



TDK dolgozat

A talajművelés nélküli rendszer és a minimum művelési rendszer összehasonlítása egy tartamkísérletben terméseredmények és talajvizsgálatok alapján öntés réti talajon Kiszombor térségében

The comparison of no-tillage and minimum-tillage systems in a long-term experiment based on the evidence of yields and soil examinations on alluvial-meadow soil in the region of Kiszombor

Készítette: Szeredi András Zoltán
VMQAR7
Agrármérnök osztatlan képzés
nappali tagozat
MATE, Szent István Campus
Növénytermesztési-tudományok Intézet

Témavezetők: Dr. Mikó Péter Pál, egyetemi docens, MATE,
SZIC, Növénytermesztési-tudományok Intézet,
Agronómia Tanszék
Szeredi Attila András, ügyvezető igazgató,
Szeredi és Társai Termelői és Kereskedelmi Kft.

Lehetséges OTDK szekció: „Agrártudományi Szekció”

Gödöllő

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
1.1. Célkitűzés	4
2. Irodalmi áttekintés.....	5
2.1. A talajművelés története.....	5
2.2. A talajművelés célja	6
2.3. A talajművelést befolyásoló tényezők.....	7
2.4. A talajművelés elemei, eszközei	8
2.5. A különböző művelési rendszerekről.....	8
2.6. A talajművelés nélküli és minimum művelési rendszer kialakulása.....	10
2.7. A talajművelés nélküli és a csökkentett művelési rendszer napjainkban.....	12
2.8. A talajművelés nélküli és a csökkentett művelési rendszer előnyei és hátrányai szerzők szerint	13
3. Anyagok és módszerek.....	15
3.1. A tartamkísérlet elhelyezkedése.....	15
3.2. A kísérlet agroökológiai körülményei.....	15
3.3. A kísérlet paraméterei	17
3.2.1. Alkalmazott fajták	17
3.4. Alkalmazott vizsgálatok és azok módszerei.....	19
3.4.1. A terepi mérések és a mintavételek pontjai.....	20
3.4.2. A talajellenállás mérése.....	21
3.4.3. A talaj hőmérsékletének mérése.....	21
3.4.4. A talaj nedvességtartalmának mérése.....	22
3.4.5. Termésátlag mérése.....	22
3.4.6. Üzemanyag-fogyasztás mérése	23
3.4.7. Ökonómiai elemzés a terméseredmények és a művelési költség alapján	24
3.5. Eredmények kiértékelésének módszertana.....	24
4. Eredmények és értékelésük	25
4.1. Első év eredményei (2019-2020)	25
4.1.1. Termésátlag	25
4.1.2. Üzemanyag-fogyasztás.....	25
4.1.3. Ökonómiai elemzés	26
4.2. Második év eredményei (2020-2021)	27
4.2.1. Termésátlag	27
4.2.2. Üzemanyag-fogyasztás.....	28

4.2.3. Ökonómiai elemzés	28
4.3. Harmadik év eredményei (2021-2022)	29
4.3.1. Termésátlag	29
4.3.2. Üzemanyag-fogyasztás.....	30
4.3.3. Ökonómiai elemzés	31
4.4. Negyedik év eredményei (2022-2023)	31
4.4.1. A talaj ellenállása	31
4.4.2. A talaj hőmérséklete.....	32
4.4.3. A talaj nedvességtartalma.....	34
4.4.4. Termésátlag	34
4.4.5. Üzemanyag-fogyasztás.....	35
4.4.6. Ökonómiai elemzés	36
4.5. Ötödik év eredményei (2023-2024)	36
4.6. Eredmények kiértékelése.....	37
5. Összefoglalás.....	39
6. Köszönetnyilvánítás	40
Irodalomjegyzék.....	41
Melléklet.....	46

1. Bevezetés

A napjainkban zajló klímaváltozás idején erősödik a jelentősége a konvencionálistól eltérő talajművelési módszereknek (Dumanski et al. 2006).

A jelenleg fokozódó klímaváltozáshoz hozzájárul az üvegházhatású gázok kibocsátásának növekedése. Ez a folyamat emeli az átlaghőmérsékletet, befolyásolja a csapadék mennyiségét és eloszlását, és mindezek növelik a szélsőséges időjárási anomáliák gyakoriságát. Ezek a folyamatok jelentősen befolyásolják a terméseredményeket, de nem szabad megfeledkezni a klimatikus viszonyok mellett a gazdálkodási, művelési rendszerek, gyakorlati praktikák befolyásoló hatásáról sem (Islam et al. 2012).

Már Láng et al. (2007) úgy fogalmaztak a globális klímaváltozásról, hogy: „*A szántóföldi növénytermelésben a jövő kulcskérdése a csapadék befogadása és megőrzése, a szárazságot, esetenként a nagy csapadékot egyaránt figyelembe vevő talajművelés, ...*”, mely kijelentés erősíti a kísérletben szereplő téma fontosságát. Egy korábbi írásban is olyan talajművelés szükségességét fejtették ki, mely szerint a csapadékviszonyokon kívül a szén-dioxid-kibocsátást, valamint a ráfordítás – termőföld – hozam arányait is figyelembe kell venni a talajművelési mód kiválasztása során (Láng et al. 2005). A globális melegedésre válaszul Jóri J. István összeállításában a Gépesítéstudományi Bizottság (MTA Agrártudományok Osztálya) is tett néhány ajánlást gépesítés szempontjából, amely témánkban említésre méltó, mint például a művelet-összevonás vagy elhagyás, művelőutas vagy művelőnyomos termelés és alacsony nyomású járószerkezetek használata. Mindezen technikák a később bemutatásra kerülő talajvédő művelés egyes irányzatainak eszközeit szolgálják (Láng et al. 2007).

A defláció és a szikesedés folyamata is rákényszeríti a gazdálkodókat a környezetkímélő talajművelési rendszerek bevezetéséhez. Például az amerikai prérin dolgozó termesztők egyre nagyobb hányada próbál áttérni az alternatív – beleértve a talajművelés nélküli – technológiákra (Veeman & Veeman, 2019).

2011-ben azt jósolták Közép- és Kelet-Európa számára, hogy a csapadék időbeli eloszlása jelentősen fog változni, azaz extrém száraz nyarak és téli áradások várhatóak, valamint egyre gyakrabban lesznek hőhullámok (Bartholy et al. 2011). Az extrém száraz nyarak már be is igazolódtak az elmúlt években (ld. 1. és 4. sz. mellékletek).

Ebből kifolyólag fontos, hogy a szárazság mellett még az erős esőzések negatív hatásai ellenére is működhetnek ezek az alternatív művelések (például mulcshagyó művelés), valamint a hőmérséklet-emelkedés és vízhiány a talaj szénkészletét is csökkenti (Guzzetti et al. 2019). Ilyen hirtelen esőzésre jó példa volt a 2019-es nyári időszak (ld. 2. sz. melléklet).

A Talajmegújító Gazdák Egyesületével megismerkedve azt hallottam, hogy a termelők a regeneratív gazdálkodással nem magasabb termésátlagokat szeretnének elérni, hanem egy sokkal kiegyensúlyozottabb átlageredményt hozni a szélsőséges években is, ezzel fenntartva a konstans termelést és mérsékelve a meteorológiai anomáliák behatásait (Szeredi, 2023).

A jelen kísérletben szereplő minimum művelés és a „no-till” termesztés alkalmazása nemcsak a klímaváltozás és szélsőséges környezeti tényezők ellen lehet hasznos, hanem a jelenleg magas energia- és üzemanyagárak miatt kialakuló emelkedett költségek mérséklésére is (ld. 12. sz. melléklet). Ennek fontossága miatt a kísérletben ökonómiai számításokat végeztem.

Nagy jelentősége lehet hazánkban az új AÖP támogatási rendszernek (Agro-ökológiai Program), mely választható gyakorlatai között szerepel a forgatás nélküli művelés, talajtakarás és egyéb környezetkímélő technológiák alkalmazása. Ezekkel is igyekeznek a termelők konvencionális művelésű szemléletmódját megváltoztatni (*http 1; http 2*). Ilyen szempontból is jó példa lehet a magyar gazdálkodók számára egy ilyen kísérlet eredményeibe való betekintés, mert láthatják, hogy működőképes alternatív rendszerek vannak.

1.1. Célkitűzés

Az előzőekben részletezett problémák megoldására jó alapul szolgálnak az alternatív művelési rendszerek (Dumanski et al. 2006), célom ezek bemutatása. Ebből kifolyólag a dolgozatban két ilyen művelési rendszer (a talajművelés nélküli és a minimum művelés) összehasonlítására került sor. Másik cél továbbá, hogy jó példaként szolgáljon egy újabb hazai „no-till” tapasztalatként, mint például Rátonyi et al. (2005) kísérlete, ellenben esetemben a kísérletben nem szerepel hagyományos művelés, mert az általam feldolgozásra került tartamkísérlet 2019-ben e művelési rendszer nélkül lett beállítva rajtam kívülálló okok miatt.

A környezetkímélő és a talajra gyakorolt kedvező hatása miatt jó ötletnek bizonyult számomra a témával foglalkozni, elsődlegesen ez a része keltette fel az érdeklődésemet, mint az ökonómiai előnyei, ámbar az is egy fontos paraméter a mai profitorientált piacgazdaságban.

A kísérlet kezdetekor a biológiai aktivitás megfigyelésére nem volt lehetőségem, ezért olyan feltevéssel válogattam meg a kivitelezhető talajfizikai vizsgálati paramétereimet, melyekre kihatással lehet a talajbolygatottság és a talajborítottság különbözősége. Továbbá a profitorientáltság térhódítása miatt hasznosnak bizonyult egy ökonómiai elemzés elvégzése is. És végül, de nem utolsó sorban, mint minden szántóföldi kísérlet alapját képező mutató, alapvető összehasonlított adat volt a termésátlag.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A talajművelés története

Az ősi földművelés és állattartás körülbelül 12 000 évvel ezelőtt megkezdődött a paleolitikum (őskőkori) korban, majd inkább a neolitikus (újkőkori) korban kezdett kiteljesedni 10 000 évvel ezelőtt, amivel jelentősen megváltoztatta és átalakította a Föld ökoszisztémáját. Kezdetben volt egy közel-keleti, közép-amerikai, kínai, új-guineai, dél- és észak-amerikai centrum. Már a domesztikációval elkezdtek kiválasztani a megfelelő fajokat mind a növénytermesztésben, mind az állattenyésztésben. Még ebben a korszakban megkezdődött az irtásos-égetéses mezőgazdaság a tűz használatával az erdős, szemiarid területeken. Kiemelkedő öntözéses agrár rendszert hoztak létre az egyiptomiak a közel-keleti centrumban a Nílus mentén, valamint az inkák szigetek, hegyek és folyóvölgyek erdeiben a bronz kor kezdetén (Mazoyer & Roudart, 2006).

Kr. u. 1-2. századtól az ókori Római Birodalom mezőgazdasága is kiemelt jelentőségű volt, például náluk hamar megjelentek a gabonafélék mellett az ipari növények is – mint a len – és az olíva termesztés (Kovács, 2004).

Az antikvitás mezőgazdasági forradalmának tekinthető az állatok bevonása a földművelésbe, ami nagy előrelépést jelentett a talajbolygatás szempontjából, továbbá teherhordóként is elkezdtek alkalmazni az állatokat. A mérsékelt égövben elkezdődtek az ugaroltatások. Ezen alkalmazások mellett a hideg égövben az ugaroltatást mellőzték a középkorban. A korai középkorban megjelent az istállós tartás, ebből fakadóan a szervestrágya kijuttatása, valamint a kasza használata és széna készítése, eke, borona és henger létrehozása, alkalmazása is teret hódított. A 16-19. századra tehető az első modern mezőgazdasági forradalom, mely összekapcsolható az ipari forradalommal. Ekkor az ugaroltatás, két- és háromnyomásos művelés visszaszorult, előtérbe került a takarmánynövények, pillangósok bevezetése a rendszerbe, forgóban való művelés és újonnan termelésbe vont kétnyári növények vetése (Mazoyer & Roudart, 2006).

Az első ilyen forgó a Hollandiából eredő norfolki vetésforgó volt, mely már karórépát is tartalmazott (Kovács, 2004).

Ezeket kiegészítette egyre több terület művelésbe vonása. A nagymértékű termelési növekedés okozta a túltermelést, majd a népesség robbanásszerű növekedését is. Az ipari forradalom megadta a technológiai fejlődés hátterét a mezőgazdasági forradalomhoz (Mazoyer & Roudart, 2006).

A második mezőgazdasági forradalom 1815 és 1880 közé tehető. Ennek hatására egyre nagyobb teret hódított az ipari, gépesített mezőgazdaság a középkori, „egyszerűbb” termeléshez képest. A globális szintű, technológiai és infrastrukturális (például szállítással kapcsolatos) fejlődés mellett a mezőgazdaságban foglalkoztatottak száma is változott, a vezetés egyre inkább piacorientált lett (Thompson, 1968).

Az 1892-ben megjelenő gázolaj üzemű motorral hajtott traktorok nagy fejlődést hoztak a gőzgépek után. Mindezekkel párhuzamosan a különböző feldolgozó-iparágazatok is fellendültek. A két világháború általi emberveszteség miatt a mezőgazdasági termelés és fejlődés is visszaesett. Az 1920-as évekre a gazdasági egységek a terményeik, termékeik közti diverzifikációt egyre jobban csökkentették és gyakoribb lett az egy termékre való átállás (Kovács, 2004).

A nagymértékű globalizáció és kapitalista termelési mód átalakította a mezőgazdasági termelés struktúráját. Az elmúlt évtizedekben jelentkező gyors informatikai fejlődés a mezőgazdaságban is megmutatkozik az egyre nagyobb területteljesítményű, precízebb, kevesebb emberi munkát és inkább már a mesterséges intelligenciát igénylő technológiák bevezetésével.

2.2. A talajművelés célja

Kemenes (1961) szerint a földművelés része a talajhasználat, a trágyázás és a talajművelés.

A talajműveléssel a talaj fizikai és biológiai állapotának javítása a cél a termesztési kívánt növények számára. A tevékenység alatt számításba kell venni a növénytermesztés módját és a talajvédelmi szempontokat. Kezdetben a termesztők a növényközpontról való művelést tartották szem előtt. Ekkor a növény igényének megfelelő talajállapot volt a legfőbb cél. Később a talajminőség leromlásából kifolyólag a talaj védelmének előtérbe kerülése egyre fontosabb lett, ami miatt a talajközpontról való művelés vált irányadóvá. Napjainkra kialakult a klímaközpontról való művelési korszak, mely a globális klímaváltozás hatásait szem előtt tartó talajművelési rendszerek kialakítását foglalja magába (Birkás, 2010).

Birkás (2017b) megállapítása szerint már a talaj fizikai és biológiai javítása, kímélése a talajművelés rövidtávú célja, míg a hosszútávú cél a talaj minőségének javítása és a felmerülő klímaváltozásból eredő károk enyhítése.

Nyíri (1993) szerint a rövidtávú célba még csak a talaj fizikai állapotváltoztatását tekintették, de hosszútávú célként már felmerül a talajvédelem kérdésköre.

A megkülönböztetett biológiai javítás a biológiai talajműveléssel érhető el, mely a talajélet működésének előmozdítását tartja szem előtt, míg a fizikai vagy mechanikai talajművelés esetén csak és kizárólag a talaj megfelelő fizikai állapotának, felszínének kialakítására törekszenek. Másik megközelítés szerint a talajművelés célja az eredeti ősállapotúnak nevezhető talaj elszakadásából eredő károk helyreállítása. Ez az ősállapot jelenti az eredeti, bolygatatlan, talajművelés megkezdése előtti állapotot (Kemenesy, 1961).

Manapság úgy tartják, hogy a talajművelés elhagyása jó eszköz lehet a klímaváltozás és karbon-kibocsátás csökkentésére (Cooper et al. 2021), nemhiába indultak el olyasféle irányzatok, melyek a művelést egyre jobban csökkentik, erre első példa volt a *Plowman's Folly* Edward Faulkner-től, aki megkérdőjelezte a szántás használatát (Faulkner, 1945).

2.3. A talajművelést befolyásoló tényezők

Birkás (2017a) szerint a talaj minőségének fenntartása céljából párhuzamosan meg kell őrizni a jó fizikai, biológiai állapotot és a talajtermékenységet. Ezek közül a bemutatandó kísérletben elsődlegesen a talaj fizikai tulajdonságai voltak vizsgálva, így főképp azokra térek most ki.

A talajoknak vannak állandó és változó tulajdonságai. Az állandó jellemzői nem, vagy csak nagyon hosszú idő elteltével változhatnak. Ide sorolható a talaj kötöttsége, fizikai félesége, mechanikai összetétele, konzisztenciajelenségei (súrlódás, tapadás, duzzadás, zsugorodás, képlékenység), sűrűsége, szervesanyag-tartalma és ide tartoznak a biológiai, valamint kémiai jellemzői is (Nyiri, 1993). A változó talajfizikai tényezők, vagy talajállapot tényezők (Birkás, 2017a) a következők: a talaj nedvességtartalma, ellenállása, hordképessége, térfogattömege, pórustérfogata, háromfázisos rendszere és az agronómiai állapota. A fizikai tulajdonságok a kémiai tulajdonságokkal együtt határozzák meg a talajállapot szélső értékeit (Nyiri, 1993). A fizikai tulajdonságok között fontos kiemelni jelen esetben a talajok hőgazdálkodását, azaz a talaj hőmérsékletét, mert a kísérlet egyik megfigyelési szempontja a talajhőmérséklet.

A talajhőmérséklettel kapcsolatban áll a talaj fajlagos hőkapacitása, amely az a hőmennyiség, ami egységnyi térfogatú talaj hőmérsékletét 1 °C-kal képes megemelni. Ez – mivel a talaj szilárd összetevői között nincs nagy eltérés – elsősorban a víztartalomtól és a víz-levegő arányától függ. Minél nagyobb nedvességtartalmú és minél kisebb levegőtartalmú a talaj, annál nagyobb a hőkapacitása, azaz kisebb a hőingadozása, de lassabban melegszik fel, illetve hűl le. Megkülönböztetünk még hővezető képességet és hőmérséklet-vezető képességet (az előbbi nehezen mérhető, ezért lett az utóbbi bevezetve) (Stefanovits et al. 1999).

