MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
SZENT ISTVÁN CAMPUS

KEDVEZŐTLEN VÍZGAZDÁLKODÁSÚ TALAJOK MŰVELÉSE ÉS VÉDELME AZ ÉLELMISZERELLÁTÁS ÉS FENNTARTHATÓSÁG JEGYÉBEN

Hallgatói Projektverseny pályamunka

Készítette:
Bozóki Boglárka

Témavezető:
Prof. Dr. Birkás Márta
professor emerita
Növénytermesztési-tudományok Intézet

Gödöllő
2022

Tartalomjegyzék

1. **BEVEZETÉS** **1**
2. CÉLKITŰZÉSEK **2**
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS **3**
3.1 A talaj komplexitása 3
3.1 A talajállapotot befolyásoló tényezők 5
3.1.1 A talajállapotot befolyásoló klimatikus tényezők 5
3.1.2 A talajállapotot befolyásoló nem klimatikus tényezők 6
3.2 Magyarország mezőgazdasági területeinek talajtulajdonsága 6
3.2.1 Kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok jellemzői 6
3.2.2 Kötött talajok sajátosságai 7
3.3 Növénytermesztési rendszerek napjainkban 8
3.3.1 A talajhasználati rendszerek 8
3.3.2 Újabb növénytermesztési rendszerek 9
3.3.3. Földhasználati rendszerek napjainkban 10
3.4 A kötött talajokra alkalmas talajművelési-és talajhasználati technológiák 11
3.4.1 Talajművelési alapok 11
3.4.2 Kötött talajok művelése 13
3.5 A talajvédelem jogszabályi háttere 14
3.5.3 Hazai jogalapok és szabályozás 14
3.6 A szakirodalmi áttekintés fontosabb megállapításai 15
4. ANYAG ÉS MÓDSZER **16**
4.1 A vizsgálatok céljai 16
4.2. A vizsgálatok körülményei 16
4.2.1. Földrajzi elhelyezkedés 16
4.2.2. Klimatikus tényezők 17
4.2.3. Talajadottság 18
4.3 A vizsgált területek részletes jellemzése 18
4.3.1. A vizsgált (*A, B, C, D* és *E*) területek művelési rendszerei 2018-2019. évben 20
4.4 A vizsgálatok módszerei 22
4.4.1. Agronómiai szerkezetvizsgálat 22
4.4.2. Talajtömörödés-vizsgálat 24
4.4.3. A földigiliszta-tevékenység tanulmányozása 24
4.4.4. Helyi termelők kutatásba vonása terméseik kapcsán 25

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK 26
5.1. A családi gazdaság kezdetétől napjainkig 26
5.2. Technológiai értékelés 27
5.3. Az agronómiai szerkezetvizsgálat eredményei 28
5.4. Az agronómiai szerkezetvizsgálat eredményeinek statisztikai értékelése 29
5.6. A földigiliszta-tevékenység vizsgálat eredményei 35
5.7. A helyi termelők által termesztett növények értékelése a 2018-2019 tenyészidőkben, összefüggésben az időjárási jelenségekkel 36
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK 39
7. ÖSSZEFOGLALÁS 42
8. IRODALOMJEGYZÉK 43
MELLÉKLETEK 48

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

AIIR	Agrokémiai Irányítási és Információs Rendszer adatbázis
AKG	Agrár-környezetgazdálkodás
ANOVA	Analysis of variance = Variancia-analízis
EU	Európai Unió
HGGY	Helyes Gazdálkodási Gyakorlat
IKÜ	Integrált Kormányzati Ügyfélszolgálat
KSH	Központi Statisztikai Hivatal
MePAR	Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer
NAK	Nemzeti Agrárgazdasági Kamara
OMSZ	Országos Meteorológiai Szolgálat
SAPS	Single Area Payment System = Egységes Területalapú Támogatás

1. BEVEZETÉS

Magyarország mezőgazdasági területe jelenleg 5,05 millió hektár, amely az ország teljes területének több, mint 54%-a, ebből a szántóterület mintegy 4,2 millió ha (http1, KSH, 2022). CSIPKÉS et al. (2017) kutatásai alapján a termőterület 1990 és 2016 között közel 883 ezer hektárral csökkent, míg a kivett területek aránya ugyanennyivel nőtt. 2016-tól szintén erős csökkenést tapasztalhatunk a hazai termőterület mennyiségében, ugyanis 2019-ben csupán 7,3 millió hektár termőterület állt a magyarországi gazdálkodók rendelkezésére. Ezzel szemben a kivett területek aránya folyamatos növekedést mutat, amely számos ökonómiai és ökológiai kérdést vet fel a kutatók és szakértők számára.

A választott téma időszerűsége megkérdőjelezhetetlen, tekintettel arra, hogy a Föld népességének folyamatos növekedése fokozott mennyiségű és jobb minőségű élelmiszert igényel, mindemellett az állattenyésztés és állattartás megnövekedett takarmányigénye sem elhanyagolható szempont. Ebből is következik, hogy az elméleti megalapozottság ellenére a gyakorlati alkalmazás során akadnak olyan kérdések, amelyek indokolttá teszik a terület vizsgálatát, igazolják annak fontosságát, valamint a mindenkori aktualitását.

A tanulmány rávilágít arra, hogy abban az esetben, ha megfelelő időben és módon alkalmazzuk az általunk választott talajművelési technológiát, akkor a nehezen művelhető, problémásnak mondható középkötött talajaink fizikai-biológiai talajkondíciója nem romlik tovább, ezáltal elősegíthetjük az egyéb termesztési beavatkozások eredményességének elősegítését. A szántóföldi kísérletek módszereinek köszönhetően hosszútávon új és újszerű tudományos eredmények várhatók a kedvezőtlen adottságú talajok megismerésében.

Az értékelés folyamatában kapott eredmények jól számszerűsíthetőek és jól közzétehetők, ezáltal a szakma szélesebb köreiben is megismerhetők lesznek. További elméleti haszna a kutatásnak a vonatkozó kísérletek bemutatása az érintetteknek, valamint a felmerülő szakmai kérdések megvitatásának lehetősége minden érintettel, illetve szakmabelivel. Természetesen sokévnyi tapasztalat szükséges ahhoz, hogy ezeket a középkötött talajokat megfelelő mennyiségű és minőségű termés-produkcióra ösztönözzük, de mindehhez az kell, hogy a fentiekben taglalt pontokat szem előtt tartsuk, így próbáljunk megfelelő jövedelmezőséget elérni és fenntartani azt környezetünk minimális károsítása mellett.

2. CÉLKITŰZÉSEK

Magyarországon napjainkig – különböző okok miatt – kis figyelmet kapott a kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok vizsgálata, ebből adódóan kevés hazai eredmény áll rendelkezésünkre. Hiányos a talajművelési rendszerekre kialakított, gazdaságilag hatékony összehasonlító gyakorlat, amely a szakma szélesebb köreiben is megismerhető lenne.

Kutatásaim meghatározó célkitűzései az alábbiak:

- A talajállapotot befolyásoló biotikus és abiotikus tényezők bemutatása.
- A kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok magyarországi helyzetének összefoglalása.
- A családunk által működtetett gazdaság bemutatása és a termőhelyi adottságából adódó problémafelvetés.
- A Csataszög térségi kötött talajok vizsgálata, a biológiai aktivitás feltérképezése.
- A gazdaságunkban elért termések összehasonlítása más, környékbeli gazdálkodókéval, valamint azok értékelése az alkalmazott talajművelés és az időjárás függvényében.
- Kötött talajokra alkalmas művelési megoldások és alkalmazási lehetőségeik bemutatása.
- A családi gazdaságban alkalmazott technológiák minősítése, a szántóföldi vizsgálatok eredményeinek értékelése, valamint az ezekkel kapcsolatos javaslatok tétele.

Elsődleges célkitűzésem az integrált talajművelési és növénytermesztési rendszerek széles körű bemutatása, hiszen a fenntarthatóság a megfelelően megválasztott technológiával kezdődik. Dolgozatom további célja a kedvezőlen vízháztartású talajok alapos megismerése és a megfelelő művelési technológiák rendszerezése annak érdekében, hogy a kidolgozható gyakorlati megoldások adaptálhatók legyenek különböző termőhelyekre a költséghatékony és költségkímélő komplex növénytermesztési rendszerek gyakorlati alkalmazásának kidolgozása során.

Kutatásaim hosszútávú célja egy olyan rendszer kidolgozása, amely a magyar gazdálkodókat a helyes mezőgazdasági termelés és földművelés irányába tudja elmozdítani, előtérbe helyezve a kímélő talajművelést és a talajvédelmet, összefüggésben a termesztett növények ökológiai hatásaival. Mindezt rendkívül fontos a fenntartható mezőgazdaság eszközrendszerével összhangba helyezni, hiszen az élelmiszerbiztonság és környezetvédelem társadalmi, szociális és környezeti biztosítása a hosszútávú fenntarthatóság alapja.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kutatás során megvizsgáltam a témához kapcsolódó irodalmakat. A felhasznált szakirodalom legnagyobb része hazai szerzőtől származik. Az irodalmi áttekintés alkalmával bemutatom a talajállapotot befolyásoló tényezőket, a magyarországi mezőgazdasági területek talajtulajdonságainak alakulását, valamint a kötött talajok művelésére alkalmas talajművelési technológiákat. Szerepet kap továbbá a korábban, illetve napjainkban alkalmazott növénytermesztési és talajművelési technológiák jellemzőinek bemutatása is.

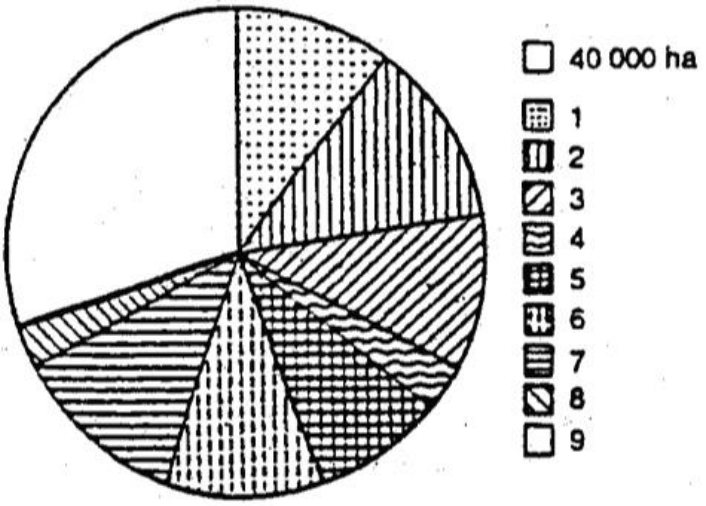
3.1 A talaj komplexitása

A talaj az életminőség három alapvető tényezőjének egyik meghatározó eleme: elegendő egészséges élelmiszer, tiszta víz és kellemes környezet. Ésszerű használata és védelme ezért a fenntarthatóság egyik össztársadalmi kérdése (LAL, 2002; NÉMETH et al. 2005; NÉMETH és VÁRALLYAY, 2015; VÁRALLYAY, 2015). A talaj, mint megújuló erősforrás a mezőgazdaság és élelmiszertermelés legfontosabb alappillére. Komplexitását és termékenységének eredményességét felszíni és felszín közeli biotikus és abiotikus tényezők határozzák meg. Valamennyi folyamat megindulásában, alakulásában jelentős szerepet játszik a víz. Közvetlenül, mint oldószer, reagens, és/vagy szállítóközeg, közvetve pedig, mint a talajképződésben jelentős szerepet játszó ökoszisztémák nélkülözhetetlen életfeltétele (LÁNG et al. 1983; VÁRALLYAY, 2003; VÁRALLYAY, 2006).

A talaj nedvességtartalma szabályozza a növényi növekedést és ezáltal a szárazföldi ökoszisztémák tevékenységét, továbbá fontos indikátora a talajfolyamatok változatosságának, beleértve az eróziót, a különböző talajkémiai folyamatokat és végsősoron a talajképződést (WESTERN et al. 2003; SÁNDOR, 2014).

A talajok fizikai paraméterei alapján (szabadföldi vízkapacitás, holtvíztartalom, hasznosítható vízkészlet, víznyelés sebessége, talaj hidraulikus vezetőképessége) a magyarországi talajokat VÁRALLYAY et al. (1980) kilenc kategóriába sorolta. Mérései szerint a kedvezőtlen vízgazdálkodási helyzetek kialakulásának veszélye az ország mintegy 11%-án jelentős (KOZÁK, 2006). A talaj multifunkcionalitásának hatékonyságát, a talaj környezeti érzékenységét, a talajdegradációs folyamatok megelőzésének, kivédésének, mérséklésének lehetőségeit számos esetben a talaj vízháztartása szabja meg, szükségessé téve annak hatékonyságát. Ennek alapján VÁRALLYAY (2008) további kutatásai során megállapította,

hogy Magyarország talajainak 43%-a kedvezőlen, 26%-a közepes és 31%-a jó vízgazdálkodású (lásd: *1. ábra*).



1. ábra. Kedvezőlen, közepe és jó vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkező talajok megoszlása Magyarországon.

(forrás: VÁRALLYAY, 2008)

Az igen nagy víznyelésű és vízvezető képességű, gyenge vízraktározó képességű, igen gyengén víztartó talajok közé tartoznak a futóhomokok és a gyengén humuszos homoktalajok. Az ebbe a kategóriába tartozó talajok különösen aszályérzékenyek, hiszen a talajban tárolt csekély vízmennyiség csak rövid ideig biztosítja a növények vízellátását. Az Alföld humuszos homoktalajai, homok, vályogos homok és homokos vályog mechanikai összetételű öntés, réti öntés és csernozjom talajait a nagy víznyelésű és vízvezető képességű, közepes vízraktározó képességű, gyengén víztartó talajok közé soroljuk. A kategória talajainak vízgazdálkodására a mélységgel általában fokozódó tömődöttség jellemző. A tanulmány alapján a nehéz mechanikai összetételű (agyagos vályog, agyag) alapkőzeten kialakult vályogos agyag, anyag mechanikai összetételű talajok tartoznak a közepes víznyelésű, gyenge vízvezető képességű, nagy vízraktározó képességű, erősen víztartó talajok csoportjába. Az ide sorolható talajok termékenységét a nagy agyagtartalom, illetve ennek következményei korlátozzák. A rendszerben a gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető képességű, erősen víztartó, kedvezőtlen vízgazdálkodású kategóriába tartoznak a nehéz mechanikai összetételű alapkőzeten kialakult pszeudoglejes barna erdőtalajok, a szolonyeces réti talajok, valamint a sztyeppesedő réti szolonyecek és a mély réti szolonyecek. Az itt felsorolt talajok kedvezőtlen

vízgazdálkodását azok szélsőségesen nehéz mechanikai összetétele, tömődöttsége vagy leromlott szerkezete, duzzadó-zsugorodó karaktere okozza. Az extrém szélsőséges vízgazdálkodású szoloncsákok, szoloncsák-szolonyecek és réti szolonyecek az igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezető képességű, igen erősen víztartó, igen kedvezőtlen, extrémen szélsőséges vízgazdálkodású talajokhoz tartoznak (VÁRALLYAY et al. 1980).

3.1 A talajállapotot befolyásoló tényezők

3.1.1 A talajállapotot befolyásoló klimatikus tényezők

Hazánk a mérsékelt övi, kontinentális éghajlati zónában helyezkedik el a 45° 48' déli és a 48° 35' északi földrajzi szélességek között, 70 és 1000 méter közötti tengerszint feletti magasságban. A nedves óceáni, a száraz kontitentális, nyáron száraz, télen csapadékos mediterrán régiók határán helyezkedik el. A hazai vízfelület és elérő talajtípus csak kis mértékben befolyásolja az éghajlatot. Sokkal nagyobb hatása van a Földközi-tengernek és az Atlanti-óceánnak (BIRKÁS et al. 2017).

Elmondható, hogy hazánkban a klíma és az időjárás egyre nagyobb tér- és időbeni variabilitást és változékonyságot mutat, ráadásul nehezebben előrejelezhető szeszélyesség jellemzi. A legtöbb szimulációs modell az évi középhőmérséklet jelentős emelkedésével számol, amelynek mélypontja a nyári időszak. Az éves csapadékösszeg nagymértékű változása ugyan nem várható, azonban időszakos eloszlása változni fog (DEKEMATI, 2020). MA et al. (2008) vizsgálatai alapján az éghajlatváltozás jelentős hőmérséklet növekedést okoz, ami valószínűleg befolyásolja az evapotranspirációt és a légköri víztárolást. Ennek következtében potenciálisan megváltozik a csapadék mennyisége, gyakorisága és intenzitása. Mindezen folyamatok jelentős hatással vannak a talajokra, emellett a mezőgazdasági termelést is bizonytalanná teszik (DEKEMATI, 2020).

A hazai szántóföldi növénytermesztésben a szárazság- és hőstressz az egyik leggyakrabban említett faktor. Annak ellenére, hogy kialakulásuk egy igen összetett folyamat eredménye, annak első elemét a Napból érkező sugárzás adja. Mindkét stressz közvetve a növényeken, közvetlenül a talajokon mutatkozik meg.

BIRKÁS (2019) alapján a talaj vízgazdálkodása a talajban lévő víz mennyisége, állapota, formája és mozgása, s e tényezők idő- és térbeni változása. A felszínre jutó csapadék vagy öntözővíz a pórusokon, repedéseken keresztül jut a talajba. A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai megszabják a növények vízellátását és a vízellátás zavartalanságához szükséges

beavatkozások – művelés, fizikai és kémiai javítás – szükségességét. Összességében elmondható, hogy a talaj nedvességtartalma dinamikusan változik. A bevételt a csapadékvíz, az öntözővíz, a felszíni és felszín alatti hozzáfolyás adja, míg a kiadás a párolgásból (evaporáció + transpiráció), a felszíni lefolyásból és a felszín alatti elszivárgásból tevődik össze. A kiadás a talajhasználattal és a műveléssel változó állapot szerint módosul, amely ezek alapján lehet vízvesztő vagy vízkímélő művelési mód.

3.1.2 A talajállapotot befolyásoló nem klimatikus tényezők

STEFANOVITS et al. (1999) szerint a legtöbb talajtípus jellemezhető a főbb fizikai talajtulajdonságokkal, BIRKÁS (2002) szerint pedig ezen tulajdonságok objektív értékeivel jellemezhető továbbá a talajok állapota is. Az általuk ismertetett főbb talajfizikai tulajdonságok a következők: a szerkezet, a szemcseösszetétel, a pórustérfogat, a térfogattömeg, a víz- és hőgazdálkodás, illetve a vízgazdálkodás.

A talaj minőségét természetes (fizikai féleség, agyartalom, humusztartalom, eredeti termékenység, kémhatás) és gazdálkodás által befolyásolt tényezők (fizikai és biológiai állapot, hordképesség, tápanyag-ellátottság, szerkezet, nedvességforgalom, humuszmérleg) határozzák meg. A minőségtényezők kedvező összhangja esetén a talaj megújulásra képes, és klímaérzékenysége relatíve kicsi (VÁRALLYAY, 2007; BIRKÁS és JOLÁNKAI, 2008).

