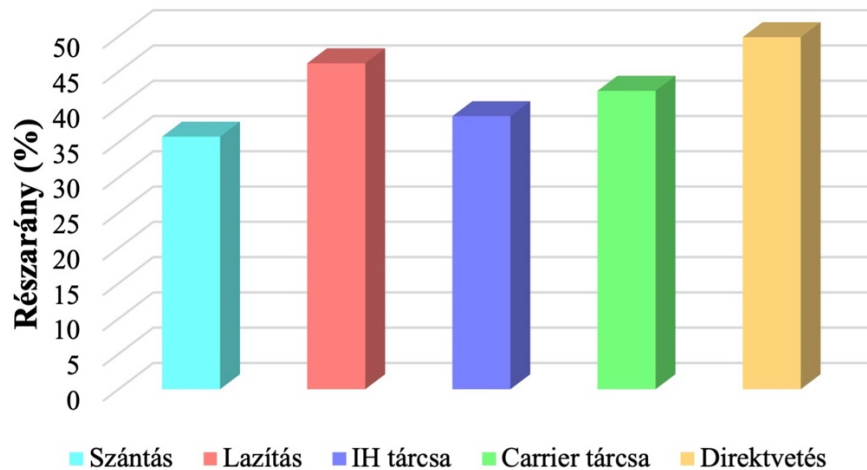


12. ábra A termésmennyiség megoszlása az egyes művelések között

3.5. A siker és fehérjetartalom eredményei

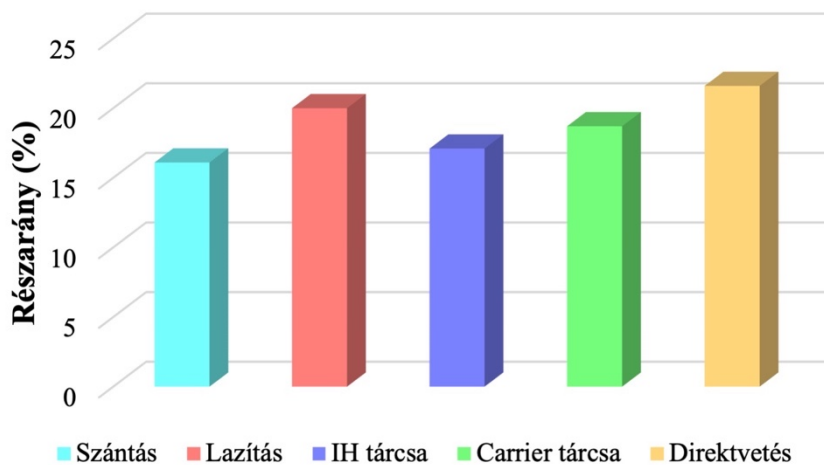
A sikértartalom megoszlását a 13. ábra szemlélteti. A sikértartalomnak legkedvezőbb művelés a direktvetésnél (49,9%) volt tapasztalható, azonban a lazítással (46,2%) elért adatok is hasonlóan jó eredményt mutatnak. Ezzel szemben az IH (38,7%) és a Carrier (42,3%) tárcsás művelések rosszabb eredményeket produkáltak. A legkevesebb sikértartalmat adó szántásról (35,8%) megállapítható, hogy jelentősen elmaradt a többi műveléshez képest.

Sikértartalom



12. ábra A sikértartalom megoszlása az egyes művelések között

Fehérjetartalom



14. ábra A fehérjetartalom megoszlása az egyes művelések között

Az egyes művelések eredményei közül az őszi búza fehérjetartalmára szintén a direktvetés (21,6%) volt a legkedvezőbb hatással, a legalacsonyabb értékeket pedig a szántás (16,1%) adta. A lazítással (20%) elért eredmények ugyancsak kedvezőnek bizonyultak, ehhez képest viszont az IH (17,1%) és a Carrier (18,7%) tárcsás művelések csekélyebb számokat produkáltak, ez látható a 14. ábrán.