Ki szeretnék térni a talaj nedvességtartalmára is, mert volt alkalmam azt is mérni a kísérlet során. A nedvességtartalom megadható tömeg- vagy térfogatszázalékban. Megkülönböztethető a nedvességformák között a kötött víz, kapilláris víz és szabad víz. A növények számára felvehető forma egyedül a kapilláris víz (Stefanovits et al. 1999).

A talaj tömörödöttségének kifejezésére a térfogattömeg, a pórusviszonyok és a penetrációs ellenállás áll rendelkezésre (Birkás, 2017a).

2.4. A talajművelés elemei, eszközei

A föld művelése során hat különböző művelet történhet az adott eszköz(ök) által: forgatás, lazítás, porhanyítás, keverés, tömörítés, felszínalakítás (profilos vagy sík). A forgatást csak a szántás eredményezi ekével, lazítást kultivátorral, középmély- és mélylazítóval végeznek, porhanyítást talajmaró, borona vagy kombinátorok nyújtanak, legjobb keverést a tárcsa biztosít, tömöríteni hengerrel szokás, felszínalakításra simítókat alkalmaznak. A felsorolt eszközökön kívül másik eszköz is okoz porhanyítást, vagy éppen keverést, de ezek az adott műveletek tipikus eszközei (Birkás, 2017a).

2.5. A különböző művelési rendszerekről

A talajművelési rendszereket többféleképpen lehet csoportosítani. Ezeket megkülönböztetjük a kultúrnövény vetési ideje és körülményei szerint (nyár végi, őszi, tavaszi, öntözött, másodvetésű). A talajok szerint is meg lehet határozni egy művelési rendszert, de számunkra érdekesebbek a Birkás (2017a) szerint megfogalmazott, szerzőkről elnevezett és az új művelési irányzatok.

Egy hagyományos művelési rendszerben megkülönböztetünk tarlólánhást és -ápolást, alpművelést és annak elmunkálását, magágykészítést, vetést és felszínalakítást, míg ezen egyéb irányzatok ettől már jelentősen eltérnek. Az alapvető, mondhatni hagyományos vagy konvencionális talajművelés során a teljes felületet megmunkálják a vetésmélységnél mélyebben a tarlómaradványok talajba dolgozásával (Birkás, 2017a). Az ettől eltérő újabb irányzatokra szeretnék elsődlegesen kitérni, mivel a kísérletben két olyan művelési mód került összehasonlításra, amelyek forgatás nélküliek.

Kemenes (1959) így fogalmazott az irányzatokról: „... *A különféle talajművelési rendszerek kialakítására legnagyobb az éghajlat hatása, ...*”. Ennek megfelelően is lett elnevezve az első említésre méltó észak-amerikai „reformer” irányzata, a Campbell-féle „dry farming” rendszer, mely utal arra, hogy arid körülmények között alakított ki egy irányzatot. Ennek alapvető elemei

az egyszeri sekély (maximum 20 cm mélységű) szántás, többszöri tárcsázás és fogasolás, melyekkel növelte a talaj vízbefogadó képességét. Akkoriban újak számított az általa bevezetésre került tárcsás borona és a tömörítő henger. Ez a tárcsa mérőföldkőnek tekinthető a biológiai talajművelés irányába. Nagy előnye, hogy tarlókezelésre a tárcsa előkerült, valamint azonnali tömörítés következett a forgatás után, ámbar tíz feletti menetszámmal teremtette meg a porhanyós, általa jó vízbefogadó képességűnek ítélt talajt (Birkás, 2017a; Kemenes, 1959). A következő egy francia forgatás nélküli rendszer, melyet Jean alkotott meg, melynek alapja egy rugós kultivátor bevezetése volt. Ez az eszköz szinte sekély lazítást végzett. Itt már tíz alatti menetszámról beszélhetünk, mellyel fokozatos mélyítést ért el őszi búza alá. Ezt is elsődlegesen száraz, letömörödött tarlóra dolgozták ki (Kemenes, 1959; Nyiri, 1993).

Hazánkból érdemes megemlíteni a szárazgazdálkodásáról híres Baross Lászlót, aki a sekély szántást és a tárcsázást fogással és hengerrel munkálta el, így szárazságban is rögzített, üledett talajállapotot biztosított a vetésre (Nyiri, 1993).

Manninger sekélyművelésében már a tárcsa mellett a kultivátor is előkerült tarlókezelésre, melyet úgy neveznek, hogy – idézve – „szántás nélküli, de gyakoribb talajporhanyítást kívánó művelési rendszer” (Nyiri, 1993; Birkás, 2017a). Technológiáját mélyművelésű, korán lekerülő kultúrák utáni őszi búza elé dolgozta ki, így nem teljesen forgatás nélküli, mert 3-4 évente szántást iktatott be (Nyiri, 1993).

Manninger után Sipos Sándor egy „periódusos mélyítő művelést” dolgozott ki, melynek köszönhetően a mélyművelés közti sekélyebb művelésű időszakban lehetett csökkenteni a költségeket, ráfordításokat. A szántás jogosságát bizonyította azáltal, hogy megfelelő időben, talajnedvesség mellett kellően jó, hosszantartó hatása lehet (Birkás, 2017a; Nyiri, 1993).

Korábbi szerző még kiemeli az orosz Malcev szántás nélküli, száraz körülményekre kidolgozott rendszerét. Itt a vetésforgóba is belenyúl olyan szempontból, hogy egyéves növényeket is behoz talajjavítóként a palettába, továbbá az ekéből kialakított egy „altalajlazítót”, melyet 4-5 évente használ. A kutató kiemeli azt is, hogy nem szabad teljes mértékben lemásolni az ő rendszerét, mert mindenkinek a saját környezetére adaptáltan kell kialakítani azt (Kemenes, 1959). Véleményem szerint ez elmondható minden talajművelési irányzatról.

A kímélő vagy talajvédő művelés (angolul „*Conservation Agriculture*”) a FAO szerint olyan művelési rendszer, mely elősegíti a talajbolygatottság csökkentését, állandó talajtakarást és a termesztett növények körében változatosságot biztosít, amivel fokozza a biodiverzitást és a természetes biológiai folyamatokat a talaj felett és a talajban. Mindezek hozzájárulnak a talaj víztartalmának megőrzéséhez és jobb tápanyaggazdálkodáshoz, és egy jobb, fenntartható növénytermesztést nyújt. Ezen rendszereknek három irányelve van a FAO szerint:

1., direktvetés és/vagy műtrágyakijuttatás a területen minimális talajbolygatással vagy anélkül,
2., állandó talajtakarás fenntartása (minimum 30%-os borítottság) zöldtrágyával, takarónövénnyel és/vagy növényi maradványokkal, és
3., a fajdiverzitás a vetésváltásban és/vagy együttvetések alkalmazása (minimum 3 faj használata) ([http 3](#)). Ebből az általános leírásból is látszik, hogy a talajvédő művelésnek nincs egy meghatározott formája, többféle irányzat alakult ki belőle, melyet egy adott területre adaptáltan kell kialakítani (Dumanski et al. 2014). Talajvédőnek tekinthető egy rendszer Birkás (2017a) szerint, ha a felszín talajvédelmi célból vetés után is minimum 30%-ban fedett, mely által a talajerózió mértéke legalább 50%-kal kisebb.

Ezen rendszer különböző irányzatairól részletesen a következő részben írtam.

2.6. A talajművelés nélküli és minimum művelési rendszer kialakulása

A talajvédő művelés („*Conservation Tillage*”) azon művelési irányzatokat foglalja magába, melyekben a növény vegetációs ideje alatt és azon kívül is a felszín borított növényi maradványokkal 30%-os lefedettségben vagy 1,1 kg kisebb szármaradványokkal borított hektáronként. Emellett a talaj természetes szerkezetét, biológiai életét próbálja fenntartani, a degradációs folyamatokat, erózió veszélyét és a tömörödést igyekszik csökkenteni (Stanilă, 2015). Ezen irányzatok irányelvei közé sorolható a termesztett növények diverzifikálása, a fenntartható élelmiszer-előállítás megteremtése és a környezet sértetlenségének megőrzése (Busari et al. 2015). A talajvédő művelés közé sorolhatjuk Nyiri (1993) szerint a „*no-tillage*” („*zero-tillage*”), a „*slot-planting*” (hasítékba vetés), a „*strip-tillage*” (sávós művelés és vetés egy menetben), a „*ridge-till*” (bakhátas művelés és vetés) technológiákat és a forgatás nélküli rendszereket. Az utolsó elem tartalmazza a minimum művelést. Későbbi irodalom szerint ide sorolható még a „*mulch-tillage*” (mulchhagyó művelés) és a „*contour-tillage*” is (Busari et al. 2015).

A művelés nélküli termesztést direktvetésnek is nevezik, mely Birkás (2017b) szerint – „*Megmunkálatlan talajba, speciális nyitócsoroszlyás vetőgéppel végzett vetés. Talajbolygatás csak a vetősorban – a magárok kihasításakor – a felszín legfeljebb 10%-án történik.*”. A meghatározásból látszik, hogy ebben a rendszerben a talajművelés minden eleme kiesik, egyedül a magárok kihasításakor „művelik a talajt”.

Más meghatározás szerint a talajelőkészítés nélküli talajon legalább 30%-os mulcs borításnak kell meglennie (Triplett & Dick, 2008), mely a talajvédő művelés egyik alappillére ([http 3](#)).

A minimum művelés a menetszám és a művelési mélység csökkentésében és a forgatásos alpművelés elhagyásában rejlik. Ezzel a technikával csökkenthető a gépek által okozott tömörödés, valamint a visszatömörödés kialakulásának veszélye (Birkás, 2017a) és növelhető a talajok szervesanyag-tartalma (Stanilă, 2015). A minimális műveléshez hozzájárult a különböző munkaműveletek összevonása, mint például a magágykészítés, vetés és lezárás. Továbbá a szükségtelen műveletek elhagyása is nagyban hozzájárulhat a menetszám csökkentéséhez (Irinyi, 1993). A rendszer jellemző eszközei lehetnek: mélyművelő kultivátorok, alpműveléses tárcsák és szántóföldi kultivátorok (Rahm & Huffman, 1984). A minimális művelés a talajművelés csökkentésének hatására a költségeket is csökkenti. Ebből a művelési irányzathoz fejlődtek ki a különböző talajvédő irányzatok, melyekre később térek ki (Irinyi, 1993).

A minimum művelés szinonimája a kukorica övezetben Amerikában („*Corn Belt*”) a „*plow-plant*” (művelés-vetés) és a „*wheel-track*” (sávós művelés) termesztés, míg a búzatermesztő vidékeken „*stubble mulch tillage*”, azaz tarló mulcsos művelés (Mannering & Fenster, 1983). A talajművelés nélküli rendszerre többféle kifejezés elterjedt: a „*no-tillage*” Észak-Amerikában, míg az Egyesült Királyságban és Európában a „*direct-drilling*” (direktvetés) vagy a „*zero tillage*”. Az ősi kultúrákhoz vezethető vissza a művelés nélküli növénytermesztés, mert nem volt még eszközük sem, hogy földet műveljenek. Ilyen kultúra volt például az ókori egyiptomi vagy éppen az inkák népe. Ehhez hasonló talajtakaró mulcs technológiából (spanyolul „*tapado*”) alakult ki Közép-Amerikában a „*no-till*” technológia. A mai, gépesített növénytermesztésben a „*no-till*” és „*minimum-till*” rendszerének ötlete hamar felmerült, de nem volt meg hozzá a megfelelő technológia növényvédelmi szempontból. Az irányzat gyakorlatba való átültetése az 1940-es években volt lehetséges, amikor megjelent a 2,4-D¹ hormonhatású gyomirtószer, majd idővel egyre többféle hatóanyag került felhasználásra (Derpsch, 2004), mint például az atrazin² kora tavaszi gyomirtáshoz (Triplett & Dick, 2008). Amerikában az 1930-as években a hatalmas széléróziók, porviharok és aszály miatt előtérbe került a „késes ekék” megjelenésével a csökkentett művelés (Derpsch, 2004). Ez a katasztrófa „*Dust Bowl*” néven is ismert, mely során hatalmas aszályok és porviharok voltak az Egyesült Államokban, Kanadában és Mexikó egyes részein (Schubert et al. 2004). Ebből is látszik, hogy a környezeti anomáliák és a területek nagyfokú porosítása kikényszerítette a művelési rendszeren való változtatást és a menetszámok redukálását vagy teljes elhagyását, vagy éppen a művelési mélység csökkentését. A tarlón meghagyott mulcsos művelés nevezhető a „*no-till*”

¹ 2,4-diklór-fenoxi ecetsav

² 2-klór-4-etilamino-6-izopropilamino-1,3,5-triazin

termesztés „előfutárának”. 1943-ban Edward Faulkner kiadott egy könyvet *Plowman's Folly* címmel, melyben megkérdőjelezte a szántás szükségességét, amire a cím is utal (tükörfordításban: „A szántóvető ostobasága”) (Derpsch, 2004). A műben Faulkner (1945) kijelentette, hogy „*The truth is that no one has ever advanced a scientific reason for ploughing.*”, azaz „*Az igazság az, hogy soha senki nem állt elő tudományos indokkal a szántás mellett*”. Bár ezek ellenére számos előnyt sorakoztatnak fel a szántás előnyös hatásai között.

Az 1950-es években a gyakorlatba való átültetés és a gazdák körében való elterjedés lassú volt. Az 1980-as évekre terjedt el széleskörűen, majd elkezdtek alkalmazni Ausztráliában, Dél-Amerikában és Kanadában (Triplett & Dick, 2008).

A talajművelés nélküli rendszer nagy teret hódított már a 2000-es évek elejére az Egyesült Államokban (Phillips et al. 1980). Az Egyesült Államok földterületeinek kb. 23%-án gyakorolták a „*no-tillage*” technológiát 2008-ban (Triplett & Dick, 2008), melyhez nagymértékben hozzájárult a korábban említett „*Dust Bowl*”.

A talajvédő művelés – beleértve a „no-till” és „min-till” rendszert is – 1973-'74 táján még csak 2,8 millió hektárt tett ki világszerte, mely 1999-re elérte a 45 milliót, majd 2003-ra a 72 millió hektárt (Friedrich et al. 2012). Ez jól mutatja, hogy a talajvédő művelési rendszerek gyorsan, nagy területen terjedtek a világon.

2.7. A talajművelés nélküli és a csökkentett művelési rendszer napjainkban

A klímaváltozás következményeivel járó nehézségek (szélsőséges időjárás, melegedés stb.), az energiaválság, továbbá a többéves kultúrák háttérbe szorulása, talajtermékenység fenntartásának mellőzése, szántóföldi termesztés intenzifikálása műtrágyákkal és növényvédőszerrel. Mindezek a fenntartható mezőgazdaság irányelveinek folyamatosan nagyobb fokú terjedéséhez vezettek világszerte. A talajvédő művelés és ökológiai gazdálkodás a természetközeli eszközeivel a 21. század zöld forradalmának tekinthető. Az utóbbi években egyre több tanulmány és kísérlet készült különböző helyeken nemcsak a termésátlagokat megfigyelve, de például a szén-dioxid-megkötés mértékét is mérve, például egy mediterrán területen (Guzzetti et al. 2019), vagy éppen Indiában (Dixit et al. 2019).

2008-ban a világon 95 millió hektárra becsülték a „no-till” területeket. A talajvédő művelés és a „no-till” egy konstans növekedést mutatott az Egyesült Államokban, valamint a talajvédő művelési technikákra az Egyesült Államokban és néhány országban végeztek felméréseket, a többről csak becslések alapján lehet tájékozódni. A világon való eloszlása úgy mutatkozik meg, hogy Latinamerika 47%-ot, az Egyesült Államok és Kanada 39%-ot, Ausztrália 9%-ot, a világ

többi része (beleértve Európát, Ázsiát és Afrikát) 3,9%-ot tesz ki az összes „no-till” területből (Derpsch, 2008).

2001 és 2012 között átlagosan 7 millió hektárral nőtt évente az érdeklődés a talajvédő művelések iránt (Friedrich et al. 2012).

Ez a terület már 125 millió hektárra növekedett 2015-re Pittelkow et al. (2015) szerint, mely a világ művelhető területeinek 9%-a.

A „no-till” rendszer költség- és energiatakarékosság szempontjából is jelentősen növekvő tendenciát mutat. A csökkentett művelési irányzatok az elmúlt 40 év távlatában is növekvőben vannak Közép-Spanyolországban félszáraz területeken. Az adott spanyol tartamkísérletben bebizonyosodott, hogy a „zero-till” és a csökkentett művelés energiahatékonyság és költségcsökkentés szempontjából is kedvező a hagyományossal szemben, és mindezek mellett a termésátlagok közel azonosnak mondhatóak (Hernanz et al. 2014).

Itthoni viszonylatban a „*minimum-tillage*” és a „*mulch tillage*” terjedésének hála a 2010-es években csak a Vajdaságban 100 000 hektáron alkalmaztak már direktvetőgépet gabonavetésre. Hazánkban is a fő szempontok a versenyképesség növelése, energiatakarékos, környezetkímélő termelés, valamint a megfelelő gépesítési fejlesztés világviszonylatban (Birkás, 2012).

2.8. A talajművelés nélküli és a csökkentett művelési rendszer előnyei és hátrányai szerzők szerint

Birkás (2012) szerint egy osztrák cikkben az alábbi előnyeit taglalták a két rendszernek: költségcsökkentés, kevesebb menetszám, kisebb munkaidő, kisebb talajtömörödés, jobb terméshozam, nagyobb produktivitás (több terület bevonása egy gazdaságba), kisebb géphasználat, üzemanyag használat csökkenése (kevesebb, mint harmadára is visszaeshet), erózió megelőzése, nagyobb humusztartalom, jobb aggregátumstabilitás, jobb vízmegőrzés és kisebb szén-dioxid-kibocsátás a talajból, ami csökkenti az üvegház hatását, így mérsékelve a felmelegedést. Ezek közül az adott kísérletben az erózió általi károkat, termésátlagokat, profitot és a szén-dioxid-kibocsátást mérték. A termésátlagokat leszámítva jelentős eltérések mutatkoztak a „min-till” és a „no-till” javára a konvencionális műveléssel szemben, a termésátlagok esetében kisebb fokú volt az eltérés. A hagyományos művelés esetén 6-10-szer nagyobb szén-dioxid-kibocsátást mértek az üzemanyag-használat mérésekor a „no-till”-hez képest (Birkás, 2012).