3.2 Magyarország mezőgazdasági területeinek talajtulajdonsága

3.2.1 Kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok jellemzői

A Kárpát-medencealföldjei általában és viszonylag kedvező agroökológiai adottságúak (LÁNG et al. 1983; CSETE és VÁRALLYAY, 2004; JUHÁSZ, 2009; VÁRALLYAY, 2013). E kedvező adottságok azonban igen nagy tér- és időbeni változatosságot mutatnak, szélsőségekre hajlamosak, ráadásul érzékenyen reagálnak különböző stresszhatásokra. A kedvező adottságokat gyakran és nagy területeken korlátozzák, veszélyeztetik szélsőséges vízháztartási helyzetek és talajdegradációs folyamatok (VÁRALLYAY, 2010). Az ország természeti adottságai között megkülönböztetett jelentősége van annak, hogy a talaj az ország legnagyobb potenciális, természetes víztározója (VÁRALLYAY, 2010), azonban ez számos kérdést vet fel. A nagy potenciális tározótér és a szélsőséges vízháztartás ellentmondásának alapvető oka, hogy a talaj potenciális nedvességtározó terének hasznos kihasználását igen nagy területen akadályozzák a víz talajba szivárgásának (telített pórustér, fagyott feltalaj, felszíni

vagy felszín közeli tömődött, kis vízáteresztő képességű talajréteg), vagy a talajban történő hasznos tárolásának korlátai (gyenge víztartó képesség, nagy holtvíztartalom). Az ilyen talajokon egyarán fokozódik a belvízveszély és az aszályérzékenység, s következnek be szélsőséges vízháztartási helyzetek, gyakran ugyanabban az esztendőben, ugyanazon a területen (VÁRALLYAY, 2010, 2012, 2013; PÁLFAI, 2005).

3.2.2 Kötött talajok sajátosságai

A talaj kötöttsége praktikusan az ún. *Arany-féle kötöttségi számmal* jellemezhető. Az agyagfrakció az agyagtalajoknál >40%, a vályogtalajoknál 7-27 %, a homoktalajoknál <10%. Általánosságban igaz, hogy a 38 K_A-nál kisebb kötöttségű talajok az un. *laza,* a 38-50 K_A talajok *középkötött,* az 50-60 K_A talajok a *kötött* kategóriába sorolhatók; >60 K_A esetén *erősen kötött* talajról van szó. Az agyagtartalom és a kötöttségi értékek nem azonosak, ugyanakkor a kis agyagtartalmú talajok (<35%) az ún. *laza*, a nagy agyagtartalmúak (>60%) a *kötött* és *erősen kötött* csoportba tartoznak (BIRKÁS, 2017). Az Arany-féle kötöttségi szám tehát elsősorban a textúrával összefüggő paraméter, s nem ad közvetlen információt a talaj művelő eszközökkel szembeni ellenállásáról, az adott talaj szabadföldi kötöttségéről. A kötöttséget általában a művelő eszközök mozgatásához szükséges vonóerővel (energiával, ellenállással) jellemzik. Nagymértékben függ a talaj szemcseösszetételétől, szerkezetétől, tömődöttségétől, nedvességtartalmától és a benne lévő növényi maradványok mennyiségétől/minőségétől is (STEFANOVITS, 1981).

A *kötött talajok* nagy agyagtartalmuk okán száraz és túl nedves állapotukban is energiaveszteséggel művelhetők. Az optimális művelhetőségi nedvességtartományuk kicsi (perctalajok), amely tömörödés esetén tovább szűkül (BIRKÁS, 2017). Kemenesy Ernő a talajok művelhetőségének vizsgálatai során ismerte fel, hogy minél kötöttebb és humuszban, vagy mészben szegényebb a talaj, annál szűkebb a művelhetőség nedvességtartománya. A nedvesség két véglete közül a szárazat tartotta kevésbé ártalmasnak; a kívánatosnál nedvesebb talajon végzett művelés esetén hosszú idő alatt javuló károkkal kell szembenézni (BIRKÁS, 2011). Vízkapacitásuk, víztartó képességük nagy, de hasznos vízkészletük kicsi, drénviszonyaik kedvezőtlenek (IZSÁKI, 2014).

3.3 Növénytermesztési rendszerek napjainkban

3.3.1 A talajhasználati rendszerek

A talajhasználati művelési ág a vetett vagy telepített növények és a termesztési módszereik összessége. BIRKÁS (2005, 2006) szerint a termőhely és a növénytermesztés összhangja akkor kedvező, amikor a termőhelyhez és a közgazdasági körülményekhez alkalmazkodó növények termesztése során hosszabb időszak alatt sem károsodik a környezet. A talajhasználat akkor kedvezőtlen, ha a termesztés vagy annak egyes elemei rontják, vagy súlyosbítják a környezet állapotát.

A szántóföldi talajhasználati rendszerek a növénytermesztés színvonala, gazdasági és környezeti hatása alapján értékelhetők és csoportosíthatók korai extenzív, hagyományos, korai intenzív, modern intenzív, modern extenzív, integrált, valamint ökológiai talajhasználati rendszerekre. A *korai extenzív* talajhasználat időszaka 1000 és 1860 közé tehető, a *hagyományos* talajhasználat pedig 1860-tól, az első mélyművelés időpontjától az 1960-as évekig tartott. Ez utóbbi művelési szempontból a hazai gyakorlatban még nem tekinthető befejezettnek. Az *intenzív* talajhasználat korai változata az 1960-as évektől az 1980-as évek végéig tartott, ráadásul ezt az időszakot nagy termésekre törekvések korszakának is nevezték. Az intenzív módszereket főként a művelésre, a műtrágyázásra és a kémiai növényvédelemre terjesztették ki. Ezzel szemben az 1990-es évek végétől, a *modern intenzív* talajhasználat időszakában a növényvédelemben biológiai módszerekre is támaszkodtak. A talajvédelem a minimális művelési technológiából adódóan általában megfelelő, szerkezetkímélő és nedvességvesztést csökkentő a *modern extenzív* talajhasználat időszakában. Tömörödés csupán a felszín közeli rétegben alakulhat ki. A talajmozgás csökkentése, és a felszín idényen kívüli fedettsége következtében a modern extenzív talajhasználat alkalmas az erózió és a defláció mérséklésére egyaránt. Az 1980-as évek közepén vette kezdetét a fenntartható fejlődés céljaihoz alkalmazkodó *integrált* talajhasználat, amely ötvözi azokat a módszereket és fogásokat, amelyek hosszabb időszakot tekintve is alkalmasak a gazdálkodás kockázatának és a környezeti ártalmak csökkentésére. A tápanyag-optimalizálás ez esetben a környezet kémiai terhelésének csökkentése révén előnyös. Az *ökológiai* talajhasználat az intenzív növénytermesztés következményein okulva az 1980-as években alakult ki, valamint a jövőben elsősorban a különlegesen érzékeny és védendő területeken az igények szerint terjeszkedhet (BIRKÁS és GYURICZA, 2005).

3.3.2 Újabb növénytermesztési rendszerek

Magyarországon a nagyüzemi gazdálkodással egy időben kezdődött el az intenzív növénytermesztés, amely még napjainkban is dívik. KISMÁNYOKY (2005) nyomán az intenzív növénytermesztés előnye a nagyobb méretű táblákon gazdálkodás, ezáltal a munkaidő-felhasználás csökkenése. A tápanyaghiány eseti, mivel a szükségletnek megfelelő adagú tápanyagot juttatják a területre. A talajművelés mélysége a szükségletek szerinti. A magas fokú specializációnak köszönhetően korábban az elérhető legnagyobb termésre törekedtek, napjainkban inkább a körülményekhez szabott optimumra. Hátrányai között említhető az erózióveszély, valamint a talajtermékenység-, és a szervesanyag-csökkenés, mivel az intenzív művelés fokozza a talajlégzést, ezáltal a szén-dioxid kibocsátást.

Az intenzív növénytermesztéssel nagy termésekre lehet számítani, ellenben az alternatív növénytermesztés esetén a termésátlagok kisebbek ugyan, de a talajtermékenység folyamatos növekedése jellemző a növekvő biomassza révén. Igen nagy a fajgazdagság a flórában, ráadásul minimális a szermaradvány az ily módon előállított élelmiszerben.

Napjainkban Magyarországon széleskörűen alkalmazott növénytermesztési irányzat a fentiek ötvözete, az integrált növénytermesztés, amelynek során okszerű tápanyag-ellátással fenntartják a talaj termékenységét, emellett csökkentik a talajerózió veszélyét termőhelyre adaptált vetésváltással és talajműveléssel. Bár az integrált termesztés során is felléphet időszakosan zavar a talajban, de a mérsékelt kémiai terhelés előnyös, az előállított termékek minősége többnyire jó, a közepes munkaidő-felhasználás a rendszer előnyére írható.

Az utóbbi években sok kérdést vetett fel a forgatásos és a forgatás nélküli talajművelési módok alkalmazásának időszerűsége is. A talajművelésről Kemenesy Ernő a következőket írja: *„Talajművelést az egyes műveleti növények termelése folytán szükséges rossznak kell tekinteni, mert szinte évről évre erőszakosan be kell avatkozni a természet rendjébe és kénytelen-kelletlen meg kell bolygatnunk a talajélet zavartalanságát”* (KISMÁNYOKY, 2014). A hagyományos gondolkodás szerint a talajnak kizárólag ekére van szüksége minden év őszén. A fenntartható művelés hívei nem az eke ellen toboroznak, hanem az évenkénti szántás szükségességét kérdőjelezik meg. HAJTUN (2016) interjújában Birkás így nyilatkozott: „Nem a szántással van a baj, hanem a kenő, talpat gyúró vagy nagy hantokat szaggató, vízvesztő eljárással. Mivel kár nélkül egyre ritkábban szántható a talaj, magam is csak esetenként ajánlom.”

3.3.3. Földhasználati rendszerek napjainkban

BIRKÁS (2006) szerint a mezőgazdasági földhasználat a mezőgazdasági termelést biztosító, kiszolgáló és hozzá kapcsolódó területek használatát jelöli, a talajhasználat pedig a talaj termékenységének gazdasági célú hasznosítását jelenti. Ide tartoznak a talajművelés, a trágyázás, a talajjavítás, a termesztés és védelem, valamint a növények sorrendje is.

TÓTH (2003) megfogalmazása utal a földművelésre és növénytermesztésre is oly módon, hogy ezeket a tevékenységeket az ökológiai viszonyok és a talajfunkciók megtartása szempontjából vizsgálja. A fenntartható mezőgazdasági földhasználat olyan igénybevétel „*ahol a talajnak, mint erőforrásnak használata sem a talajra magára, sem a környezet egyéb rendszereire nézve semmilyen, ésszerű feltételek mellett helyreállíthatatlan, negatív befolyást nem gyakorol*”. A fenntartható földhasználat elsősorban a gazdálkodás gyakorlati módszerei által érhető el. Ezek a módszerek a talajművelési és tápanyag-gazdálkodási rendszerek alkalmazásától a meliorációs átalakításokon keresztül a növényvédelmi beavatkozásokig széles területet ölelnek fel (TÓTH, 2017).

TÓTH (2017) szerint a földhasználati rendszerek fejlődését előremozdító társadalmi és többféle rendszerben történő hasznosítása is lehetséges. A napjainkban kialakuló földhasználati rendszerek KISMÁNYOKY (2005) szerint a következőképpen csoportosíthatók:

- iparszerű (intenzív) termelési rendszerek,
- intenzív termelési rendszerek,
- alternatív gazdálkodási rendszerek,
- integrált növénytermesztési rendszerek.

Az *iparszerű termelési rendszerek* létrejöttének oka a mezőgazdasági termelés és a ráépülő iparágak minden területén bekövetkezett fejlődésnek köszönhető, folyamatosan növekvő az igény a nagyobb mennyiségű és egyöntetű minőségű növényi alapanyag előállítás iránt. A növénytermelésben nagy mennyiségben használtak műtrágyákat és növényvédő szereket. Gyakori volt a vetésváltás nélküli, akár monokultúrás termesztés. A géprendszerek teljesítményének növelésével a talajművelésben az intenzitás növelése volt a jellemző. Növekedett a művelés mélysége, a nagy teljesítményű erőgépek használata pedig lehetővé tette, hogy kedvezőtlen talajviszonyok mellett is elvégezhessék az adott időszakban esedékes munkákat. Emiatt művelési eredetű talajállapot-romlás, tömörödés, porosodás, szervesanyag-csökkenés is gyakran adódott. A környezetterhelés mértéke egyes termőhelyeken megnövekedett, s alacsonyabb agronómiai és ökonómiai hatékonyságot eredményezett.

Az *intenzív termelési rendszerekben* az erőforrások hatékony kihasználásával, korszerű és szabályozott agrotechnológiai eljárásokra támaszkodva törekednek nagy termések elérésére. A termesztésben magas biológiai értékű vetőmagot, a termésszintek igényéhez mért mennyiségű műtrágyát és peszticideket alkalmaznak. Az agrotechnológia elemeit a termesztési tapasztalatok, a gazdasági adatok összegyűjtése és elemzése révén folyamatosan fejlesztik. Legfőbb cél a talaj termőképességének fenntartása.

Az *alternatív gazdálkodási rendszerek* nem az ökológiai potenciál maximális kihasználására törekednek, hanem az ökológiailag elérhető termésszinteket tűzik ki célul és az ökonómiai előnyöket hangsúlyozzák. Szorgalmazzák az alkalmazkodó környezet-, és tájgazdálkodást, a tájhoz illő biológiai alapok használatát és a talajtípusnak megfelelő kímélő művelést. Többszakaszos vetésforgók használatát javasolják, amelyek révén gyomirtó, talajtermékenységet fenntartó, ökológiát kiegyensúlyozó szerepére alapoznak (TÓTH, 2017).

Integrált rendszerben a talajművelés feladata – BIRKÁS (2005) nyomán – *a termesztési elvárások és a természeti adottságok közti összhang megalapozása, javítása és fenntartása* lehetőleg gazdaságosan, a környezet károsítása nélkül. Közvetett cél a kedvezőtlen talajtulajdonságok enyhítése, a fizikai-biológiai talajkondíció és az elővetemény-hatás javítása, és egyéb fontos termesztési beavatkozások – trágyázás, öntözés, növényvédelem – hatékonyságának elősegítése. Az integrált termesztést alapozó művelés előnye és egyben követelménye a talaj szerves-anyagának kímélése (TÓTH, 2006).

3.4 A kötött talajokra alkalmas talajművelési-és talajhasználati technológiák

3.4.1 Talajművelési alapok

A földművelés, mint gazdálkodási tevékenység arra hivatott, hogy a termesztett növények számára kedvező talaj-feltételeket hozzon létre, ezáltal a további beavatkozások hatékonyságát elősegítse. Földművelési beavatkozással javítható a talaj szerkezetessége, a növények tápanyagellátása, kedvezően befolyásolható a talaj szervesanyag-tartalma és vízgazdálkodása. Földművelési munkákkal távol tarthatók a gyomok, mérsékelhetők a rovar és betegség-károk, megakadályozható a talajpusztulás és elháríthatók a termesztés során keletkezett, a termesztés folyamatosságát akadályozó körülmények.

A talajművelés a talaj rendszeresen művelt rétegének, esetleg mélyebb rétegeinek művelő-eszközzel végett fizikai állapotváltoztatását jelenti (SCHMIDT, 2011). Célja az adott

idényben a talaj fizikai és biológiai állapotának megkímélése, javítása a védelmi és a termesztési feladatoknak megfelelő mélységig (BIRKÁS, 2017).

Legfontosabb a szükséges lazultság megteremtése, a talaj, víz-, levegő-, és hőforgalmának, tápanyagellátásának és a tápanyagok érvényesülésének befolyásolása. A művelés befolyásolja a talaj kémiai és biológiai folyamatait és a talajlakó élőlények tevékenységét. Okszerű műveléssel csökkenthető a talaj nedvességvesztesége. A művelés a talaj állapotán és tápanyag ellátottságán keresztül befolyásolja a termés nagyságát és minőségét. (SCHMIDT, 2011).

A művelés tervezésekor a talajállapot javítás vagy megkímélés a legfontosabb. A műveléssel létrejött állapot a minősége szerint jól, közepesen vagy gyengén felel meg a termesztés igényeinek, a trágyák érvényesülésének vagy a növényvédelmi feladatoknak.

A hagyományos talajművelés az adott földrajzi térségben tradicionálisan alkalmazott talajművelési rendszer, amelyben a teljes felület megmunkálásra kerül ekével. A művelés mélysége gyakrabban igazodik a növények vélt igényéhez, a rendelkezésre álló eszközökhöz, mint a talaj nedvességtartalmához vagy tömörségéhez (SIPOS et al., 2005). A hagyományos művelési rendszer tipikusan sokmenetes és a növények kívánta talajállapotot az ésszerűnél nagyobb idő-, energia- és költségfelhasználással érik el. Ezen felül a növényi maradványoktól mentes talajfelszínt hagynak, amely eróziónak és a deflációnak kitett.

Az 1950-es évektől kezdődően nagyobb figyelem fordult a talajpusztulás megakadályozására mind az erdészetben, mind pedig a mezőgazdaságban. A talajművelésben is újszerű irányzatok jelentek meg, amelyek JÓRI (2013) szerint csökkenthetik a gazdálkodásra fordított időt, energiát, valamint költségeket. A *minimum tillage* az 1950-es években alakult ki, amely során összevonták a műveleteket gépek kombinálásával, a nem feltétlenül szükséges műveleteket elhagyták. Ezzel a módszerrel csökkenthetők a művelési ráfordítások, s kedvezően alakítható a talaj fizikai és biológiai állapota. A talajvédő művelés (*conservation tillage*) (1960-70) a vetés után is legalább 30% tarlómaradvány borítottságot biztosít, ezáltal csökkenti a kémiai anyagok használatát (JANSSEN és HILL, 1994). A csökkentett (*reduced*) művelés neve arra utal, hogy a hagyományos műveléssel összehasonlítva kevésbé intenzív, a menetek száma és a művelésbe fektetett energia kisebb. A *mulch tillage* magába foglalja az összes talajvédő talajművelési rendszert (kivéve a bakhátas és a direktvetést). A vetés után a felszín minimum 30%-a növényi maradványokkal borított. Mindeközben a sávos művelés (*strip tillage*) széles körű elterjedésének lehetőségét a megfelelő gépeken túlmenően a GPS/RTK rendszer kialakítása és világméretű elterjedése tette lehetővé (JÓRI és RÁDICS, 2013).

3.4.2 Kötött talajok művelése

A nagy agyagtartalom miatt nedvesen erőteljesen duzzadó, szárazon pedig zsugorodó, nehezen művelhető talajok (IZSÁKI, 2014). A kötött, száraz talajok alapműveléskor rögösödnek, rögaprításkor porosodnak; a nagy kötöttség szélsőséges fizikai tulajdonság, amely a száraz állapot szélsőségével összegződik. A kötött és nedves talaj a bolygatáskor szalonnássá, gyúrt-rögössé válik, kenődik, kiszáradáskor pedig kérgesedik. Mivel a károk több év alatt enyhülnek, kerülni kell a kialakulási helyzeteket (BIRKÁS, 2017).

BALÁZS (1996) szerint a talajművelés elsődleges feladata a talaj levegő-és vízgazdálkodásának javítása. Az eső és az öntözővíz által eliszapolt talajt műveléssel tesszük levegőssé. Hatására a tenyészidőben jobb lesz az oxigénellátás, a téli időszakban lehetővé válik a hólé befogadása. A nedves, tömött talaj kapilláris vízvesztesége a felső réteg porhanyításával szüntethető meg, a félig kiszáradt, rögös talajpárolgással, vízgőzdiffúzióval való kiszáradása tömörítéssel akadályozható meg. A levegő- és víztartalom szabályozása közvetve a hő-és tápanyag-gazdálkodásra is kihat. A túlzottan nedves talaj fölmelegedése, a szerves trágyák lebomlása lassú, így a növények fejlődése is visszamarad.

