



Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi kar
Növénytermesztési Intézet
Földműveléstani Tanszék

Hagyományos és a kímélő talajművelés Szomód térségében

Készítette: Magyaros Tibor
Évfolyam: MGM BSc III.

Belső témavezető: Dr. Birkás Márta DSc
Beosztása: egyetemi tanár

**GÖDÖLLŐ
2013**

Tartalomjegyzék

Bevezetés és célkitűzések	Oldalszám: 3
1. Irodalmi áttekintés	4
1.1 A talajművelés célja és jelentősége	4
1.2 A hagyományos sokmenetes talajművelés és az intenzív talajhasználat hatása	6
1.3 A talajkímélő művelés hatása	12
1.4 A talajkímélő földhasználat célja és jelentősége	15
2. Módszerek	19
2.1 A vizsgálatok céljai	19
2.2 A vizsgálatok körülményei	19
2.3 A vizsgálatok módszerei	20
3. Eredmények	24
3.1 A talaj állapot jellemzése az őszi beavatkozások után	24
3.1.1 A hagyományos és talajkímélő művelés hatása a talaj szerkezetre	24
3.1.2 A hagyományos és talajkímélő művelés hatása a biológiai aktivitásra	27
3.1.3 Tavaszi talajállapot felmérés	27
3.2 A talaj állapot jellemzése a magágy készítést követően	30
3.3 A talaj állapot jellemzője a vetést követően	30
3.4 A talaj állapot vizsgálata betakarításkor	34
3.5 A talajművelési szemléletmódok Szomód térségében	36
4. Értékelés és következtetések	38
5. Összefoglalás	40
6. Köszönetnyilvánítás	41
7. Irodalomjegyzék	42
8. Mellékletek, függelék:	44
9. Nyilatkozat	50

Bevezetés és célkitűzések

Magyarország összterületének közel a felén folyik szántóföldi növénytermesztés. A növénytermesztés fenntarthatósága érdekében elvárható az altalaj, és kiemelt módon a feltalaj, vagyis a talaj termőrétegének megóvása. E cél teljesítése művelési szemléletváltozást kíván, mivel a sokáig helyesnek hitt sokmenetes – és szervesanyag-vesztő műveléssel a talajok állapota leromlott, a talajok érzékenyvé váltak a szélsőséges időjárással szemben.

A talaj fizikai, biológiai és kémiai állapotát az adott körülményekhez képest mindig a lehető legkedvezőbb szinten kell tartani, és lehetőség szerint javítani. A hangsúlyt a mezőgazdaságban is, mint mindenhol, a kármegelőzésre kell fektetni. Olyan környezet tudatos művelést kell alkalmazni, amelynek eredményeként a talaj tolerálni képes az egyre szélsőségesebb klimatikus hatásokat.

2012-ben a SZIE Növénytermesztési Intézet Földműveléstani Tanszékén kezdődött el a dolgozat témáját adó kutatási munka, amely szántóföldi körülmények között a talaj minőségi jellemzőinek vizsgálatára irányul. A kísérlet helyszínül a Dunántúlon, Komárom-Esztergom megyében, Szomód község határában lévő szántóföldi parcella szolgál. A kutatás célja egyrészt a rendszeresen művelt feltalaj agronómiai szerkezeti arányainak nyomon követése eltérő művelési módszer alkalmazása esetén. További feladat annak vizsgálata, hogy a művelési módszerek miként hatnak a talajnedvesség alakulására, a lazult-réteg mélységére, alakítanak-e vagy éppen enyhítik a művelési talpakat. Vizsgálati cél az is, hogy milyen mértékben tömörödik vissza a talaj a művelést követően, és mennyi idő alatt, valamint a növények gyökérzete milyen irányban fejlődik a folyamatosan változó fizikai és biológiai minőséget mutató talajban. A megfigyelés részét képezi a talaj érzékenységének és biológiai életének vizsgálata a változékony klíma, és a különböző talajművelési módok függvényében.

A kutatásokat az elmúlt évek szélsőséges időjárása, vagyis az emlékezetesen csapadékos 2010. év, az azt követő aszályos 2011-2012. tenyészidők problémái, és mindezek talajokra gyakorolt sajátos hatása ösztönözte. A növénytermesztés számos kihívással nézett szembe a múltban is, és néz szembe a jelenben is. Ezek közé kell sorolni a klímajelenségeket is. Jelen kutatás remélhetően hozzájárul ahhoz, hogy a gazdálkodók nem csak akkor fordulnak a kárenyhítő módszerek felé, amikor nagy a baj, hanem időben megismerve a kármegelőzési módszereket, azokat okos módon, és tudatosan alkalmazni lesznek képesek.

1. Irodalmi áttekintés

1.1 A talajművelés célja és jelentősége

„A földművelés – Cato nyelvén (latinul) *agricultura*. A kultúra egyik jelentése művelt állapot.” – BIRKÁS et al. (2001) megfogalmazása szerint. A művelés szó magában hordozza egy cselekvés sorozatnak a végzését, valamint a cselekvés folytonosságát. Tehát a talaj művelése folytonosságot igényel és ahhoz, hogy ezt a folytonosság meg tudjuk őrizni, szem előtt kell tartani a talaj állapot fenntarthatóságát.

Az 1800-as évek végén Cserháti a *talajművelés célját* a következő képen fogalmazta meg. *Szükséges a talaj termőrétegét jó, termesztésre alkalmas állapotba hozni és ezt meg is tartani.* A talaj kondíciónak megtartása, amelyről ekkor Cserháti írt, előre vetítette az azóta már egyre inkább fontossá váló szemléletet, a fenntartható gazdálkodást. Ténylegesen szem előtt kell tartanunk a talajművelés során a védelmet, mivel a talaj szerkezetét, fizikai- és biológiai életét tönkre tenni könnyű, helyreállítani az okozott károkat viszont nagyon nehéz, valamint költség- és időigényes.

A talajművelés célja SIPOS (1978) szerint, olyan fizikai talaj állapot létrehozása mechanikai úton, amely a talajban lejátszódó folyamatok szabályozásával a természeti kívánt növény igényeit optimális mértékben kielégíti. A talaj művelése, olyan tudatos emberi beavatkozás, amely a növény számára a legkedvezőbb talaj állapotot hozza létre. Véleményem szerint ez a megközelítés hiányos abban a tekintetben, hogy nem tesz említést a talaj biológiai életének megóvásáról. A jó talaj kondícióhoz hozzá tartozik a megfelelő biológiai élet, hasonló módon, mint az ideális fizikai állapot. Az évszám azonban mindent megmagyaráz.

A Nyiri László által szerkesztett Földműveléstan könyvben BIRKÁS (1993) nyomán *„Talajművelésnek nevezzük a talaj felső, ún. rendszeresen művelt rétegének, szükség szerint mélyebb rétegeinek művelőeszközzel végzett fizikai állapotváltozását, annak érdekében, hogy a kultúrnövény szaporító anyagának biztosítsa a csírázás, a kelés, a gyökeresedés, majd a vegetáció során a fejlődés és a termésképződés feltételeit”*. A szerző szerint a talaj megművelése olyan hosszabb időszakra ható beavatkozás, amelynek célja nem csak a talaj fizikai állapotának védelme, hanem a talaj biológiai életének, nedvesség megőrző képességének és levegőforgalmának kedvező befolyásolása. Sok év tapasztalata, hogy a jó kultúrállapotú talaj abban az esetben tud ideális termő közeget biztosítani a növény számára, ha a fizikai és biológiai paraméterei egyforma módon megfelelő értékeket képviselnek. Kiemelném a fenti idézet egy nagyon lényeges mondani valóját, miszerint szükséges a

mélyebb rétegek művelése is. Amennyiben a talajt középmező- vagy mélylazítással műveljük, jelentős mértékben lazultabb és jobb víz- és levegő háztartással rendelkező talajt kapunk.