4. Következtetések és javaslatok

A vizsgálataim alapján megállapítható, hogy az IH tárcsás művelés 63% -al növelte a talajjellenállási értékeket a lazításhoz és a szántáshoz képest, melyről (Holland., 2004) -es kutatása is beszámol. Az IH és a Carrier síktárcsa közül a Carrier síktárcsa kedvezőbb hatással van a talaj tömörödésére. A direktvetés kedvezőbb talajjellenállási értékeket eredményezett az IH tárcsás és a Carrier síktárcsás művelésnél, azonban a szántásnál és a lazításnál nem. Az eredményeim azt mutatják, hogy az öt művelés közül a talaj káros tömörödésének elkerülésére, mérséklésére legjobban a lazítás alkalmas, melynek fontosságát (Antos et al., 2006, 2017) is alátámasztja. Ezzel szemben a legkevésbé pedig az IH tárcsa alkalmas.

A 2022-es év a korábbi évekhez képest rendkívül száraz és csapadékhiányos volt, így még nagyobb szerepet kapott a nedvesség megtartása a megfelelő termésátlagok elérése és a termékek minősége érdekében. Ilyen szélsőséges időjárási viszonyok között a talaj nedvességtartalma 7,5% -al a legkedvezőbben alakult az IH tárcsás művelésnél, mint a legkevesebb talajnedvesség értéket adó lazításnál. A direktvetés nedvességmegtartó képességét (Moncef et al., 2008) -as kutatásai is bebizonyítják, amelyet az én eredményeim is alátámasztanak, ugyanis az IH tárcsa után a talajnedvesség megtartásában direktvetés teljesített a második legjobban, majd ezt követte a Carrier síktárcsa. A szántás okozta talajnedvesség vesztésről számos kutatás szól, melyet az én kísérleti eredményem is megerősít, ugyanis az öt művelés közül a negyedik legjobban talajnedvességet veszítő eljárás. Ahogy már (Barcza et al., 2011) is említette, az egyre szélsőségesebb időjárás befolyásolhatja a növénytermesztés sikerességét, amit a 2022-es év termésátlagai nagyon jól mutatnak, így ennek megoldásaként és a kockázatok csökkentése érdekében mindenképp a talajnedvességet leginkább kímélő művelések jelenthetnek megoldást.

A talajok szerkezetét befolyásoló művelésekről összességében elmondható, hogy az eredmények alapján a direktvetés a legkedvezőbb, ugyanis ennek során képződött a legnagyobb morzsa arány, ezzel szemben a talajok szerkezetére legkárosabb művelést a szántás okozta. Az eredmények igazolta általánosságban elmondható nagyobb por arány az aszályos, csapadékhiányos időjárásnak volt köszönhető, azonban a direktvetés nagy arányú morzsa frakciója mellett ennek volt legjobban porosító hatása is. Az agronómiai szerkezetnél nem lehet általánosságban elmondani, hogy a forgatás nélküli művelések kedvezőbb hatásúak, mint a forgatásos művelések, ugyanis a lazítással szemben a tárcsás művelések kedvezőbbnek bizonyultak. (Barczi et al., 2015) említi, hogy a klíma okozta talajszerkezetromlást a helytelen művelés is alátámasztja, ezért fokozottan ajánlott a leginkább talajszerkezet kímélő, porosodást

és rögzödést csökkentő módszert megválasztani, mely a kísérletem alapján a direktvetés. A szántást a rögzítő és porosító hatása révén ajánlatos kerülni.

A terméseredményeknek az ilyen időjárási viszonyoknál elsősorban a direktvetés majd a lazítás kedvezett, feltehetőleg a kevesebb bolygatás okozta magasabb nedvességmegtartás miatt, ugyanis szántás adta a legkevesebb termésátlagot. Ebből következik, hogy a forgatás nélküli művelésekkel (lazítás, direktvetés) magasabb termésátlagot lehetett elérni, mint a forgatásos (szántás, tárcsázás) művelésekkel. A két tárcsa közül minimálisan ugyan, de a Carrier síktárcsa teljesített magasabb termésátlagon.