BIRKÁS (2017a) megfogalmazásában a művelés a fizikai állapoton keresztül megtöri a talajélet zavartalanságát, ezáltal új életközösség kialakulását serkenti, amely kedvező és kedvezőtlen is lehet. BIRKÁS (1996) nyomán a gyakori talajművelés tápanyagveszteséget is okozhat, gyorsul a szervesanyag-lebomlás, növekszik a tápanyag-kimosódás veszélye, továbbá romlik a talaj szerkezete és lanyhul a talaj biológiai tevékenysége.

SZABÓNÉ KELE (2018) szerint a különböző kötöttségű talajok művelhetősége erősen függ a nedvességtartalomtól. A középkötött talajok művelésére a nyirkos állapot a legkedvezőbb. Mind száraz, mind nedves állapotban kárt okozhatunk a talaj szerkezetében. A kötött és erősen kötött talajok művelés szempontjából kedvező nedvességtartalmának eltalálása már sokkal nehezebb, mivel az egy viszonylag szűk tartomány, és csak rövid ideig tart. Ezért nevezik ezeket perc talajoknak, mivel művelésük mind száraz, mind nedves állapotban nehéz, energiaigényes, egyben komoly szerkezetromlást okoz.

IZSÁKI (2014) kutatásai alapján a nyár végi és őszi vetésű növények alá elsősorban a forgatás nélküli alapművelés (tárcsás vagy lazításos) javasolható kötött talajokon. Az elővetemény növények betakarítása után e kötött agyagtalajok gyakran mélyen kiszáradtak és tömörödött állapotúak, forgatásos alapműveléssel száraz hantokat és rögöket hozhatunk a felszínre, amelyek megfelelő minőségű elmunkálása kétséges. Ezért a nyári szántásos alapművelés kerülendő. A nyár végi, őszi vetésű növények a magágy minőségére vagy a

művelés mélységére érzékenyek. A jobb magágy forgatás nélküli alapműveléssel biztonságosabban elérhető. A korszerű vetőgépek tarlómaradványra kevésbé érzékenyek, így nagyobb mennyiségű tarló- és növénymaradványt visszahagyó elővetemények után is célszerűbb a szántás nélküli alapművelés. A tavaszi vetésű növények alá szükség esetén forgatásos vagy lazításos alapművelés ajánlható. Az őszi szántásra a művelhetőségre kedvező nedvességtartalomnál kerüljön sor. A szántás mélysége megválasztásánál arra kell törekedni, hogy káros talajréteg ne kerüljön a felszínre, de eketalp tömörödés se alakuljon ki. A felszínhez közeli káros talajréteg esetén a mélyebb művelés középmély lazítással végezhető. A melioratív mélylazítás a jobb repesztés érdekében száraz, de nem kiszárított talajon ajánlott. Az őszi szántás őszi elmunkálása művelésre alkalmas nedvességnél végzendő, de kötött talajon ez a lehetőség gyakran nem áll fenn. Kerülni kell a rögösítést, a porosítást, a taposást, amelyek rontják a talaj vízbefogadó képességét, és növelik a tavaszi magágy készítés menetszámát.

3.5 A talajvédelem jogszabályi háttere

3.5.3 Hazai jogalapok és szabályozás

Magyarország legfontosabb feltételesen megújuló, megújítható természeti erőforrása a talaj, melynek megtartásához állandó tudatos tevékenység szükséges. Ennek megalapozásához elengedhetetlen a megfelelő jogszabályi háttér.

A termőföldre, mint nemzeti értékre és védelmére a Magyarország Alaptörvénye is felhívja a figyelmet, azonban a talaj, illetve a föld védelmét elsősorban a Termőföld védelméről szóló 2007. évi CXXIX. törvény, továbbá a Nemzeti Földalapról szóló 2010. évi LXXXVII. törvény szabályozza. A mezőgazdasági termelést érintő időjárási és más termesztési kockázatok kezeléséről szóló 2011. évi CLXVIII. törvény szabályozza a mezőgazdasági termelést érintő időjárási és más természeti események miatti kockázatok kezelésének egységes rendjét. Közvetlenül a gazdálkodáshoz kapcsolódóan a természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény, továbbá az ezt kiegészítő, a környezet védelmének általános szabályozásáról szóló 1995. évi LIII. törvény rendelkeznek a a talaj víz- és levegőháztartásának, szerkezetének védelmével (KENDE, 2019).

A vízkészletekkel szemben jelentkező számos és egyre növekvő igény miatt ezek csak hatékony jogi szabályozással őrizhetők meg a jövő nemzedékek számára. A 2000. december 22-én hatályba emelkedett Víz Keretirányelv (VKI) minden vizet védelem alá helyezett azzal a céllal, hogy Európában a fenntartható vízhasználat mellett minden víz feleljen meg a „jó

állapot” követelményeinek. A VKI előírásai szerint az a fő környezeti célkitűzés a felszíni és felszín alatti vizek jó állapotának elérése, továbbá a vizek állapot-romlásának megelőzése. Hatálya minden olyan emberi tevékenységre kiterjed, amely jelentős mértékben kedvezőtlenül befolyásolhatja a vizek állapotát, így akadályozhatja a vizek jó állapotának elérését, és megőrzését (HOROSZNÉ, 2007).

3.6 A szakirodalmi áttekintés fontosabb megállapításai

Talajaink minőségét a szakszerűtlen művelés mellett különböző klíma eredetű károk befolyásolják. Az éghajlatváltozás számos veszteséget okozhat a szántóföld növénytermelésben, amely ökológiai, gazdasági és társadalmi kockázattal fenyeget, ezért az időjárással kapcsolatos károk enyhítése a jelen és a jövő kihívása és feladata.

A felszínre jutó víz elősegítésével tompítható az időjárási szélsőségek káros hatása és csökkenthető a szélsőséges vízháztartási helyzetek kockázata. Továbbá, eredményesen előzhető meg számos kedvezőtlen gazdasági, környezeti, ökológiai és társadalmi következmény is. Habár a klímaváltozáshoz való alkalmazkodást a mezőgazdasági termelők hozzáállása eredményessé teheti, rendkívül fontos a társadalom szerepvállalása is. Annak ellenére, hogy a társadalom víz- és környezettudata az elmúlt években jelentősen fejlődött, a gazdasági és társadalmi nehézségek magasabb prioritást élveznek, mint a víz- és a környezetvédelem.

Az növényközpontú felfogás helyett az új művelési célok a talajminőség javítására és a klimatikus károk enyhítésére ösztönöznek. Megoldás jelenthet a csapadékvíz talajba jutásának elősegítése, továbbá a talajnedvesség hatékony visszatartása annak érdekében, hogy enyhíthessük a talajt sújtó jelenségek kárait. A választott termőhely hidrológiai tulajdonságai erősen befolyásolják a talaj vízgazdálkodását, amely megfelelően alkalmazott termesztési rendszerekkel hosszútávon javítható, így az élelmiszertermelés hosszútávon nem kerül veszélybe, hiszen a fenntartható gazdálkodás mindannyiunk közös célja és érdeke.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1 A vizsgálatok céljai

A kutatás elsődleges célja a gazdaságunk által művelt területek talajainak reprezentatív vizsgálata, amely az eddig alkalmazott művelési eljárásokat magasabb szintre léptetheti, ezáltal pedig a helyi földművelők munkáját is segítheti. A dolgozat célközönsége mindazon gazdák, akik hasonló adottságú talajokon gazdálkodnak, céljuk a folyamatos fejlődés, nem pedig a talajok kizsarolása, tönkretétele, továbbá azok a tanulók és pályakezdők, akik hasonló adottságú talajokon gazdálkodnak, vagy terveznek gazdálkodni a jövőben.

A meglátásom az, hogy a továbbiakban részletesen kifejtett vizsgálatokkal sikerül megvalósítanom mindazt, amit célul tűztem ki: fontos, hogy a kötöttebb, rosszabb adottságú talajokon is épp olyan hozzáállással gazdálkodjunk, mint a kissé jobb adottságú, vagy jobb fekvésű talajokon. Mindehhez az első számú teendő a magyarországi talajok jó állapotban való megtartása, valamint a talajok humusztartalmának fenntartása, növelése.

4.2. A vizsgálatok körülményei

SZÉKELY (1992) szerint ugyanis a családi gazdaság gazdasági ereje láthatóan a nagymértékű rugalmasságában és a munkaerő munkára késztetésében rejlik.

A családunk Csataszög vonzáskörzetében található földterületeken gazdálkodik. BARCZI (2004) szerint a Szolnok-Tári-sík, amely a Nagykunság egyik kistáj-csoportja, alföldi löszön és infúziós löszön, valamint lösziszapon képződött alföldi mészlepedékes csernozjomok és réti csernozjomok által jellemezhető. A valamivel mélyebb fekvésű szikesek – réti szolonyecek, sztyeppesedő réti szolonyecek – részben legelőként hasznosulnak, részben talajjavítás után szántóföldi művelésben vannak. Főbb termények az őszi búza, az őszi árpa, a kukorica, a napraforgó, valamint a lucerna. Véleménye szerint ott, ahol az öntözési lehetőségek adottak, és a talaj mélyebb rétegei szikesek, a rizstermesztés is eredményes lehet. A gazdaságunk által termesztett növények megegyeznek a Barczi által felsoroltakkal, emellett pedig rizstermesztést is végzünk mezőgazdasági szolgáltatásként.

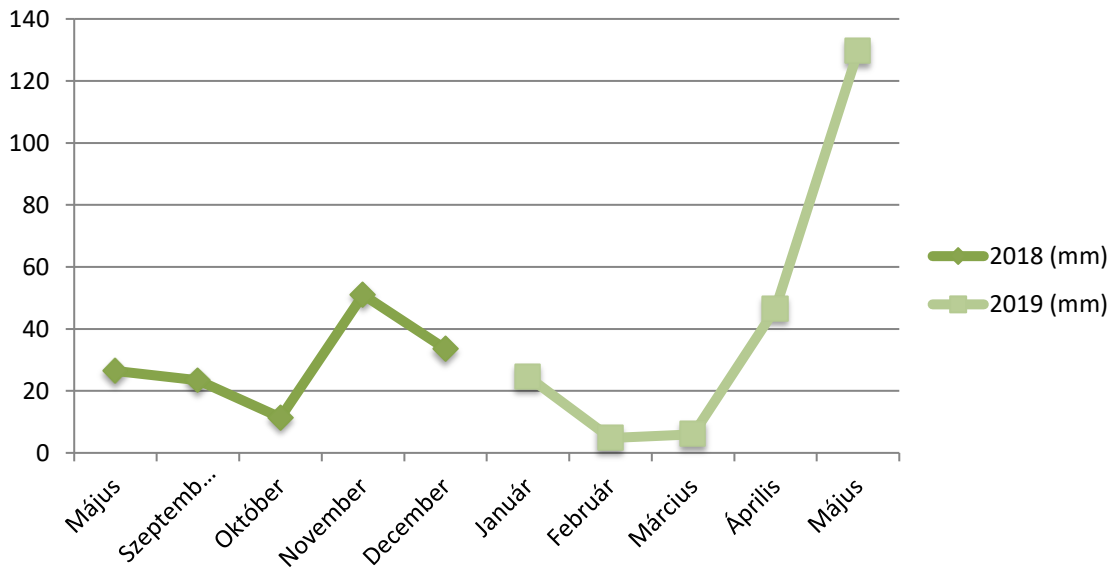
4.2.1. Földrajzi elhelyezkedés

A vizsgálatokat Kelet-Magyarországon, Csataszög (É. Sz. 47°18’09”; K. H. 20°26’05”; tengerszint feletti magasság: 81 m) település vonzáskörzetében elhelyezkedő szántóterületeken végeztem 2018-ban és 2019-ben (GOOGLE EARTH, 2019).

Természetföldrajzi szempontból Csataszög az Alföldön található, amely Jász-Nagykun-Szolnok megye egyik települése. Szolnokról hozzávetőlegesen húsz kilométerre helyezkedik el a falu, amely közigazgatásilag Szolnokhoz tartozik, s ahol egykoron ekegyár is működött. A környékbeli talajok sík terepen helyezkednek el, többnyire kötöttek, nehezen művelhetők.

4.2.2. Klimatikus tényezők

Magyarország éghajlata kontinentális, az Alföldön az éves csapadékmennyiség 500 és 600 mm közé tehető. Az Országos Meteorológiai Szolgálat (*OMSZ*) mérései alapján Szolnok átlagos évi csapadék összege 517 mm, miközben a KSH adatai alapján a 2018-ban lehullott évi csapadék mennyisége nem haladta meg a 411 mm-t. A nyári félév csapadékosabb, míg a téli félév szárazabb. A legkevesebb csapadék január-március időszakban hullik, a legcsapadékosabb hónapok pedig – kicsit több mint kétszeres összegekkel – a május-június-július. Vizsgálataim a 2018-2019-es évben zajlottak, ezért ebben az időszakban a csapadékadatok bemutatása is szükséges. Ahogyan azt a *2. ábra* mutatja, a csapadék eloszlása igen változatos és kiszámíthatatlan. Miközben a 2018-as év tavaszának második felét szárazság és igen meleg idő jellemezte, addig a 2019. májusban sokkal több csapadék hullott. 2018 őszén az ország nagyobb részén súlyos aszály alakult ki, s csak november végétől kezdődött meg a csapadékhiány pótlódása.



2. ábra. Szolnok térség csapadékösszegei 2018-2019. évben.

(forrás: OMSZ)

4.2.3. Talajadottság

Vizsgálataimat Csataszög térségéhez tartozó földterületeken, jellemzően sík terepen végeztem. A környékbeli talajok kötött réti típusúak, ez alapján a III. szántóföldi termőhely-kategóriába sorolhatók. STEFANOVITS (1999) szerint a réti talajok fő típusába azokat a talajokat soroljuk, amelyek keletkezésében az időszakos túlnedvesedés játszott nagy szerepet. ANTAL (2005) alapján sajátos tulajdonságuk a gyenge tápanyag-feltáródás, a kedvezőtlen vízvesztés, valamint a lassú felmelegedés. A növénytermesztést, valamint a tápanyagok érvényesülését az évszakonkénti, főleg a tavaszi magas vízállás vagy belvíz, valamint a nagyobb esők utáni gyors túltelítődés befolyásolhatja. A termés és a tápanyagok érvényesülése az évhatás miatt nagymértékben ingadozhat. IZSÁKI (2014) szerint a kötött talajok általános jellemzője a nagy szerves és szervetlen kolloidtartalom. Fizikai féleségük jellemzően agyag, ebből kifolyólag nedvesen erőteljesen duzzadó, szárazon pedig zsugorodó, tipikusan nehezen művelhető talajok. Víztelítettségből és tömődöttségből eredően gyakran levegőtlenek, biodinamikájuk vontatott. Agronómiai értelemben vett jó szerkezettel ritkán rendelkeznek. Szerves-, vagy műtrágya alkalmazásával akár igényesebb növények is termeszthetők a területen. Ilyen igényes növényfajok lehetnek a cukorrépa, vagy a szója.

VINCZE (1995) véleménye szerint szántóterületeken a – nem kívánatos, de meglévő – természetes növénytakarót a gyomok jelentik. A vizsgálati területeken a gyomfajok nagy számával találkoztam. A táblaszélek és ruderáliák közelében gyakorta megtalálhatóak a kétéves fejlődésű G_1, G_3, valamint HT csoportok gyomnövényei. Csapadékos időjárás esetén gyakoribbak a magról kelő egyszikűek, száraz, aszályos időben pedig az évelő gyomnövények tömeges megjelenésére számíthatunk. Az ország más területeihez hasonlóan itt is megjelent az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), mint tájidegen, invazív gyom.

4.3 A vizsgált területek részletes jellemzése

A talajszerkezet vizsgálatokat a családunk által művelt földterületeken Csataszög vonzáskörzetében végeztem. A táblákat a talajszerkezet változatossága és a vizsgált gazdasági év vetésszerkezete alapján választottam ki. Emellett a szélesebb kitekintés érdekében ügyeltem arra is, hogy a vizsgált területek földrajzi elhelyezkedésben és domborzati tulajdonságokban is különbözzenek. A táblák méretezése nem számottevő, mivel a vizsgálatok során igyekeztem a mérethez viszonyítani a minták mennyiségét.

A kutatás során vizsgált *A, B, C, D* és *E* területek mind a saját tapasztalataink, mind pedig a KÖRinfó adatai szerint a kötött réti talajok csoportjába tartoznak, ellenben a *B* terület – jellegét tekintve – szolonyeces réti altípusba sorolható (http7).

Az *A, C, D,* valamint *E* területek talajértékszáma jellemzően a 41 és 50 közötti tartományba, míg a *B* terület talajértékszáma a 11 és 20 közé eső tartományba sorolható. VÁRALLYAY (1985) szerint a talajértékszám a különböző talajok természetes termékenységét fejezi ki a legtermékenyebb talaj termékenységének százalékában. A skála 0-tól 100-ig terjedő.

Az agyagásvány-összetétel túlnyomó részét kevert szerkezetű agyagásványok, illit és szmektit teszi ki a *B* terület talajában, a többi vizsgált talaj esetében pontos agyagásvány-összetétel nem mutatható ki.

A talajok szervasanyag-készlete hozzávetőlegesen 200, valamint 300 t/ha. VÁRALLYAY (2002) kutatásai alapján a magyarországi talajok 21,1%-a rendelkezik azonos mennyiségű szervesanyag-készlettel.

Kémiai talajtulajdonságaikat tekintve a vizsgált talajok kémhatása többségében (*A, C, D, E*) erősen savanyú, ellenben a *B* terület nem felszíntől karbonátos jelleget mutat. STEFANOVITS (1999) szerint maga a kémhatás a folyadék lúgos, közömbös vagy savas voltát jelenti, amely az oldatban lévő H^+ - ionok koncentrációjától függ. Így a talaj kémhatása valójában a talaj folyékony fázisának kémhatása, növényélettani szempontból is igen fontos jellemzője a talajoknak. A talaj kémhatása közvetve is hat a növények életére, így savanyú talajban bizonyos tápanyagok, elsősorban a foszfátionok megkötődnek, ennek következtében Al- és Mn-toxicitás léphet fel. A káros folyamatok 5,5 pH alatt már nagymértékben jelentkeznek. Így vélekedik MICHÉLI (2006) is, mivel szerinte savanyú talajoknál a pH csökkenésekor rohamosan, exponenciálisan nő a kicserélhető Al^{3+} mennyisége.

A kutatásban szereplő '*B'* terület fizikai talajtulajdonságát tekintve agyag.

A fent megnevezett *A, B, C, D* és *E* talajok vízgazdálkodási szempontból gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető-képességűek.

A fentiek arra engednek következtetni, hogy az általunk művelt talajok kötött réti, esetenként szolonyeces réti talajok, amelyek művelése kellő körültekintést igényel. BIRKÁS (2017b) szerint ugyanis a kötött talajok nagy agyagtartalmuk okán száraz és túl nedves állapotukban is energiaveszteséggel művelhetők. IZSÁKI (2014) javaslata alapján kerüljük a rögösítést, a porosítást, a taposást, melyek rontják a talaj vízbefogadó-képességét, és növelik a tavaszi magágykészítés menetszámát.