A hagyományos sok menetes talajművelés nagymértékben károsította a talaj szerkezetét. Később az intenzív művelés káros hatásait vizsgálva a talajművelési cél átértékelődött a huszonegyedik század elejére. BIRKÁS et al. (2002) szerint előtérbe kell kerülnie a kármegelőzésnek és a talajvédelemnek, ebben az esetben a növény igényei is teljesülnek. Elengedhetetlené vált tehát a talajvédelem és a növénytermesztés folyamatainak, és azok szoros kölcsönhatásainak fenntartása.

A talajművelés célja, BIRKÁS et al. (2006) közlése szerint „*a talaj fizikai- és biológiai állapotának javítása és megkímélése a termesztési és a védelmi feladatoknak megfelelő mélységig*”. A művelési eljárások szakszerű alkalmazásával könnyen kielégíthető a talajvédelem, és a növénytermesztés biztonságának igénye. Növénytermesztésben a jól kezelt, kedvező fizikai és biológiai állapotban lévő talajon a növény szükségleteinek okszerű teljesítése kevesebb kárt, és csekélyebb költségeket ró ki a gazdálkodóra. Úgy gondolom, hogy a gyakorló gazdáknak napjainkban jelentős problémát okoznak a növénytermesztés során felmerülő költségek. A talajművelés során az emelt menetszámban elvégzett munka többletterhet jelent. Amennyiben a több művelet végrehajtása során újabb károk keletkeznek a talajban, a kár enyhítése is újabb költséget fog felemészteni. Ezért fontos megjegyezni, hogy a talajművelést a szükség szerint legkevesebb menetszámban végezzük így a költségek is csökkennek, és a talaj szerkezete sem romlik. Fontos továbbá, hogy az okszerűen kevés menetű művelés a talaj biológiai életének is kedvez.

A fentiekben összefoglaltak alapján az elkövetkező évtizedekben a talajművelés fő feladata lesz a túlzottan intenzív, és a hagyományos talajhasználat által lerontott talajok védelme, kímélése, és kultúrállapotban tartása. Az elmúlt évek tapasztalatai azt mutatják, hogy a szélsőséges időjárás által okozott nehézségek az alkalmazkodásra is kényszerítik a talajművelő gazdákat.

A talajművelési célok mellett fontosnak tartom a *művelés jelentőségének* megtárgyalását is. E feladat fontosságát kiemeli a megművelendő területek nagysága, a művelésre fordított energia-költség és idő. Emellett elengedhetetlen hangsúlyozni azt, hogy nem csekély mértékben a termés mennyiségét is befolyásolja a művelés minősége. A korábbi talajművelési definíciók (pl. VINCZE et al., 1995) szóltak a talajművelés jelentőségéről, a művelési szempontokról, de nem tettek említést a talaj védelemről. A talajt kímélő műveléssel évről évre kultúrállapotban kell tartani, ezáltal a növény igényeit kielégíteni.

BIRKÁS (1993) szerint „*a talajművelés jelentősége*

- *a növények termesztési rendszerében elfoglalt helyétől,*
- *a termésre gyakorolt hatásától,*
- *a talajvédelemben betöltött szerepétől,*
- *idő-, energia-, és költségigényétől függ.*”

A talajmunkák megközelítőleg 90%-a a vetés idejére befejeződik. A vetést követő munkálatok felszínalakítás, sorközművelés, bakhát kialakítás valamint más egyéb felszínformáló munkák főként a talaj kultúrállapotban tartását szolgálják. A mag talajba kerülését és a növény fejlődését a vetéstől a betakarításig egyforma módon meghatározza a talajművelés rendszere. Az elővetemény szármadványának aprítása és talajba dolgozása, a tarlókezelés, az alapművelés mélysége és időzítése, valamint elmunkálása illetve a magágy készítés kihatással van a növény fejlődésére. Ezért úgy gondolom, hogy a talajt megmunkáló szakembereknek és gazdáknak oda kell figyelniük a talajművelés minden részletére, mert alapvetően ez határozza meg a termesztés esélyeit a jövőben.

1.2 A hagyományos sokmenetes művelés és az intenzív talajhasználat hatása

A hagyományos talajművelés témakörének tárgyalását, úgy gondolom, szükséges magának a fogalomnak tisztázásával kezdeni. BIRKÁS et al. (2002) szerint a hagyományos talajművelés legfőbb jellemzői a *nagy menetszám*, amely akár 6-10 menetet is jelenthet, és mindez a beavatkozások külön-külön elvégzett meneteiből adódik össze. Jellemzője a *nagy időigény*, amelyet többnyire a már említett emelt menetszám vagy pedig az előzőleg elrontott művelés kijavítása eredményez. Fontos jellemzője a *nagy energiaigény*, amely elsősorban a rossz kultúrállapotú talajok esetén szembetűnő, mint például a jelentős mértékben tömörödött talaj esetében. Jellemző tényező továbbá a művelés mélységének megválasztása, amelyet nagyon gyakran kizárólag a növény igényéhez igazítanak, és nem veszik figyelembe a talaj nedvességtartalmát, valamint tömörödését. A hagyományos művelési rendszerben gyakori hiba a mély szántás erőltetése, nem számolva ennek káros hatásaival. Téves felfogása a hagyományos talajművelést alkalmazóknak az, hogy a szármadvány a talaj művelhetőségét akadályozó tényező és ennek okán azt mélyre szántani szükséges, nem gondolva arra, hogy a talaj mélyebb részeibe juttatott szerves anyagnak több idő szükséges a lebomláshoz, mint a felszín közeli állapotban lévőeknek, valamint nem gondolnak arra, hogy a részben talajfelszínen hagyott maradványok milyen mértékben nyújtanak védelmet a talajnak a heves esőzések és a tűző napsütéssel szemben. A hagyományos művelést végző gazdák gyakran

esnek abba a hibába, hogy elsősorban a szármaradványoktól mentes, *szemre szép*, morzsás magágy készítést tartják szem előtt és nem foglalkoznak azzal, hogy milyen a talaj állapota a 6-10 cm magágy alatt. A hagyományos műveléssel megmunkált talajokat át lehet állítani esetlegesen az alkalmazkodó és kímélő művelésre, ám ez egy nagymértékű állapot javítást igényel. Értem ez alatt a középmély, majd pedig a mély talajlazítást, és a lazult állapot megkímélését. Okszerűen kell használni a kímélő művelési rendszerek eljárásait és eszközeit is. Fontos itt kiemelni, hogy a régóta elhanyagolt talajt ne egy menetben akarják mélyen átlazítani, hanem kellő fokozatosságot tartva folyamatosan mélyítsék azt, kímélve a talaj biológiai életét is.