Egy kísérletben bizonyították, hogy a művelés elhagyása növeli a talaj felső 5 cm-es rétegében a szerves szénkészletet, az összes nitrogéntartalmat és a szén-nitrogén arányát is (Mathew et al.

2012), ám egy másikban pedig az összes nitrogén tartalomban fedeztek fel javulást, míg a talaj szerves széntartalmára nem volt szignifikáns különbség (Omara et al. 2019).

Egy közép-kínai, repce-rizs váltású kísérletben a repce maradványait alkalmazva mulcsnak azt tapasztalták, hogy a szerves széntartalom nőtt, de a szén-dioxid- és dinitrogén-oxid-koncentráció is nőtt a levegőben, azonban a metántartalom csökkent. A globális felmelegedési potenciál³ mulcs esetén nőtt, de nettó értékben tekintve csökkent (Zhang et al. 2014), azaz a mulcshagyó művelés visszaszoríthatja az üvegházhatású gázok koncentrációjának emelkedését. Egy ohioi 25 éves tartamkísérletben azt tapasztalták kukorica monokultúra, valamint kukorica-szója vetésváltásban, hogy a monokultúra esetén száraz körülmények között gyengébb termés hozamot hozott a „no-till”. Viszont vetésváltásban, valamint szója esetén egy rezisztens fajta használatkor a termésátlagbeli különbségek kiegyenlítődték a konvencionálishoz képest. A talajfelszín közelében tápanyag, szervesanyag és hasznos enzimek halmozódtak fel, míg a 20 cm-nél mélyebb rétegekben csökkent ezek mennyisége. Azonban a vízfolyás kevésbé volt jelen a műveletlen parcellákon (Dick et al. 1991).

Egy andalúz tanulmányban azt tapasztalták negatív hatásként, hogy ha a műveletlen területet nem fedték le semmivel, akkor – hasonlóan a hagyományos műveléshez – a makroaggregátumok aránya csökkent és a kisebb szemcseméret aránya nőtt (Gonzalez-Rosado et al. 2022). Fontos hozzátenni, hogy itt a takarásmentesség nagyban hozzájárult az azonossághoz és jól megmutatja, hogy a talajtakarás mennyire kulcskérdés a rendszerben.

Egy több száz esettanulmányt összehasonlító cikk ír a talajvédő művelések alkalmazhatóágának megkérdőjelezhetőségéről különböző adottságú gazdaságokban. Azt állapították meg általánosan, hogy a „zero-till” technológia csökkenti a termésátlagokat, de adott körülmények között azonos vagy jobb termés hozamokat értek el vele a hagyományoshoz képest. Ha a művelés elhagyása mellett a talajvédő művelés („*Conservation Agriculture*”) másik két pontja is teljesül (ld. fentebb), akkor szárazabb körülmények között termelékenyebb növénytermesztés érhető el a jobb vízmegőrzés miatt. Ámbár ezen pontoknak (talajtakarás és fajdiverzitás) teljesítése a kisebb gazdák számára nehezen kivitelezhető vagy túlságosan költséges, ezért csak az egyik pontot teljesítik, amivel nem érnek el jó eredményeket. Ebből kifolyólag sok kiscgazdára jellemző, hogy csak a művelésmentességet alkalmazza a három irányelvből (Pittelkow et al. 2015). Egy dél-brazil tanulmányban a művelés elhagyásával hosszútávon talajtömörödést és termés hozam-csökkenést tapasztaltak szója esetében, melyet különböző menetszámokkal vizsgáltak egy 4,5 tonnás traktorral (Ferreira et al. 2021).

³ Global Warming Potential (GWP)

3. Anyagok és módszerek

3.1. A tartamkísérlet elhelyezkedése

A kísérlet a Duna-Tisza-medence nagytájban, az Alföld nagytájrészletben, a Bánsági-síkvidéken belül a Marosszög kistájon helyezkedik el (Csorba 2021), mégpedig az alábbi koordinátákon: É 46°10'50.2" / K 20°28'11.3" ([http 4](#)), a tengerszint feletti magasság 77 és 79 méter között változik a *Google Earth* szerint ([http 5](#)). Az érintett terület északnyugati végében található a Pogány-éri főcsatorna ([http 6](#)). A parcellák a H3WP2D20 MePAR blokkazonosító és Kiszombor 05351 helyrajzi szám alatt helyezkednek el, mely egy 59,4 hektáros táblát tesz ki. A kísérlet ideje alatt a MePAR blokkazonosító változott: 2019. március 1-től 2022. február 28-ig H3WP2L17 volt a blokkazonosító, majd 2023. március 1-től H3WP2D20 ([http 7](#)). A terület szántó művelési ágra van bejelentve, amely öntözhető. A területet a *Szeredi és Társai Termelői és Kereskedelmi Kft.* műveli. Ez a gazdaság végzi a kísérleti parcellák művelését, azokon való munkákat is.

3.2. A kísérlet agroökológiai körülményei

A terület Eutro típusú nitrátérzékeny természeti terület, mely nincs magas természeti értékű területként nyilvántartva és Natura2000-es területként sincs. A MePAR szerint gyenge minőségű, mennyiségű felszíni víztest vízgyűjtő területével érintett a blokk. Nincs veszélyeztetve árvíztől, széleróziótól, valamint nem aszály érzékeny ([http 7](#)). Csorba (2021) szerint viszont a kistájra összességében jellemző az aszály-, ár- és belvíz általi veszélyeztetettség. Bár korábban a folyószabályozások korszaka előtt még az év nagyobb részében vízzel borított volt az érintett terület (Aldobolyi Nagy, 1954).

A Marosszög kistájra jellemző a meleg, száraz, forró nyarú éghajlat. Az évi középhőmérséklet 10,5-11 °C. Egy év alatt 200-210 napon fagypont feletti a hőmérséklet, (Kókai, 2021; Csorba, 2021), 200-202 nap a tenyészidőszak. A legmagasabb nyári hőmérsékletek többéves átlaga 34 °C (Hegedűs, 2022). Az országban ezen a kistájon a legtöbb a hőségnapok száma, a júliusi középhőmérséklet is 22 °C feletti és az ősz is melegnek mondható. (Kókai, 2021; Csorba, 2021). Az évi csapadékösszeg 570 mm körüli, a vegetációs időszakban 320-340 mm csapadék várható. Az ariditási index 1,2-1,24. Általában északi, déli és délkeleti széljárások fordulnak elő (Hegedűs, 2022).

Mindezek jól alátámasztják, hogy száraz, meleg az éghajlat a vidéken.

A fent említett gazdaság a telephelyén (6775 Kiszombor, Ladány major) a csapadékot méri, melynek adataihoz hozzáférhettem (Szeredi Kft., 2023). Az elmúlt év (2022) csapadékadatai az 1. ábrán láthatóak havi lebontásban. Az elmúlt ötven év csapadékadatai az 1. sz. mellékletben szerepelnek. A 2-7. sz. mellékletek jól szemléltetik, hogy az utóbbi években mennyire heterogén a csapadék mennyisége és annak éven belüli eloszlása is.



1. ábra: 2022 csapadékadatai havi bontásban Kiszomboron (Forrás: Szeredi Kft., 2023)

A kistájon erős antropogén hatásnak nevezhetőek a folyószabályozások, ami átrendezte a terület vízgazdálkodását, teret engedett az intenzív szántóföldi növénytermesztésnek, mely által a fajdiverzitás lecsökkent mind a növény-, mind az állatvilágban (Csorba, 2021).

A kistáj talajadottságai jónak mondhatóak. Az alapkőzet folyóhordalék és vízi lösz, melyek a korábbi mocsári, ártéri, vízzel jól ellátott környezetnek köszönhetőek. Általánosan elmondható, hogy mészből szegény a vidék, bár a mezőszéki talajfejlődés ezt kompenzálta, de az adott terület környékére jellemző, hogy a feltalaj mészhiányos (Aldobolyi Nagy, 1954).

A talajvíz szintje 2-4 méter között változik. A talajtakaró a kistáj területének több mint felén alluviumon keletkezett, melyen agyag vagy agyagos vályog talajok fordulnak elő kis vízvezető és nagy vízmegtartó képességgel, melyek legfőképp réti talajok (Hegedűs, 2022).

Az adott táblán a lejtőszög 0-4,41% között változik, melyből az átlagos érték 0,49%. 80,31 és 91,70 méter közötti a tengerszint feletti magasság (balti alapszinthez viszonyítva), a maximális szintkülönbség 1,39 méter. Ezen adatok jól mutatják a terület alföldi mivoltát (Hegedűs, 2022). A területről elkészített talajgenetikai térkép szerint (ld. 16. sz. melléklet, melyen a kísérlet az ELL-11 és ELL-12 jelöléseken helyezkedik el) a talajképző közet iszapos agyag. A terület réti

talajok fő típusba, azon belül a mélyben karbonátos öntés réti talaj altípusba tartozik (kisebb része belenyúlik nem karbonátos öntés réti talaj altípusba). Közepesen humuszos rétegű talajváltozat jellemzi. A talaj fizikai félesége agyag-nehézaggyag átmenetet képez. Előfordul a táblán mélyen eltemetett humuszos és mélyen karbonátos talajréteg is (Hegedűs, 2022).

A kísérlet két talajmintavételi vizsgálatot érint (ELL-11 és ELL-12 jelölésű), ezért körülbelüli értékeket tüntettem fel a két jegyzőkönyvből kiindulva. A felső 30 centiméteres rétegben az Arany-féle kötöttségi érték 54-56, a kémhatás 6,7-7,0 pH körüli, az összes sótartalom 0,03 m/m%, a humusztartalom 2,2 m/m%, a kalcium-karbonát-tartalom 0,2 m/m% alatti (Hegedűs, 2022) (ld. 13. sz. melléklet).

3.3. A kísérlet paraméterei

A tartamkísérlet 2019 őszén indult el 4 ismételtsben 4 különböző kultúrával két művelési mód összehasonlításával. Az egyik a talajművelés nélküli rendszer vagy direktvetés, míg a másik egy csökkentett talajművelési rendszer, mely a talaj felső 5-15 centiméteres rétegét bolygatja meg. Egy ismételtsben 8 parcella van egymás mellett. Egy parcella 100 méter hosszú és 30 méter széles, azaz 0,3 hektárosok a parcellák. Két ismétlés között, valamint a kísérlet és a tábla többi része között 30 méter az elválasztósáv, míg egy ismételtsen belül a kultúrák között 6 méteres sávok vannak.

Amiatt, hogy erősen eltérő évjárat hatások voltak az utóbbi években a szélsőséges időjárás miatt, így a méréseket évenként értékeltem ki, mert nehezen vethetőek össze a különböző évek. Ebből kifolyólag nem volt probléma azzal, hogy egy fajon belül eltérő fajták voltak alkalmazva a négy év alatt, amire a kereskedelmi forgalomból való kivonásuk miatt volt szükség.

Az első két évben és a 2022/23-as évben a négy kultúra durum búza (*Triticum durum*), kukorica (*Zea mays*), napraforgó (*Helianthus annuus*) és pillangós (borsó *Pisum sativum*/ vagy szója *Glycine max*/) volt. A 2021/22-es évben őszi takarmányborsó helyett szója szerepelt. A vetési sorrend a következő: durum búza – pillangós (borsó vagy szója) – kukorica – napraforgó, majd kezdődik előlről.

A következőkben a jelölések az alábbiak: első év 2019-2020, második év 2020-2021, harmadik év 2021-2022, negyedik év 2022-2023, ötödik év 2023-2024.

3.2.1. Alkalmazott fajták

Az 1. táblázat szemlélteti a vetett fajták megoszlását az egyes években.

Az első, második és negyedik évben az *Aviron* zöld magvú, középérésű száraz kifejtőborsó fajta volt a pillangós II. szaporítási fokú vetőmaggal takarmányozási célra, melyet a *Marton Genetics* nemesített ki. Jó a télállósága ennek az őszi fajtának, megdőlésre nem hajlamos, féllevélkés („afila”) típusú, valamint jó elővetemény a vetési sorrendben. Ezermagtömege 170-190 gramm. Nyersfehérje-tartalma 21-23% körüli ([http 8](#); [http 9](#)).

A harmadik évben, valamint majd az ötödik évben (jelen állás szerint) II. szaporítási fokú, féldeterminált, barna köldökű, közepes éréscsoportú *ES Tribor* szója fajta volt és lesz használva, melyet itthon a *Sumi Agro Hungary Kft.* forgalmaz. Közepes magasságú, megdőlésre nem hajlamos fajta, ezermagtömege 180-200 gramm. Vegetációs ideje 125-135 nap. Fehérjetartalma 35-36%, olajtartalma 18-19% körüli ([http 10](#); [http 11](#)).

Az első, második és harmadik évben kukoricából a Syngenta *Photon* hibridje szerepelt. Ez a 340-360 FAO-számú⁴ szemes fajta korai éréscsoport közepén helyezkedik el. Az ezermagtömege átlagosan 310 gramm. Jó szárszilárdságú, kiváló termőképességű hibrid ([http 12](#)), a kísérlet térségében uralkodó félszáraz-száraz körülmények között jó termésátlagot produkál eddigi tapasztalatainkból kiindulva.

A negyedik évben – a *Photon* forgalmazásának megszűnése miatt – egy másik fajta került kipróbálásra, mégpedig a Syngenta *Scorpius* hibridje. Ez is szemes fajta, melynek érésideje korai csoport közepe, FAO-száma 350-360. Jó az évjárat stabilitása és a stressztűrése ([http 13](#)). Az ötödik évben a Syngenta *Torino* fajtája fog szerepelni jelen állás szerint, mely szemes hasznosítású, korai fajta, melynek FAO-száma 340-360 közötti. Jó az alkalmazkodó- és stressztűrő képessége, igen gyors az éréskori vízleadása ([http 29](#)).

Az első két évben napraforgóból az amerikai nemesítésű *Jaguar XL X4337* étkezési fajta volt vetve. Ez egy csíkos hibrid. Kedvezőtlen területeken is viszonylag jó termést ad. A fajtára a *Clearfield* növényvédelmi technológiát kell alkalmazni. Deszikkálást igényel ([http 14](#); [http 15](#)). A harmadik és negyedik évben hagyományos olajnapraforgó lett vetve, mégpedig a Syngenta *Bacardi CLP* fajtája, mely majd az ötödik évben is lesz. Ez egy közép-korai érésű, *Clearfield Plus* technológiájú hibrid. A tőszám sűrítésére, késői vetésre érzékeny, de homogén kelést biztosít. Bókoló, homorú a tányér formája, szükséges deszikkálni és a napraforgó szádor (*Orobanche cernua*) „E” rasszára rezisztens. ([http 16](#)).

Az első évben az őszi durumbúza fajták közül a *Tempodur* szerepelt a kísérletben, melyet a *Karintia Mezőgazdasági és Kereskedelmi Kft.* forgalmazott. Ez a fajta beltartalmi minőséget és

⁴ FAO-szám: a tenyésztő hosszára utal, három számjeggyel jelzi a hibridet, melyből az első az éréscsoportot, a második az éréscsoporton belüli elhelyezkedését a hibridnek, a harmadik pedig a szem típusára utal (Nagy, 2021)

agronómiai igényeket tekintve hasonló, mint a következőkben szerepelő *Sambadur* fajta, de egy-két nappal hamarabb beérik, megdőlésre hajlamosabb, termés hozama némileg kevesebb, valamint nehezebben csépelhető (*http 20*).

A második és negyedik évben a *Sambadur* őszi durumbúza volt termesztve, mely a *Probstdorfer Saatzucht* nemesítőház fajtája. Szálkás kalászu, szuper korai éréscsoportú, saját fajtáik közül az egyik legtöbbet termő durumbúza. Jól lehet termesztani mind száraz, mind nedves klímán. Félintenzív és intenzív technológia javasolt hozzá, szeptember közepétől október közepéig vethető. Betegségekkel szembeni ellenállóképessége is jó (*http 17*).

A harmadik évben a *Levante* őszi durumbúza került a termesztésbe a kísérletben. Ez az olasz fajta gyengébb télállósággal és fagyűrőképesseggel rendelkezik. Minősége kiváló, jó térszta alapanyag. Középkorai-középérésű, jó bokrosodású, nem hajlamos a megdőlésre, október 25.-e után ajánlatos vetni. Üvegessége nagyon magas (90% körüli) és a hektolitersúlya is kiemelkedő, 6-7 tonna/hektár terméspotenciál jellemzi (*http 18*).

Az ötödik évre a *Karur* őszi durumbúza fajta lett elvetve, mely az *RAGT Vetőmag Kft.* fajtája. Magas minőséget produkáló, közép késői érésű fajta (*http 30*).

1. táblázat: Az alkalmazott fajták évek szerint (*Forrás: Szeredi Kft., 2023*)

Kultúra	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Durumbúza	<i>Tempodur</i>	<i>Sambadur</i>	<i>Levante</i>	<i>Sambadur</i>	<i>Karur</i>
Pillangós	<i>Aviron</i>	<i>Aviron</i>	<i>ES Tribor</i>	<i>Aviron</i>	(<i>ES Tribor</i>)
Kukorica	<i>SY Photon</i>	<i>SY Photon</i>	<i>SY Photon</i>	<i>SY Scorpius</i>	(<i>SY Scorpius</i>)
Napraforgó	<i>Jaguár XL X4337</i>	<i>Jaguár XL X4337</i>	<i>SY Bacardi CLP</i>	<i>SY Bacardi CLP</i>	(<i>SY Bacardi CLP</i>)

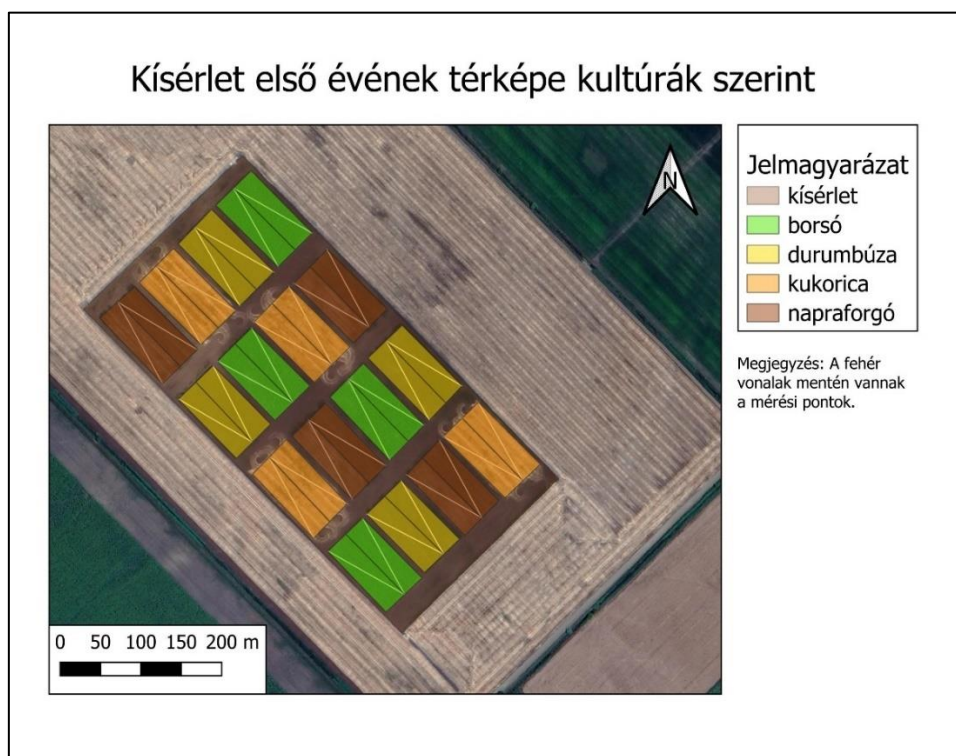
3.4. Alkalmazott vizsgálatok és azok módszerei

A kísérlet során mérésre került a talaj ellenállása, a talaj hőmérséklete, a talaj nedvességtartalma, a termésátlagok és az üzemanyag-fogyasztás. Minden talajfizikai mérés sorrendje úgy történt, hogy először a művelés nélküli parcella lett megvizsgálva, majd annak a kontroll parcellája következett, mely csökkentett művelésben részesült.