4.3.1. A vizsgált (*A, B, C, D* és *E*) területek művelési rendszerei 2018-2019. évben

'A' terület

A táblán 2017-ben őszi búzát vetettünk *(lásd: 1. táblázat).* A búza 2018 tavaszán 200 kg/ha mennyiségű, 54 kg/ha hatóanyagú fejtrágyát kapott. A tavaszon herbiciddel kezeltük a táblát, majd július első dekádjában takarítottuk be az őszi búzát 3,1 t/ha átlaggal. A nyári tarlóhántás, tarlóápolás síktárcsával (~8 cm mélyen) történt, lezárásra hengert alkalmaztunk. Az őszi vetés talaj-előkészítéséhez nehéztárcsát (~16 cm mélyen) vettünk igénybe, simítóval és gyűrűshengerrel munkáltuk el a felszínt. A 300 kg/ha, harmadfokú GK Szilárd őszi búza vetőmagot szórva vetettük, majd középnehéz tárcsával dolgoztuk a talajba. A vetést gyűrűshengerrel zártuk. A 2019. tavaszon herbicides kezelést alkalmaztunk. Ezt megelőzően a fejtrágyázás 220 kg/ha mennyiségű, 59 kg/ha hatóanyagú műtrágyával történt. Az őszi búzát július második dekádjában takarítottuk be. A termésátlag meghaladta a 4,1 t/ha értéket. A nyári tarlóhántás, tarlóápolás síktárcsával történt, a felszínt hengerrel zártuk. Az őszi káposztarepce vetését megelőzően grubbert (függesztett kultivátor) és a talajfelszín elmunkálása, valamint az egyenletes vetés érdekében egy sorral hengert alkalmaztunk. Vetés előtt néhány nappal kompaktorral készítettük az őszi káposztarepce alá megfelelő minőségben a talajt. A vetési norma 460 ezer csíraszám/ha volt. 2019 szeptemberében két menetben herbicides kezelést alkalmaztunk. A második kezeléskor a repcebolha (*Psylliodes chrysocephala*) megfékezése érdekében inszekticid kijuttatására is sor került.

'B' terület

2018-ban áprilisában napraforgót vetettünk a táblán. Magágykészítéskor a nehézboronát két menetben kombinátor követte. A napraforgót hektáronkénti 63 ezer tőszámmal vetettük. A vetést követően 110 l/ha, 33 kg/ha nitrogén-hatóanyagú Genezis Nitrosol fejtrágya készítményt juttattunk ki. Ezt követte a vetett felszín zárása gyűrűshengerrel. Gyomirtást egy alkalommal végeztünk. A napraforgót szeptember második dekádjában takarítottuk be, 2,1 t/ha átlagterméssel. Aratás után a terület dupla menetben nehéztárcsázást kapott. A magágyat simítóval és gyűrűshengerrel alakítottuk. Nitrogén- és foszforműtrágyát juttattunk ki a 150 kg/ha mennyiségben, majd őszi búzát vetettünk, másodfokú vetőmaggal 240 kg/ha normával. A 2019. tavaszon az őszi búza 220 kg/ha mennyiségű, 59 kg/ha hatóanyagú fejtrágyát kapott, majd herbicides kezelés következett. Az őszi búzát július harmadik dekádjában arattuk, 4,5 t/ha termést értünk el. A nyári tarlóhántást és tarlóápolást síktárcsával végeztük, hengerrel zártuk a felszínt.

'C' terület

Itt 2017 őszén őszi búzát vetettünk, majd 2018 tavaszán 200 kg/ha mennyiségű, 54 kg/ha hatóanyagú fejtrágyát juttattunk ki. Ezt a gyomirtó kezelés követte. Az őszi búzát július első dekádjában takarítottuk be 3,3 t/ha lett az átlagtermés. A nyári tarlóhántás, tarlóápolás eszközeként síktárcsát és gyűrűshengert alkalmaztunk. Az őszi búza vetése előtt nehéztárcsával műveltük a talajt, a felszínt simítóval és gyűrűshengerrel zártuk. Szórva vetettük a harmadfokú őszi búza vetőmagot 300 kg/ha normával. A vetőmagot középnehéz tárcsával dolgoztuk a talajba, majd gyűrűshengerrel zártuk a felszínt. A 2019. tavaszon 220 kg/ha mennyiségben, 59 kg/ha dózisban kapott az őszi búza fejtrágyát, ezt követően herbicides kezelést. Az őszi búzát július harmadik dekádjában takarítottuk be. A termés 4,4 t/ha körül alakult. A nyár folyamán a tarlóhántás, tarlóápolás következett.

'D' terület

2018 tavaszán nehézboronával, majd dupla menetben alkalmazott kombinátorral készítettük el a kukorica vetéséhez szükséges magágyat. A kukoricát hektáronkénti 70 ezer tőszámmal vetettük, majd 110 l/ha, 33 kg/ha nitrogén hatóanyagú Genezis Nitrosol készítményt juttatunk ki. A szükséges időben gyomirtó permetezést végeztünk. A kukoricát 3,8 t/ha átlaggal takarítottuk be szeptember utolsó dekádjában. Ezt követően a területet pihentettük. 2019. szeptemberben a kialakult tömör talajrétegek megszüntetése céljával középmély lazítást alkalmaztunk, ezt követően síktárcsás és gyűrűshengeres elmunkálást az októberi vetést megelőzően.

'E' terület

A talajmunkák és a vetések az *A és C* területeknél leírtak szerint történtek.

1. táblázat. A vizsgált területek vetésforgó szerkezete

Területek	***2017***	**A vizsgálat évei**		***2020***
		2018	***2019***	
A	Napraforgó	Őszi búza	Őszi búza	Őszi káposztarepce
B	Őszi búza	Napraforgó	Őszi búza	Kukorica
C	Őszi káposztarepce	Őszi búza	Őszi búza	Kukorica
D	Őszi árpa	Kukorica	Pihentetett	Őszi árpa
E	Lucerna	Őszi búza	Őszi búza	Napraforgó

4.4 A vizsgálatok módszerei

Kutatásaim során olyan vizsgálatokat végeztem, amelyek segítségével hatékonyabbá válhat az agyagos kötött réti, esetenként szolonyeces réti altípusba sorolt talajok talajművelése. Ennek érdekében agronómiai szerkezetvizsgálatokat, valamint talajtömörödés-vizsgálatokat végeztem az előző fejezetben bemutatott táblák talajain.

Fontosnak tartom bemutatni, hogyan alakul a földigiliszták tevékenysége a gazdaságunk által művelt területeken, mivel azok a talajok, amelyek optimális életteret tudnak biztosítani a földigilisztáknak, ott nagy valószínűséggel elérhetőek a termeszteni kívánt növényfajok számára szükséges talajfeltételek is. A kutatásban részt vevő helyi termelők információinak segítségével pedig értékelni tudjuk a vizsgálati évek termésmennyiségeinek alakulását és ok-okozati összefüggéseit.

4.4.1. Agronómiai szerkezetvizsgálat

Az agronómiai szerkezet a talajban a szerkezeti elemek méret szerinti megoszlása. A talajhasználat, a művelés, a felszínvédelmi szint és az időjárási behatások révén változó talajminőség-indikátor. A *rög* (> 10 mm): *morzsa* (0,25-10 mm): *por* (<0,25 mm) *aránya*, adott időben a szerkezetre ható folyamatok (morzsásodás, rögösödés, porosodás) mellett a talaj klímával szembeni érzékenységét is jelzi. A legjobb szerkezetű talajban a morzsa aránya eléri a 75-80 %-ot, s ebből a kisebb rész csak aprómorzsa (0,25-2,5 mm). Rossz a szerkezet, ha a por aránya meghaladja az 50%-ot. Az eredetileg szerkezetes talajok túlművelés miatt porosodtak el. A száraz talaj ismételt porhanyítása – gyakran alkalmatlan eszközzel – porosodáshoz vezet, amely a klíma szélsősége miatt sem kívánatos (BIRKÁS, 2017b).

Kutatásom során ásópróbával részmintákat vettem a vizsgált területekről úgy, hogy a heterogén táblákon egy elképzelt átló mentén haladva több ponton vettem talajmintát, majd ezekből a részmintákból készítettem egy homogenizált átlagmintát. A mintavételt jól kiélezett, hagyományos ásóval végeztem. Az általam kiválasztott helyen leszúrtam az ásót 25-30 cm mélyre, a földkockát kifordítottam az ásóval, ezt követően értékeltem. BIRKÁS (2017b) szerint az ásópróba a talaj felső rétegében jellemző állapot ellenőrzésére alkalmas egyszerű módszer. A kiásott minták alapján ítélhető meg a talaj szerkezetessége, nyirkossága, a felszínhez közel kialakult tömör réteg pontos helye, vastagsága, a művelésre alkalmassága.

A vizsgált a minták jellemzően azonos tömegű talaj-részminták, amelyeket minden vizsgálati hónap azonos időszakában gyűjtöttem. A mintákat a SZIE MKK Növénytermesztési Intézet Kutató Laboratóriumában elemeztem és értékeltem. A száraz talajmintákat alukeretes labor szitával (ø20 x 6 cm) szeparáltam, amelynek részei:

- alumínium fedél, 10 mm lyukátmérőjű perforált lemez, 2,5 mm lyukátmérőjű perforált lemez, 0,25 lyukátmérőjű szövetbetét, alumínium porfelfogó aljzat.

A mintát a szita legfelső lapjára helyeztem, majd átlagosan 3 perc szitálással választottam szét a különböző talajfrakciókat egymástól rög (<10 mm), nagymorzsa (2,5-10 mm), kismorzsa (2,5-0,25 mm), valamint por (<0,25 mm) frakciókra. A talajminták elkülönítése után az egyes szitákon lévő földet Petri-csészére öntöttem, megmértem a tömegét.

FÖLDESI (2011) példájára az adatok értékelése során megmértem a frakciók tömegét, és mennyiségüket a minta tömegszázalékában kifejezve megállapítottam az *A, B, C, D* és *E* területek talaj százalékos rög-, nagymorzsa-, kismorzsa és por összetételét a 2018. *(lásd:* ***M3)*** és 2019. *(lásd:* ***M4)*** évekre vonatkoztatva. A talaj agronómiai szerkezetének értékelése során a kapott értékeket összevetettem a további hónapokban mért adatokkal az Excel programban, ezt követően statisztikai értékelésre az egytényezős varianciaanalízist alkalmaztam.

Kutatásaim alatt az agronómiai szerkezetvizsgálat biztosította számomra a legtöbb adatot, amelynek kiértékelésére biometriai módszereket alkalmaztam. SVÁB (1973) szerint ugyanis az élővilággal kapcsolatos vizsgálataink célja a törvényszerűségek, összefüggések megismerése. Első megfigyelésként adatokat gyűjtünk, ezeket rendezzük és különböző mutatókkal röviden jellemezzük. Az adatok a vizsgált sokaság csak egy részére, a mintára vonatkoznak, de a mintavételi adatok alapján, biometriai módszerek alkalmazásával lehetőség nyílik az alapsokaságra vonatkozó szakmai kérdések megválaszolására. A vizsgálataim statisztikai értékelésre a varianciaanalízist alkalmaztam. A varianciaanalízissel azt vizsgáltam, hogy kimutatható-e jelentős eltérés az öt különböző terület talajművelési technológiája között a porfrakciók arányában. A két terület összehasonlítása – az időjárás torzító hatása kizárása céljából – párosított t-próbát alkalmaztam. A kutatás során 10 hónap alatt gyűjtöttem adatokat az öt mintavételi területről, amelyeket az Microsoft Excel program felhasználásával értékeltem. Az öt vizsgált területről a kutatás alatt rög-, nagymorzsa-, kismorzsa-, valamint porfrakciók arányát vizsgáltam, így összesen 200 adat gyűlt össze, amelyek statisztikai feldolgozását az IBM SPSS Statistics 25 programcsomag segítségével végeztem el.

4.4.2. Talajtömörödés-vizsgálat

A talajtömörödés a víz és a levegő vertikális mozgását, a gyökerek növekedését gátló talajállapot kialakulása a felszín alatt. Természetes (fizikai és kémiai) folyamatok révén vagy emberi (gazdálkodási) tevékenység hatására jön létre, ugyanakkor a talajok tömörödhetnek vízvesztés, száradás, csapadék vagy akár hosszabb vízborítás hatására is (BIRKÁS, 2017). A káros tömörödés, mivel hatására romlik a talaj víz-, hő- és légátjárhatósága, alapjaiban teszi kockázatossá a növénytermesztés eredményességét (BIRKÁS, 2001).

Vizsgálataim során – a teljesség igénye nélkül - egyszerű módszerekkel igyekeztem felmérni a gazdaságunk által művelt földterületek állapotát. A mérésekhez ásót és egy általam készített pálcaszondát használtam. Ezek az eszközök a talaj pontos mechanikai ellenállás-mérésére nem alkalmasak, csupán a talaj lazult vagy tömörödött állapotáról adnak felvilágosítást. A mintaterületen szabad szemmel megállapított átlón haladtam végig, és 10-15 lépésenként szúrtam le a talajba az eszközöket. Az általam tapasztaltakat feljegyeztem.

4.4.3. A földigiliszta-tevékenység tanulmányozása

A földigilisztákat (*Lumbricus terrestris*) rendszerint a talajba juttatott tarlómaradványok közelében találjuk, a gilisztajáratokat a szelvények vagy minta felső részén, ha a porhanyó réteget kézzel letoljuk róluk, illetve a szelvények oldalán is. Mivel a művelés bolygatja a giliszták életterét, a felmérést a tervezett művelés előtt, vagy 1-2 héttel a művelést követően célszerű elvégezni.

A vizsgálatot ásóval végeztem, amely alkalmas a talaj 0-30 cm rétegének tanulmányozásához. Az egyes táblákon átlagosan 5 vizsgálati mintát vettem. A mintákat három különböző (nem bolygatott búzatarló, frissen tárcsázott, valamint 2 héttel a vizsgálat előtt tárcsázott) tábláról szereztem. A vizsgált területeken két nappal a feltárás előtt gyenge zápor vonult át, hozzávetőlegesen 2 mm csapadékkal.

Az ásópróbával kivett talajt papírra borítottam, kézzel porhanyítottam és megszámoltam a benne található gilisztákat, és járatokat. A feltárás során figyelmet fordítottam a növényi részek mennyiségének feljegyzésére egyaránt.

4.4.4. Helyi termelők kutatásba vonása terméseik kapcsán

A kutatás során kisebb felmérést végeztem annak érdekében, hogy az általam bemutatott adatokat összehasonlíthassam a helyi termelők eredményeivel. Felkerestem – természetesen a teljesség igénye nélkül – a térségben tevékenykedő gazdákat azzal a céllal, hogy a gazdaságunkban mért termésátlagokat az ő eredményeikkel összehasonlítva vonhassam le a konklúziókat. Igyekeztem megszólítani több gazdát a kutatásom során. Azt tapasztaltam, szívesen álnak a rendelkezésemre. (Nevüket a dolgozatomban nem közlöm, anonim módon szerepeltetem őket).

A megkérdezett gazdák több növényfajt termesztenek, mégis szerettem volna a kutatás alapjául szolgáló összehasonlító elemzést néhány fajra leszűkíteni, így a gazdaságunk által is termesztett növények terméseinek összevetését készítettem el a 2018-2019-es évekre. Ezek az előző fejezetekben bemutatott őszi búza, őszi árpa, tritikále, kukorica, valamint napraforgó.

Miközben a kutatásban szereplő gazdák jellemzően saját földjeiken gazdálkodnak, addig a bérelt földterületek aránya 40 % körül alakul. BÍRÓ (2010) szerint a bérleti gazdálkodás a dunántúli régiókban a legelterjedtebb, aránya 68,1-6,8 %. Az alföldi régiókban a saját területek használata aránylag fontosabb, a bérelt területek aránya alacsonyabb, 51,7 %.

Saját földön gazdálkodni előny, mivel az adott terület jellemzően több éve a földművelő birtokában áll, így pontosan tudja, mikor és hogyan művelték azt, milyen kezelést kapott, milyen mutatók jellemzik. Bérelt táblák esetében a föld művelője folyamatos szerződésben áll a földtulajdonossal, akinek – a legtöbb esetben – beszámolóval tartozik.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1. A családi gazdaság kezdetétől napjainkig

A családi gazdaság alapítása óta több földterületen gazdálkodunk. A bérelt területek aránya az összes területből 60 % körül alakul. A területek növekedésével párhuzamosan a talajművelést és növénytermesztést egyaránt kiszolgáló gépparkot is bővítenünk kellett. Egyebek mellett 2006-ban két új kombájnra, míg 2008-ban újszerű erőgépre sikerült beruháznunk. Lecseréltünk több talajművelési eszközt, többek között a nehéztárcsát és a grubbert is. Az eddigiekhez képest kiterjesztettük az általunk termesztett szántóföldi növényfajok csoportját, immáron néhány éve termesztünk szemescirkot és rizst is.

A termelés gyarapodásával egyidejűleg az általunk foglalkoztatott munkavállalók száma is folyamatosan növekszik, bár egyre nehezebb precíz és hozzáértéssel rendelkező munkatársat találni. A térségben jellemző az országos szinten is nagy gondokat okozó urbanizációs jelenség, ugyanis egyre több fiatal vándorol el vidékről városba a jobb élet reményében. Akik maradnak, nem érzik elsődleges fontosságúnak a mezőgazdaság, az agrárium jövőbeli helyzetét. Ahogyan a legtöbb magyarországi gazdálkodó szervezetnél, úgy a mi esetünkben is folyamatosan elöregszik a munkaerő-bázis, amelyre alapozhatunk. A gazdaságban dolgozók 63,64 %-a 50 év feletti, a 35. életévét pedig már 81,82 %-uk betöltötte. A fiatal munkaerő-vonzása érdekében kapcsolatban állunk több mezőgazdasági szakközépiskolával és munkaerő-közvetítővel is. Azok a fiatalok, akik a gazdaságban tölthették gyakorlati idejüket, szívesen helyezkedtek el nálunk. Sajnálatos módon a női foglalkoztatottak száma nem csupán a gazdaságunkban, hanem az hazai agrárium területén is rendkívül alacsony; a KSH adatai szerint a mezőgazdasággal, erdőgazdálkodással, halászattal foglalkozók száma összesen 220 500 fő volt 2019 második negyedévében; ebből a női munkavállalók száma nem éri el a 62 ezer főt (http8).

Az elmúlt években igénybe vettünk több típusú és más-más konstrukciójú állami támogatást is, többek között ennek segítségével építettünk új tároló- és szerelőcsarnokot, vettünk új termelő eszközöket. Hasonlóképp jutottunk hozzá egy terménytároló csarnokhoz is, amihez tisztító berendezés és gépszín is tartozik. Rövidtávú céljaink között szerepel néhány új beruházás. Mindezzel szeretnénk gazdaságunkat bővíteni és széles körű szolgáltatási palettát nyújtani azoknak, akik – különböző okokból kifolyólag – nem tudják saját tulajdonban lévő földterületeiket művelni.

A bérelt területeken való gazdálkodás arra késztet bennünket, hogy precízebben dolgozzunk, mint más, környékbeli szolgáltatók. Sokan közülük visszaélnek a földtulajdonosok szakmai hozzá nem értésével – a SAPS, azaz Egységes Területalapú Támogatást ugyan igénybe

veszik, a területet azonban nem művelik. A családom és a velünk együtt dolgozó munkatársak együttes véleménye a következő: ha csináljuk, akkor csináljuk jól. Éppen ezért bíznak meg bennünket egyre többen annak érdekében, hogy területüket megfelelő szakértelemmel és pontossággal műveljük.