A hagyományos talajművelés hátrányainak és háttérbe szorulásának megértéséhez szükséges a talajművelés fejlődéséből néhány gondolatot felidézni. Ezt legjobban BIRKÁS (1993) szerint tudom összefoglalni. Alapvető igazság az, hogy a földművelés minden korban jól mutatja a társadalom fejlettségi állapotát. Természetesen a fejlődésnek gátat szabhat a természet- és műszaki tudomány aktuális állása. Ennek a fejlődésnek kívánatos eredménye a jobb műszaki feltételek, a korszerű növénytermesztési ismeretek és mindezek következményeként a jobb terméseredmény. A talaj művelésére nem csak a fent felsorolt tényezők gyakorolnak hatást, hanem a közgazdasági viszonyok úgyszintén. Az üzemanyag árának emelkedése azonnali változásokat vont maga után a művelési gyakorlatban. Ez az árváltozás nem csak a valóban energia igényes folyamatok végzésének minimalizálást vonta maga után, hanem az egyes műveletek összevonását is, ezáltal csökkentve a menetszámot, és mérsékelve az üzemanyagköltséget. Mindmáig jellemző az összevont műveletek végzése, mivel napjainkban is nagy nehézséget jelent az üzemanyaggal, és a menetszámokkal való takarékoskodás. A műveletek összevont végzésének másik nagyon fontos oka az időjárási szélsőségek gyakorisága. Emiatt kevesebb olyan nap van egy évben, amikor kedvező talajállapot között, kifogástalan minőségű talajmunkát tudnak végezni.

A hagyományos talajművelés hátrányai és környezet kímélő tulajdonságainak hiánya egzaktul megfogalmazva, közérthetően olvasható BIRKÁS (2001) könyvében. Nem csak a környezetre gyakorolt káros hatások miatt kérdéses napjainkban a hagyományos művelés, annál is inkább kifogásolható a magas költségek okán. A régi szemléletű talajművelést sok kedvezőtlen hatása ellenére kevés kritika éri, ám az évek óta jelentős szélsőségeket mutató időjárás rákényszerítette a gazdákat a talajművelés módjának megválasztására. A hagyományos szemléletben a talaj állapotához alkalmazkodó talajművelés ritkán, amíg a kevésbé hatásos beavatkozás számtalanszor megfigyelhető. Fő probléma forrása továbbá a hagyományos művelésnek az, hogy a talaj állapota az intenzív használat okán nem alkalmas az időleges csapadék bőség, valamint a hosszabb ideig tartó

szárazság, vagyis a klímakár enyhítésére. BIRKÁS (1995, 1999, ECAF, 1999) alapján kimondható, hogy az elmúlt ötven év alatt a talajok szerves szén tartalma a felére csökkent, amelynek következtében romlott a szerkezete, a vízmegtartó képessége és a biológiai tevékenysége. Az erózióval és a tömörődéssel szembeni hajlama viszont növekedett. Az évről-évre fellépő károk enyhítése érdekében a talaj és környezetvédelmi szempontból hátrányosnak minősíthető a gyakori mélyszántás, a talaj indokolatlan mély bolygatása az emelt menetszámú elmunkálással és visszatömörítéssel, a sokmenetes magágykészítés. Továbbá ide sorolandóak még a talaj tömörödését okozó művelési eljárások, valamint a talajfelszín fedetlenül hagyása meleg, nyári időszakban.

A hagyományos művelés esetében sok kedvezőtlen hatás fogalmazható meg a hétköznapi tapasztalatok alapján. Azonos mélységben szántott talajban, a szántás alatt tömör réteg alakul ki. Ez a záró réteg gondot okoz a gyökér növekedésében, és a talaj vízháztartásának optimalizálásában. Növeli az aszály érzékenységet az eke által okozott kár mellett a gyakori tárcsázás okozta tömörödés, amely a művelt réteg középső és felső harmadában figyelhető meg. Az említett tömör réteg megakadályozva a víz leszivárgását a talaj mélyebb rétegeibe a talajfelszín eliszaposodását, és vízpangást eredményez. A szántást követő elmunkálás, és magágykészítés nagy menetszáma miatt a talaj a vetést megelőzően jelentősen visszatömörödhet. A tömör talajban a tarlómaradványok lebomlási folyamata és a tápanyagok feltáródása nem várt módon lelassul. A talajnedvesség figyelembevételének hiánya száraz talajon szántáskor nagy rögök felszínre kerülését eredményezi. Bár a hantok elmunkálása emelt menet számmal sikerülhet, a kényszerűen szükséges túlművelt talaj szerkezete hamarosan elporosodik. A gyakran bolygatott talaj kultúrállapota folyamatosan romlik, mivel az emelt menetszám nem kíméli a termő réteg szerves anyagát. Ennek következtében a művelhetőség romlik, és a tömörődéssel szembeni érzékenysége fokozódik.

Mint fentebb említettem, a hagyományos művelésben gyakori a szántás okozta tömör talp. Szalonnás hantok miatt kiszáritott talajon ne számíton a gazda bőséges termésre. Hosszú távon még kevesebbre számíton az, aki a talaj nedvességmegtartó képességét a szervesanyag utánpótlás folyamatos mellőzésével lerontja. Ezért sem ajánlott a tarlómaradványok eltávolítása energetikai célra – írja BIRKÁS (2009). A szalma, a növényi szármaradványok a talaj védelmében nagy szolgálatot tesznek. Alapanyagul szolgálnak a talaj szervesanyag utánpótlásában, védik a talaj szerkezetét a heves esőzések, és a hő-stressz, a nedvességvesztés ellen.

Az intenzív talajhasználatra jellemző a talajok klímakár érzékenységének növelése, amelyet fokoz a szakértelem nélküli talajművelési gyakorlat – írja BIRKÁS (2009). Klímakár fokozó

módszerek pl. a gyakori nyári mélyszántás, amely voltaképpen vízvesztő mély tarlóművelés. Ez az átlagos nyári idényben 3-3,5 mm/nap, tartósan meleg idényben 3,5-4,2 mm/nap vízvesztést jelent (SZÁSZ és TŐKEI, 1999). Szélsőséges időjárás esetén az érték erősen fluktuál. A mélyen hántott rétegek, a nyári hőségben vízvesztő közegként viselkednek és az ilyen felszín elmunkálása többlet költségeket jelent a kiszáradt hantok miatt. Nem jobb megoldás a nedves talajok elmunkálása sem, amelyet a gyakorlatban tárcsával végeznek, mert a talaj összegyűrődik és megtömörödik, élettelené válik, ráadásul a későbbiekben nehezen elmunkálható lesz. A rossz művelés helyreállítása helyes talajmunkával 50 % többlet energiát jelent a hiba nélkül elvégzett munkához képest. A tarló betakarítás utáni felszántása a gyom- és árvakelés késői megjelenésével jár. Igaz az, hogy rövid időre gyommentes tarló marad vegyszeres beavatkozás nélkül, de a később kikelő gyomok miatt többszöri vegyszeres gyomszabályozással kell számolni a tenyészidőben, amely újabb többlet költségeket jelent. A tarlóművelés elhanyagolása a nyár folyamán betakarított növények esetében, hőszigetelő és nedvesség megőrző réteg hiányát vonja maga után, amely a talaj kiszáradását okozza. Így a későbbiekben az alpművelés 20-30 %-kal több energiát emészt fel. Az elhanyagolt, tömörödött talajon a belvíz- és aszálykár veszélye nagy, mert a tömör talpak 10, 15 esetleg 20 cm mélységben záró réteggént viselkednek. Ennek következtében nagy vízbőség esetén belvíz alakul ki, mivel a víz nem tud a talaj mélyebb rétegeibe szivárogni. A művelési talpak a gyökér növekedésének is gátat vetnek, a gyökerek nem tudják áttörni a tömör réteget, csak oldalirányba növekednek. Mivel a nedvességet rövid idő alatt kiszívják a sekély rétegből, aszálykár súlyosbodással kell számolni. Látható, hogy a talaj termőréteg ismeretének hiánya milyen nagymértékű kockázati tényező a növénytermesztésben. Gyakori hiba továbbá a rossz őszi mélyszántás, amely azonos mélységben történik évről-évre így a szántott réteg alatt egyre inkább vastagodó tömör vízzáró és a gyökér fejlődésének akadályt jelentő réteg alakul ki.