Minden mérést az adott év adott kultúrájához kötve értékeltem ki, ami azt jelenti, hogy az elővetemény betakarítása utáni munkáktól az adott kultúra betakarításáig zajló méréseket vettem számításba az adott év adott kultúrájához.

3.4.1. A terepi mérések és a mintavételek pontjai

A kísérlet elhelyezkedését és a parcellák sorrendjét, jelölését a 2. ábra, valamint a 8-11. sz. mellékletek szemléltetik. Az összehasonlításban a térképen balra eső fél a „no-till”, a jobbra eső fél a „min-till” parcella.



2. ábra: Kísérlet első évének térképe kultúrák szerint (Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)

Egy parcellán belül a talajhőmérséklet és a talajellenállás mérési pontjai, valamint a talajnedvességhez vett talajminták mintavételi pontjai nagyjából egybe esnek. Egy ismétlésen belül egy kultúra egy parcellája – ahogyan korábban írtam – 30 méter széles és 100 méter hosszú. A téglalap alakú parcella átlójának hossza meghatározható a Tangens- és a Koszinusz-tétel segítségével, melynek eredménye, hogy 104,4 méter hosszú az átló. Egy parcellán 8 mérési pontot jelöltem ki, ami azt jelenti, hogy 11,6 méterenként van egy mérési/mintavételi pont egy átló mentén. Lemértem a saját lépésemet, hogy körülbelül mekkorát lépek, melyből kiszámoltam, hogy megközelítőleg 13,5 lépést kell megtennem két mérés és/vagy mintavétel között. A mérések száma biztosan jó visszajelzést nyújt egy parcelláról. Egy kultúra esetén a négy ismétlésben a kétféle művelési rendszer parcelláin összesen 64 mérési/mintavételi pont volt. Az egyszerűség kedvéért az első és második ismétlés érintett parcelláit a közös oldalról

„V” alakban jártam be, ugyanígy a harmadik és a negyedik parcella esetén is a közös oldal felől (ld. 2. ábra).

Néhány alkalommal előfordult, hogy a két mérést vagy egy mérést és a mintavételezést párhuzamosan végeztem el (a talaj nedvességtartalmától függően).

Az adott mérést mindig egy betakarítás utáni elművelés vagy vetés előtti talajművelés után végeztem el, mert ekkor volt behatás a „min-till” parcelláin, míg a „no-till” parcellákon nem. A művelés és mérés közt eltelt időintervallum változó volt, mivel a méréseket egyetemi tanulmányok mellett végeztem, valamint az időjárás is befolyásolta a mérések időpontját.

3.4.2. A talajellenállás mérése

A talaj tömörödöttségének meghatározására helyszínen történő mechanikai ellenállásmérés történt statikus penetrométerrel (Birkás, 2017a).

Régebben Szelényi-féle dinamométert használtak tömörödöttség mérésére, mely 30 centiméteres mélységig való értékeket feljegyzett (Ballenegger & Gléria, 1962), valamint ejtőtömeges (dinamikus) penetrométert alkalmaztak (Birkás, 2017a).

A talajellenállás mérését a talaj tömörödöttségi szintjén kívül a talaj nedvességállapota is befolyásolja, így a mérés csak viszonylagosnak nevezhető, mert az összehasonlítandó minták nedvességi állapotának közel azonosnak kell lennie (Ballenegger & Gléria, 1962).

Jelen kísérletben az összehasonlításra került parcellák penetrométeres mérése közel azonos időben történt.

Egy amerikai, *DICKEY-john* gyártmányú „*soil compaction tester*”-t használtam, azaz – ahogyan fentebb írtam – egy statikus penetrométert. Minden mérés során feljegyeztem, milyen mélységben volt 2 000 kPa, valamint 3 000 kPa az ellenállás. A méréseket olyan nedvességállapot mellett végeztem, amely mellett le tudtam szűrni a penetrométert, és mivel az összehasonlítandó parcellák kivétel nélkül mérésre kerültek, ezért az a megállapítás, hogy a nedvességtől függően a mérési eredmény viszonylagos, nem számottevő, mert két eltérő talajnedvesség mellett történt eltérő mérés nem került összehasonlításra.

3.4.3. A talaj hőmérsékletének mérése

A talaj hőmérséklete több szempontból kulcskérdés a növénytermesztőnek: befolyásolja a csírázás kezdetét, a növények fejlődését és a talajélet működését. A mérést régen higanyos hőmérőkkel, ma már inkább elektromos hőmérőkkel végzik (Ballenegger & Gléria, 1962).

Ballenegger & Gléria (1962) szerint a – idézem: „*Szervesanyagban gazdag talajok hővezetőképessége kicsi, lassan melegszenek fel.*”, mely kijelentés jelentős ebben a kísérletben az eltérő talajborítottság miatt is.

A méréseket egy *X4-Life 4-in-1 Bodentester* nevezetű eszközzel végeztem körülbelül 17-18 centiméteres mélységben. A műszer lehelyezése előtt egy „gazdapálcát” szúrtam le, így lett egy „üreg”, ahova le tudtam helyezni a hőmérőt. A lehelyezése után egy-két percet vártam, majd leolvastam az értéket.

3.4.4. A talaj nedvességtartalmának mérése

A talaj nedvességtartalmának mérésére szárítószekrényes eljárás volt alkalmazva. Egy parcelláról 8 talajminta lett véve 0-20 centiméteres mélységből egy *Soil sampler Puerckhauer* nevű talajmintavevővel, melyet a *Windaus Labortechnik GmbH & Co. KG* (központja: Németország, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Bauhofstraße 9.) forgalmaz (<http> 19). A mintavevőt egy kalapáccsal vertem le, majd kihúztam, utána a minta fogójában lévő fémrúddal kilöktem a talajmintát egy vödörbe, onnan pedig egy címkével ellátott zacskóba került. A minták szárítása 105 °C-on tömegállandóságig történt. Mivel a szárítás közben nem történt súlymérés, így 24 óráig hagytam a mintákat száradni, ami biztosítja a megfelelő mértékű szárítást. A nyers (még nedves) talajminta tömegének és a szárított talajminta tömegének a különbsége adta meg a talajminta nedvességtartalmát. Sajnos csak zacskókban tudtam a nyers tömeg méréséig tárolni a mintákat, mely jelent némi veszteséget, mérési hibát (Ballenegger & Gléria, 1962), bár a két minta ugyanolyan zacskókban volt tárolva, így megközelítőleg azonos lehetett a vízveszteség. A módszer előnye, hogy a talaj sótartalmára nem érzékeny és minden nedvességtartományra használható. Hátránya, hogy talajmintákat kell hozzá venni, nem reprodukálható, nem lehet folyamatos mérést végezni vele, valamint sok munkát és időt igényel (Birkás, 2017a). Ezen a módszeren kívül elterjedt még az alkoholos égetés (Ballenegger & Gléria, 1962), a tenziométeres eljárás, az elektromos kapacitás mérésekből származtatható mérés, az időtartománybeli reflexiómérés (TDR), a gamma-sugár-gyengítési módszer, valamint a neutron szóródásos módszer (Birkás, 2017a).

3.4.5. Termésátlag mérése

A KGST (1978) szerinti megfogalmazásban: „*A ténylegesen betakarított termésnek a betakarítási, szállítási és cséplési veszteség nélküli termést nevezik, amely a mezőgazdasági vállalatok, gazdaságok és szervezetek könyvelésének nyilvántartási súlyával egyezik meg... A*

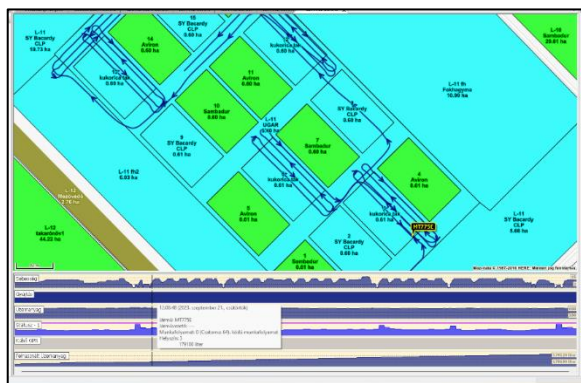
termésmennyiség minden növényfaj vetésterületéről, ... betakarított termést tartalmazza.” Ezen termésmennyiséget levetítve egységnyi területre megadható a termőterületre jutó termésmennyiség mutatója, amely a termelés színvonalát jellemzi (KGST, 1978). Ezt a termésátlagot általában t/ha vagy q/ha mértékegységben szokás kifejezni.

A négy kultúra esetén a termésátlag meghatározása parcellánként történt, azaz egy kultúra aratásakor 8 parcella (4 „no-till” és 4 „min-till”) betakarítása és a termés mérése külön-külön történt meg (Szeredi Kft., 2023). A kapott tömeget elosztva a terület nagyságával (0,3 hektár) megkaptam egy parcella átlagos hozamát vagy termésátlagát tonna/hektár mértékegységben. A termésátlag-adatok az első évtől kezdődően megvannak majdnem minden kultúra esetén (később részletezem), így azt a négy évre külön-külön ki tudtam értékelni.

3.4.6. Üzemanyag-fogyasztás mérése

A kísérletben az alapvető eltérés a talajművelés volt, így ennek elemzéséhez minden évhez tartozó talajművelési munkát összegyűjtöttem kultúránként külön-külön. Az évek során az alábbi erőgépekkel történtek a műveletek (zárójelben a későbbiekben alkalmazott rövidítések az ábrákon, táblázatokban): *Challenger AGCO MTC775E* (Ch), *John Deere 8430 LR* (JD) és *Claas Arion 420* (Ar). Az alábbi talajművelő eszközök voltak használva (itt is zárójelben a későbbiekben alkalmazott rövidítések az ábrákon, táblázatokban): *Väderstad Carrier CR650* tárcsa (CR650), *Väderstad Carrier CR925* tárcsa (CR925), *Väderstad Opus OS 500* kultivátor (Opus), *Väderstad NZ-Agressive 900* kombinátor (NZA), *Lemken Rubin 12/600 KUA* („A”) tárcsa (Lemken) és *Kongskilde VibroMaster SQ 47* kombinátor (Kongs) (Szeredi Kft.; 2023).

A *Challenger* erőgép által végzett műveletek pontos üzemanyag-felhasználását az *ITIneris Way-Quest* nevű szoftveres rendszer (ld. 3. ábra) által tudtam összeírni 2020-ig visszamenőleg



3. ábra: *ITIneris Way-Quest* használata (induláskori üzemanyagszint)
(Forrás: Szeredi Kft., 2023)

(Szeredi Kft., 2023).

A 2019-ben, valamint az *Claas Arion* és a *John Deere* gépek által végzett műveletek átlagos fogyasztását a gazdaság saját kalkulált értékeivel számoltam.

A munkafolyamat végén, valamint elején mért üzemanyag-mennyiség különbségéből lett meghatározva – a ki- és átvonulásokat figyelmen kívül hagyva –, hogy hány liter gázolaj fogyott egy

0,3 hektáros parcellán, majd a négy parcella adatát átlagoltam és ezt felszámoltam hektáronkénti fogyasztásra (l/ha), majd az akkor aktuális, KSH szerinti gázolaj árával (Ft/l) (ld. 12. sz. melléklet) ([http 21](#); [http 22](#); [http 23](#); [http 24](#); [http 25](#)) meghatároztam az üzemanyag költségét hektáronként (Ft/ha), ezután a gazdaság által megadott hektáronkénti bérköltséget (Szeredi Kft. 2023) hozzáadva megkaptam a művelet hektáronkénti költségét. Utána az egy kultúrára eső műveletek költségét összeadva megkaptam az adott kultúra összesített művelésből adódó többletköltségét (Ft/ha) a „no-till”-hez képest.

3.4.7. Ökonómiai elemzés a terméseredmények és a művelési költség alapján

A kísérlet során egyedül a talajművelésben és a termésátlagokban voltak eltérések ökonómiai szempontból, így a „no-till” parcellák bevételeinek növekedését vagy csökkenését számítottam ki a művelések elhagyásából keletkező költségkiesés és az eltérő terméseredményből adódó –, ami lehet terméstöbblet vagy termés kiesés – bevételekülönbség alapján. Ehhez a KSH adatai között szereplő terményárakat használtam fel az első, második és harmadik évre ([http 26](#); [http 27](#); [http 28](#)), a negyedik évre pedig a gazdaság által kiállított számlák szerinti egységárakat (Ft/t mértékegységben) használtam (Szeredi Kft.; 2023). A termésbeli eltérés (t/ha) és a terményár (Ft/t) szorzataként megkaptam a hektáronkénti bevételi eltérést (Ft/ha).

3.5. Eredmények kiértékelésének módszertana

Megjegyzem, hogy minden táblázatban a „no-till” van viszonyítva a „min-till”-hez képest.

A kapott adatok egytényezős kísérletként lettek kiértékelve teljesen véletlen elrendezés (CRD) szerinti varianciaanalízissel. Ezen felül minden mérésnél az átlagos eltérést („no-till” mérések átlaga viszonyítva a „min-till” mérésekhez minden esetben) összehasonlítottam a szignifikáns differencia értékével 5%-os ($SzD_{5\%}$) és 1%-os ($SzD_{1\%}$) szignifikancia-szinten számolt szignifikáns differencia értékekkel. Ha az átlagos eltérés kisebb volt mindkét szignifikáns differencia értéknél, akkor az eltérés nem szignifikáns, mivel a szántóföldi kísérletek esetén az 5%-os érték a küszöbérték. Ha a különbség nagyobb volt, mint az $SzD_{5\%}$ értéke, de kisebb, mint az $SzD_{1\%}$ értéke, akkor 5%-os szinten van a szignifikáns eltérés. Ha viszont az $SzD_{5\%}$ mellett az $SzD_{1\%}$ értékét is meghaladja az átlagos eltérés, akkor a szignifikáns eltérés már 1%-os szignifikancia-szinten jelentkezik. Az alábbi szignifikáns differencia számításokat egyedül az üzemanyag-fogyasztás és az ökonómiai elemzés esetén nem végeztem el (Berzsenyi, 2015).

4. Eredmények és értékelésük

Az első, második és harmadik évek szezonjaiból nincsen talajvizsgálati adat, így ezekben az években a terméseredményekben jelentkező és a termésátlag-eltérések által, valamint az üzemanyag-fogyasztás által keltett ökonómiai eltérések szolgálnak eredményül. Az ötödik évből pedig csak a talajvizsgálati adatok vannak meg.

4.1. Első év eredményei (2019-2020)

4.1.1. Termésátlag

Az első év termésátlagaiból származó különbségekben egyik kultúra sem mutatott szignifikáns különbséget. A 2. táblázatban látható, hogy a termésátlagban jelentkező különbségek 0,11-0,27 tonna/hektáros átlageltérések voltak a „min-till” javára a „no-till”-l szemben. Megjegyzem, hogy a nagyon alacsony napraforgó-terméseredmények oka az volt, hogy az adott tábla egész területén a kísérlet első évét megelőző évben is napraforgót termesztettek a területen, így ez jó példája annak, hogy mennyire érzékeny a napraforgó a monokultúrára, mert a növényállomány deszikkálás nélkül „lábon” leszáradt, valamint gyenge termést adott.

Az eredményekből látszik, hogy az első év számottevő különbséget nem mutatott egy év távlatában.

2. táblázat: Első év termésátlagainak eredményei (Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)

2019-2020					
<i>Kultúra</i>	<i>Aratás ideje</i>	<i>Szignifikancia-szint</i>	<i>Szignifikáns differencia (5%)</i>	<i>Szignifikáns differencia (1%)</i>	<i>Termésátlagok eltérése</i>
Durumbúza	2020. 7. 11.	nem szig.	0,62 t/ha	0,93 t/ha	– 0,11 t/ha
Borsó	2020. 7. 2.	nem szig.	0,73 t/ha	1,11 t/ha	– 0,27 t/ha
Kukorica	2020. 9. 21.	nem szig.	1,41 t/ha	2,14 t/ha	– 0,16 t/ha
Napraforgó	2020. 9. 14.	nem szig.	0,30 t/ha	0,45 t/ha	– 0,14 t/ha*
*Napraforgó volt az elővetemény					

4.1.2. Üzemanyag-fogyasztás

A kísérlet kezdetekor az első műveletek – amik a „no-till” és „min-till” parcellák alapját képezik – nehéztárcsával történt művelések voltak, durumbúza esetén 2019. október 14-én, a

többi kultúra esetén két nappal később (ld. 3. táblázat). Ez a művelet hektáronként egy-egy kultúra esetén 10 liter gázolaj felhasználásával valósult meg. Az akkori gázolaj-árral számolva mindegyik kultúra esetén a megadott bérköltségekkel 4 790 Ft hektáronkénti többletköltség keletkezett a műveléssel.