5.2. Technológiai értékelés

A hagyományos talajművelés eszköze az eke, amely régóta használt munkagép. A modern ekék már képesek mind a sekély, mind a mélyebb művelést megvalósítani, garantálják a tarlómaradványtól mentes felszínt. A szántás sokak szerint megbízható, bevált talajművelési eljárás. Gyakori gond azonban, hogy a változatlan művelési mélységű szántás eketalpat eredményez (http9; BIRKÁS, 2017b).

RÁTONYI (2007) kutatásai során megállapította, hogy a hagyományos és a talajkímélő művelési rendszerek kimutatható talajfizikai állapotváltozást okoznak a feltalajban. Kísérletei alatt a művelés intenzitásának és mélységének csökkentésével a felszín közeli talajrétegek tömörödöttsége jelentősen növekedett.

JÓRI (2018) szerint a talajművelési rendszerek változásának, fejlődésének során kezdetben a talaj felső – a növényzet által használt – rétegének totális művelése (forgatás, lazítás, porhanyítás, keverés) volt a jellemző. Az idő- és energiaigény csökkentése érdekében a művelési menetek száma, mélysége és intenzitása csökkent, de a felület művelése megmaradt. A következő időszakot a talaj és környezet védelme határozta meg, a tarlómaradványok felszínen vagy a felszíni sekély rétegében hagyása (lazítás, porhanyítás, keverés). Ugyanakkor a művelés nem terjedt ki a teljes felületre, hanem csak a növényi sorokra jellemző szélességre. Napjaink új törekvése a vertikális (réseléses) művelés, amikor a szerszámok csak vágást/metszést és bizonyos mértékű lazítást végeznek a teljes területen, vagy csak a sorokban. Az új talajművelési rendszerek hazai alkalmazhatóságának azonban feltételei vannak. A magas beszerzési árak miatt kritikus a speciális géprendszerek megléte, valamint a módszerek hazai elfogadtatása, megismerése, elsajátítása is. BIRKÁS (2017b) szerint a modern, alkalmazkodó művelési rendszerekben a magágykészítést, a vetést és a vetés utáni elmunkálást egy menetben végzik. Kivételt képez ez alól a tarlógondozás, amelynek fő eleme a tarló hántása, a felszín lezárásával együtt. A hántott tarló ápolását azonban az új irányzatok szerint kémiai módszerrel is elvégezhetik.

RÁTONYI (2007) vizsgálatai igazolják, hogy a környezetvédelmi szempontok és az ökonómiai megfontolások egyaránt a talajkímélő művelési módok és eszközök alkalmazásának

igényét vetik fel. A művelési beavatkozások számának csökkentésével, a nem feltétlenül szükséges beavatkozások elhagyásával a talajt ért mechanikai károsodások mérsékelhetők.

5.3. Az agronómiai szerkezetvizsgálat eredményei

TÓTH (2015) vizsgálatai szerint az AIIR (Agrokémiai Irányítási és Információs Rendszer) ver3.0 adatbázisban a hazai termőhelyeken 348 578,80 ha (11,73%) kiterjedésben található réti típusú talaj. VÁRALLYAY (2002) szerint a Tiszai Alföld talajai – kevés kivételtől eltekintve – kötöttek, agyag mechanikai szerkezetűek.

A kutatás során vizsgált területek talajai agyagos réti típusú, esetenként szolonyeces réti altípusúak. KÁTAI (2011) alapján a réti talajok főtípusába azokat a talajokat soroljuk, amelyek keletkezésében az időszakos túlnedvesedés játszott nagy szerepet. Ez lehet az időszakos felületi vízborításnak, vagy a közeli talajvíznek a következménye. A vízhatásra beálló levegőtlenség jellegzetes szerves-anyag képződést, és az ásványi részek redukcióját váltja ki.

A réti talajokat a tapadós humuszanyagokkal, a nehéz művelhetőséggel, a foszfor erős megkötődésével, valamint tavasszal a nitrogén nehéz feltáródásával jellemezhetjük. A vizsgált területekre a réti talajok jellemző folyamata, a humuszosodás is jellemző. A réti talajokban a humuszanyag mindig fekete színű. Ez a jellegzetes szín abból származik, hogy a humuszanyag nagyrészt levegőtlen viszonyok között képződött és vassal kapcsolódott. STEFANOVITS (1956) szerint viszont a réti típusú talajok azért fekete színűek, mivel a humusz az anaerob bomlás és a nedves rétek növényeinek összetétele miatt képződött. Hozzáteszi, hogy a humusz a tömött talajmorzsácskákat poliéderekké tapasztja. SÁRDI (2011) hozzáfűzi, hogy ezeken a talajokon levegőtlenséget nem tűrő növények termesztése nem célszerű, nagy vízigényű növények telepítése pedig nem biztonságos.

STEFANOVITS (1989) kutatásai során elemezte az agyagásvány-összetétel, valamint a talaj savasodásának kapcsolatát. Véleménye szerint napjaink környezet károsodásának egyik veszélyes jelensége a termőtalaj fokozódó savasodása. Az okok több tényezőre vezethetők vissza, amelyek között egyik a műtrágyázás által kiváltott savanyodás. Megállapította, hogy az illites talajok az ammóniumsók hatására savasodnak jobban, az oldható ammónium-tartalom pedig a szmektites talajokban a káliumsók hatására nő meg.

VÁRALLYAY (2002) alapján a termőréteg-vastagság azt jelenti, hogy a talajba milyen mélységbe tudnak lehatolni a növényi gyökerek. Magyarországon számos, a gyökérfejlődést gátló tényezőt ismerünk úgy, mint a szikes rétegek előfordulása az altalajban, levegőtlen körülmények között kialakuló gleyes, azaz a növények számára mérgező anyagokat tartalmazó talajréteg, a rostos tőzeg, továbbá a különböző geológiai eredetű kőpadok, kavics, vagy

szélsőségesen durva homok vagy murvarétegek. Ezek a tényezők nem csupán a gyökerek mélyebbre hatolását akadályozzák, hanem a növény tápanyag- és vízellátása szempontjából számításba vehető készleteket is csak erre a termőrétegre korlátozzák. Az általam vizsgált területeken ez az érték 70 és 100 cm között alakul.

A vizsgált talajok szervasanyag-készlete hozzávetőlegesen 200, valamint 300 t/ha, amelynek alkotórészei a humusz és a nem humusz jellegű szerves anyagok, mint a szénhidrátok, fehérjék, nukleinsavak, zsírok, viaszok és lignin (KÁTAI, 2011). MICHÉLI (2011) szerint a talaj szervesanyag-tartalmának csökkenése a legújabb kutatások szerint a mérsékelt égövben, így Magyarországon is jelentős lehet.

Kutatásaim során vizsgáltam a talajok kötöttségét is, meghatároztam az Arany-féle kötöttségi számot. A vizsgálat során fogyott víz mennyisége 52 ml volt. A kötöttségi skála alapján megállapítható, hogy a talajokból vett átlagminta jellemző kötöttsége $K_A = 52$. Tehát az általam vizsgált talajok jellemzően kötött agyagtalajok. A vizsgálat átlagmintából készült, ugyanakkor a munkák során ennél sokkal nagyobb ellenállást tapasztaltunk.

SCHMIDT (2011) alapján a talaj kötöttsége, fizikai félesége a talajrészecskék között kohézió, a talaj agyagtartalma szerint hat a művelhetőségre. Mindkettőre befolyással van a talaj nedvességtartalma. A kötött, nagy agyagtartalmú talajok mind száraz, mind túlzottan nedves állapotban nehezen művelhetők. Optimális művelhetőségi nedvességtartalmuk viszonylag szűk. MAKÓ és TÓTH (2014) szerint a talajok víztartó képessége telítettség-közeli állapotban a térfogattömeggel vagy az összporozitással mutat szoros kapcsolatot. A talajnedvesség kémiai összetétele a vízgazdálkodás szempontjából a szikes talajoknál kap főként szerepet, mivel közvetett módon befolyásolja a pórusméret-eloszlást, ezen keresztül a folyadék-visszatartást és a folyadékvezetést. VÁRALLYAY (2002) szerint Szolnok megyében a nagy agyagtartalom, valamint a szikesedés okozza elsősorban a talajok nem megfelelő vízháztartását, s ez alapján jelöli ki a talajnedvesség-szabályozás fő feladatait. HUZSVAI (2005) szerint ugyanakkor a vízvezető-képesség függvény felírható a talajban lévő vízmennyiség vagy a vízpotenciál függvényeként is.

5.4. Az agronómiai szerkezetvizsgálat eredményeinek statisztikai értékelése

A talajok agronómiai szerkezetének vizsgálatát 2018-ban és 2019-ben végeztem, szitán átrostálva állapítottam meg a száraz talajok agronómiai szerkezetét, és négy kategóriába soroltam az átszitált mérettartomány szerint.

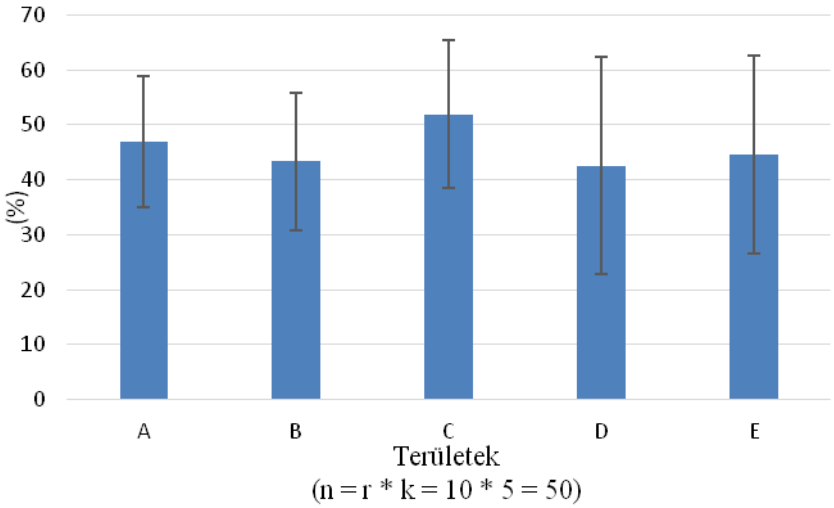
BIRKÁS (2017a) szerint az agronómiai szerkezet megítélésekor a különböző méretű szerkezeti egységek százalékos mennyiségét határozzuk meg, az aggregátumok alakját nem vesszük figyelembe. Az agronómiai szerkezet fogalmába nem tartozik a szerkezeti elemek alakja, csupán a méret alapján osztályozza a szerkezeti elemeket és a különböző mérettartományba tartozó aggregátumok arányát fejezi ki. Agronómiai szempontból a legkedvezőbb az 1-3 mm átmérőjű morzsa. Ideális szerkezetű az a talaj, amelyben a morzsafrakció legalább 80%-ot képvisel. DVORACSEK (1957) szerint a földművelési szempontból értékes talajmorzsák 0,25 mm-nél nagyobbak, tehát nagyságrendileg a makroaggregátumok csoportjába tartoznak.

A talaj szerkezeti elemeinek nemcsak mennyisége, hanem minősége is fontos. A minőséget elsősorban a morzsák vízellenálló-képessége szabja meg. Ha a szerkezeti elemek nagy része víz hatására nem ázik szét, a vízben áztatott szerkezeti elemek megmaradnak, tehát a talajszerkezet vízálló (SIPOS 1978, FÖLDESI 2013). FARSANG (2011) szerint a hazai talajokat érő egyik legfontosabb talajdegradációs folyamat a talajszerkezet romlása, amely nem visszafordítható (irreverzibilis). BIRKÁS (2017b) vizsgálatai alapján a talajszerkezet minőségének fontos tényezője az aggregátumok stabilitása, ellenálló-képessége a víz rombolása, a mechanikai hatásokkal szemben. A talajmorzsa annál vízállóbb, minél nagyobb erejű vízhatást tud elviselni szétesés nélkül. Jó morzsavízállóság esetén a műveléssel kialakított kedvező lazultság hatása az egész tenyészidőszak alatt érvényesül. A gyenge morzsavízállóság következtében a lazító művelések hatástartama lerövidül, az esőcseppek ütőhatására összeiszapolódott kéreg alakul ki a talaj felszínén. Eredeti állapotában gyengén vízálló talajban mechanikai nyomásra sem alakulnak ki stabil aggregátumok, csupán ún. *álmorzsák,* amelyek víz és mechanikai behatásra ismét kisebb szerkezeti elemekre esnek szét.

Az agronómiai szerkezetvizsgálat során kapott adatokat a varianciaanalízis segítségével értékeltem. A varianciaanalízist abban az esetben alkalmazzuk, amikor az általunk vizsgált minták normális elosztásúak és függetlenek, valamint a szórások azonosak. Alkalmazásával megállapíthatjuk, megállapítható-e jelentős eltérés a sokasági átlagok között, s ezáltal a tényező hatását a numerikus paraméter értékeire.

Abban az esetben beszélhetünk statisztikailag kimutatható hatásról, ha legalább két terület között igazolható jelentős eltérés a porfrakció arányában. HUZSVAI és VINCZE (2012) alapján egy egytényezős varianciaanalízis segítségével egy tényező hatását lehet vizsgálni a függő változó mennyiségi alakulására. A tényező, faktor valamilyen csoportképző ismérvvel rendelkezik, a függő változó pedig legtöbbször skála típusú adat. A variancia-analízis alkalmazhatóságának feltétele, hogy a különböző kezelések eltérésének normál eloszlásúnak

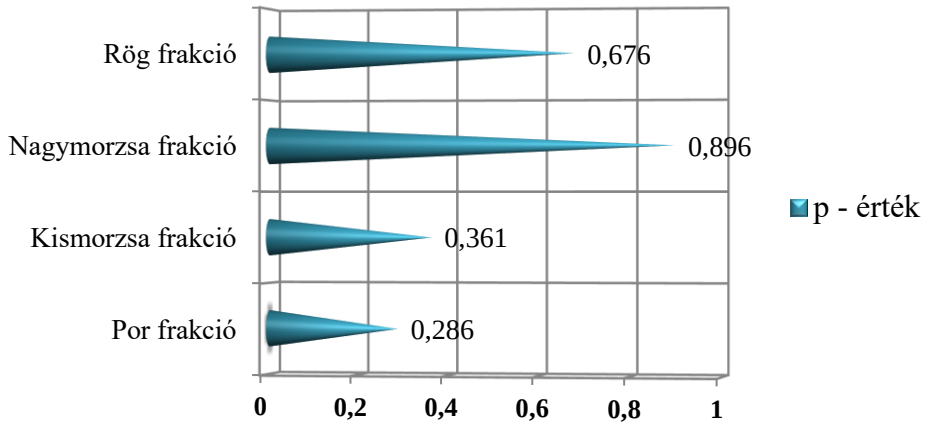
kell lenni. Az egytényezős variancia-analízis tehát megmutatja, hogy van-e szignifikáns különbség a csoportok között. A statisztikai döntéseket az α = 0,05 hibaszinten hoztam meg. A hibasáv az átlag körüli ± egy szórásnyi távolságot jelöli. Az oszlopok magasság egyenlő a mintaátlag-értékével. A rögfrakció vizsgálata során a legnagyobb mértékű szóródás a *D*, valamint *E* területek esetében látható *(lásd: 3. ábra).* A szórás megmutatja, hogy a megfigyelt értékek átlagosan mennyivel térnek el az átlagtól, így a szórás az egyes értékek számtani átlagtól vett eltéréseinek a négyzetes átlaga. Az elemzést elvégeztem a kismorzsa, a nagymorzsa- és a porfrakciók tekintetében is.



3. ábra. Az *A, B, C, D* és *E* területek rögfrakció-értékeinek összehasonlítása.

*(n = r * k = 10 * 5 = 50 jelöli az adatmennyiséget)*

HUZSVAI és VINCZE (2012) alapján a varianciák homogenitásának ellenőrzésére a homogenitás vizsgálatot alkalmazzuk. A csoportonkénti varianciák (szórásnégyzetek) azonosságát a Levene-próbával vizsgáljuk *(lásd: 4. ábra).* Mivel a szignifikanciaszintet előzetesen 5%-on rögzítettem, a nullhipotézist elfogadom (p > 0,05).



4. ábra. A Levene-próbához tartozó empirikus szignifikanciaszintek.

A varianciaanalízis eredménye alapján (p>0,05) a sokaság áltagok közötti eltérésének nem igazolhatóak statisztikailag, tehát nem jelentőségek. Annak ellenére, hogy a mintaátlagok közötti eltérések nagyoknak mutatkoznak, mégsem sikerült igazolni statisztikailag a talajterületek közötti jelentős eltéréseket. Ennek oka lehet, hogy számottevő az úgynevezett belső (más néven hiba) szóródás: az adott talajművelési technológiához tartozó adatok jelentős szóródást mutatnak a különböző mintavételi időpontokban fennálló szélsőségesen eltérő időjárási viszonyok miatt. Mivel a varianciaanalízis eredménye nem lett szignifikáns, a post-hoc próbákra nem volt szükség.

A mintaadatok alapján a legnagyobb eltérés a *C* és a *D* területek között állapítható meg a rög frakció arányában. Ennek oka az lehet, hogy a *D* terület 2017-ben mélyebb lazító művelést kapott. BIRKÁS (2017b) szerint ugyanis a rögös talaj kialakulásának legfőbb oka a száraz talaj, a tömörödött talajállapot, valamint egy alkalmatlan eszköz használata. Véleménye szerint mivel a rögképződés korábbi hibákra (taposás, művelés eredetű vízvesztés), vagy klímajelenségek (szárazság, eső-stressz) vezethető vissza, elsősorban a befolyásoló tényezőket ajánlott enyhíteni. Közöttük talán a legfontosabb a talaj kiszáradásának megelőzése. STEFANOVITS (1999) szerint ugyanakkor a rögösödés oka az időjárás-változás is lehet, mivel száradáskor a talaj zsugorodik, a kapillárisok kiürülése és a vékonyodó vízhártyák miatt az összehúzó hatás egyre erősebb lesz, és a talaj térfogata csökken. Tömör szerkezetű agyagos talajoknál a kiszáradás folyamán különböző mélységű, hosszúságú és keresztmetszetű repedések jönnek létre. A talaj tömegében így kisebb-nagyobb tömbök vagy rögök különülnek el. Kijelenthető tehát, hogy minél kötöttebb a talaj, annál erősebben zsugorodik.

Annak a vizsgálatára, hogy a mintaadatok alapján tapasztalt eltérés kiterjeszthető-e a két terület mögött álló sokaságokra, a párosított t-próbát alkalmaztam. A párosított t-próbára azért

esett a választásom, mert az időjárás okozta torzító hatásokat akartam kizárni. A párosított t-próba eredménye (t=1,54, p=0,156) nem állapítható meg jelentős eltérés a *C* és a *D* terület között a rög frakció arányában.

A nagymorzsa frakció esetén a *C,* valamint *D* és *E* területek kapcsán tapasztalható eltérés *(lásd:* ***M5****),* míg a kismorzsa frakció vizsgálata során a *C,* valamint *B* és *D* területek összehasonlítása eredményeként volt jelentős a deviancia *(lásd:* ***M6****).* BIRKÁS (2017b) alapján a morzsásodás a kedvező talajalkotók képződésének folyamata biológiai úton. Az így kialakult morzsák viszonylag tartósak. A vizsgált területeken minden évben elvégeztük a nyári tarlóhántást, tarlóápolást, így a talaj nem száradt ki. BIRKÁS (2017b) szerint ugyanis ilyen módon megteremtődnek a morzsák biológiai épülésének feltételei. STEFANOVITS (1999) szerint ráadásul az ismétlődő fagyás és olvadás a rögös talaj morzsolódásához, a rögök aprózódásához vezet.