A jó kultúrállapotú talaj több éves kímélő művelés eredménye lehet, amely kellően lazult és nem található a termő réteg mélységében művelési talp. E kedvező állapot könnyen elrontható nedves talaj esetén őszi mélyszántással, alkalmatlan eszközzel való megmunkálással, gyúrással illetve kenéssel. Bármely idényben elvárt a talaj állapotához alkalmazkodó talajművelési szemlélet. A szélsőséges klímára tekintettel az őszi alpművelések őszi elmunkálása is szükséges lehet, mert az elmunkálatlanul hagyott felszín enyhe télen és szeles időszakban egyaránt vízvesztést eredményez.

A hagyományos talajművelést folytató gazdák legfőbb hibája a gondolkodásukba beleivódott helytelen szemléletmód, és nem egyszer a szakértelem hiánya. BIRKÁS (2009) írja, hogy 2008 őszén az alpművelésre szolgáló szántást a gazdák közül sokan nem munkálták el, bízva a nagymennyiségű téli hóban. 2008 őszén a szeptemberi csapadék elegendőnek bizonyult a jó

alapművelések elvégzéséhez. Két évvel ezt megelőzően szintén jó talajmunkát tudtak végezni, de akkor elmaradt a szántáselmunkálás, és később nem hullott elegendő eső így a talaj felsőbb rétegei jelentős mennyiségű nedvességet veszítettek. Érthetetlen okokból a korábbi rossz tapasztalat ellenére sem cselekedtek másként, a szántáselmunkálás ismét elmaradt, bízva a bizonytalan téli hó mennyiségben. A szélsőségesé váló klimatikus viszonyok nem engedik meg az ilyen mulasztást napjainkban. Nem szabad az időjárás kiszámíthatatlanságaira bízni a növénytermesztés eredményességét. Egyre nagyobb szükség van a vízkímélő művelés ismereteinek elsajátítása. Fontos tudni azt, hogy ősszel a szántás elmunkálás más gyakorlatot kíván, mint nyáron. Ősszel elegendő a bolygatott talajt egyengetni, a nyári hőségnapokon végzett munkákat ellenben tömöríteni is szükséges. Az őszi elmunkálás jelentősége hangsúlyos abból a szempontból is, hogy a télen elvesztegetett csapadék a tavaszi kelések eredményességét veszélyezteti.

„A 2010. őszi és a 2011. tavaszi műveléseket a nedves állapotú talajokon maradandó károsodás, taposási és művelés eredetű tömörödés kísérte” - írja BIRKÁS (2011). A nagymennyiségű lezivárgó csapadék fokozta az ülepedést és a tömörödést. A jelentős esőzések következtében eliszapolódott, agyagos rétegek az őszi vagy tavaszi szántásokkal a felszínre kerültek és nehezen száradtak, így csak az tudott jól elmunkálni, és eredményesen vetni további károsodás nélkül, aki folyamatosan figyelte a talajfelszín nedvesség tartalmának változását. A hagyományos talajművelési szemlélettel gyakran párosul az, hogy szükséges adatok ismerete nélkül születik döntés. A talaj állapotának ismerete, vagyis a talajnedvesség tartalmának, és a tömörödöttségének mértékét tudni kell ahhoz, hogy jól tudjanak dönteni a művelés időpontjáról, mélységéről és eszközéről.

2011 nyarán, pár hét csapadékos időjárásán fellelkesedve sokan a nyári betakarítású növények tarlóját 20-25 cm mélyen forgatták át, a felszín elmunkálása nélkül. *„Pedig a következmények ismertek: tetemes nedvességvesztés, a szerves anyag intenzív lebomlása, nagy széndioxid-emisszió, jelentős rögzépződés, művelőtalp kialakítása stb.”* így ismertette tapasztalatait GYURICZA (2011) szeptemberben.

Előfordult már több olyan év, amikor a heves esőzések sorozata és a jégverések a talaj felszínét sem kímélték. Megközelítőleg 250 táblán végzett kísérletről így nyilatkozik BIRKÁS (2010): A sok év óta szakszerűtlenül művelt, csökkenő szervesanyag tartalmú – főként vályog- és agyag – talajokon az eső okozta károsodás 20-25 cm mélységig mutatható ki. Ugyanitt az is olvasható, hogy jelentős problémát jelent hazánkban a szénvesztő művelés is. Pl. 5 t búzaszalma és fele ennyi gyökér tömeg megközelítőleg 3 t-val növeli a talaj széntartalmát, amelyből kedvező esetben képződik humusz.

Elmunkálatlan mély szántással, vagy csak későn elmunkált műveletekkel a talajból 1 évben 1 hektárról szén-dioxid formájában megközelítőleg 2,2-2,6 tonna szén távozik el. Ez a káros folyamat, amennyiben szervesanyag utánpótlás hiányával párosul, 2-4 év alatt súlyos következményként fog jelentkezni a talaj művelhetőségében, és közvetve a növénytermesztésben.

A szénvesztő művelés nem kívánatos következményeit nagyon jól foglalja össze BIRKÁS (2008), amely szerint romlik a talaj víztározó képessége, jellemzővé válik a morzsásodás, csökken a talaj eredményes művelhetősége, kevésbé hasznosul a trágya, valamint romlik a termésbiztonság. A csekély humusztartalmú talajokon néhány év szalma eltávolítás után már súlyos következményekkel kell számolni, és a káros jelenség az évek során még fokozódni fog. A szénvesztő művelés további problematikája a csökkenő szerves anyagtartalmú talaj esetében a megnövekvő hajtóanyag szükséglet.

A hagyományos talajművelésnek jelenleg fő ellensége a kiszámíthatatlan és szélsőséges időjárás. Sok esetben csak néhány nap van egy művelet elvégzésére, amikor ugyanis a talaj az ideális állapotot megközelíti. Ezért a gazdaságoknak megfelelő gépi kapacitással kell rendelkeznie, hogy ki tudja használni azt a kevés időszakot. Ez a problematikát fogalmazza meg HAJDÚ (2012) is a hagyományos alpművelési rendszer tárgykörében.

A hagyományos sokmenetes talajművelés problémakörét, és jövőbeli veszélyeit igyekeztem a jelen szakembereinek és kutatóinak gondolataival összefoglalni. Az általuk megfogalmazott jelenségek sajnos a hétköznapi gyakorlat egyre inkább kritikus pontjaivá váltak. Helytállónak vélem a BIRKÁS Márta által megfogalmazott tényeket, amely szerint a szármaradványokat a tarlón kell hagyni, majd sekélyen a talajba szükséges bekeverni, így védelmet, és szervesanyag forrást nyújtani a talajnak. Ellenkező esetben a talaj kevesebb nedvességet tud megőrizni, valamint csekélyebb szénkészlet halmozódik fel, amelynek következménye lesz a megemelkedett üzemanyag igényű talajmunka. Elengedhetetlen szempont a tarlóművelés és az alpművelések idejének alkalmas kiválasztása, figyelembe véve a talajnedvességet, a talaj állapotát, valamint az aktuális időjárási viszonyokat. A bolygatott talajmunkákat okszerűen azonnali elmunkálásnak kell követnie a talajneveltség megtartása érdekében. A nagy nedvességtartalmú vagy a kiszáradt talajállapotban végzett művelés károsítja a talaj szerkezetét. Az előnytelen talajállapot helyreállítása belátható, hogy többlet költséget fog felemészteni. GYURICZA Csaba is jogosan hívta fel a figyelmet a gondatlan gazdák által gyakran elkövetett hibákra, tapasztalva azt, hogy a gazdálkodóknak még nem sikerült mértékben elsajátítani a klímakár csökkentő talajművelés gyakorlatát.