A sikér és fehérjetartalom eredményeiben szintén közrejátszik a csapadékhányos tenyészidőszak, melynek következtében a szemek megszorultak és kényszerérettek lettek, azonban a művelések közül minőségben is a direktvetés és a lazítás, azaz a forgatás nélküli művelések bizonyultak a legkedvezőbbnek. A tárcsás művelések a szántáshoz képest magasabb értékeket produkáltak a sikér és fehérjetartalom alakulásában és azok közül is a Carrier síktárcsa volt előnyösebb az IH tárcsával szemben. Magasabb minőség szempontjából a direktvetést vagy a lazítást ajánlatos választani.

5. Összefoglalás

A klímaváltozás hatására bekövetkező egyre szélsőségesebb időjárás következtében a szántóföldi növénytermesztésben egyre fontosabbá vált a talaj nedvességtartalmának megőrzése, veszteségének csökkentése, agronómiai szerkezetének megóvása, valamint a talaj termékenységének fenntartása, melyek hozzájárulnak az időjárási kockázatok mérsékléséhez és a termésbiztonság növeléséhez. Ehhez elengedhetetlen a megfelelő talajművelési mód megválasztása. Dolgozatom témájaként ezért különböző alpművelések értékelését választottam egy békési családi gazdaságban. Napjainkban még mindig többségben a hagyományos (forgatásos) talajművelési eljárásokat alkalmazzák és a sok éves tapasztalat alapján ragaszkodnak is hozzá, azonban sokan nem ismerik a talajra gyakorolt káros hatásait és következményeit, melyek a kísérletemben bizonyítottak. Céloom, hogy az egyes művelési módok előnyeit és hátrányait ismertetve a gazdák ésszerűen válasszák meg az alpművelési módot a természeteni kívánt növény alá.

A vizsgálatomat Békés megyében, Kardoson végeztem el „csernozjom” típusú talajon a korábbi évekhez képest rendkívül csapadékhiányos és száraz 2012-2022-es években. A családi gazdaság 2,03 hektáros őszi búza tábláján összesen 5 parcellát alakítottunk ki, melyek a következők voltak: szántás, lazítás tuskés hengerrel, IH tárcsázás pálcás hengerrel, Carrier síktárcsázás Cambridge hengerrel és direktvetés.

A különböző művelések összehasonlításaként összesen 6 hónapon keresztül végeztem folyamatos talajjellenállás és nedvességtartalom méréseket 3 ismétlésben, 0-15 cm-es, 15-30 cm-es és 30-45 cm-es rétegekben. Emellett ásópróba segítségével az egyes művelések utáni agronómiai szerkezetet analizáltam, továbbá a vizsgálat kitért a termésmennyiség, illetve a beltartalmi, siker- és fehérjetartalom paraméterekre is. Így mindössze 6 tényezőt tanulmányoztam, melyek során létrejött eredményeket statisztikai módszerek segítségével dolgoztam fel majd elemeztem.

Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a talaj tömörödéssé váló hajlamát, nedvességtartalmát, agronómiai szerkezetét, a termésmennyiséget, a siker- és fehérjetartalmat nagy mértékben befolyásolják a különböző alpművelések. Az eltérések kisebb-nagyobb mértékben kifejeződtek az egyes művelések között a vizsgált paraméterek alapján. A kapott eredmények értékelése alapján a dolgozat útmutatásul szolgál annak érdekében, hogy miért ajánlatos a korábbi talajművelési módokról a kímélő (forgatás nélküli) talajművelés irányába áttérni, illetve milyen technológia alkalmas rá a leghatékonyabban.