3. táblázat: Első év üzemanyag-fogyasztásának eredményei

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023; http 21)

2019-2020								
<i>Kultúra</i>	<i>Művelet ideje</i>	<i>Művelési eszköz típusa</i>	<i>Erőgép típusa</i>	<i>Hektáronkénti fogyasztás (l/ha)</i>	<i>Hektáronkénti üzemanyag-költség (Ft/ha)</i>	<i>Hektáronkénti bérköltség (Ft/ha)</i>	<i>Művelés hektáronkénti költsége (Ft/ha)</i>	<i>Egy kultúra összesített költsége (Ft/ha)</i>
Durumbúza	2019. 10. 14.	Lemken	Ch	10	4 030	760	4 790	4 790
Borsó	2019. 10. 12.	Lemken	Ch	10	4 030	760	4 790	4 790
Kukorica	2019. 10. 12.	Lemken	Ch	10	4 030	760	4 790	4 790
Napraforgó	2019. 10. 12.	Lemken	Ch	10	4 030	760	4 790	4 790

4.1.3. Ökonómiai elemzés

Az első évben a minimális termésátlagbeli eltérések keltette bevételekülönbségek meghaladták a művelési költségeket (ld. 4. táblázat), ezért minden kultúra esetén kevésbé jövedelmezőnek bizonyult a „no-till” technológia a „min-till”-hez képest.

4. táblázat: Első év ökonómiai elemzése

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023; http 26; http 27; http 28)

2019-2020					
<i>Kultúra</i>	<i>Átlagos termésátlag eltérés (t/ha)</i>	<i>Terményár (Ft/t)</i>	<i>Bevétel-különbség (Ft/ha)</i>	<i>Művelésből adódó költség-különbség (Ft/ha)</i>	<i>Összesített eltérés (Ft/ha)</i>
Durumbúza	– 0,11 t/ha	87 102	– 9 581	4 030	– 5 551
Borsó	– 0,27 t/ha	72 715	– 19 633	4 030	– 15 603
Kukorica	– 0,16 t/ha	49 706	– 7 953	4 030	– 3 923
Napraforgó	– 0,14 t/ha	122 289	– 17 120	4 030	– 13 090

4.2. Második év eredményei (2020-2021)

4.2.1. Termésátlag

Ebben az évben a variációs koefficiens még magasabb kiugró értéket is mutatott, ami miatt sincs szignifikáns különbség a terméseredmények között (ld. 5. táblázat). A napraforgó terméseredményeiről azért nem szerepel adat, mert olyan nagymértékű volt a nyúlkártétel a parcellákon, hogy nem volt értelme összehasonlítani a parcellákat.

5. táblázat: Második év termésátlagainak eredményei

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)

2020-2021					
<i>Kultúra</i>	<i>Aratás ideje</i>	<i>Szignifikancia-szint</i>	<i>Szignifikáns differencia (5%)</i>	<i>Szignifikáns differencia (1%)</i>	<i>Termésátlagok eltérése</i>
Durumbúza	2021. 7. 12.	nem szig.	1,54 t/ha	2,34 t/ha	+ 0,22 t/ha
Borsó	2021. 6. 30.	szig. (1%)	0,93 t/ha	1,41 t/ha	– 1,56 t/ha
Kukorica	2021. 10. 5.	nem szig.	0,80 t/ha	1,21 t/ha	– 0,49 t/ha
Napraforgó	-*	-	-	-	-
*Nyúlkártétel					

A borsó esetén a négy parcellából három terméseredményei voltak kiugróan alacsonyak. Ez abból fakadhatott, hogy a durumbúza előveteménye olyan nagy szalmatömeget hagyott maga után, hogy a „no-till” parcellákon a nem direktvetésre szánt vetőgép megfelelő vetésminőségét nagy mértékben rontotta és ez gyenge, heterogén keléshez vezetett. A borsó bokrosodásra nem hajlamos, így a rossz vetésminőséget és gyenge kelést nem tudta kompenzálni és megmutatkozott a termésátlagokban is.

Ebből kifolyólag, ha eltekintünk a napraforgótól és a borsótól, akkor láthatjuk, hogy a durumbúza esetén most a „no-till” javára volt 0,22 tonna/hektáros eltérés, míg a kukorica esetén 0,49 tonna/hektár többlet a „min-till” esetén.

Hasonlóképpen nincs számottevő különbség a termésátlagokban, ami arra enged következtetni, hogy a két év művelésmentesség nem idézett elő nagyfokú terméseredmény-visszaesést.

4.2.2. Üzemanyag-fogyasztás

Ebben az évben a durumbúza, borsó és napraforgó esetén két, a kukorica esetén három talajmunka történt. Ezek a 6. táblázat szerint tárcsázások, kombinátorozások és kultivátorozások voltak.

6. táblázat: Második év üzemanyag-fogyasztásának eredményei

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023; [http 22](#); [http 23](#))

2020-2021								
<i>Kultúra</i>	<i>Művelet ideje</i>	<i>Művelési eszköz típusa</i>	<i>Erőgép típusa</i>	<i>Hektáronkénti fogyasztás (l/ha)</i>	<i>Hektáronkénti üzemanyag-költség (Ft/ha)</i>	<i>Hektáronkénti bérköltség (Ft/ha)</i>	<i>Művelés hektáronkénti költsége (Ft/ha)</i>	<i>Egy kultúra összesített költsége (Ft/ha)</i>
Durumbúza	2020. 9. 28.	Opus	Ch	16,67	6 433	870	7 303	-
	2020. 10. 5.	CR650	Ch	9,17	3 520	660	4 180	11 483
Borsó	2020. 7. 14.	Opus	Ch	20,83	7 438	870	8 308	-
	2020. 8. 27.	Opus	Ch	15,83	6 112	870	6 982	15 290
Kukorica	2020. 7. 14.	Opus	Ch	17,50	6 248	870	7 118	-
	2020. 8. 27.	Opus*	Ch	15,83	6 112	870	6 982	-
	2021. 3. 10.	Kongs	Ar	8,50	3 528	2 650	6 178	20 278
Napraforgó	2020. 10. 5.	CR650	Ch	9,17	3 520	660	4 180	-
	2021. 3. 10.	Kongs	Ar	8,50	3 528	2 650	6 178	10 358
*A művelet kapaszárnnyal nélkül történt.								

Jól látható az átlagos üzemanyag-felhasználásban, hogy a tárcsázás és a kombinátorozás sokkal kisebb gázolajigényű, mint a kultivátorozás, viszont a munkabérköltségek közül a kombinátorozás a legköltségesebb az adott műveletek közül. Itt a hektáronkénti többletköltség a „no-till”-hez képest nagyobb volumenű, mint az előző évben. A négy kultúra esetén 10-20 000 Ft körüli a többletköltség.

4.2.3. Ökonómiai elemzés

A második évben a durumbúza esetén a terméstöbblet és a művelési költség hiánya a végén pozitív eltérést hozott a „no-till” javára. Kukoricánál a termés kiesést nem kompenzálta a művelés elmaradásának költségcsökkentő hatása, így ott negatív irányba tért el. A borsót figyelmen kívül hagyom ebben az elemzésben, ahogyan a termésátlag eltérésénél leírtam,

továbbá a napraforgóról nem lett terméseredmény-adat, így az is kimaradt az elemzésből (ld. 7. táblázat).

7. táblázat: Második év ökonómiai elemzése
(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023; http 26; http 27; http 28)

2020-2021					
<i>Kultúra</i>	<i>Átlagos termésátlag eltérés (t/ha)</i>	<i>Terményár (Ft/t)</i>	<i>Bevétel- különbség (Ft/ha)</i>	<i>Művelésből adódó költségkülönbség (Ft/ha)</i>	<i>Összesített eltérés (Ft/ha)</i>
Durumbúza	+ 0,22 t/ha	111 761	+ 24 587	9 953	+ 34 540
Borsó	– 1,56 t/ha	94 820	– 147 919	13 549	– 134 370
Kukorica	– 0,49 t/ha	73 023	– 35 781	15 887	– 19 894
Napraforgó	-	172 223	-	-	-

4.3. Harmadik év eredményei (2021-2022)

4.3.1. Termésátlag

Ebben az évben minden kultúra betakarítása mérésre és összehasonlításra került. A szignifikáns differencia értékei alapján a durumbúza, a napraforgó és a kukorica esetén nincsen szignifikáns eltérés. A szójánál 5%-os szignifikáns eltérés mutatkozott meg, de ezt figyelmen kívül hagytam, mert a később részletezett talajhőmérsékletbeli különbség miatt, miszerint a „no-till” parcellák később melegednek fel a talajborítottság miatt, így később kelt ki a bolygatatlan területen a szója, mint a minimálisan művelten. Ebből adódóan a „no-till”-es szója kevésbé bírta a szárazságot, mert gyengébb lehetett a gyökerezése, így kisebb termést is hozott. Ebben az évben a napraforgó esetén volt 0,12 tonna/hektár többletkülönbség a „no-till” esetén, míg a többi kultúrában (durumbúza, szója, kukorica) 0,23 és 0,69 tonna/hektár közötti többlettermés jelentkezett a „min-till” parcellák átlagaiban (ld. 8. táblázat).

Ezek után elmondható, hogy a megváltozott talajfizikai körülmények már befolyásolták a termésátlagot melegigényes kultúra (jelen esetben szója) esetén.

8. táblázat: Harmadik év termésátlagainak eredményei

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)

2021-2022					
<i>Kultúra</i>	<i>Aratás ideje</i>	<i>Szignifikancia-szint</i>	<i>Szignifikáns differencia (5%)</i>	<i>Szignifikáns differencia (1%)</i>	<i>Termésátlagok eltérése</i>
Durumbúza	2022. 6. 24.	nem szig.	1,83 t/ha	2,78 t/ha	– 0,23 t/ha
Szója	2022. 10. 17.	szig. (5%)	0,69 t/ha	1,04 t/ha	– 0,69 t/ha
Kukorica	2022. 10. 6.	nem szig.	1,37 t/ha	2,08 t/ha	– 0,57 t/ha
Napraforgó	2022. 9. 7.	nem szig.	0,90 t/ha	1,37 t/ha	+ 0,12 t/ha

4.3.2. Üzemanyag-fogyasztás

Ekkor a durumbúza területei egy, a többi kultúraé kettő művelésben részesültek. A szója „min-till” parcelláin kultivátorozás, míg a durumbúza és a kukorica „min-till” parcelláin tárcsázás történt (ld. 9. táblázat).

9. táblázat: Harmadik év üzemanyag-fogyasztásának eredményei

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023; <http> 23)

2021-2022								
<i>Kultúra</i>	<i>Művelet ideje</i>	<i>Művelési eszköz típusa</i>	<i>Erőgép típusa</i>	<i>Hektáronkénti fogyasztás (l/ha)</i>	<i>Hektáronkénti üzemanyag-költség (Ft/ha)</i>	<i>Hektáronkénti bérköltség (Ft/ha)</i>	<i>Művelés hektáronkénti költsége (Ft/ha)</i>	<i>Egy kultúra összesített költsége (Ft/ha)</i>
Durumbúza	2021. 9. 24.	CR650	JD	10,00	4 690	660	5 350	5 350
Szója	2021. 8. 12.	Opus	Ch	20,00	9 180	870	10 050	10 050
Kukorica	2021. 7. 2.	CR650	Ch	7,50	3 278	660	3 938	3 938
Napraforgó	–*	–	–	–	–	–	–	–
*Elmaradt a művelés								

Itt is megmutatkozik a jelentős eltérés a fogyasztásban a két művelet között, viszont a hozzá adódó bérköltség közel azonos. A jelentkező többletköltség 3 938 és 10 050 Ft/ha többletköltség között változik az egyes kultúrák esetén. A napraforgó csökkentett műveléses parcelláinak munkálatai sajnos ebben az évben elmaradtak.

4.3.3. Ökonómiai elemzés

A betakarításkor a kultúrák közül a napraforgó terméstöbblete pozitív eltérést hozott a „no-till” számára, ám bár a „min-till” parcellákon is elmaradt véletlenül a művelés, így annak az ökonómiai különbsége nem jelentkezett.

Ellenben a többi kultúra kielemezése azt mutatta meg, hogy a művelési költségkiesés nem jelentett annyit, mint amennyi termés kiesésből adódó bevételi kiesés keletkezett, így a durumbúza, szója és kukorica mind negatív különbséget mutatott (ld. 10. táblázat).

10. táblázat: Harmadik év ökonómiai elemzése

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023; http 26; http 27)

2021-2022					
<i>Kultúra</i>	<i>Átlagos termésátlag eltérés (t/ha)</i>	<i>Terményár (Ft/t)</i>	<i>Bevétel- különbség (Ft/ha)</i>	<i>Művelésből adódó költségkülönbség (Ft/ha)</i>	<i>Összesített eltérés (Ft/ha)</i>
Durumbúza	– 0,23 t/ha	201 490	– 46 343	4 690	– 41 653
Szója	– 0,69 t/ha	209 855	– 144 800	9 180	– 135 620
Kukorica	– 0,57 t/ha	111 979	– 63 828	3 278	– 60 551
Napraforgó	+ 0,12 t/ha	267 676	+ 32 121	0	+ 32 121

4.4. Negyedik év eredményei (2022-2023)

4.4.1. A talaj ellenállása

Összesen öt alkalommal mértem ebben a szezonban penetrométerrel talajellenállást, egyszer durumbúzánál, kétszer kukoricánál és kétszer napraforgónál (ld. 11. táblázat).

Ahogy korábban említettem, ezzel a mechanikus penetrométerrel két adatot jegyeztem fel, az egyik, hogy hány centiméter mélyen van 2 000 kPa ellenállás, valamint a másik, hogy hány centiméter mélyen van 3 000 kPa ellenállás.

Durumbúza esetén a tárcsázás után hét nappal történt a mérés. A 2 000 kPa értékek mutattak szignifikáns eltérést, mely szerint átlagosan 3,51 cm-rel sekélyebben jelentkezett a tömörödött réteg a „min-till” átlagértékéhez képest.

Kukoricánál kétszer történt mérés, egyszer 14 nappal, egyszer 44 nappal kultivátorozás után. A második mérés 3 000 kPa-os értékeiben jelentkezett 5%-os szignifikancia-szinten szignifikáns eltérés a „no-till” javára 4,56 centiméterrel. A többi mért adatban nem jelentkezett szignifikáns eltérés.

A napraforgó parcelláin is kétszer történt kultivátorozás után mérés, egyszer 14 nappal, egyszer 37 nappal a művelés után. Itt már több negatív mélységbeli különbség lett a „min-till”-hez képest, melyek közül az egyik 2 000 kPa-os értéknél mutatkozott szignifikáns eltérés 5%-os szinten, mégpedig 2,80 centiméterrel sekélyebben jelentkezett a tömörödött réteg a bolygatatlanon a bolygatotthoz képest. A többi adatban nem volt szignifikáns különbség.

11. táblázat: Negyedik év talajellenállás-méréseinek eredményei

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)

2022-23							
<i>Kultúra</i>	<i>Mérés ideje</i>	<i>Művelés és mérés közti napok száma</i>	<i>Művelés típusa</i>	<i>Szignifikancia-szint</i>	<i>SzD_{5%} (cm)</i>	<i>SzD_{1%} (cm)</i>	<i>Átlagos eltérés (cm)</i>
Durumbúza	2022. 9. 15.	7 nap	tárcsázás	szig. (5%)	3,07	4,08	– 3,51
				nem szig.	5,51	7,32	+ 2,98
Borsó	-						
Kukorica	2023. 4. 5.	14 nap	kultivátorozás	nem szig.	2,93	3,90	– 0,54
				nem szig.	4,14	5,51	+ 0,58
	2023.05.05	44 nap	kultivátorozás	nem szig.	3,43	4,56	+ 1,41
				szig. (5%)	4,40	5,85	+ 4,56
Napraforgó	2023. 4. 5.	14 nap	kultivátorozás	szig. (5%)	2,78	3,70	– 2,80
				nem szig.	4,06	5,40	– 1,96
	2023. 4. 28.	37 nap	kultivátorozás	nem szig.	3,26	4,34	– 0,96
				nem szig.	3,33	4,43	+ 1,49
Egy mérés sorában a felső sor a 2,00 MPa-os, az alsó a 3,00 MPa-os értékek elemzése.							

4.4.2. A talaj hőmérséklete

Ez volt az a paraméter, amely szignifikáns különbséget mutatott majdnem minden mérés alkalmával.

Talajhőmérőzést összesen nyolc alkalommal végeztem el a negyedik évben, egyszer durumbúza, egyszer borsó, háromszor kukorica és háromszor napraforgó esetén. A borsó esetében mivel nem történt termésátlag és üzemanyag-fogyasztás mérése, így azt a mérést figyelmen kívül hagytam, továbbá ez volt az egyetlen mérés, amely nem mutatott szignifikáns eltérést, valamint elmaradt a talajművelés (ld. 12. táblázat).

Durumbúza területek előkészítésekor végzett tárcsázás után hét nappal történt egy talajhőmérőzés, mely szignifikáns különbséget mutatott 1%-os szignifikancia-szinten. Az

eltérés átlagosan 0,59 °C-kal hűvösebb talaj a bolygatatlan parcellákon a bolygatotthoz képest, melynek oka a talaj eltérő borítottsága szármadarványokkal.

Kukorica esetében a tárcsázás után 5 nappal, kultivátorozás után 14 és 44 nappal történt mérés. Mindegyik összehasonlítás szignifikánsan eltért 1%-os szignifikancia-szinten, az elsőnél 0,34 °C-kal, a másodiknál 0,88 °C-kal és a harmadiknál 1,72 °C-kal alacsonyabb volt a talajhőmérséklet a bolygatatlan parcellákon.

A napaforgó parcellákon is hasonló időintervallumokkal történtek a mérések, az egyik tárcsázás után 5 nappal, a másik kettő kultivátorozás után 14 és 37 nappal történt. Mindegyik mérés adatai szignifikánsan eltértek, ugyancsak 1%-os szignifikancia-szinten. Az elsőnél 1 °C-kal, a másodiknál 0,75 °C-kal, a harmadiknál 1,59 °C-kal volt alacsonyabb a „no-till” parcellák talajhőmérséklete.