Véleményem szerint érdemes megfontolni a fent megemlített ajánlatokat, a felsorolt hibákat, illetve azok elkerülésének lehetőségeit. Könnyű kárt okozni a talajban, de nagyon sok éves munkát, és költséget emészt fel az okozott károk helyreállítása. Okszerűen kell megközelíteni földművelés kérdéseit és a tettek következményit szem előtt tartva hozni a döntéseket.

1.3 A talajkímélő művelés hatása

„A talajművelés, ha a hatása kímélő, fenntartó vagy javító, az eredményes termesztésnek ugyanúgy alapozója, mint a környezet védelmének.” Ez olvasható BIRKÁS (2002) könyvében. A talajkímélő művelés rövidebb és hosszabb idő elteltével sem jelenthet terhet a környezetnek. A művelés akkor tekinthető kedvezőnek, amennyiben a gyakorlatban tapasztalhatóan környezetkímélő és gazdaságos.

A növénytermesztésben a talajművelés alapozó jellegű folyamat, amelynek minősége, az időjárási tényezőkkel összeadódóan közelítőleg határozza meg a várható terméshozamot. A jó állapotban lévő talaj, amelyben a tápanyagtartalom is kiegyensúlyozott, kielégítő mennyiségű termést ad, így a talaj kíméletes és okszerű művelése jogosan várható el. Alacsony menetszámmal, forgatás nélküli, és lazításos technológiák alkalmazásával a művelés költsége 30-50 százalékkal csökkenthető. Az aszálykár mértéke jelentős mértékben mérsékelhető a termőhelyhez igazodó talajművelési rendszer helyes megválasztásával. A kímélő művelésnek fő szempontja, hogy a talajnak alkalmasnak kell lennie a csapadék befogadására. Ősztől tavaszig a talaj állapotának a csapadék befogadására készen kell állnia, amíg tavasztól őszig a cél a talaj nedvességének megőrzése. Az ilyen szemléletű művelésnek egyik ajánlott eszköze a *kultivátor*. Az eszköz előnye, hogy kíméli a talaj szerkezetét a művelés közben, kevésbé porosít, és rögzít, valamint az általa kialakult talajállapot mérsékli a nedvességvesztést. Jelentős előnye még, hogy száraz és nyirkos talajon kifogástalan munkát végez. A hazai gyakorlatban számtalanszor a tárcsás művelés kerül előtérbe. Nagy veszélye a tárcsa alkalmazásának az, hogy száraz talajon porhanyítás helyett porosít, és nedves talajon tömöríti a talajt, és tárcsatalpat képez. Ezek a veszély források elkerülhetőek a már hazánkban is megtalálható síktárcsás porhanyítók alkalmazásával. A síktárcsa kiválóan aprítja a szármaradványokat és a talajba keveri, kímélve a talaj szerkezetét. Az eszköz hengerrel kombinálva rögtörő és nedvesség megőrző hatású, írja RÁTONYI (2012).

Ősszel, jól aprítható szármaradványok, nyirkos és száraz talajállapot mellett előtérbe kerülhetnek a forgatás nélküli talajművelés eszközei. SOÓS (2012) szerint *„Felmérések azt mutatják, hogy egy hektár terület megműveléséhez a nehéz kultivátorok és közép mélylazítók 50-80, míg a nehéz tárcsásboronák, és a tárcsával kombinált lazító elemes megoldások 40-70 százalék hajtóanyag-megtakarítást érhetnek el a szántáshoz viszonyítva”*. Napjainkban számtalan jó gépkombináció áll rendelkezésünkre. Bármely közép mélylazítóhoz ha tárcsás művelő elemet szerelünk, kiváló keverő és porhanyító munkát végez, javítva ezzel az eszköz eredményes lazító munkáját. Hasonlóképpen fontos a lezáró elemek használata, amelynek hármas funkciója ismeretes, ám hangsúlyozása fontos: egyengetés, tömörítés, rögtörés. Magyarországon már elérhetővé váltak a három soros lezáró kombinációk, amelyek jó szolgálatot tesznek a talajnedvesség megőrzésében.

A tarlóhántás egyik legjobb eszköze a rövidtárcsa – írja KELEMEN (2012). Ez a szerkezet mellső simítókkal, két tárcsasorral, és lezáró hengersorral van felszerelve. Gyors és eredményes munkát tesz lehetővé a használata. A mulcs-kultivátor is eredményesen használható tarlóhántásra. A szárnyas eszközökkel szerelt kultivátor az erózióra hajlamos talajokon lehet eredményes, a véső alakú szerszámmal felszerelt eszköz száraz talajállapot mellett nyújthat segítséget, míg a lúdtalp alakú munkaeszközök használata gyomos talajokon lehet kívánatos. A kombinált tarlóhántó eszközök jelentős mértékben mérséklik a talaj tömörödését és nedvesség-vesztését, és a forgóelemes eszközökhöz képest a kultivátorok mélyebb lazító munkára képesek. KELEMEN (2012) szerint 2-4 évente hasznos a közép mély- vagy mély lazítók használata, forgatásos vagy forgatás nélküli alapművelésről legyen szó. Véleményem szerint nem szabad évet megjelölni, mert ha természeti, vagy művelési, taposási kár miatt a talaj visszatömörödik, el kell végezni a gyógyítást. A lazításba befektetett költség minden esetben megtérül. A lazító leghatékonyabban száraz talajállapot mellett tudja hatását kifejteni, ám ilyen körülmények közt a folyamat rögzképződéssel és megnövekedett vonóerő igényel jár. A lazítás elvégzésére számos merevkékes és rugózott művelőszerszámos lazító áll rendelkezésre. Nedves, erősen tömörödött talajon célszerű ferdekékes, rugózott szerszámos típus használata. A szerző itt téved, ugyanis nedves talajon a hatástalanság miatt nem ajánlott a lazítás. Alapművelésről lévén szó a forgatásos művelésben is van lehetőség kímélő művelésre. Napjainkban elterjedt a réselt kormánylemezes eke használata, amelynek alkalmazásával elsősorban nedves, és kötött agyag talajokon van lehetőség energia megtakarításra. Hasonló technikai lehetőség az eketést mögé, ritkán elé felszerelhető lazítóbetét, amely az ekevas síkja alatt képes 10-20 cm mélyen lazító munkát végezni. A lazító betét talajra gyakorolt hatása pozitívan hathat a növény fejlődésére, és a termő réteg nedvesség befogadására. Így említ számos lehetőséget KELEMEN (2012) a talajművelő eszközök kínálatából.