Mellékletek



15. ábra Direktvetés parcella



16. ábra Agronómiai szerkezet vizsgálatára gyűjtött minták



17. ábra Kijelölt parcellák



18. ábra Őszi búza állomány a tenyészidőszakban

Irodalomjegyzék

1. Andrásy, A., Barnabás Beáta, Bedő Zoltán, Czövek Pálma, & Cserhádi Mátyás. (2006). A búza nemesítésének tudománya (Dudits Dénes, Ed.). MTA Szegedi Biológiai Központ-Winter Fair.
2. Antal, J. (2000). Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó.
3. Antal József. (2005). A növénytermesztés alapjai Gabonafélék (J. Antal & Jolánkai Márton, Eds.). Mezőgazda Kiadó.
4. Antos, G., Árendás, T., & Birkás, M. (2017). Földművelés és földhasználat (M. Birkás, Ed.). Mediaworks Hungary Zrt.
5. Antos, G., Birkás, M., & Neményi, M. (2006). A környezetkímélő alkalmazkodó talajművelés. Akaprint Nyomdaipari Kft.
6. Bádonyi, K., Madarász, B., & Benke, S. (2006). A talajművelési módok hatása az erózióra és az élővilágra.
7. Balla, K., Bencze, S., & Veisz, O. (2007). A búza minőségének változása extrém magas hőmérséklet hatására. Haladás És Hagyomány a Növénynevelésben.
8. Bánházi, J., & Fülöp, G. (1982). Energiatakarékos talajművelési módszerek. Mezőgazdasági Kiadó.
9. Barcza, Z., Bartholy, J., & Bihari, Z. (2011). Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére (Bartholy Judit, Bozó László, & Haszpra László, Eds.). A Magyar Tudományos Akadémia és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszéke.
10. Barczy, A., Harrach, T., & Nagy, V. (2015). A minimális talajbolygatás jótékony hatása a talajszerkezetre – Egy németországi tanulmányút tapasztalatai. Környezetkímélő Talajművelési Rendszerek Magyarországon, 4–14.
11. Béltéki, I. (2009). Őszi búza fajtákkal végzett kísérletek a tájnak megfelelő fajták kiválasztására.
12. Bencsik, K. (2009). Talajhasználati módszerek értékelése talajvédelmi szempontból.
13. Birkás, M. (2019). Talajművelők zsebkönyve. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó.

14. Birkás, M., Csík, L., & Antos, G. (2002). Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés. Akaprint Nyomdaipari Kft.
15. Birkás, M., Kende, Z., & Pósa, B. (2015). A környezetkímélő talajművelés szerepe a klímakár-enyhítésben. 32–40.
16. Biró, S., Fogarasi, J., Füzi, T., & Hamar, A. (2018). Éghajlatváltozási alkalmazkodás- kutatás a hazai mezőgazdaságban.
17. Borsos, J., Pusztai, P., & Radics, L. (1994). Szántóföldi növénytermesztés tan.
18. Bottlik, L., Kalmár, T., & Csorba, S. (2012). Talajművelés új szemlélete – a precíziós növénytermesztés alapjai.
19. Csorba, S., Berényi Üveges, J., & Farkas, C. (2015). Talajfizikai indikátorok a talajművelés-hatás kimutatásában. Környezetkímélő Talajművelési Rendszerek Magyarországon, 50–62.
20. Dóka, L. F. (2013). Talajvédő – környezetkímélő talajművelés.
21. Domonkos, M., Horváth, Z., & Madarász, B. (2015). Művelési módok összehasonlító értékelése mikrobiológiai és mikromorfológiai vizsgálatokkal. Környezetkímélő Talajművelési Rendszerek Magyarországon, 63–76.
22. Erdélyi, É. (2008). Az őszi búza termeszthetőségi feltételei az éghajlatváltozás függvényében. 69–70.
23. Fábrián, A., Jäger, K., & Barnabás, B. (2013). A vízmegvonás szemfejlődésre gyakorolt hatásának szövettani vizsgálata különböző stressztoleranciával rendelkező búza genotípusok esetében.
24. FAO. (n.d.). Retrieved September 19, 2022, from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
25. Györe, D., Hodina, P., & Horváth, Z. (2007). A mezőgazdasági árképzés elméleti alapjai és hazai gyakorlata (L. Dorgai, Ed.). Agrárgazdasági Kutató Intézet.
26. Háborús árak a gabonapiacon. (2022). Agrotrend Agrárgazdasági Szakportál.
27. Holland, J. M. (2004). The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: Reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1–25.