12. táblázat: Negyedik év talajhőmérséklet-méréseinek eredményei

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)

2022-23							
<i>Kultúra</i>	<i>Mérés ideje</i>	<i>Művelés és mérés közti napok száma</i>	<i>Művelés típusa</i>	<i>Szignifikancia-szint</i>	<i>SzD_{5%} (°C)</i>	<i>SzD_{1%} (°C)</i>	<i>Átlagos eltérés (°C)</i>
Durumbúza	2022. 9. 15.	7 nap	tárcsázás	szig. (1%)	0,37	0,49	– 0,59
Borsó	2022. 8. 15.	-	-	nem szig.	1,28	1,70	– 1,19
Kukorica	2022. 10. 23.	5 nap	tárcsázás	szig. (1%)	0,23	0,30	– 0,34
	2023. 4. 5.	14 nap	kultivátorozás	szig. (1%)	0,12	0,16	– 0,88
	2023. 5. 5.	44 nap	kultivátorozás	szig. (1%)	0,29	0,39	– 1,72
Napraforgó	2022. 10. 23.	5 nap	tárcsázás	szig. (1%)	0,26	0,35	– 1,00
	2023. 4. 5.	14 nap	kultivátorozás	szig. (1%)	0,16	0,22	– 0,75
	2023. 4. 28.	37 nap	kultivátorozás	szig. (1%)	0,47	0,62	– 1,59
*Elmaradt a talajművelés.							

Összességében ezek az eltérések voltak a legjelentősebbek az összes vizsgált paraméter közül. Elsődlegesen ennek az eltérő talajbolygatásból adódó talajborítottság az oka, mert a fedett „no-till” parcellák hőmérséklete lassabban változik, azaz jelen esetben lassabban melegszik fel. Ennek negatív hatása elsődlegesen a magasabb csírázási hőmérsékletet igénylő növényekre van nagyobb hatással, ami heterogén vagy gyenge kelést okozhat (mint például szója esetén a harmadik évben, bár akkor még talajhőmérőzés nem történt).

4.4.3. A talaj nedvességtartalma

Talajnedvességhez szükséges mintavételezés ugyanabban az időben történt egy alkalommal a kukorica- és a napraforgó parcellákon (ld. 13. táblázat). A mintavételezés előtt 8-10 nappal esett 6 mm eső.

13. táblázat: Negyedik év talajnedvesség-méréseinek eredményei

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)

2022-23							
<i>Kultúra</i>	<i>Minta-vétel ideje</i>	<i>Művelés és minta-vétel közti napok száma</i>	<i>Művelés típusa</i>	<i>Szignifikancia-szint</i>	<i>SzD_{5%} (m/m%)</i>	<i>SzD_{1%} (m/m%)</i>	<i>Átlagos eltérés (m/m%)</i>
Durumbúza	-						
Borsó	-						
Kukorica	2023. 3. 23-25.	1-3 nap	kultivátorozás	nem szig.	0,93	1,24	+ 0,24
Napraforgó	2023. 3. 23-25.	1-3 nap	kultivátorozás	nem szig.	0,79	1,05	+ 0,23

A 128 minta vételezése három nap alatt történt meg. Egyik kultúrára sem mutatott szignifikáns eltérést a mérés, de a talajnedvesség tömegszázalékban kifejezett átlagait tekintve kukorica parcellákon 0,24%-kal, napraforgó parcellákon 0,23%-os különbséget mutatott a „no-till” javára.

4.4.4. Termésátlag

A negyedik évben a borsóban olyan nagy volt az örvös galambok által okozott kártétel, hogy nem volt érdemleges mennyiség, amit össze lehetett volna hasonlítani, emiatt nem szerepel a táblázatban. A három kultúra termésátlagainak az átlagaiban a „min-till” és a „no-till” átlagai közt nem mutatkozott szignifikáns eltérés. A durumbúza és a napraforgó esetében a „no-till” parcelláin keletkezett többlet az átlagban, míg kukorica esetében a „min-till” parcellák átlagában (ld. 14. táblázat).

Összességében elmondható, hogy a négy év távlatában nem jelentkezett szignifikáns különbség a terméseredményekben, tehát ebből arra merék következtetni, hogy a művelés elhagyása a csökkentett műveléshez viszonyítva nem okoz nagy fokú terméskiesést.

14. táblázat: Negyedik év termésátlagainak eredményei

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)

2022-2023					
<i>Kultúra</i>	<i>Aratás ideje</i>	<i>Szignifikancia-szint</i>	<i>Szignifikáns differencia (5%)</i>	<i>Szignifikáns differencia (1%)</i>	<i>Termésátlagok eltérése</i>
Durumbúza	2023. 7. 11.	nem szig.	0,53 t/ha	0,80 t/ha	+ 0,03 t/ha
Borsó	-*	-	-	-	-
Kukorica	2023. 9. 20.	nem szig.	0,72 t/ha	1,10 t/ha	- 0,63 t/ha
Napraforgó	2023. 9. 13.	nem szig.	1,32 t/ha	2,00 t/ha	+ 0,07 t/ha
*Örvös galamb kártétel					

4.4.5. Üzemanyag-fogyasztás

Mivel a borsó termésátlag-eltéréseiről nincsen adat (ennek oka ld. előző rész), ezért ennek a műveletből adódó költségkülönbségét nem számoltam ki (ld. 15. táblázat).

15. táblázat: Negyedik év üzemanyag-fogyasztásának eredményei

(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023; http 24; http 25)

2022-2023								
<i>Kultúra</i>	<i>Művelet ideje</i>	<i>Művelési eszköz típusa</i>	<i>Erőgép típusa</i>	<i>Hektáron-kénti fogyasztás (l/ha)</i>	<i>Hektáron-kénti üzemanyag-költség (Ft/ha)</i>	<i>Hektáron-kénti bérköltség (Ft/ha)</i>	<i>Művelés hektáron-kénti költsége (Ft/ha)</i>	<i>Egy kultúra összesített költsége (Ft/ha)</i>
Durumbúza	2022. 9. 8.	CR925	Ch	8,33	6 258	350	6 608	6 608
Borsó	-	-	-	-	-	-	-	-
Kukorica	2022. 10. 18.	CR925	Ch	6,67	3 080	350	3 430	-
	2023. 3. 22.	NZA	Ch	6,67	4 573	255	4 828	8 258
Napraforgó	2022. 10. 8.	CR925	Ch	10,00	4 620	350	4 970	-
	2022. 10. 18.	CR925	Ch	6,67	3 080	350	3 430	-
	2023. 3. 22.	NZA	Ch	6,67	4 573	255	4 828	13 228

A durumbúza vetése előtt egy tárcsázás, a kukorica előtt egy tárcsázás és egy kultivátorozás, a napraforgó előtt egy tárcsázás és egy kultivátorozás történt a művelt parcellákon. Itt közel azonos üzemanyag-fogyasztás volt mérhető és a bérköltségek is azonosnak mondhatóak. A tárcsázás közti eltérések abból adódnak, hogy két különböző munkaszélességű eszköz volt

használatban a négy év során. Ekkor 6 608 és 13 228 Ft/ha között változott a művelési költség az egyes kultúráknál.

4.4.6. Ökonómiai elemzés

Ebben az évben a durumbúza és a napraforgó esetén a terméstöbblet – még ha minimális is volt – és a művelés hiánya pozitív eltérést hozott a „no-till” felől, míg a kukorica terméskiesését nem tudta felülmúlni a művelés költségének kiesése, így ott negatív különbség lett (ld. 16. táblázat).

16. táblázat: Negyedik év ökonómiai elemzése (Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)

2022-2023					
<i>Kultúra</i>	<i>Átlagos termésátlag eltérés (t/ha)</i>	<i>Terményár (Ft/t)</i>	<i>Bevétel-különbség (Ft/ha)</i>	<i>Művelésből adódó költségkülönbség (Ft/ha)</i>	<i>Összesített eltérés (Ft/ha)</i>
Durumbúza	+ 0,03 t/ha	105 200	+ 3 156	6 258	+ 9 414
Borsó	-	-	-	-	-
Kukorica	- 0,63 t/ha	54 194	- 34 142	7 653	- 26 489
Napraforgó	+ 0,07 t/ha	134 629	+ 9 424	12 273	+ 21 967

4.5. Ötödik év eredményei (2023-2024)

Ebben a szezonban még nem sok mérés történt, ezért egy fejezetbe vontam össze ezen adatok elemzését. Mivel a tavasziak még nincsenek elvetve, így csak a talajvizsgálati mérések adatai állnak rendelkezésre, amiket kiértékeltem a 17. táblázatban.

A talajhőmérsékletben jelentkező eltérések ugyanolyan szignifikancia-szinten jelentkeznek, mint a korábbiakban leírtak, hogy a „no-till” minden esetben 0,3-1,5 °C-kal hidegebb.

A penetrométerezés ebben az évben még csak egyszer történt meg, mely 3,00 MPa ellenálláson mutatott 5,35 cm-rel mélyebb tömörödött réteget a bolygatatlanon a bolygatotthoz képest.

Talajnedvesség szempontjából a durumbúzatarlón mért nedvesség (borsó sor) 1%-os szinten mutatott szignifikáns eltérést a „no-till” javára, ami a nagyobb fokú talajborítottságnak köszönhető. Ellenben a fordítottja tapasztalható napraforgótarlón, mely esetben a talajborítottság különbsége kisebb, valamint ebben az esetben a művelés valószínűleg növelte az alsóbb rétegek vízbefogadó képességét, így minimálisan több víz maradt meg a művelt rétegben. A kukoricatarlón (napraforgó sor) viszont nem jelentkezett szignifikáns különbség.

17. táblázat: Ötödik év talajvizsgálatainak eredményei (Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)

2023-2024							
Kultúra	Mérés/ mintavétel ideje	Művelés és mérés közti napok száma	Művelés típusa	Szignifi- kancia- szint	SzD _{5%}	SzD _{1%}	Átlagos eltérés (cm, °C, m/m%)
Durum- búza	2023. 9. 17.	3 nap	tárcsázás	szig. (1%)	0,20 °C	0,26 °C	– 0,35 °C
	2023.10.07	26 nap	tárcsázás	szig. (5%)	0,95 m/m%	1,27 m/m%	– 1,19 m/m%
Borsó	2023. 7. 20.	3 nap	tárcsázás	szig. (1%)	0,39 °C	0,52 °C	– 0,88 °C
	2023. 8. 20.	31 nap	tárcsázás	nem szig. szig. (5%)	3,20 cm 4,54 cm	4,25 cm 6,04 cm	+ 1,78 cm + 5,35 cm
	2023. 8. 20.	31 nap	tárcsázás	szig. (1%)	0,88 m/m%	1,17 m/m%	+ 2,29 m/m%
Kukorica	2023. 7. 20.	29 nap	tárcsázás	szig. (1%)	0,45 °C	0,60 °C	– 1,5 °C
Napra- forgó	2023. 10. 7.	16 nap	tárcsázás	nem szig.	0,82 m/m%	1,09 m/m%	– 0,11 m/m%
Megjegyzés: piros – talajhőmérséklet, zöld – talajellenállás, kék – talajnedvesség							

4.6. Eredmények kiértékelése

A mért adatok közül szinte minden esetben a talajhőmérséklet mutatott szignifikáns eltérést, mégpedig, hogy a „no-till” 0,5-1,5 °C-kal alacsonyabb a „min-till” parcellákhoz képest. Általában a tavaszi-nyári mérések mutattak nagyobb differenciát az őszi mérésekhez képest. A kultúrákat összehasonlítva nem vonható le következetes eltérés közöttük.

A magasabb csírázási hőmérsékletet igénylő növények kelése emiatt ott vontatottabb volt, és ezt a lemaradást nem tudta visszahozni az állomány, ami bizonyos esetben a termésátlagban is jelentkezett. Ennek ellenére nyáron az alacsonyabb talajhőmérséklet és a nagyobb fokú talajtakarás miatt kisebb a párolgás mértéke a „no-till”-en a „min-till”-hez képest, emiatt több talajnedvesség lesz megőrizve a talajban, amit a márciusi mérések nem mutatnak szignifikánsan, viszont a durumbúzatarlón (ld. 15. sz. melléklet), borsó előtt mért augusztusi mérés már szignifikáns eltérést mutatott. Ellenben a napraforgótarló után jelentkező talajnedvességbeli ellentétes eltérés abból fakadhat, hogy a talajborítás kevésbé eltérő (ld. 14. sz. melléklet) és az adott művelés növelte az alsóbb rétegek vízbefogadó képességét. Ez alapján a bolygatatlanságot kalászosok után célszerű fenntartani.

Az alacsonyabb talajhőmérséklet negatív hatása eltolt vetési idővel kivédhető, így a nagyobb talajnedvesség céljából érdemes nagyobb talajborítottságot alkalmazni gabonatarlón. Jelenlegi száraz évjáratok csak fokozzák a lehetséges vízmegőrző talajművelési technikák jelentőségét. A jobb vízmegőrzés felveti a lehetőségét a közepes vízigényű növények termesztésére szárazabb alföldi területeken (mint például, ahol a kísérlet van). Ilyenre jó példa egy csapadékban szegény, ártérben elhelyezkedő tábla, ahol magas a páratartalom a fekvésből adódóan. A kísérlet környékén több egybefüggő tábla helyezkedik el a Maros és a töltés között.

Az ellenállás mérése során négy alkalommal jelentkező szignifikáns eltérés, melyek közül mind egy-egy kultúra esetén fordult elő, azt mutatja, hogy a 2,00 MPa-os ellenállás „no-till” esetén sekélyebben, míg a 3,00 MPa-os ellenállás mélyebben helyezkedik el. Ezen eltérést okozhatta az, hogy a művelés elmaradása a taposást csökkentette, ellenben a kombájnok által okozott nagyfokú taposást az a pár művelés kiküszöbölhette sekély mélységben a „min-till” parcellákon.

Ökonómiai szempontból mivel még nem jelentkeztek bevételi többletek a művelési költség kiesése mellett, emiatt célszerű folytatni a kísérletet, mert a bolygatatlanságnak hosszútávú hatása várhatólag a termésátlag stabilizálódása vagy növekedése, ami profitnövekedést eredményezhet. Ámbár felveti a lehetőségét ez a két alternatív rendszer az AÖP programon túl egy új minősítési rendszernek – mint amilyen minősítése van a biotermékeknek –, ami a regeneratív gazdálkodásban előállított termékeket foglalja magába, ezzel magasabb árat generálva, így kompenzálva a terméseredménybeli kiesést. Ez a regeneratív gazdálkodásból származó termék minősítése a fogyasztó számára biztosítékot jelenthetne afelől, hogy olyan gazdaságban lett előállítva a termék, ahol talajkímélő gazdálkodást alkalmaznak.

A talajborítottságból fakadó jobb vízmegőrzés negatív korrelációban lehet a páratartalommal, amit érdemes lehet hasonló összehasonlításban megmérni.

Mindezek mellett a nagyobb eltérés érdekében hasznos lehet a „no-till” összehasonlítása szántásos és lazításos művelésekkel is, mert a „no-till” és „min-till” technológia között kisebb mértékű az eltérés, mint egy „no-till” és egy forgatásos rendszer között. Egy ilyen „drasztikusnak” mondható eltérés esetén valószínűleg több szignifikáns különbség jelentkezik.

5. Összefoglalás

Jelenleg a talajkímélő művelési rendszer („*Conservation Agriculture*”) felkapott téma, amelybe az összehasonlított „no-till” és „min-till” technológia is beletartozik. Ezen alternatív irányzatok hatással vannak a klímaváltozás, szén-dioxid-kibocsátás mérséklésére, a magyarországi AÖP programba jól beilleszthetők, valamint az ezekre fogékony gazdálkodók számára jó példa lehet ez a kísérlet, továbbá egy újabb tapasztalat a „no-till” technológiával hazai körülmények között. Hasznosnak mondható, hogy a talajvizsgálatok és termésátlagok összevetésén kívül készült ökonómiai összehasonlítás is. A négy ismétlésben beállított 4-4 kultúrához nagy adathalmaz készült az elmúlt években, amikből hasznos eredmények születtek. Egy kultúra esetén végzett egyszeri talajvizsgálati mérés 32-32 adattal szolgált a két művelésről, amely elégséges egy racionális statisztikán alapuló összevetéshez.

A 18 centiméter mélységben az elektromos talajhőmérő mutatott 1%-os szignifikancia-szinten szignifikáns eltérést a két rendszer között majdnem minden mérés során. A bolygatatlan parcellák átlagosan 0,5-1,5 °C-kal voltak hidegebbek a „min-till”-hez képest. A talajjellenállás statikus penetrométer által lett meghatározva, 2,00 MPa-os és 3,00 MPa-os ellenállás milyen mélységben jelentkezik. A penetrométeres mérések esetén, ahol volt szignifikáns eltérés, ott a 2,00 MPa-os ellenállás sekélyebben jelentkezett a „no-till”-ben, míg a 3,00 MPa-os ellenállású tömörödött réteg mélyebben. A nedvesség mérése szárítószekrényes eljárással történt, ami pontos adatokat biztosít megfelelő mintavételezés esetén. A talajnedvesség szempontjából szignifikánsan nedvesebb volt a direktvetéses 2,29 m/m%-kal durum búza után 1%-os szinten, míg napraforgó után 1,19 m/m%-kal volt szárazabb 5%-os szinten. Tehát a talajfedettség mértékétől és az eltérő talajhőmérséklettől függ a vízmegőrzés különbözősége. A talaj lassabb felmelegedése miatt a csökkent talajhőmérséklet eltolt vetési időt igényel bolygatatlanon, viszont jobb vízmegőrzést biztosít gabonatarló esetén. Ez lehetőséget ad szárazabb térségben közepes vízigényű növények termesztésének lehetőségére.

A termésátlagokban nem jelentkezett szignifikáns eltérés a négy év alatt, ami azt jelenti, hogy a művelés elhagyása nem vetette vissza jelentősen a termés mennyiségét. Bár a „no-till” és „min-till” művelés között kicsi a differencia, ezért a terméseredmények eltérése könnyen felülmúlhatta ezt a költségkülönbséget bevételi többlettel a „min-till” javára. Ez alapján a négy év még nem elégséges a bolygatatlan parcellákon a remélt magasabb termésátlag elérésére, így célszerű tovább folytatni a kísérletet. Továbbá hasznosnak bizonyul egy „no-till” és forgatásos rendszer összehasonlító kísérlet hasonló paraméterekkel, ahol az eltérések jobban megmutatkoznak.

6. Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani a belső konzulensemnek, Dr. Mikó Péter Pálnak, aki a MATE Szent István Campus Növénytermesztési-tudományok Intézetén az Agronómia Tanszék egyetemi docense. Minden kérdésben, bizonytalanságban készségesen és teljes odaadással segített. Köszönöm a segítségét a külső konzulensemnek, édesapámnak, Szeredi Attila András ügyvezető igazgatónak, aki gazdaságával biztosította a kísérlet helyét, a munkálatok elvégzését dolgozói által és az adatokat, forrásokat, amiket szabadon felhasználhattam.