A legnagyobb deviancia a por frakció vizsgálata során a *C* és *E* területek értékei között tapasztalható *(lásd:* ***M7****).* Annak ellenére, hogy a vizsgált területek esetében a talajmunkák és vetések hasonlóan történtek, a különbség az értékek között jelentős. BIRKÁS (2017b) szerint a porosodás létrejöhet természetes úton, degradációs folyamatok eredményeként, hő hatására nyáron, váltakozó hideg hatására télen, valamint a művelések során. A por a rögaprítás melléktermé̇ke. STEFANOVITS (1999) szerint ugyanis a talajművelő eszközök egyrészt elősegítik a szerkezetképződést azáltal, hogy a szerkezeti egységeket tömörítik, így az adhéziós erők jobban érvényesülhetnek, másrészt a túlzott talajművelés rombolja, elporosítja a szerkezetet. BIRKÁS (2017b) vizsgálatai alapján a talaj leromlott szerkezetére utal a por- és/vagy a rögfrakció nagy részaránya. Ez jellemzően a *C* és *E* területeknél volt sajátosság.

Összességében elmondható, hogy a variancia-analízis alkalmazásával az átlagsokaság alapján viszonyítottam az értékeket. A H_0 tehát el lett fogadva, mivel elvetni nem tudtam azt. A vizsgálat statisztikailag korlátozott, mivel az alkalmazott adatmennyiség nem elegendő egy reprezentatív vizsgálati eredményhez. A jövőben folytatni fogom a kutatást.

5.5 Talajtömörödés és lazult-réteg mélység vizsgálat eredményei

VASZITA (2013) alapján a tömörödés a fizikai degradáció olyan formája, amikor a talaj térfogattömege nő, ezáltal a makro-pórusok aránya csökken, amely végső soron összporozitás-csökkenést eredményez. VÁRALLYAY (1999) szerint a talajt fenyegető degradációs folyamatok közül a talajszerkezet leromlása és a tömörödés világszerte az egyik legelterjedtebb, legnagyobb károkat okozó és legnehezebben kivédhető folyamat. Magyarország talajainak

34,8%-a kifejezetten érzékeny a tömörödéssel szemben (VÁRALLYAY, 2005). BIRKÁS (2001) vizsgálatai alapján bebizonyosodott, hogy a túlzottan tömör talaj művelhetősége, és a művelés minősége is romlik, a beavatkozás energiaigénye pedig nő.

BIRKÁS (2017b) megfogalmazásában a gazdálkodás eredetű tömörödési kár a művelésbe vonásuk óta sújtja a talajokat. A talajdeformáció oka és kialakulási helye alapján *művelési* és *taposási eredetű* lehet. A művelőtalp-tömörödés esetében nedves talajban egyes művelőeszközök (tárcsa, eke, lazító, merev szárú szárnyas vagy késes kultivátor), miközben a felszíni réteget lazítják, tömör művelőtalpat képeznek a művelt és a nem bolygatott réteg határán. A hasonló művelés ismétlésétől és az átlazítás elmaradásától függően egy talajszelvényben 2-3 károsan tömörödött réteg is kialakulhat. A tömörödött talaj jellemzően nagyobb ellenállást fejt ki a művelőeszközökkel szemben. A taposás eredetű tömörödéskor a talajdeformáció mértékét a járószerkezet, az egységnyi területre eső terhelés és tartam, a kerékcsúszás, a talaj és a kerék érintkezési felülete és a talajtulajdonságok befolyásolják. A deformáció száraz talajon gyorsabban, nedves talajban hosszabb idő alatt megy végbe. Amennyiben ugyanazon nyomóerő nagyobb területen oszlik meg, kisebb tömörödési kár keletkezik. A művelőtalp-tömörödéssel ellentétben a taposási kár látható a felszínen

Tapasztalataim szerint azokon a táblákon sikerült a pálcaszondának 28-30 cm-ig lehatolnia, ahol a vizsgálatot megelőző években többnyire lazítás történt. VASZITA (2013) szerint ugyanis a talajlazítás hatására nő a porozitás és a gravitációs pórustér aránya, ezáltal nő a talaj vízbefogadó és víztartó képessége, és az eróziós veszélyeztetettség csökken. Ennek eredményeként a vizsgálatok jó talajállapotra engednek következtetni. A táblákon taposás eredetű tömörödés jeleit nem találtam, ugyanis ezek többnyire szemmel jól láthatóak. Ilyen és ehhez hasonló jelenség lehet a csapadékvíz felszíni pangása, vagy a tarlómaradványok konzerválódása a talajban. A vizsgálatok során egy olyan táblát is találtam, ahol tárcsatalp-tömörödés alakulhatott ki, ugyanis a pálcaszonda nem hatolt a talajba 22 cm-nél mélyebbre, ráadásul az ásó sem tudott ezen a tömör rétegen áthatolni. Maga a tárcsatalp-tömörödés SCHMIDT (2011) szerint nedves talajban alakul ki a szokásos tárcsázás mélységétől függően a 6-18 cm alatti rétegekben. Megoldásaként szorgalmaztam a tárcsatalp-tömörödés nehézkultivátorral (25 cm) történő megszüntetését, mivel a talajtömörödés környezeti ártalom, amely hátrányos a talaj művelhetőségére, a művelés energiaigényére és költségeire, valamint kockázatossá teszi a növénytermesztést, ezáltal pedig a földművelők megélhetését is.

5.6. A földigiliszta-tevékenység vizsgálat eredményei

BIRKÁS (2017b) véleménye szerint adott talaj fizikai és biológiai kondíciójáról a benne található földigiliszták és járataik száma ad megbízható minősítést. A kutatásom során feltártam és megvizsgáltam a területeken található földigilisztákat. valamint járataikat a táblán található növényi származadvány mennyiségével együtt. Általánosságban elmondható, hogy a gazdák díjazzák, ha az általuk művelt területen magas a giliszta-aktivitás, mivel ez a jelenség a termőtalaj jó minőségére utal.

Növényi maradványokkal (talajjal együtt), ill. a rajtuk lévő mikroorganizmusokkal táplálkoznak, ezzel gyorsítják a szerves anyagok lebontását a talajban. Járataik készítése során keverik a talajokat, így javítják azok víz- és levegőgazdálkodását, valamint a talajok szerkezetét. A gilisztaürülék növeli a talajtermékenységet, mivel a tápanyagokat a növények által felvehető formában tartalmazza. Ürülékükkel terjesztik azokat a baktériumokat, amelyek a szerves anyagokat lebontják a talajban.

A feltárás során sem gilisztát, sem járatot nem találtam a frissen hántott (nehéztárcsa, ~12 cm, elmunkált felszín) tábla talajában *(lásd: 2. táblázat);* itt egyébként kevés növényi szár- és gyökérmaradványt találtam. Hasonlót tapasztaltam azon a területen is, ahol a feltárás előtt 2 héttel végeztünk nehéztárcsás (8 cm) tarlóhántást és a felszínt elmunkáltuk. Itt ugyan fellelhető volt néhány járat és kevés növényi maradvány, de gilisztát nem találtam a talajban, ráadásul az ásás is nehézkesnek bizonyult. Gilisztákat és járatokat kizárólag egy területen fedeztem fel – a nem bolygatott búzatarlón. Itt a talaj kedvezően nedves, morzsás szerkezetű volt, és az ásás is könnyebbnek bizonyult.

BIRKÁS (2017b) alapján nehéztárcsás tarlóhántás és az azt követő elmunkálást követően a 2-3 hét elteltével indul meg a biológiai élet, ugyanúgy a morzsásodás is. Ha az ásás nehézkes, mivel a talaj ülepedett, tömörödött, nem találunk benne gilisztát. Ekkor nagy a valószínűsége annak, hogy a talaj kedvezőtlen biológiai állapotú. Hasonló módon nem találtam gilisztát a frissen művelt talajban sem az életterük bolygatása okán. A bolygatatlan búzatarlón a talaj szerkezete, nyirkossága kedvező, biológiai állapota jó, így az ásás is könnyebb volt. Ekkor egy ásómintában 4 darab giliszta igen jó élőhelyre enged következtetni.

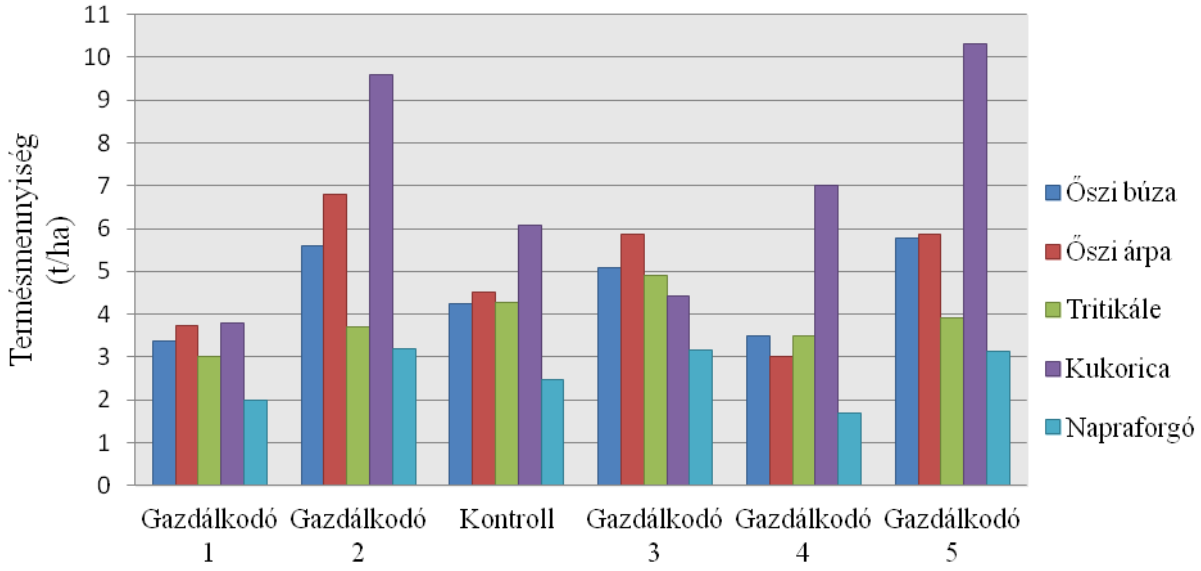
2. táblázat. Földigiliszta-tevékenység tanulmányozása.

	'A' terület	**'B' terület**	**'C' terület**
Giliszta	Nincs	4 db	Nincs
Járat	Nincs	Számos	Néhány
Növényi maradvány	Kevés	Sok	Kevés

5.7. A helyi termelők által termesztett növények értékelése a 2018-2019 tenyészidőkben, összefüggésben az időjárási jelenségekkel

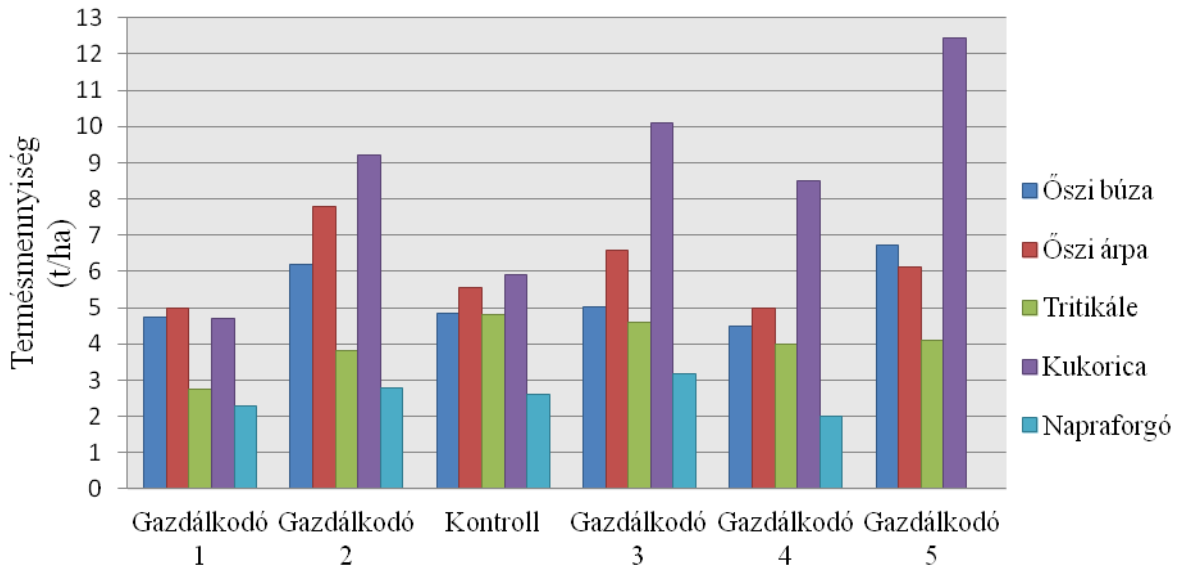
A Csataszög térségi táblák talajai jellemzően kötöttek, ezért fontos az okszerű talajművelési- és növénytermesztési technológia kiválasztása ahhoz, hogy sikeresen gazdálkodjunk az ilyen és ehhez hasonló hátrányos tulajdonsággal rendelkező területeken. Fontosnak tartom bemutatni azt, hogy a családunk által művelt földterületeken hogyan alakultak a termésátlagok a vizsgálati évek alatt, mivel a talajművelési technológiák helyes megválasztása szoros összefüggésben áll ezekkel az adatokkal. A környékbeli gazdálkodók hasonló nehézségekkel küzdöttek az évek során, így a szélsőséges időjárással, a termőföldek kötött talajával, valamint a gazdasági viszontagságokkal. ÁNGYÁN és MENYHÉRT (2004) szerint ugyanis száraz évjáratokban jelentős aszálykárra számíthatunk, ugyanakkor bőségesebb csapadék esetén a talajok nehezen művelhetők, belvízzel sújtottak.

A 2018. évben gazdaságunk (*Gazdálkodó 1*) által művelt saját tulajdonú, valamint bérelt fölterületeken 3,378 t/ha őszi búza termésátlagot sikerült elérnünk *(lásd: 5. ábra),* amely alulmúlta ugyan a Szolnok körzetben mért átlagértéket, viszont a szóban forgó 2018. évben jellemzően egységesen alacsonyabb hektáronkénti termésátlagok mutatkoztak az azt megelőző évekhez képest. A Nemzeti Agrárgazdasági Kamara Szolnok-térségi Hivatala által szolgáltatott információk alapján a körzeti termésátlag 4,24 t/ha volt. Az OMSZ tájékoztatása szerint a hideg március és a nagy kora tavaszi belvizek után a tavasz második felében szárazság és igen meleg idő következett, amelynek következtében minden növény gyorsabban és hamarabb fejlődött a szokásosnál. Ennek is köszönhető a Szolnok-térségi őszi búza, őszi árpa, valamint tritikále termésátlagok kisebb elmaradása a 2019. évben mért adatokkal összevetve *(lásd: 6. ábra).* A *Gazdálkodó 2* közel 40 aranykorona értékű földterületeken gazdálkodik, a *Gazdálkodó 5* pedig vetőmag-termesztés céljából öntözi az őszi búza és őszi árpa területeit. A tritikále termésátlaga 2018-ban a kontroll értékhez képest egyenlő eloszlást mutat a körzetben. A nyár hetekig tartó zivataros időt hozott 2018-ban, majd száraz idővel búcsúzott. Ősszel az ország nagyobb részén súlyos aszály alakult ki, és csak november végétől kezdődött meg a csapadékhiány pótlódása (OMSZ, 2018). A napraforgó termésátlaga a kontroll esetében 2,47 t/ha körül alakult, amelyet a vizsgált gazdák többsége felülteljesített. Ez az érték egy kevéssel magasabb tartományban zárult a 2019. évben, ugyanis a Szolnok-térségi termésátlag 2,62 t/ha volt. A *Gazdálkodó 2* magasabb aranykorona értékű földterületeken 3,2 tonna/hektár napraforgó átlagtermést ért el 2018-ban.



5. ábra. A térségben mért termésátlagok összehasonlítása a 2018. évben.

2019-ben ugyan az átlagostól enyhébb időjárás volt jellemző az országban, az őszi vetések jól teleltek, fagykár csak kevés területen okozott gondot. A tavasz első felében jelentősebb csapadékhiánnyal kellett számolni. Májusban megérkezett a csapadék, amely egyformán kedvezett az őszi és a tavaszi vetésű növényeknek. Júniusban erős hőhullám érte el az Alföldi területeket, mérsékelve a kalászosok hozamát (*lásd: 6. ábra*) (OMSZ, 2019). Gazdaságunkban az őszi búza 4,75 t/ha, az őszi árpa pedig 5,00 t/ha hozamot ért el, és a kontroll értékei – *őszi búza: 4,85 t/ha; őszi árpa: 5,57 t/ha* – körül alakult. Mint ahogyan az ábrán (*6. ábra*) is látható, a tririkále Szolnok-térségi átlagát egyik környékbeli gazda sem tudta meghaladni. A kukorica aratása ugyan még nem fejeződött be, de az eddigi részeredmények, valamint az OMSZ tájékoztatása alapján Magyarország területén jó kukoricatermés ígérkezik. A 2018. évben a kontroll érték 6,09 t/ha kukorica átlag volt, ezzel szemben az idei részeredmény 5,9 t/ha a térségben. Jelen állapot szerint a kutatásban szereplő földművelők többsége magasabb hektáronkénti termésátlagra számíthat, mint az ezt megelőző évben. A legnagyobb különbség a *Gazdálkodó 3* esetében látható, ugyanis a 2018. évi termésátlag 4,41 t/ha, míg a 2019-es részeredmény alapján ez az érték 10,1 t/ha körül várható. Kimagasló termésnövekedés várható a *Gazdálkodó 4* valamint *Gazdálkodó 5* esetében is.



6. ábra. A térségben mért termésátlagok összehasonlítása a 2019. évben

A kutatás alapján megállapítható, hogy a szántóföldi növénytermesztés sikerességét számos tényező befolyásolja. Az ingadozó termésátlagok oka lehet – többek között – a kedvezőtlen időjárás, valamint a nem megfelelő időben és módon alkalmazott növénytermesztési- és talajművelési technológia. A vizsgált évek kapcsán látható, hogy a 2018. év időjárása változékonyabb volt, míg a 2019. évben a gazdálkodóknak a májusi csapadék adott lehetőséget ahhoz, hogy magasabb termésátlagokat reméljenek.

Tapasztalataim szerint a környéken gazdálkodók – képességeikhez mérten – igyekeznek mindent megtenni a hatékonyabb termelés érdekében, ám ez nem mindig bizonyul elégségesnek. Előtérbe kell helyezni az évenkénti vetésváltást és a pontosan megtervezett vetésforgót, valamint a talajállapot vizsgálaton alapuló művelési technológia kiválasztását. A térségben gazdálkodók többsége az alapművelés eszközeként a lazítót használja, ugyanakkor a szántást is gyakorta alkalmazzák – sajnos sok esetben nem megfelelő időben, ráadásul elmunkálás nélkül. Ennek köszönhetően magas a vízvesztés az egyébként is problémás vízháztartású területeken. Gazdaságunk néhány évvel ezelőtt – szemléletváltást követően – kezdte használni a talajlazítót, mint az alapművelés fontos eszközét. Mára már oda jutottunk, hogy megfontoljuk a forgatásos talajművelés alkalmazását, előtérbe helyezzük talajlazítást, a kultivátoros, s olykor a tárcsás művelést, valamint a nyitott talajfelszín megfelelő módon történő lezárását.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Agroökológiai szempontból a talaj olyan élőhely, amelyet a ember fizikai beavatkozásokkal (műveléssel), különböző biológiai igényű és utóhatású növények termesztésével tudatosan befolyásol. Mivel a talajminőség-javítás a klímakár-mitigáció alapja, a kárcsökkentésre alkalmas művelés jótékony hatással van a talaj minőségére, beleértve a nedvességforgalmát, biológiai tevékenységét és megújulását (BIRKÁS és JOLÁNKAI, 2008).