28. Kalmár, T. (2017). A kultivátoros alapművelés előnyei. <https://www.agroinform.hu/gepeszet/a-kultivatoros-alapmuvel-es-elonyei-34569-001>
29. Kosutić, S., Filipović, D., & Gospodarić, Z. (2001). Maize and winter wheat production with different soil tillage systems on silty loam. *Agricultural and food science in Finland*, 81–90.
30. Kouwenhoven, J. K., Perdok, U. D., & Oomen, G. J. M. (2002). Title Soil management by shallow mouldboard ploughing in The Netherlands. *Soil & Tillage Research* 65 , 125–139.
31. Kristó, I., & Petróczi, I. M. (2007). Őszi búza genotípusok fejlődése a vetésidő és a csíraszám függvényében. *Agrár- És Vidékfejlesztési Szemle*, 116–116.
32. KSH. (n.d.). Retrieved October 1, 2022, from https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0013.html
33. Lakatos, M., Szépszó, G., & Bihari Zita. (2012). Éghajlati szélsőségek változásai Magyarországon: közelmúlt és jövő.
34. László, P. (2007). A direktvetéses és bakhátas gazdálkodási rendszerek hatása a talaj fizikai és biológiai állapotára.
35. Moncef, B.-H., Khelifa, M., & Leila, A. (2008). Conservation Agriculture Based on Direct Sowing. 647–657.
36. Nemzeti Fajtajegyzék. (2017). https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/81819/Fajtajegyzékszántó_föld2017ápr/e187e9b0-5826-452c-b7d4-671d21d112ac
37. Pepó, P., & Sárvári, M. (2011). Gabonanövények termesztése.
38. Rádics, J. P., Jóri J., I., & Fenyvesi, L. (2015). A talajművelés hatása a talaj CO₂ kibocsátására. *Környezetkímélő Talajművelési Rendszerek Magyarországon*, 86–103.
39. Ragasits, I. (1998). Búzatermesztés (J. Antal & M. Jolánkai, Eds.). Mezőgazda Kiadó.
40. Tóth, E., Farkas, C., & Koós, S. (2009). A művelés hatása a talaj széndioxid kibocsátására I. Laboratóriumi módszertan tesztelése bolygatatlan talajoszlopokon. 215–226.

41. Vakali, C., Zaller, J. G., & Köpke, U. (2011). Reduced tillage effects on soil properties and growth of cereals and associated weeds under organic farming. *Soil and Tillage Research*, 133–141.
42. Várallyay, G. (1989). Soil degradation processes and their control in Hungary. *Land Degradation and Rehabilitation*, 171–188.
43. Várallyay, G. (2003). A talajok környezeti érzékenységének értékelése. *Tájökológiai Lapok*, 45–62.
44. Zsembeli, J., Szűcs, L., & Tuba, G. (2015). Nedvességtakarékos talajművelési rendszer fejlesztése Karcagon. *Környezetkímélő Talajművelési Rendszerek Magyarországon*, 122–133.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Dr. Kende Zoltán konzulensemnek, aki a Különböző alpművelések értékelése egy békési családi gazdaságban című diplomadolgozatom elkészítéséhez folyamatos odafigyelésével, szakmai tanácsaival, talajművelési és statisztikai tudásával járult hozzá.

Szeretnék köszönetet mondani a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Növénytermesztési-tudományok Intézetének, hogy biztosították számomra a kísérletem vizsgálatához szükséges mérőműszereket.

Hálával tartozom a családi gazdaságban dolgozó és tevékenykedő gépkezelőknek, akik áldozatos munkájukkal segítették az egyes munkafolyamatok megvalósulását.

Továbbá tisztaszívvvel köszönöm családomnak a kísérlethez biztosított helyszínt, eszközöket, a sok szakmai tanácsot, gondoskodást és támogatást, illetve más területen nyújtott segítségüket a dolgozat elkészítésének ideje alatt.

NYILATKOZAT

Alulírott ANCSIN DÓRA ILONA, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,
SENT ISTVÁN Campus,
OSZTATLAN AGRÁRMÉRNÖK 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
Zárodolgozatom/Szakedolgozatom/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: Gödöllő 2023. év 05 hó 02 nap

Ancsin Dóra
Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a
Zárodolgozatom/Szakedolgozatom/Diplomadolgozatom áttekinttem, a hallgatót az irodalmi források
korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Zárodolgozatom/Szakedolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslom / nem
javaslom*.

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

Kelt: Gödöllő 2023. év 05 hó 02 nap

[Signature]
Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!