„A vetésváltás, a lazultság és a pillanatnyi nedvesség tükrében kell dönten a művelés módjáról. A legfontosabb szempont a nedvesség megőrzése”. – nyilatkozik BOTTLIK (2011) a szélsőséges időjárási viszonyok és a kímélő talajművelés jegyében. Bottlik elmondja, hogy a szélsőséges körülmények között kultivátorral és középmélylazítókkal kártétel nélkül, állapot javítással megerősítve van mód a talaj megmunkálására. Bottlik is hasznos eszköznek írja le a rövidtárcsát (síktárcsát) a jó nedvesség megőrző, a kellő talajporhanyító munkája, és a jó terület teljesítménye okán.

2012 őszén kérdéses volt, hogy lesz-e búzavetés a nagy szárazság miatt, majd később hetente érkezett egy-egy kevés csapadék. Így kezdetben minimális nedvesség tartalommal bír, de jellemzően száraz talajba kerültek a magok. A lehullott csapadékot minimalizált műveletszámmal és a felszín lezárásával próbálták megtartani – írja le balatonkenesei tapasztalatait BIHARI (2012).

A szakemberek véleménye mellett fontos megismerni a gyakorlatban tevékenykedő gazdák hétköznapi tapasztalatait, amelyek BIRKÁS (2008) egyik cikkében olvashatók. A tarlóhántás eszközválasztása kapcsán Simon László, a Simon Kft. cégvezetője úgy nyilatkozik, hogy a jelenlegi piaci kínálatból a munka elvégzésére a legalkalmasabb eszköz a síktárcsa „a leszecsakázott szalmaszárat kellő mértékben keveri össze a talajjal”. Hegedűs József cégvezető elmondása szerint már a negyedik évet kezdik el szántás nélkül. Az ő kistérségére jellemző aszály ellenére, az okszerű talajművelésnek köszönhetően kiváló termés minőséget képes elérni, minimalizált üzemanyag felhasználással. Boris László így nyilatkozik: „Ne csináljunk hantot! A természetben hant nem képződik, csak az ember produkál ilyet, nem megfelelő eszközök évszázados használatával. Ha nincs hant, nincs mit szétverni.” Ez az idézet mutat rá igazán arra, hogy mire képes az ember a talajművelés során, ha a természet ellen cselekszik, olyan állapotot hoz létre, amely nem kedvező a növény fejlődésének, és többlet költség és idő ráfordítással tudja csak azt helyreállítani.

Az elmúlt évek kutatási eredményei, és a gyakorlati tapasztalatok azt igazolják, hogy a hazánkban kialakult hagyományos talajművelés módszerei nem feltétlenül felelnek meg a fenntartható talajhasználat kívánalmainak. A csökkentett energia igényű, a kevesebb menetszámú, és nedvesség megőrzést leginkább elősegítő művelési módokra az átállás több évet emészt fel ideális körülmények között is. ZSEMBELI (2012) szerint az ilyen típusú földműveléshez és növénytermesztéshez teljesen új szemlélet, és mód szükséges akár a vetésváltás, a tápanyag-gazdálkodás, a növényvédelem vagy a gyomszabályozás területén. Az újszerű és okszerű művelési módok gazdálkodási előnyei vitathatatlanok.

A szélsőséges klímajelenségek elleni védekezés egy sarok pontja lehet a szervesanyag kímélő művelési gyakorlat folyamatos fenntartása, figyelve az állandó szerves anyag utánpótlásra. Egyik megoldás lehet az istállótrágyázás, másik az állatállomány száma miatt az elsődleges a tarlómaradványok talajba dolgozása, a harmadik – bár a nyári időjárás gyakran határt szab alkalmazásának – a zöldtrágyázás. Ültetvényekben a komposzthasználat lehet megoldás. Fontos megtanulni, hogy a káros víztöbblet vagy a súlyos szárazság okozta károkat a talaj könnyebben tudja elviselni jó és javuló szerves anyag kondíció esetén, olvasható BIRKÁS (2011) egyik írásában.

1.4 A talajkímélő földhasználat célja és jelentősége

A talajkímélő földművelési rendszerek céljának és jelentőségének tárgyalását rövid időbeli áttekintéssel kezdem BIRKÁS (1993) szerint. A tágabb értelemben vett talajművelés – beletartozik a vetés, gyomirtás, növényvédelem, tápanyag utánpótlás – új megközelítésben, az USA-ban 1950-es években alakult ki, mint újra átgondolt, egységes komplex rendszer, a *minimális talajművelés* rendszere. Alapvetően ennek az új szisztémának az újragondolását két fő gyakorlati probléma hozta életre. Az első tényező a gépkapcsolatok jelentőségének érzékelése, érezték a jelentőségét a csökkentett menetszámú műveléskor. Másodsorban szembesültek azzal a ténnyel, hogy az idáig elvégzett műveletből nem mindegyik szükséges a kedvező talajélet kialakításhoz, sőt esetleg károsítja is azt. A minimális művelés rendszerben arra törekednek, hogy a talaj kedvező fizikai és biológiai állapotának kialakítását összhangba hozzák a menetszámok illetve a ráfordított üzemanyag csökkentésével. Fontos hangsúlyozni, hogy a minimalizálás a talajművelésre és a ráfordított költségekre vonatkozik. Továbbra is a legfőbb cél olyan talajállapot kialakítása, amely segíti a mag csírázását és a növény fejlődését, a jó minőségű és nagy mennyiségű termés elérése érdekében. A minimális művelés terjedését a következő tényezők segítették a gépesítés és a munkaszervezés tekintetében:

- a gépek hasznosulásának és hatásfokának növekedése
- a területegységre jutó munka, eszközhasználat és önköltség minimalizálhatósága
- az egységnyi termék előállításra kevesebb idő és fajlagos ráfordítás szükségessége
- a munkacsúcsok jelentős mérsékelhetősége

Hasonlóan a minimális művelés terjedését segítették az alábbi tényezők a termőhely és a talajállapot tekintetében:

- csökkenthetővé vált a szél- és vízerózió

- a minimalizált menetszám lehetővé tette a talajművelését kedvező nedvességtartalommal
- a gépmozgás korlátozásával, a talaj taposás csökkenése pozitív megítélést kapott
- enyhíthetővé vált a talajnedvesség tartalom csökkenés kockázata
- megőrizhetőnek bizonyult a jó biológiai és fizikai állapot.

A jelentős mértéket öltő gyomosodással, illetve a kártevők, kórokozók megjelenésével bebizonyosodott az, hogy a talajvédelem még nagyobb odafigyelést és korszerűbb megoldásokat kíván. Így alakult ki a *talajvédő művelés* irányzata, és hozzá illesztve az alkalmazkodó és talajhasznosítási változatokat. Észak-Amerikában több alkalmazásba kerülő változat terjedt el, ezek az alábbiak:

- Művelés nélküli direktvetés (bolygatás a talajfelszín 10 %-án történik)
- Hasítékba vetés (a vetéssel egy menetben sekély lazítás megy végbe, majd visszatömörítés)
- Sávos művelés és vetés egy menetben (a terület 1/3-a kerül művelés alá 6-8 cm mélyen)
- Bakhátas művelés és vetés (a vetősor a bakhát tetején található, a bakhát talaja hamarabb melegszik fel és csírázik ki a mag, a sorközben lévő gyomok pedig árnyékolják a talajt)
- Forgatás nélküli talajművelés (olyan eszközök használata, amely a szármadarványokat részben a talajfelszínen hagyja, részben a talaj felső 8-10 cm-es rétegébe keveri).

A téma kiegészítése kapcsán fontos idézni a fenti gondolatokhoz „*Talajvédő rendszereknek azok minősülnek, amelyek után legalább 30% a tarlómaradvány-borítottság, természetesen vetés után, és a talaj felszínén*”.