Az alkalmazott talajművelési mód tudatos kiválasztásával hazánk magas fehérjeimport, valamint a világpiaci árak ingadozásából eredő bizonytalanság is csökkenthető. Továbbá, a fehérjenövények alacsony európai termesztési aránya következtében nincs elegendő kutatás és fejlesztés, miközben a fehérjenövények termesztése csökkenti a nitrogén-tartalmú műtrágyák alkalmazása iránti igényt, ezzel csökkentve a túlzott mértékű környezetterhelést.

A tudományos kutatások figyelme azonban mind szélesebb körben kiterjed azokra a globális klímaváltozásból eredő talajdegradációs folyamatokra, amelyek veszélyeztethetik a hazánkban előállított termés és élelmiszerellátás biztonságát. Úgy vélem, a szakmabeliek felelősségvállalása mellett a társadalom egészének közös feladata az élhető jövő biztosítása, ezen okból kifolyólag folytatok vizsgálatokat a talajművelés és növénytermelés kapcsolatrendszerében.

Kutatásaimat 2018-2019 között végeztem a Jász-Nagykun-Szolnok megyében található Csataszög térségének talajain. A kötött talajokra alkalmas talajművelési technológiák vizsgálata során a következő tendenciák tárhatók fel. A 2-3 évenként ismétlődő lazítással a talaj levegőtlenségét szüntetjük meg. Fontos megjegyezni azonban, hogy a lazításnak valódi repesztő hatása csak a száraz talajok esetében érvényesül. Forgatásos talajművelést csak abban az esetben alkalmazzunk, ha azt kellően el is tudjuk munkálni. Ez ugyanis legtöbbször az időjárás függvénye. Ha kellő mennyiségű származadványt juttatunk vissza évről-évre a talajba, a humusztartalom remélhetően emelkedni fog. A talajba került nyers növényi maradványokat a földigiliszták folyamatosan aprítják, ezáltal segítik az egyéb lebontó szervezetek tevékenységét. Jellemzően azoknak a talajoknak jó a levegőzöttsége, amelyben nagy a földigilisztaszám. Nem elhanyagolandó, hogy a szántás giliszta-gyérítő hatású. Abban az esetben, ha nem kellő mélységben forgatjuk alá a növényi maradványokat, azokon gócpontként felszaporodhatnak növénykórokozók- és károsítók egyaránt. Növényvédelmi szempontból kulcskérdésnek találtam a vetésváltás alkalmazását, mivel a megelőzés, nagyságrendekkel jutányosabb, mint a későbbi növényvédelmi kezelések költségei. A vetésszerkezet összeállításánál kellő figyelemmel kell lenni az elővetemények, a termeszteni kívánt növényfajok szomszédságra,

valamint a növényfajok közös károsítóira is. Gazdálkodásunk során betartjuk a vidékfejlesztési támogatások igénybevételéhez szükséges *Helyes Gazdálkodási Gyakorlat* iránymutatásai által előírt és javasol vetésváltást, valamint az AKG előírásait egyaránt. Fokozott figyelmet szentelünk az esetleges herbicid utóhatásra is. A nyári tarlóhántás, - ápolás alkalmazását nem csupán az árvakelések megszüntetése miatt tartom fontosnak, hanem a talajnedvesség-visszatartás érdekében is. A hatásosan takart és hengerezett talajfelszín enyhíti a talajt érő hő-stresszt, különösen a nyári hónapokban.

Szántóföldi felvételezéseim során feltártam olyan talajt, amelyen gazdálkodás eredetű művelési kár nyomait véltem felfedezni. A talajokat leginkább tömörítő két művelet a szántás és a tárcsázás. Fontos, hogy szorgalmazzuk a művelés mélységének változtatását, alkalmazzuk a lazítást, de kerüljük a talajművelő gépekkel a nedves talajon való járást. A tömörödés egyik megoldása a megfelelő módon megválasztott gépkapcsolás, amivel egy menetben több munkaművelet elvégezhető, ezáltal a taposási kár csökkenthető. Kutatásom során vizsgáltam azokat a Csataszög térségi (*A, B, C, D* és *E*) talajokat is, amelyek a gazdaságunk művelése alatt állnak. Az talajok agronómiai szerkezetének vizsgálatával és az kapott adatok értékelése eredményeként megállapítottam, hogy a '*C*' terület túlzottan rögös szerkezetű. Javaslatot tettem arra, hogy a kialakulóban lévő káros tömörödésnek elejét vehessük. Rögösödő talajokon megoldást jelenthet a mélylazítás. Rögaprításkor azonban fennáll a porosodás veszélye, amelyet az '*E*' területen is észleltem. A porosodás és ülepedés megelőzése szervesanyag-utánpótlással lehetséges. Úgy találtam, az odafigyeléssel végzett tarlóhántás-tarlóápolásnak valóban talajnedvesség-megőrző szerepe van. A felszínvédelem óvja a már-már rögössé vált talajt a kiszáradástól és a zsugorodástól. Az *A, B* és a *D* területek talajainak jó minőségben történő megtartása nagy kihívás, el kell kerülni a kedvező talajtulajdonságokat tönkretevő, művelésből eredő hibákat.

Vizsgálataim során összehasonlító elemzést végeztem, amelynek során gazdaságunk termésátlagait összevetettem más, helyben gazdálkodók átlagaival. Megállapítható, hogy a gazdaság termései a legtöbb esetben elmaradnak a környékben gazdálkodók, de a térségi eredményektől is. Ennek oka lehet – többek között – a lazítás hosszabb időközönkénti alkalmazása, valamint – az őszi búza és őszi árpa esetén – a tarlómaradványok területről való lehordása. Az ingadozó termésátlagok oka lehet még – egyebek mellett – a szélsőséges időjárás, a belvíz kialakulása a kötött, agyagos talajokon és az aszálykár is. Mindezek kiküszöbölése érdekében célszerű fenntartható talajművelési technológiák alkalmazása, ami mára már szinte elengedhetetlen a biztonságos termesztés megvalósítása érdekében.

A jövőben másodvetésű zöldtrágya-növények termesztését tervezem, ugyanis ez a gazdaságban jelenleg nem alkalmazott módszer. Termesztésével ugyanis védőréteget képzünk a talaj felszínén, amely nedvességmegőrző hatása mellett a talajba juttatva növelheti a talaj szervesanyag-készletét. Környékünkön az egykori termelőszövetkezet által kialakított csatornák és zsiliprendszerek adottak, így terveim között szerepel az egyes területek öntözési technológiájának megtervezése, a növényfajok kritikus fenofázisában fellépő vízigényének kielégítése céljából. Mindehhez növelnünk kell a meglévő géppark-állományt. Véleményem szerint megtérülhet az olyan erőgép vásárlása, amely gumihevederekkel felszerelt, alkalmazásával ugyanis a taposásból eredő kár megelőzhető. Beruházni tervezek – a teljesség igénye nélkül – több talajművelési eszközre, mint a Cambridge-henger, amely jó rögtörő és erős tömörítő hatású, továbbá kompaktorra (kombinátor, simító, két rögtörő henger) is. Hosszú távú terveim között szerepel egy állattartó telep kialakítása, valamint az ehhez szükséges takarmánynövények termesztése.

Javaslataimat a hátrányos adottságú, nehezen művelhető talajok javítása, optimális használata, valamint minőségének fenntartása érdekében tettem. Prof. Dr. Birkás Márta szerint ugyanis: „a talajnak nem csak a » sírását « kell meghallani, hanem az üzenetét is”.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatom legfőbb következtetése az, hogy a talajok fenntartható használata az elsődleges cél mindannyiunk számára, mivel legnagyobb mennyiségben a szántóföldön állítunk elő élelmiszer-alapanyagot. A talajdegradációs folyamatok felerősödtek az utóbbi években. Felerősítő tényezője az időjárás, amelynek szélsőséges váltakozásában az ember is szerepet játszik. Dolgozatomban szakirodalmi és tapasztalati gyűjtés alapján áttekintettem a kötött talajok művelési és termesztési nehézségeit. Sajátos része a dolgozatnak az, hogy legjobb tudásom szerint mutatom be az alkalmazkodó technológiákat a kötött talajok sajátosságaihoz mérten. Bemutattam azokat a művelési és termesztési lehetőségeket, amelyekkel biztonságossá tehető a növénytermesztés a klimatikus nehézségek ellenére is. Úgy látom, hogy az integrált talajművelési és növénytermesztési rendszerek széles körű elsajátítása révén a termelés gazdaságossá tehető a környezet károsítása nélkül, így a fenntarthatóság a termőhelyre adaptált technológiával alapozódik meg.

Kutatásaim során vizsgáltam – egyebek mellett - az általam választott területek talajainak agronómiai szerkezetét, majd statisztikai módszerekkel értékeltem az eredményeket, és következtetéseket vontam le. Az összegyűjtött adatok elemzése során a kötött talajok frakcióinak vizsgálatát párhuzamba vontam a különböző művelési technológiákkal, valamint a környezeti tényezőkkel. A kutatás rávilágított arra, hogy abban az esetben, ha jó időben és megfelelő módon alkalmazzuk a választott talajművelési technológiákat, akkor a nehezen művelhető, problémásnak mondható talajaink kezelhetővé válnak, nem romlik a fizikai-biológiai kondíciójuk. A vizsgálatokat összegezve megállapítható, hogy a kötött talajokra alkalmas talajművelési technológiák kiválasztásánál alapvető tényező az időjárás. Ezek a talajok ugyanis hajlamosak a kiszáradásra, zsugorodásra. A megfelelő minőségű magágy a forgatás mellőzésével biztonságosan kialakítható, kötött talajokon nem javasolt a minden évben történő szántás – sokkal inkább a lazítás.

Az okszerű művelés és talajkímélés révén elősegíthetjük a további termesztési beavatkozások eredményességét is. Eddigi vizsgálataim nyomán úgy látom, sokévnyi tapasztalat, és próba szükséges ahhoz, hogy a kötött talajokon megfelelő mennyiségű és minőségű termés-produkció legyen elérhető. Ugyanakkor a talajok kímélése teszi lehetővé, hogy a fentiekben taglalt szempontok figyelembe vételével jövedelmező növénytermesztés legyen elérhető a talajok és a környezet minimális károsítása mellett annak érdekében, hogy hazánk népessége a jövőben is megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszerhez juthasson a környezet minimális károsítása mellett.

8. IRODALOMJEGYZÉK

Ángyán J. – Menyhért Z. (2004): Alkalmazkodó növénytermesztés, környezet- és tájgazdálkodás. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. ISBN: 963 9553 14 X.

Antal J. (szerk.) (2005): A növénytermesztés alapjai. In: Növénytermesztéstan 1., Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Antal J. (szerk.) (2005): Növénytermesztéstan 2. Olaj-és ipari növények, Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Balázs S. (1996): Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Barczi A. – Stefanovits P. (2004): Magyarország tájai és talajviszonyai. Egyetemi jegyzet. Szent István Egyetem, Gödöllő.

Birkás M. – Gyuricza Cs. (2005): Talajhasználati rendszerek. A növénytermesztés alapjai. Növénytermesztéstan 1. (szerk. Antal J.), Mezőgazda Kiadó, Budapest, 148-151.

Birkás M. (1996): Talajművelés. In: Földművelestan 96-191. (szerk. Nyíri L.). 2. kiadás. Mezőgazda Kiadó, Budapest

Birkás M. (2001): Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban. Akaprint Nyomdaipari Kft, Budapest.

Birkás M. (szerk.) (2002): Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés. Akaprint Kiadó, Budapest. 345.

Birkás M. (2005): Talajművelési ajánlások az integrált növénytermesztéshez. Gyakorlati Agrofórum, 16.6.

Birkás M. – Jolánkai M. (2008): A növénytermesztés és a klímaváltozás összefüggései. *In* Klímaváltozás: Környezet-Kockázat-Társadalom. Kutatási eredmények. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 131-151. ISBN: 978-963-9736-87-0

Birkás M. (2011): A biológiai szemlélet Kemenesy Ernő talajművelési munkáiban. In: Növénytermelés. 2011. 60. évfolyam 1. szám. 115-131.

Birkás M. (szerk.) (2006): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 413.

Birkás M. (szerk.) (2017a): Földművelés és földhasználat. Második, átdolgozott kiadás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 482.

Birkás M. (szerk.) (2017b): Talajművelési ABC. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 284.

Birkás M. (2019): Tudnivalók a talajról. *In* Birkás M. (szerk.): Talajművelők zsebkönyve. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest. 20-51.

Bíró Sz. (2010): A hazai birtokpolitika a közvetlen támogatási rendszer keretei között. Gazdálkodás, Agrárgazdasági információk, 2010. I. szám; AKI, Budapest.

Bolgár D. (2008): A kulák érthető arca. Fogalomtörténeti vázlat. In: Horváth S. (szerk.): Mindennapok Rákosi és Kádár korában. Új utak a szocialista korszak kutatásában. Nyitott Könyvműhely, Budapest, 50-93.

Bors R. (2008): Az üzemi struktúra fejlődésének irányai az EU tagországokban és Romániában. Doktori értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő. 186.

Csajbók J. (2012): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme. Egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetem. ISBN: 978-615-5183-33-1.

Csete L. – Várallyay Gy. (szerk.) (2004): Agroökológia. (Agroökoszisztémák környezeti összefüggései és szabályozásának lehetőségei). AGRO-21 Füzetek. 37.

Csikós G. (2018): A hagyományos paraszti társadalom felszámolása a Jászságban (1945-1965). RUBICON, 2012. Rubicon-Ház Bt.

Csipkés M. – Nagy L. – Szabó K. (2017): Magyarország Földhasználatának elemzése Rendszerváltástól napjainkig. In: Jelenkor társadalmi és gazdasági folyamatok, (2017) XII, 1-2. 141-152.

Dekemati I. (2020): A klíma-szenzitív és a klíma-védő művelés megfelelése különböző talajokon. Doktori értekezés, Gödöllő. 229.

Dvoracsek M. – Dvoracsek M.né (1957): Ősgyepek és művelés alatt álló talajok mikroaggregátumainak minősége. In: Agrokémia és Talajtan. 6. 4.

Farsang A. (2011): Talajvédelem. Egyetemi jegyzet. Pannon Egyetem Környezetmérnöki Intézet, Veszprém.

Fertő I. (1999): A magyar mezőgazdaság strukturális problémái az Európai Unióhoz való csatlakozás tükrében. Műhelytanulmányok, MTA Közgazdaságtudományi Kutatóközpont, Budapest, 50.

Földesi P. – Gyuricza Cs. (2011): A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata szántóföldi kísérletekben. Tájökológiai Lapok 9 (1): 191-201

Földesi P. (2013): Alkalmazkodó, környezetkímélő talajművelés feltételeinek megteremtése szántóföldi körülmények között. Doktori értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő. 124.

Frank J. (1999): A napraforgó biológiája, termesztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Hajtun Gy. (2016): A talajművelés professzora. Magyar Mezőgazdaság 21, Magyar Mezőgazdaság Kiadó Kft, Budapest.

Horoszné, M. (2007): Vízgazdálkodás – Természetvédelem – Földhasználat. Acta Agriaria Kaposváriensis. 11. (2). 53-66.

Huzsvai L. – Vincze Sz. (2012): SPSS-könyv. Seneca Books. ISBN: 978-963-08-5666-9. 333.

Huzsvai L. (2005): Az agroökológia modellezéstechnikája. Egyetemi jegyzet. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen.

Izsáki Z. (2014): A kötött agyag, szikes és javított szikes talajok alapművelési irányelvei. Agro Napló, 2009/08. szám, 49-50.

Janssen, C. – Hill, P. (1994): What Is Conservation Tillage? Department of Agronomy, Purdue University, West Lafayette, IN 47907.

Jolánkai M. (2005): Gabonafélék. In: Növénytermesztéstan 1. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 391.

Jóri J. I. - Rádics J. P. (2013): Gondolatok a sávos talajművelés (strip-tillage) hazai alkalmazásáról. Agro Napló, 9., 76-77.

Jóri J. I. (2018): A talajművelés fejlődéstörténete – Horizontális – vertikális – precíziós talajművelés. Agrofórum Online, 2018. (https://agroforum.hu/szakcikkek/talajmuveles/talajmuveles-fejlodestortenete-horizontalis-vertikalis-precizios-alapmuveles/) Letöltés ideje: 2019.05.21

Juhász I. (szerk.) (2009): Magyarország talajainak állapota (a Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer adatai alapján). Földművelésügyi Minisztérium Agrárkörnyezetvédelmi Főosztály. Budapest.

Kátai J. (2011): Alkalmazott talajtan. Egyetemi jegyzet. Kiadó: Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem.

Kende, Z. (2019): Klímakár eredetű talajminőség romlás és kármegelőzés. Doktori értekezés, Gödöllő. 128.

Kismányoky T. (2005): Növénytermesztési rendszerek. A növénytermesztés alapjai. Növénytermesztéstan 1. (szerk. Antal J.), Mezőgazda Kiadó, Budapest, 151-156 p.

Kismányoky T. (2014): In: Jó úton haladunk? Szántásos és/vagy forgatás nélküli talajművelés? Agro Napló, 10. 69-75.

Kollega Tarsoly I. (1997): Magyarország a XX. században, II. kötet. Természeti környezet, népesség és társadalom, egyházak és felekezetek, gazdaság. Babits Kiadó, Szekszárd, 704.

Kozák P. (2006): A belvízjárás összefüggéseinek vizsgálata az Alföld délkeleti részén, a vízgazdálkodás európai elvárásainak tükrében. Doktori értekezés, Szeged. 104.

Központi Statisztikai Hivatal (2016): A magyar mezőgazdaság regionális különbségei. Agrárium 2016, Gazdaságszerkezeti összeírás. 55.

Lal, R. (2002): Encyclopedia of Soil Science. Marcel Dekker, New York. 1450. ISBN: 0824708466.

Láng G. (1976): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Láng I. – Csete L. – Harnos Zs. (szerk.) (1983): A mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 265.

Ma Z. – Kang S. – Zhang L. – Tong L. – Su X. (2008): Analysis of impacts of climate variability and human acivity on streamflow for a river basin in arid region of northwest China. Journal of Hidrology. 352 (3-4). 239-249.

Makó A. – Tóth B. (2014): A talajok vízgazdálkodása és a talajtermékenység. Agro Napló, 2007/02. szám, Budapest.

Michéli E. – Fuchs M. – Gál A. – Simon B. – Szegi T. (2011): Talajvédelem. Egyetemi jegyzet. Szent István Egyetem, Gödöllő.

Michéli E. – Simon B. – Szegi T. – Steanovits P. (2006): Talajtani alapismeretek. Egyetemi jegyzet. Szent István Egyetem, Gödöllő.

Mizseiné Nyiri J. (2010): Birtoktervezési és rendezési ismeretek 2., Földtulajdon, birtokszerkezet és azok változásai. Egyetemi jegyzet. Nyugat-Magyarországi Egyetem.

Németh T. – Stefanovits P. – Várallyay Gy. (2005): Talajvédelem. Országos Talajvédelmi Stratégia tudományos háttere. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest.