A kísérlet méréseiben és azokhoz kapcsolódó munkákban köszönöm a segítségét Kakucska Csillának és Szikoráné Nagy Diánának, akik a MATE Szent István Campus Növénytermesztési-tudományok Intézetén az Agronómia Tanszéken laboránsok.

A kísérlet a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-2 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



Irodalomjegyzék

1. Aldobolyi Nagy, M. (1954): *A Marosszög*. Csongrádmegyei füzetek, 5. sz., Csongrádmegye tanácsa V. B.⁵ Népművelési Osztálya, Szeged, 15 p.
2. Bartholy, J., Bozó, L. & Haszpra, L. (szerk.) (2011): *Klimaváltozás – 2011 – Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére*. Magyar Tudományos Akadémia és Eötvös Lóránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszéke, Fólium Nyomda Kft., Budapest, 281 p.
3. Ballenegger, R. & Gléria, J. (szerk.) (1962): *Talaj- és trágyavizsgáló módszerek*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 411 p.
4. Berzsényi, Z. (2015): *Növénytermesztési kísérletek tervezése és értékelése*. AGROINFORM Kiadó és Nyomda Kft., Budapest, 587 p.
5. Birkás, M. (szerk.) (2017a): *Földművelés és földhasználat* (második, átdolg. kiadás). Mediaworks Hungary Zrt., Budapest, 482 p.
6. Birkás, M. (szerk.) (2012): *Talaj – Iskolák – Mit tanuljunk a talajokról, mit tanítsunk a talajokról* (Soil – School – What to learn from and what to teach about soils). Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 521 p.
7. Birkás, M. (2010): *Talajművelők zsebkönyve*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 282 p.
8. Birkás, M. (2017b): *Talajművelési ABC*. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft., Budapest, 293 p.
9. Busari, M.A., Kukal, S.S., Kaur, A., Bhatt, R. & Dulazi, A.A. (2015): Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research*, 3(2): 119-129., doi:10.1016/j.iswcr.2015.05.002, ISSN 2095-6339,
Forrás: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633915300630> (Megtekintve: 2023. január 28.)
10. Cooper, H.V., Sjögersten, S., Lark, R.M. & Mooney, S.J. (2021): To till or not to till in a temperate ecosystem? Implications for climate change mitigation. *Environmental Research Letter*, 12(5) 0540022, doi:10.1088/1748-9326/abe74e
11. Csorba, P. (2021): *Magyarország kistájai*. Meridián Táj- és Környezetföldrajzi Alapítvány, Debrecen, 409 p.
Forrás: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://real.mtak.hu/121126/1/Csorba%20P.%20Magyar%20o%20kistajai%20MTA.pdf> (Megtekintve: 2023. szeptember 10.)
12. Derpsch, R. (2004): History of Crop Production, With and Without Tillage. *The Leading Edge*, 3(1): 150-154.
13. Derpsch, R. (2008): *No-tillage and Conservation Tillage: A Progress Report*. IN: Goddard, T., Ziebis, M.A., Gan, Y.T., Ellis, W., Watson, A. & Sombatpanit, S. (szerk.) (2008): *No-Till Farming Systems*. Special Publication N° 3, World Association of Soil and Water Conservation, Bangkok, ISBN: 978-974-8391-60-1, 7-39. pp.
14. Dick, W.A., McCoy, E.L., Edwards, W.M. & Lal, R. (1991): Continuous Application of No-Tillage to Ohio Soils. *Agronomy Journal*, 83(1): 65-73. doi:10.2134/agronj1991.00021962008300010017x
15. Dixit, A.K., Agrawal, R.K., Das, S.K., Sahay, C.S., Choudhary, M., Rai, A.K., Kumar, S., Kantwa, S.R. & Palsaniya, D.R. (2019): Soil properties, crop productivity and energetics under different tillage

⁵ Végrehajtó Bizottság

- practices in fodder sorghum + cowpea – wheat cropping system. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 65(4): 492-506. doi:10.1080/03650340.2018.1507024
16. Dumanski, J., Peiretti, R., Benites, J.R., McGarry, D. & Pieri, C. (2006): The Paradigm of conservation agriculture. *Proceedings of World Association of Soil and Water Conservation*, P1: 58-64.
 17. Dumanski, J., Reicosky, D.C. & Peiretti, R.A. (2014): Preface Global Pioneers in Soil Conservation: Common Elements and Lessons Learned. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(1): 1-4. doi:10.1016/S2095-6339(15)30018-6
 18. Faulkner, E. (1945): *Ploughman's Folly*. Tonbridge Printers, Ltd., Peach Hall Works, Tonbridge, 174 p.
 19. Ferreira, C.M.L., Tormena, C.A., Severiano, E.D.C., Zotarelli, L. & Betioli Júnior, E. (2021): Soil compaction influences soil physical quality and soybean yield under long-term no-tillage. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(3): 383-396. doi:10.1080/03650340.2020.1733535
 20. Friedrich, T., Derpsch, R. & Kassam, A. (2012): Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture. *Field Actions Science Reports*, Special Issue 6, ISSN: 1867-8521
 21. Gonzalez-Rosado, M., Parras-Alcántara, L., Aguilera-Huertas, J., Lozano-García, B. (2022): No-Tillage Does Not Always Stop the Soil Degradation in Relation to Aggregation and Soil Carbon Storage in Mediterranean Olive Orchards. *Agriculture*, 12(3): 407. doi:10.3390/agriculture12030407
 22. Guzzetti, L., Fiorini, A., Panzeri, D., Tommasi, N., Grassi, F., Taskin, E., Misci, C., Puglisi, E., Tabaglio, V., Galimberti, A. & Labra, M. (2019): Sustainability Perspectives of *Vigna unguiculata* L. Walp. Cultivation under No Tillage and Water Stress Conditions. *Plants*, 9(1):48. doi:10.3390/plants9010048
 23. Hegedüs, Z. (2022): *Öntözött területet ellenőrző talajvédelmi terv – A Szeredi Kft Kiszombor külterületén meglévő esőztető öntözőtelepeinek ellenőrző vizsgálata*. SoilExpert Mérnöki és Szakértői Bt., Hódmezővásárhely, Tervszám: TT-03625/2022, 74. p.
 24. Hernanz, J.L., Sánchez-Girón, V., Navarrete, L. & Sánchez, M.J. (2014): Long-term (1983-2012) assessment of three tillage systems on the energy use efficiency, crop production and seeding emergence in a rain fed cereal monoculture in semiarid conditions in central Spain. *Field Crops Research*, 166: 26-37. doi:10.1016/j.fcr.2014.06.013
 25. Islam, A., Ahuja, L.R., Garcia, L.A., Ma, L., Saseendran, A.S. & Trout, T.J. (2012): Modeling the impacts of climate change on irrigated corn production in the Central Great Plains. *Agricultural Water Management*, 110: 94-108, doi:10.1016/j.agwat.2012.04.004
 26. Kemenes, E. (1961): *A földművelés irányelvei*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 518 p.
 27. Kemenes, E. (1959): *Talajergazdálkodás* (második, jav. kiadás). Akadémiai Kiadó, Budapest, 308 p.
 28. Kovács, J. (2004): *Egyetemes és magyar agrárfejlődés*. Center Print Kft., Debrecen, 424 p.
 29. Kókai, S. (2021): *A Marosszög történeti földrajza (1718-1918): a táj- és erőforrás használat változása a 18. század elejétől a 20. század elejéig*. MTA Társadalomföldrajzi Tudományos Bizottság Történeti Földrajzi Albizottsága, Nyíregyháza-Kiszombor, 296 p.
 30. Kölcsonyos Gazdasági Segítség Tanácsa Statisztikai Állandó Bizottság (1978): *A KGST tagországok mezőgazdasági statisztikájának fontosabb mutatói és módszertani tételei*. KSH Igazgatási és Költségvetési Főosztálya. 81 p.
 31. Láng, I., Csete, L. & Jolánkai, M. (szerk.) (2005): „A globális klímaváltozás hazai hatásai és válaszai” MTA – KvVM „VAHAVA” projekt – Tájékoztató az agrárgazdaság várható klímaváltozáshoz való alkalmazkodási stratégiájáról (Készült az Országgyűlés Mezőgazdasági Bizottsága részére). „AGRO-21” Kutatási Programiroda, Budapest, 28 p.
 32. Láng, I., Csete, L. & Jolánkai, M. (szerk.) (2007): *A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok – A VAHAVA jelentés*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 220 p.

33. Mannering, J.V. & Fenster, C.R. (1983): What is conservation tillage? *Journal of Soil and Water Conservation*, 38(3): 140-143., Forrás: <http://www.jswnonline.org/content/38/3/140.abstract> (Megtekintve: 2023. január 28.)
34. Mathew, R.P., Feng, Y., Githinji, L., Ankumah, R. & Balkcom, K.S. (2012): Impact of No-Tillage and Conventional Tillage Systems on Soil Microbial Communities. *Applied and Environmental Soil Science*, 2012: 10. doi:10.1155/2012/548620
35. Mazoyer, M. & Roudart, L. (2006): *A History of World Agriculture: From the Neolithic Age to the Current Crisis*. Monthly Review Press, New York, 496 p.
36. Nagy, J. (2021): *Kukorica: A nemzet aranya – Élelmiszer, takarmány, bioenergia*. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest, ISBN: 978-963-575-002-3, 516 p.
37. Nyiri, L. (szerk.). (1993): *Földműveléstan* (második, jav. kiadás). Mezőgazda Kiadó, Budapest, 438 p.
38. Omara, P., Aula, L., Eickhoff, E.M., Dhillon, J.S., Lynch, T., Wehmeyer, G.B. & Raun, W. (2019): Influence of No-Tillage on Soil Organic Carbon, Total Soil Nitrogen, and Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Grain Yield. *International Journal of Agronomy*, 2019: 9. doi:10.1155/2019/9632969
39. Phillips, R.E., Thomas, G.W., Blevins, R.L., Frye, W.W. & Phillips, S.H. (1980): No-Tillage Agriculture. *Science*, 208(4448): 1108-1113., doi:10.1126/science.208.4448.1108
40. Pittelkow, C.M., Liang, X., Linquist, B.A., van Groenigen, K.J., Lee, J., Lundy, M.E., van Gestel, N., Six, J., Venterea, R.T. & van Kessel, C. (2015): Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517: 365-368. doi:10.1038/nature13809
41. Rahm, M.R. & Huffman, W.E. (1984): The Adoption of Reduced Tillage: The Role of Human Capital and Other Variables. *American Journal of Agricultural Economics*, 66(4): 405-413., doi:10.2307/1240918, Forrás: <https://www.jstor.org/stable/1240918> (Megtekintve: 2023. január 28.)
42. Rátonyi, T., Huzsvai, L., Nagy, J. & Megyes, A. (2005): Evaluation of soil tillage systems in maize production. *Acta Agronomica Hungarica*, 53(1): 53-57., doi:10.1556/AAgr.53.2005.1.7
43. Schubert, S.D., Suarez, M.J., Pegion, P.J., Koster, R. D. & Bacmeister, J.T. (2004): On the Cause of the 1930s Dust Bowl. *Science*, 303(5665): 1855-1859., doi:10.1126/science.1095048
44. Stanilă, S. (2015): Conservation Tillage Systems, the Foundation of a Sustainable Agriculture. *ProEnvironment Promediu*, 8(22): 240-245., Forrás: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/conservation-tillage-systems-foundation/docview/1993025347/se-2> (Megtekintve: 2023. január 28.)
45. Stefanovits, P.; Filep, Gy. & Fülek, Gy. (1999): *Talajtan* (4., átdolg., bővített kiad.). Mezőgazda Kiadó, Budapest, 470 p.
46. Szeredi, A.A. (2023): Szóbeli közlés. Kiszombor, ügyvezető igazgató és témavezető
47. Szeredi Kft. (2023): Saját csapadékadatok, üzemanyag-fogyasztások (ITIneris Way-Quest hozzáférés), bérköltségek, termésátlagok, számlák, műveletek nyilvántartása. Kiszombor
48. Thompson, F.M.L. (1968): The Second Agricultural Revolution, 1815-1880. *The Economic History Review*, 21(1): 62-77., doi.org/10.2307/2592204.
49. Triplett, G.J., & Dick, W. (2008): No-Tillage Crop Production: A Revolution in Agriculture! *Agronomy Journal*, 100: 153-165., doi:10.2134/agronj2007.005c
50. Veeman, T. & Veeman, M. (2019): *Agriculture and food* (hatodik kiadás). Canadian Encyclopedia, Historica Canada, Toronto, 4 p., Forrás: <https://www.proquest.com/encyclopedias-reference-works/agriculture-food/docview/2316708852/se-2> (Megtekintve: 2023. január 28.)

51. Zhang, Z.-S., Cao, C.-G., Guo, L.-J. & Li, C.-F. (2014): The Effects of Rape Residue Mulching on Net Global Warming Potential and Greenhouse Gas Intensity from No-Tillage Paddy Fields. *The Scientific World Journal*, 2014: 9. doi:10.1155/2014/198231

http 1 – KAP Közös Agrárpolitika:

<https://kap.mnvh.eu/news/2023-05-11/170023/frissultek-kap-2023-2027-tamogatasi-ciklus-kozvetlen-tamogatasaihoz-keszult> (Megtekintve: 2023. június 28.)

http 2 – Az Agro-ökológiai program a 2023-2027-es támogatási időszakban:

<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/7038-agro-okologiai-program-2023/file> (Megtekintve: 2023. június 28.)

http 3 – FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/en/> (Megtekintve: 2023. augusztus 30.)

http 4 – Google Maps: <https://www.google.hu/maps/@46.1800524,20.4686782,725m/data=!3m1!1e3?entry=ttu> (Megtekintve: 2023. szeptember 5.)

http 5 – Google Earth:

<https://earth.google.com/web/search/46.180599,+20.469802/@46.180599,20.469802,77.40570076a,704.55941534d,35y,0h,45t,0r/data=ClgaLhIoGVxYN94dF0dAIWuYofFEeDRAKhQ0Ni4xODA1OTksIDIwLjQ2OTgwMhgCIAEiJgokCbY7-Q6U3DVAEbY7-Q6U3DXAGVMxAx-nSUVAIXu4Gfh1wU7AKAI> (Megtekintve: 2023. szeptember 5.)

http 6 – Pitvaros – Online kataszter és térkép: <https://www.csongrad-megye.hu/befektetes/> (Megtekintve: 2023. szeptember 8.)

http 7 – Magyar Államkincstár – MePAR⁶ Portál: <https://mepar.mvh.allamkincstar.gov.hu/#/viewer> (Megtekintve: 2023. szeptember 8.)

http 8 – Marton Genetics: <https://martongenetics.com/termek/aviron/> (Megtekintve: 2023. szeptember 10.)

http 9 – Marton Genetics – Aviron:

<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://martongenetics.com/wp-content/uploads/2021/05/Oszi-borso-Aviron.pdf> (Megtekintve: 2023. szeptember 10.)

http 10 – Lidea – Fresh ideas for agriculture:

<https://lidea-seeds.hu/products/es-tribor> (Megtekintve: 2023. szeptember 10.)

http 11 – Magyar Szója és Fehérjenövény Egyesület:

<https://magyarszoja.hu/tudastar/szoja/vetomag/kozeperesu/es-tribor/> (Megtekintve: 2023. szeptember 11.)

http 12 – Syngenta Magyarország – SY Photon FAO 340-360: <https://www.syngenta.hu/kukorica-sy-photon-fao-340-360> (Megtekintve: 2023. szeptember 13.)