Egyértelműen kiderül a fenti definícióból, hogy a talajvédő művelésnek a tarlómaradványok felszínen hagyása, illetve sekélyen a talajba dolgozása, szakszóval kifejezve a mulcs-takarás a kritériuma. Sok gazda csak a *szemre szép*, szármadarványoktól mentes felszínt szereti. Nem értik a mulcs-takarás jelentőségét, amely védi a talaj nedvességét, a feltalaj szerkezetét, enyhíti a hő sokkot, illetve életteret biztosít a földigiliszták számára. A mulcs alatt a talaj pihen és él. Tarlóművelési vizsgálatok szerint öt év mérése alapján 35-45 % takarás mondható kedvezőnek, tartós szárazság esetén a 45-55 % takarási arány a jobb, BIRKÁS (2010) kísérletei ismeretében.

A növénytermesztésben a mulcs megfelelő választás a fenntartható mezőgazdaság számára, mert javítják a talaj minőségét a termés teljesítményét és meggátolja a gyomosodást írja HARTWIG és AMMON (2002).

Magyarországon négy változata terjedt el a forgatás nélküli talajművelésnek.

A *tárcsás alapművelési rendszer* őszi- és másodvetésű növények esetében terjedt el. Lényege a tarlóhántás- és ápolás, valamint az alapművelést tárcsával végzik. Minden munkálatot gyűrűs hengerrel történő lezárás követ. A magágykészítés külön folyamatban valósul meg, többnyire kombinátorral. Ennek a módnak napjainkban már számos hátránya ismert.

A *nehézkultivátoros alapművelésre épülő rendszer* korábban a nyár végi, kora őszi vetésű növények rendszerébe illeszkedett. Napjainkban, az eszközök tökéletesedése lehetővé teszi kapás növények alapművelésére való alkalmazást. A tarlóhántás síktárcsával vagy nehézkultivátorral történik, amelyet az egymenetes lezárás követ. Az alapművelést a nehézkultivátor szerkezetkímélően végzi, az elmunkáló elem gyárilag épített az eszközre.

A *középmély lazítóra alapozott rendszer* alkalmazása a talaj felső 30-40 cm rétege tömörödött állapotában indokolt. Kiegészítő munka tárcsa vagy kultivátor használatával a felszínen lévő szármagadvány tömegétől függ.

A *művelés és vetés* rendszerét a zöldtrágyanövények rendszerében használják hazánkban. Alapgépe síktárcsa, vagy kultivátor ráépített vetőegységgel és kapcsolt lezáró hengerrel. Főként őszi és tavaszi vetésű gabonák alá alkalmazható. Szükséges természetesen a tarlóhántás és ápolás, az alapművelés, de az elmunkálás és a vetés már egy menetben történik.

Minden gazdálkodónak lehetősége van időben elkezdni talajai védelme érdekében a talajvédő és alkalmazkodó művelést. Három fő szempontot sorra véve tudja megtenni az első lépéseket a károk enyhítésében. BIRKÁS (2008) szerint az első lépés a *kár pontos ismerete*, a kár tényleges feltáráshoz szükséges, hogy a gazda belenézzen a talajba és ne a saját vélelmekre alapozza döntéseit. A második lépés a kárenyhítő fogások közül a vélhetően legeredményesebb kiválasztása. A harmadik a kár tényleges mérséklése vagy megszüntetése, de a legfontosabb az újabb károk megelőzése.

A szakemberek álláspontjait megismerve, kimondható az, hogy a jelenleg rendelkezésünkre álló talajművelő eszközökkel egyre inkább szélsőséges állapotban is eredményesen művelhető a talaj. Ez csak egy példája a folyamatosan szélesedő korszerű és tapasztalatokra épülő tudás vertikumnak, amely maga után vonja a legkiválóbb műszaki megoldásokat és talajművelési lehetőségeket. Az új és több funkciós gépek számos pályázat által egyre könnyebben válik elérhetővé a gazdálkodók számára. Ezzel is azt kívánom megerősíteni, hogy egy folyamatosan szélesedő út áll előttünk, amely újabb és újabb megoldásokat kínál. Talán ez tudáshalmaz lehet megoldás az egyre inkább

szélsőséges időjárás, az emelkedő üzemanyag árak, és az évek folyamán leromlott talajszerkezet által okozott gondok kezelésére.

2. Módszerek

2.1 A vizsgálatok célja

A **Hagyományos és a kémelő talajművelés Szomód térségében** c. munkámhoz a következő célokat tűztem ki:

- 1) Az eltérő művelési módszerek hatásainak vizsgálata a talaj agronómiai szerkezetére.
- 2) Az eltérő művelési módszerek okozta állapotok vizsgálata a talajnedvesség és talajtömörödöttség tekintetében.
- 3) A forgatás és forgatás nélküli talajművelési rendszer hatása a talaj biológiai életére.

2.2A vizsgálatok körülményei

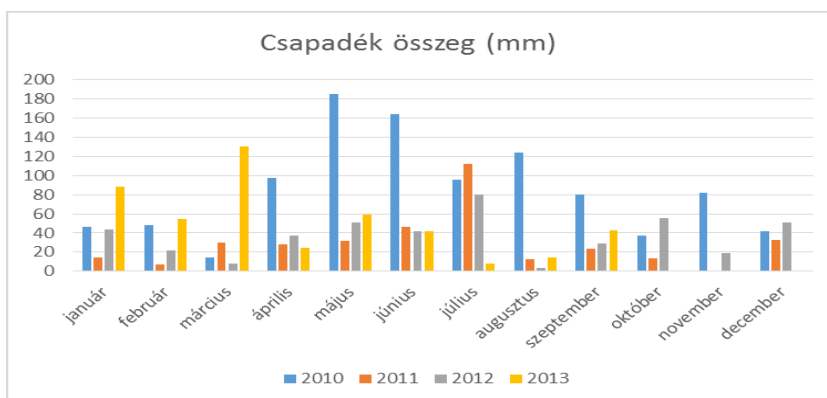
A vizsgálatok **szomódi termőhelyen** beállított kísérletben történtek.

Földrajzi fekvés

Szomód község Komárom Esztergom megyében található, a Gerecse lábánál helyezkedik el. A kísérleti tér az északi hosszúság $47^{\circ}40'$ és a keleti hosszúság $18^{\circ}20'$ koordinálásának metszéspontjában található

Éghajlati viszonyok

Az évi középhőmérséklet 10.5°C . Az uralkodó szélirány nyugati-északnyugati. A 2010-2012, elmúlt három év csapadék átlaga 602 mm. Az *1. ábra* az elmúlt három és fél év csapadék összegét mutatja be havi bontásban.



1. ábra Csapadék összeg (2010-2013, Szomód térsége)

Talajviszonyok

A kísérleti tábla talajtípusa agyagbemosódásos barna erdőtalaj, amely megközelítőleg 30 cm feltalajjal és 50 cm altalajjal rendelkezik a talajképző kőzet szintje felett.

Domborzati viszonyok

Szomód térségét változatos felszín jellemzi, azonban a kísérleti téren a dombos, lejtős jelleg a meghatározó.

2.3 A vizsgálatok módszerei

A kísérlet leírása

A kísérlet kezdete: 2012

A kísérlet elrendezése: A kísérlet sávos elrendeződésű; Parcellaméret: 4x150 m

Talajművelés: Az alpművelést megelőzően mindhárom parcellán talajlazítást végeztem szerkezet javítás céljából, 35-40 cm mélyen.