Németh T. – Várallyay Gy. (2015): A természeti erőforrások fenntarthatósága. Mi van, ha nincs? Gazdálkodás (3). 201-219.

Pálfai I. (2005): Belvizek és aszályok Magyarországon. Hidrológiai Tanulmányok. Közlekedési Dokumentum Kft., Budapest.

Pepó P. - Sárvári M. (2011): Gabonanövények termesztése. Egyetemi jegyzet. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem.

Pepó P. (2005): Olaj- és ipari növények. In: Növénytermesztéstan 2. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 595.

Radics L. – Pusztai P. (2011): Alternatív növények korszerű termesztése. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

Rátonyi T. (2007): Hagyományos és talajkímélő termesztéstechnológiai rendszerek talaj fizikai állapotára gyakorolt hatásának értékelése. Munkabeszámoló. OTKA. http://real.mtak.hu/844/

Sándor R. (2014): A léptékfüggés a talaj vízgazdálkodási tulajdonságaiban, valamint a megfigyel hőmérsékleti adatsorokban. Doktori értekezés, Szeged. 141.

Sárdi K. (2011): Tápanyaggazdálkodás. Egyetemi jegyzet. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem.
Sárvári M. (2011): Egyéb gabonanövények termesztése. Egyetemi jegyzet. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem.
Schmidt R. (2011): Földművelestan. Egyetemi jegyzet. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem.
Sipos G. – Racskó J. – Rátonyi T. (2005): A forgatásos és a forgatás nélküli talajművelés jellemzői és tapasztalatai. Egyetemi jegyzet. Debreceni Egyetem.
Sipos M. (1999): Munka – és termelőszövetkezetek a mezőgazdaságban. Acta Universitatis Szegediensis; Acte juricida et politica. 55. 24. Szeged, JATE ÁJK Tud. Biz., 334-341.
Stefanovits P. – Filep Gy. – Füleky Gy. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 470.
Stefanovits P. (1956): Magyarország talajai. Akadémia Kiadó, Budapest.
Stefanovits P. (1981): Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
Stefanovits P. (1989): Az agyagásvány-összetétel szerepe a talajok savasodásában. Agrokémia és Talajtan, 38 (1-2). 145-154.
Sváb J. (1973): Biometriai módszerek a kutatásban. Második, átdolgozott, bővített kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 513. p.
Szabó Gy. (2010): Föld – és területrendezés 2., Agrárvilági fordulatok, magyar reformok. Egyetemi jegyzet. Nyugat-magyarországi Egyetem.
Szabó-Kozár J. (1998): Növénytermesztési ismeretek. Agrárszakoktatási Intézet, Budapest.
Szabóné Kele G. (2018): Amit a talajról feltétlenül tudni kell. Agro Fórum Online. https://agroforum.hu/szakcikkek/talajmuveles/amit-talajrol-feltetlenul-tudni-kell/
Székely Cs. (1992): Az üzemi forma és méret meghatározása az átalakuló mezőgazdaságban. Gazdálkodás, XXXVI. (2), Budapest.
Szilvay G. (2012): Tóth Judit a kulákokról: Akit megbélyegeztek, az nem szabadulhatott. Mandiner Press Kft.
Tóth G. - Hengl. T. – Hermann T. – Kocsis M. – Tóth B. – Makó A. – Berényi Üveges J. (2015): Magyarország mezőgazdasági területeinek talajtulajdonság-térképei (Soil property maps of the agricultural land of Hungary). EUR 27539; doi 10.2788/318926.
Tóth G. (2003): Fönntartható mezőgazdasági földhasználat; az integrált tervezés lehetőségei. Földrajzi Értesítő LII. 3-4. 215-227.
Tóth Z. (2017): Földhasználati rendszerek. In: BIRKÁS M. (szerk). Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 395-414.p
Udvardy P. (2010): Növény-és állattani ismeretek 2., Gabonafélék termesztése, Nyugat-Magyarországi Egyetem.
Várallay Gy. (1985): Magyarország 1:100 000 méretarányú agrotopográfiai térképe. Agrokémia és Talajtan. 4. (1-2). 243-248.
Várallyay Gy. (1999): A talajfizika gyakorlati alkalmazása a fenntartható használatban. Gyakorlati Agrofórum. (10). 7. 4-7.
Várallyay Gy. (2003): A mezőgazdasági vízgazdálkodás talajtani alapjai. Egyetemu jegyzet. FVM Vízgazdálkodási Osztály, Budapest, 164.
Várallyay Gy. (2005): Talajvédelmi Stratégia az EU-ban és Magyarországon. Agrokémia és Talajtan, 54. (1-2). 203-216.

Várallyay Gy. (2006): Soil Degradation Processes and Extreme Soil Moisture Regime as Environmental Problems in the Carpathian Basin. Agrokémia és Talajtan. (55). 9-18.

Várallyay Gy. (2010): A talaj, mint váztározó, talajszárazodás. KLÍMA-21 füzetek. (59). 3-25.

Várallyay Gy. (2012): A talajnedvesség szerepe a növény vízellátásában. *In* Talaj-víz-növény kapcsolatrendszer a növénytermesztési térben. I. Talajtani, Vízgazdálkodási és Növénytermesztési Tudományos Nap. MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest. 17-22.

Várallyay Gy. (2013): A talajok vízgazdálkodása. Magyar Tudomány, Budapest. (11).

Várallyay Gy. (2015): Soil as a Multifunctional Natural Resource. Columella (2). 1. 7-17.

Várallyay Gy. – Szűcs L. – Rajkai K. – Zilahy P. – Murányi A. (1980): Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategória rendszere és 1:100000 méretarányú térképe. Agrokémia és Talajtan. 29. (1-2). 77-112.

Vaszita E. (2013): A talajt fenyegető degradációs folyamatok. A talajtömörödés. Elméleti összefoglaló. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.

Vincze M. (szerk.) – Birkás M. – Dorogi I.- Szalai T. (1995): Földműveléstani praktikum. Egyetemi jegyzet. Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar, Földműveléstani és Növénytermesztéstani Tanszék, Gödöllő.

Western A. W. – Grayson R. B. – Blöschl G. – Wilson D. J. (2003): Spatial variability of soil moisture and its implicaions for scaling. *In*: Pachepsky Y. – Radcliffe D. E. – Selim M. H. (2003): Scaling methods in soil physics. CRC Press. 119-142.

http1: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0008.html

http2: http://kormanyablak.hu/hu/feladatkorok/49/FOLDM00005

http3: http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=161522.344748 jogszabály

http4: https://www.ksh.hu/docs/hun/agrar/html/tabl1_4_1_1.html gabona

http5: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn007b.html csak a tritikále

http6: ksh.hu/docs/hun/agrar/html/tabl1_4_1_3.html csak a napraforgó

http7: http://enfo.agt.bme.hu/gis/korinfo/

http8: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_qlf005a.html

http9: https://www.vaderstad.com/hu/tudastar/talajmvelesi-eljarasok/hagyomanyos-mveles/

MELLÉKLETEK

1. A dolgozatban megtalálható ábrák jegyzéke
2. A dolgozatban megtalálható táblázatok jegyzéke
3. Az agronómiai szerkezet alakulása az *A, B, C, D* és *E* kísérletekben (2018) (%)
4. Az agronómiai szerkezet alakulása az *A, B, C, D* és *E* kísérletekben (2019) (%)
5. Az *A, B, C, D* és *E* területek nagymorzsa frakció-értékeinek összehasonlítása (%)
6. Az *A, B, C, D* és *E* területek kismorzsa frakció-értékeinek összehasonlítása (%)
7. Az *A, B, C, D* és *E* területek porfrakció-értékeinek összehasonlítása (%)

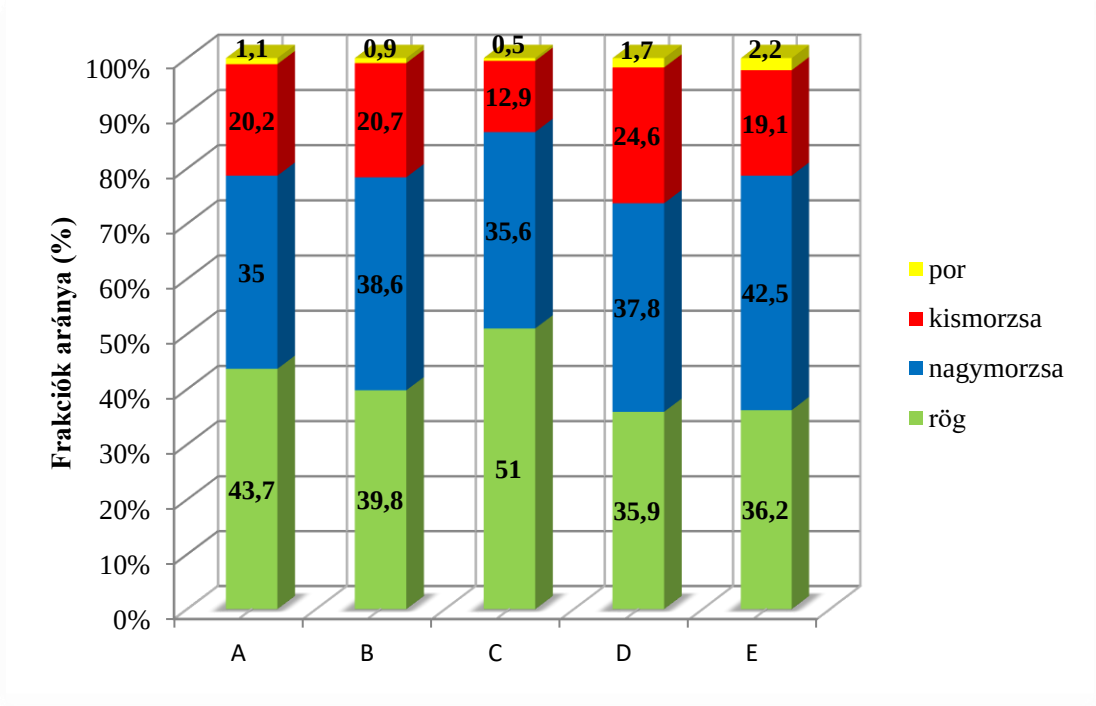
M1. A dolgozatban megtalálható ábrák jegyzéke

1. ábra	Kedvezőtlen, közepes és jó vízgazdálkodású tulajdonságokkal rendelkező talajok megoszlása Magyarországon.
2. ábra	Szolnok térség csapadékösszegei 2018-2019. évben
3. ábra	Az *A, B, C, D* és *E* területek rögfrakció-értékeinek összehasonlítása
4. ábra	A Levene-próbához tartozó empirikus szignifikanciaszintek
5. ábra	A térségben mért termésátlagok összehasonlítása a 2018. évben
6. ábra	A térségben mért termésátlagok összehasonlítása a 2019. évben

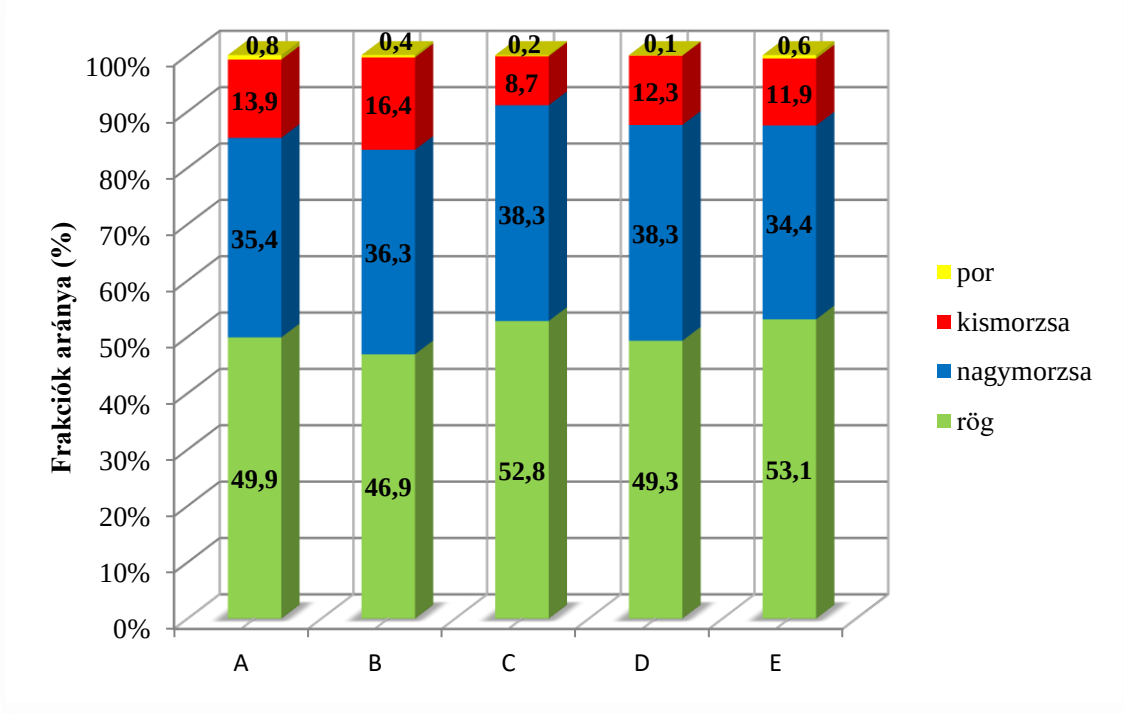
M2. A dolgozatban megtalálható táblázatok jegyzéke

1. táblázat	A vizsgált területek vetésforgója
2. táblázat	Földigiliszta-tevékenység tanulmányozása

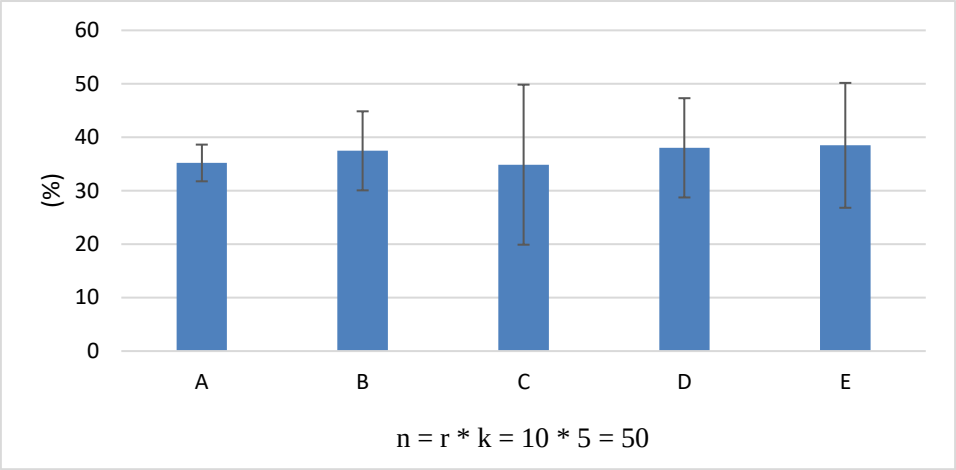
M3. Az agronómiai szerkezet alakulása az *A, B, C, D, E* kísérletekben (2018)



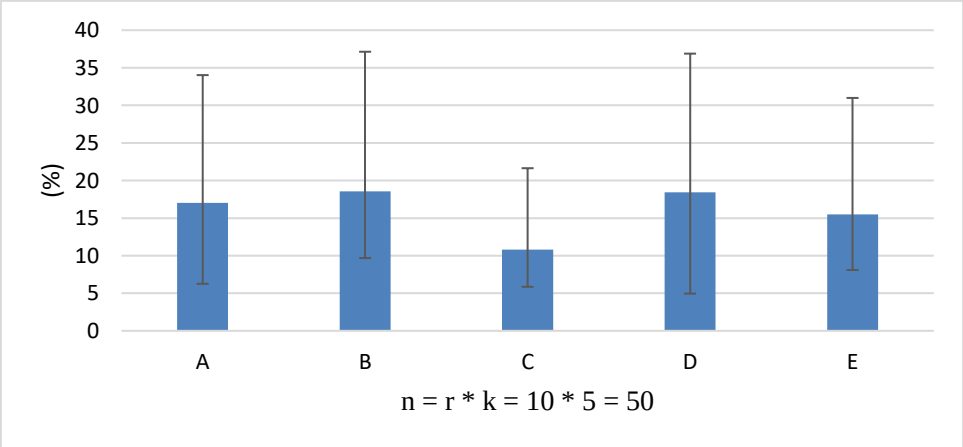
M4. Az agronómiai szerkezet alakulása az *A, B, C, D, E* kísérletekben (2019)



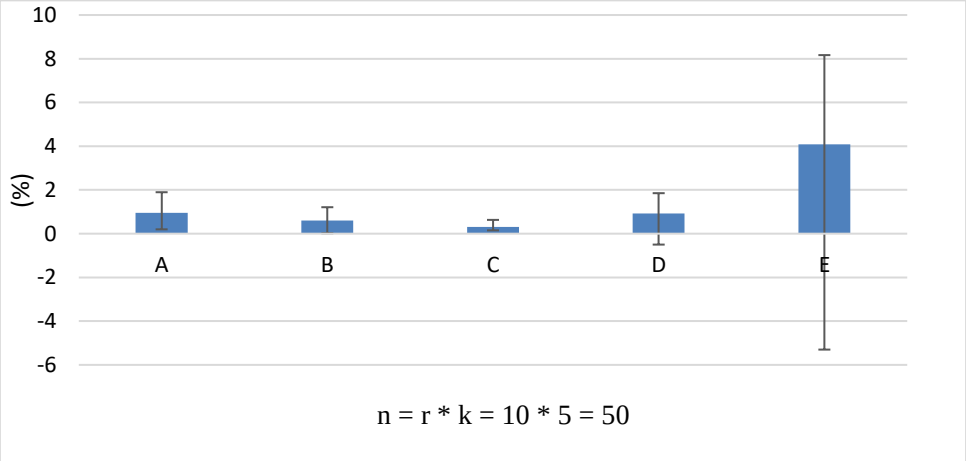
M5. Az *A, B, C, D* és *E* területek nagymorzsa frakció-értékeinek összehasonlítása



M6. Az *A, B, C, D* és *E* területek kismorzsa frakció-értékeinek összehasonlítása



M7. Az *A, B, C, D* és *E* területek porfrakció-értékeinek összehasonlítása



KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném köszönetemet kifejezni *Mindazoknak*, akik dolgozatom elkészítésében fizikailag, szellemileg és lelkileg egyaránt támogattak, segítettek.

Köszönetemet fejezem ki:

Prof. Dr. Birkás Mártának, témavezetőmnek, aki szakmai irányításával, támogatásával, bíztatásával folyamatosan segítette munkámat,

Dr. Vinogradov Szergejnek, aki a dolgozat statisztikai részében nyújtott segítséget,

Dobiné Kovács Katalin laboránsnak, aki a laboratóriumi vizsgálatokban való közreműködés mellett szakmai tanáccsal is segítette munkámat,

Gergely Ildikó laboránsnak, aki a talajtani vizsgálatokban nyújtott segítséget,

Bálint Benedeknek, aki szakmai tanácsokkal segítette munkámat,

Azoknak a *gazdálkodóknak*, akik adataikkal nyújtottak segítséget,

Végül, de nem utolsó sorban köszönettel és hálával tartozom *Családomnak*, különösen *Édesapámnak*, aki a talajmintavételi-vizsgálatokban nyújtott segítsége mellett szakmai tapasztalataival folyamatosan segítette munkámat és *Édesanyámnak*, aki a kezdetektől fogva támogatott, valamint *Nagyapámnak* és *Nagyanyámnak*, akik mindig hittek bennem.