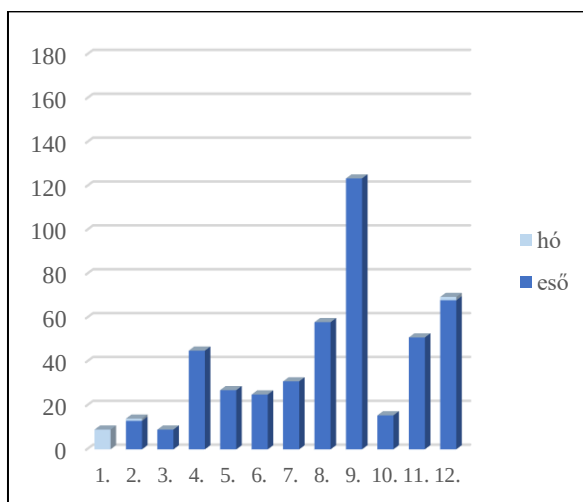
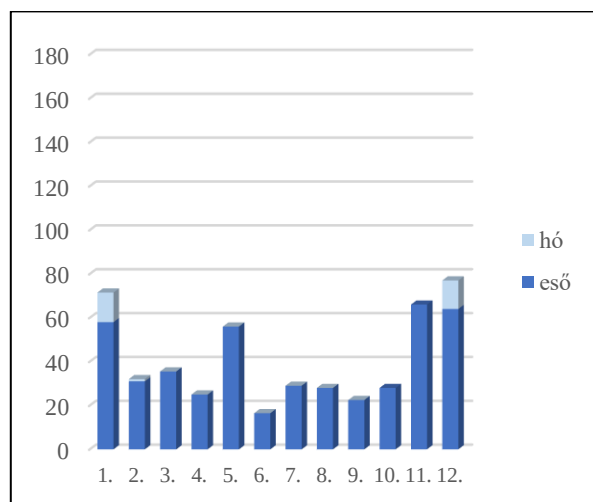
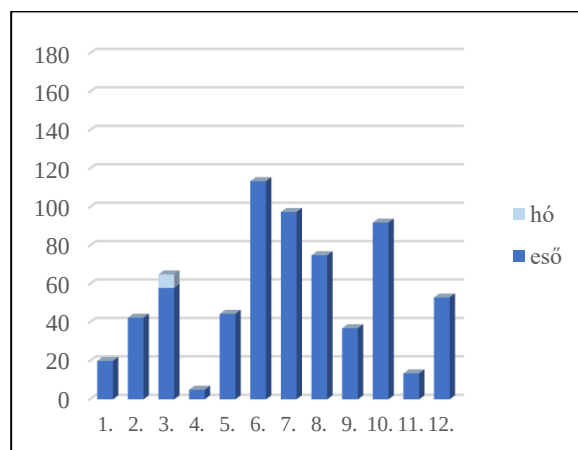
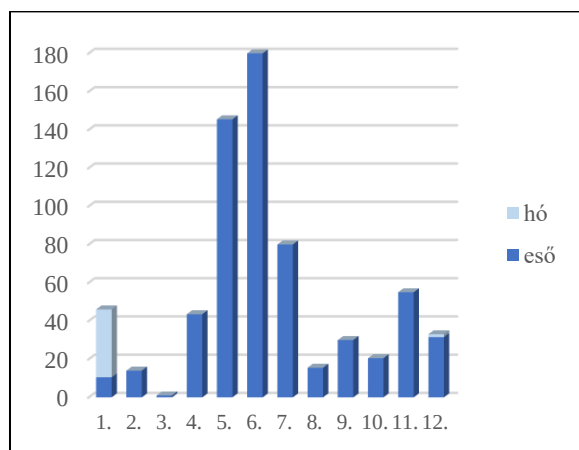
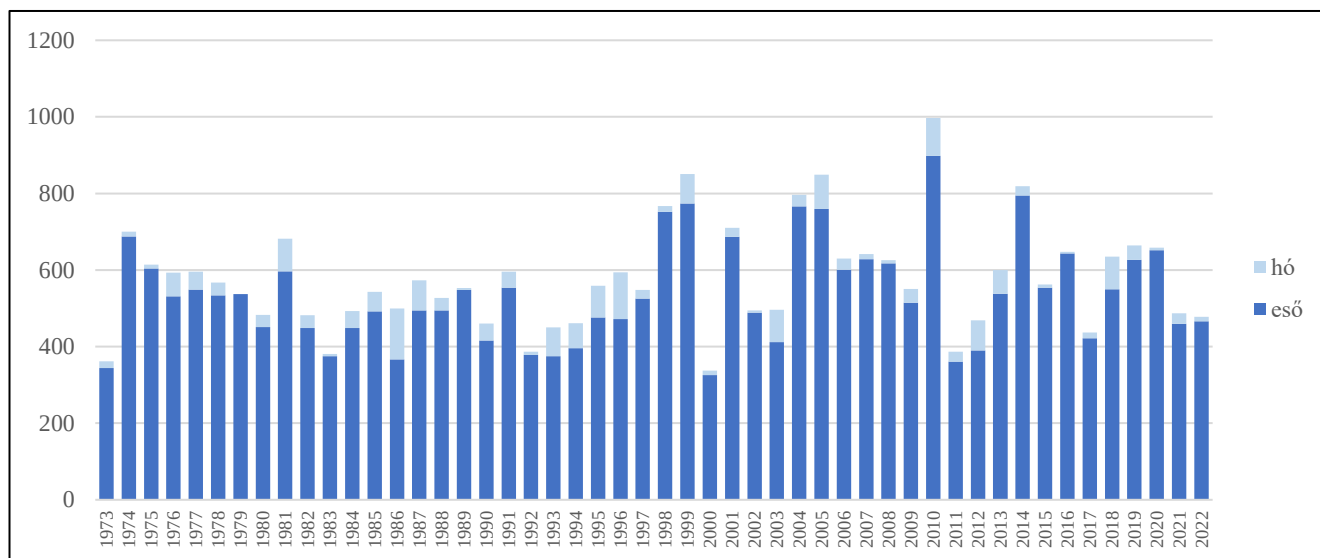
http 13 – Syngenta Magyarország – SY Scorpius FAO 350-360: <https://www.syngenta.hu/kukorica-sy-photon-fao-340-360> (Megtekintve: 2023. szeptember 13.)

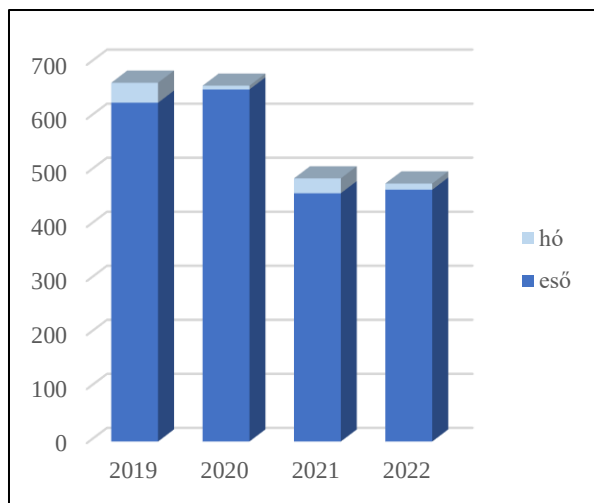
http 14 – Unicaps – Jaguar XL (X4337): <https://unicaps.md/en/products/jaguar-xl-x4337> (Megtekintve: 2023. szeptember 13.)

⁶ Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer

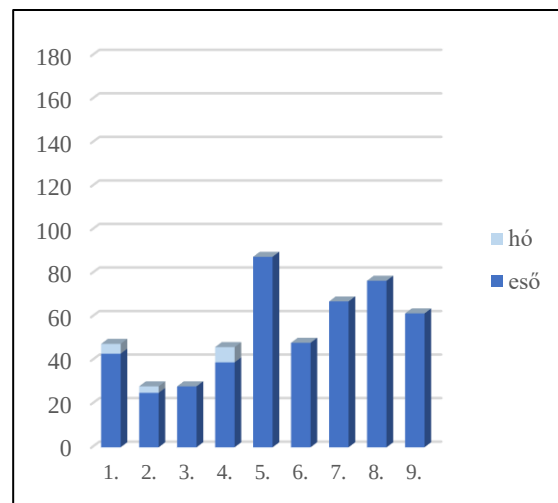
- http 15 – MediterranFarm – Napraforgó 'Jaguar' vetőmag: <https://www.mediterranfarm.hu/termek/napraforgo-jaguar-helianthus-annuus-vetomag/> (Megtekintve: 2023. szeptember 13.)
- http 16 – Syngenta Magyarország – SY Bacardi CLP: <https://www.mediterranfarm.hu/termek/napraforgo-jaguar-helianthus-annuus-vetomag/> (Megtekintve: 2023. szeptember 13.)
- http 17 – Karintia – Sambadur: <https://karintia.hu/vetomag/reszletek/sambadur> (Megtekintve: 2023. szeptember 13.)
- http 18 – DocPlayer – Durumbúza termesztés technológiai útmutató: <https://docplayer.hu/35328582-Durumbuza-termesztes-technologiai-utmutato.html> (Megtekintve: 2023. szeptember 13.)
- http 19 – Winlab: <https://www.windaus.de/1828700226/1/AD34/NTM1MDUwMTg=/buerkle-53505018-windaus.html?from=suche&allAccepted=0&sid=qac2oho81nub73gkalqgb1sb46> (Megtekintve: 2023. szeptember 16.)
- http 20 – Karintia – fajtaleírások 2020: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://static.agroinform.hu/data/cikk/4/2420/cikk_42420/Karintia_2020.pdf (Megtekintve: 2023. október 3.)
- http 21 – NAV – 2019-ben alkalmazott üzemanyagárak: https://nav.gov.hu/ugyfeliranytu/uzemanyag/2019_uzemanyagar (Megtekintve: 2023. szeptember 22.)
- http 22 – NAV – 2020-ban alkalmazott üzemanyagárak: https://nav.gov.hu/ugyfeliranytu/uzemanyag/2020_uzemanyagar (Megtekintve: 2023. szeptember 22.)
- http 23 – NAV – 2021-ben alkalmazott üzemanyagárak: https://nav.gov.hu/ugyfeliranytu/uzemanyag/2021_uzemanyagar (Megtekintve: 2023. szeptember 22.)
- http 24 – NAV – 2022-ben alkalmazott üzemanyagárak: https://nav.gov.hu/ugyfeliranytu/uzemanyag/2022_uzemanyagar (Megtekintve: 2023. szeptember 22.)
- http 25 – NAV – 2023-ban alkalmazható üzemanyagárak: <https://nav.gov.hu/ugyfeliranytu/uzemanyag/2023-ban-alkalmazhato-uzemanyagarak> (Megtekintve: 2023. szeptember 22.)
- http 26 – KSH – 1.1.1.13. Gabonafélék felvásárlási átlagára [Ft/tonna]: https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0013.html (Megtekintve: 2023. szeptember 22.)
- http 27 – KSH – 1.1.1.15. Száraz hüvelyesek felvásárlási átlagára [Ft/tonna]: https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0015.html (Megtekintve: 2023. szeptember 22.)
- http 28 – KSH – 1.1.1.16. Ipari növények felvásárlási átlagára [Ft/tonna]: https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0016.html (Megtekintve: 2023. szeptember 22.)
- http 29 – Syngenta Magyarország – SY Torino FAO 340-360: <https://www.syngenta.hu/kukorica-sy-torino-fao-340-360> (Megtekintve: 2023. október 12.)
- http 30 – RAGT – Karur Durum wheat: <https://ragt-semences.fr/en-fr/nos-varietes/karur-durum-wheat#> (Megtekintve: 2023. október 12.)

Melléklet

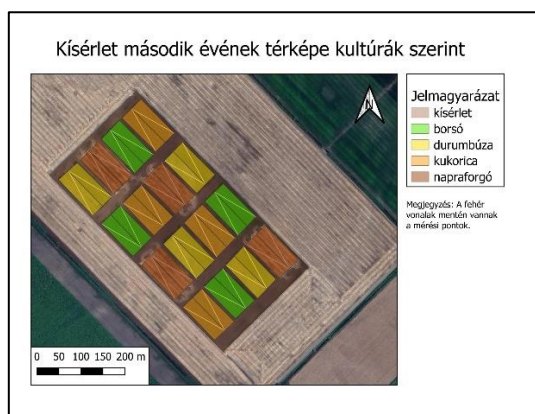




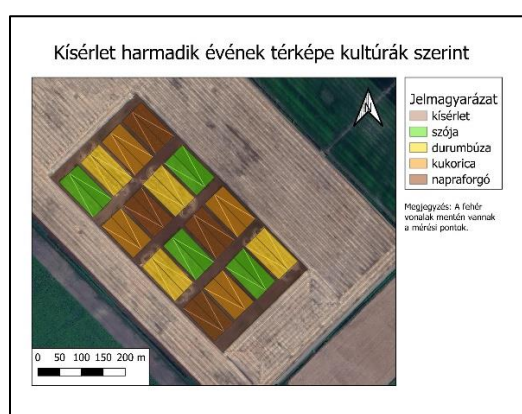
6. sz. melléklet: 2019, 2020, 2021 és 2022 éves csapadékatok Kiszomboron
(Forrás: Szeredi Kft., 2023)



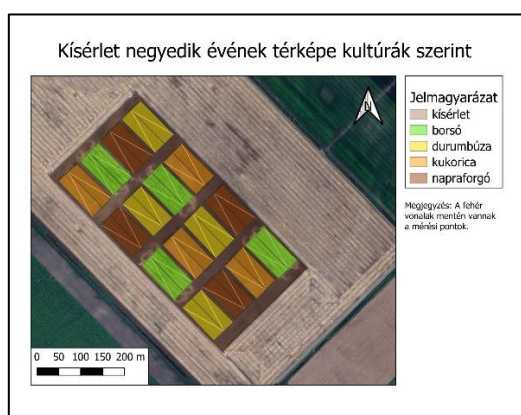
7. sz. melléklet: 2023 csapadékadatai január-szeptember között Kiszomboron
(Forrás: Szeredi Kft., 2023)



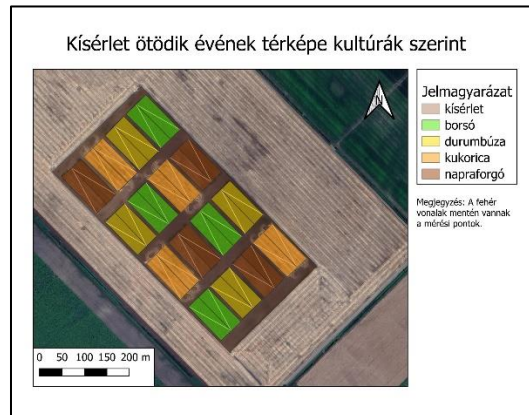
8. sz. melléklet: Kísérlet második évének térképe kultúrák szerint
(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)



9. sz. melléklet: Kísérlet harmadik évének térképe kultúrák szerint
(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)



10. sz. melléklet: Kísérlet negyedik évének térképe kultúrák szerint
(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)



11. sz. melléklet: Kísérlet ötödik évének térképe kultúrák szerint
(Forrás: saját adatok, Szeredi Kft., 2023)

12. sz. melléklet: Gázolajárak alakulása havi bontásban 2019-2022 között

(Forrás: [http 21](#); [http 22](#); [http 23](#); [http 24](#); [http 25](#))

Gázolajár (Ft/l) havi lebontásban												
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
2019	404	373	388	401	395	416	415	400	405	403	422	412
2020	414	425	406	397	342	326	357	386	386	384	369	372
2021	387	403	415	439	438	438	437	459	469	462	492	528
2022	481	478	481	481	683	684	725	815	751	820	748	825
2023	713	721	686	622	606	573	562	569	602	661	682	-
Megjegyzés: 2022 májusától piaci árszabás szerinti gázolajár												

13. sz. melléklet: ELL-11 és ELL-12 jelzésű terület talajvizsgálati jegyzőkönyveinek adatainak átlagából készített talajvizsgálati adatok a kísérlet területén (Forrás: Hegedűs, 2022) (Vizsgálati jegyzőkönyv azonosítója: V-22/T-H309)

Vizsgált paraméter	Mértékegység					
Szint mélysége	cm	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150
K _A	K _A egység	55	56	56	48	35
pH (H ₂ O)	pH egység	6,9	7,4	8,2	8,5	8,7
Összes só	m/m% sz.a.	0,03	0,03	0,03	0,03	<0,02
Humusz	m/m% sz.a.	2,2	1,3	0,7	0,4	0,2
CaCO ₃	m/m% sz.a.	<0,2	1,0	2,1	1,6	0,9
Fenolft. lúgosság	m/m% sz.a.	-	-	<0,01	<0,01	<0,01
NO ₃ ⁻ -N+NO ₂ ⁻ -N	mg/kg sz.a.	12,7	9,1	6,5	2,5	2,0
Megjegyzés: a két zóna (ELL-11 és ELL-12) értékeinek átlagát tükrözik az adatok.						



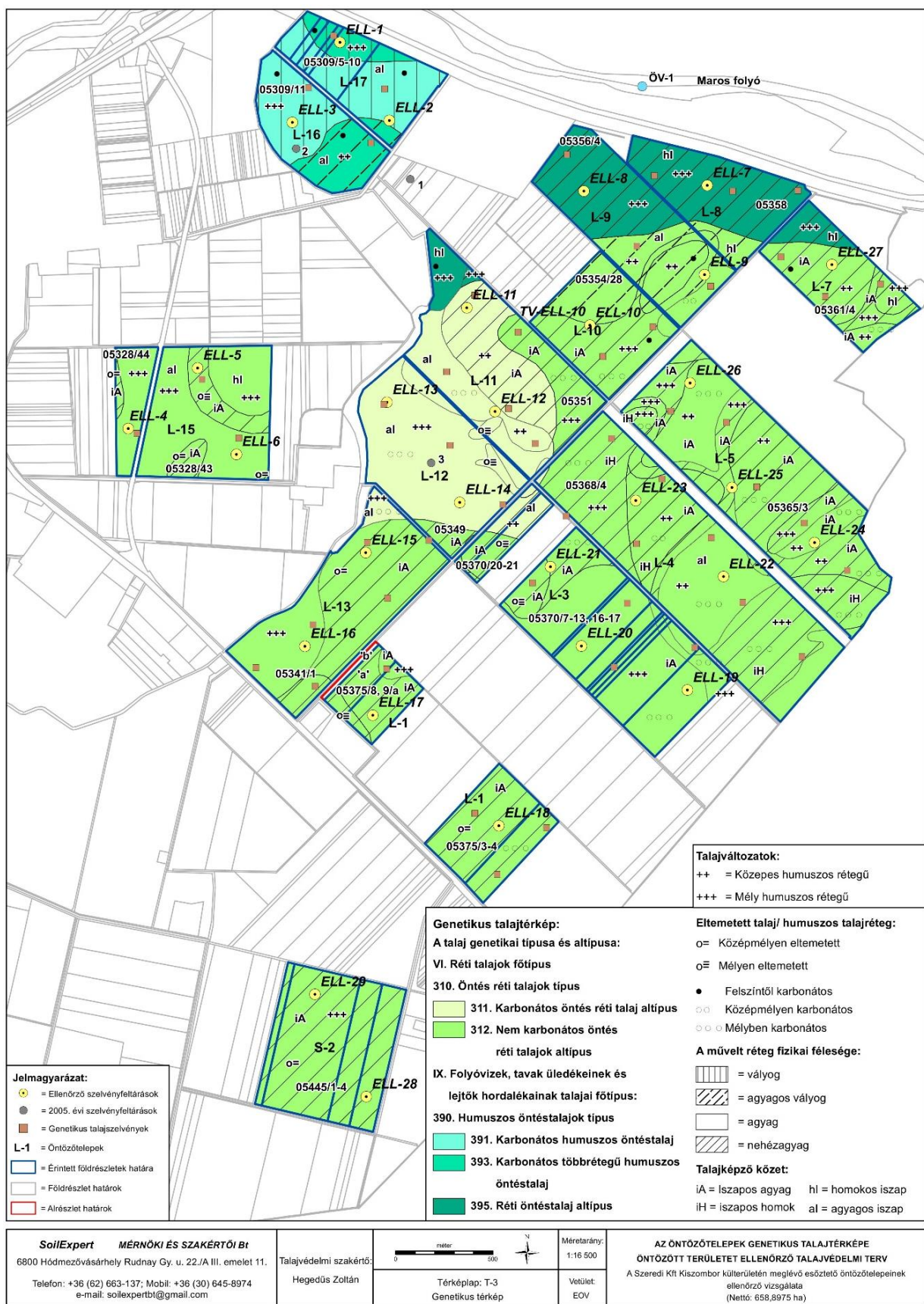
14. sz. melléklet: Napraforgótarló

(Forrás: saját képek,
Kiszombor, 2023. 10. 7.)



15. sz. melléklet: Durumbúzatarló

(Forrás: saját képek,
Kiszombor, 2023. 7. 20.)



16. sz. melléklet: A gazdaság területeinek genetikai talajterképe (Forrás: Hegedűs, 2022)