1. kezelés: Lazítás 35-40 cm, elmunkálva tárcsával 5 cm mélyen

2. kezelés: Szántás 22-25 cm, elmunkálva simítóval

3. kezelés: Szántás 22-25 cm

Trágyázás: istállótrágya 20 kg/m², 2011 őszén

Gyomirtó szer használat: BASF Kelvin 40 SC, BASF Cambio, BASF Dash HC

A talajállapot meghatározása

Nedvesség mérés PTI szondával

A talaj nedvességtartalma a penetrométeres vizsgálatokkal egy időben, azonos helyen mérhető. Az eszköz PT-I talajnedvesség gyorsmérő (gyártó: Kapacitív Kkt., Budapest).

Felépítése valamelyest hasonló a penetrométerhez). Elemei:

- Beosztással ellátott szonda
- A szonda végén érzékelő
- Elektronikus kijelző és maga az eszköz a szonda felső végén fogantyúval.

A mérés menete hasonlít a penetrométeres méréshez; a szonda végén lévő érzékelő a sérülékenysége miatt fokozott óvatossággal kell mérni. A beosztások alapján meghatározott mélységekbe lenyomjuk a szondát, majd az eszközön lévő gombot nyomva leolvassuk a

talajnedvesség tömegszázalék értéket (m/m%). Az eszközön található kapcsolóval homok, vályog és agyagtalajok közt állíthatjuk be. Végül ábrákat készítünk az adatokból.

Talajellenállás mérés Szarvasi talajtömörség mérő műszerrel

A talaj ellenállása megismeréséhez műszeres ellenállásmérést kell végezni. Az ehhez használt eszköz lehet a 60° kúpszögű statikus penetrométer, amelyet Daróczi Sándor és Lelkes János fejlesztett ki (DARÓCZI, 2005). Az eszköz 3 fő részből áll, beosztással ellátott szondából, rugós erőmérőből, és skálából

A talaj ellenállásának legyőzéséhez szükséges erőt az erőmérő skálán csúszkáló gyűrű mutatja, ez alapján pedig MPa-ban kifejezhetjük a különböző mélységekben (a mélység méréséhez a beosztásos szonda rész ad segítséget) tapasztalt ellenállást, úgy, hogy a kapott értéket beszorozzuk egy állandóval. Ennek az állandónak az értéke 0,0448. A penetrométer nyomásának sebessége 2m/s kell legyen. Egy-egy pont mérése után nullázni kell a skálát.

A különböző állapotú talajok ellenállása művelés előtt 3,0-5,5 MPa között változhat (többnyire tömör), amely a lazítás hatására 0,5-2,5 MPa értékre módosulhat. Az adatokból ábrákat készítünk.

A lazult réteg mélységének vizsgálata pálcaszondával

A vizsgálathoz 1-1,5 méter hosszú 0,9-1,0 cm átmérőjű pálca szükséges. A szondát 5 cm-ként bejelöljük, a végét hegyesre alakítjuk. Az eszközzel információt nyerhetünk arról, milyen mélységig lazult a talaj (hol kezdődik a tömör réteg), és hol szükséges más, pontosító mérések végzése is.

A mérés módszere: a talajmintavételhez hasonlóan a tábla két átlóján sétálunk végig, és 15-20 lépésként leszúrjuk a szondát a talajba. Amíg akadály nélkül, illetve kis ellenállásba ütközve lenyomható a szonda, addig a talajunk is lazult. A talajszintnél megfogjuk a szondát, kihúzzuk a talajból, lejegyezzük a mélység cm-t.

Bírálat:

- **Jó a talajállapot**, ha a tábla bármely részén legalább 40 cm mélységig hatol le a szonda.
- **Közepes az állapot**, ha a szúrások többségének mélysége elérte a 30-40 cm-t.
- **Kedvezőtlen a talaj állapota**, ha a tábla bármely részén legfeljebb 10-20 cm-ig, vagy ennél sekélyebben hatolt a talajba a szonda.

Talajállapot ellenőrzés ásópróbával

A vizsgálni kívánt talajon kijelölünk egy 30 x 30 területet, és azt körbeásva kiemeljük a talajt ásónyomnyi mélységig. A kiemelt minta színéről, szagáról, a szármagmaradványok mennyiségéből, azok bomlási állapotáról, a földgiliszták számából következtetünk a talajállapotára.

Három kategóriát lehet felállítani.

- *Jó a talajállapot*, ha az ásónyom mélységéig, és alatta is a talaj lazult, és morzsás, giliszták is találhatók benne.
- *Közepes a talajállapot*, ha talaj az ásónyom mélységéig kis mértékben tömörödött, de még kisebb ráfordítású lazító műveléssel elérhető a lazult állapot.
- *Rossz az állapota* annak a talajnak, ahol a kiemelt talaj szelvényénél nagymértékű tömörödés figyelhető meg, és giliszta járatokban is szegény.

A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata

A vizsgálat célja a talaj szerkezet állapotának az elbírálása (rögös, poros vagy morzsás). A talajminták agronómiai szerkezetének vizsgálatát szitasorral végezzük. *Dvoracsek* leírása (BIRKÁS 2010) alapján 0,25, 0,5, 1, 2, 3, 5, 10 és 20 mm lyukátmérőjű szitákat célszerű használni. A legfontosabb négy frakcióra, rögre (>10mm), morzsára (2,5-10 mm), aprómorzsára (0,25-2,5 mm) és porra (< 0,25 mm) kell elkülöníteni a mintákat. A frakciók tömegét lemérjük, a mind összes 100 %, az egyes frakciókat ehhez viszonyítjuk.

A *jó állapotú* talajban az összes morzsa aránya legalább 70 %, a por legfeljebb 10 %, és a rög arány 20 %. Itt megjegyezzük, hogy nem kívánatosak a > 150 mm nagyságú frakciók.

Gilisztaszámlálás

A vizsgálatot nyirkos, kézzel is porhanyítható talajállapotnál végeztük, az ásópróbával egy menetben. Az ásópróba során kiemelt talajszelvényben számláltuk a gilisztákat.

Minősítés: A > 20 db/m² talaj 20-30 cm rétegében, vagy > 10 db 10 cm rétegben *kedvező* állapotot jelez, a sok járat és gilisztaürülék biológiailag *tevékeny* talajra utal.

Gyökérnövekedés és gyökérhossz ellenőrzés

A **gyökérfejlődés** iránya (lefelé vagy oldalirányban terjeszkedik), és **mélysége** az elvégzett talajmunkák hatékonyságáról, és a növény esélyeiről tájékoztat. Előfordulhat, hogy a mélyebb

alpműveléssel létrehozott lazultságot elmunkálással lerontják, s emiatt a növény gyengébben fejlődik a vártnál. Aszályos idényben a sekély gyökerezés, a gyökerek oldalirányú terjeszkedése termésveszteséggel jár.

Balázs-féle módszer

Balázs Ferenc (1944) a növény állományok precíz felvételezésére dolgozta ki módszerét. Felvételezési skálát készített a régi 5-ös skála helyett, a kvadrátfelelésen alapuló 6-os skálát alkalmazta (PERCZE, 2002).

Statisztikai értékelés

A pálcaszondás vizsgálatnál statisztikai értékelés során *átlagot, szórást és minimum-, maximum értéket* számoltam Excel táblázat segítségével

Talajneveltség vizsgálat megállapításait statisztikai számítással támasztottam alá.

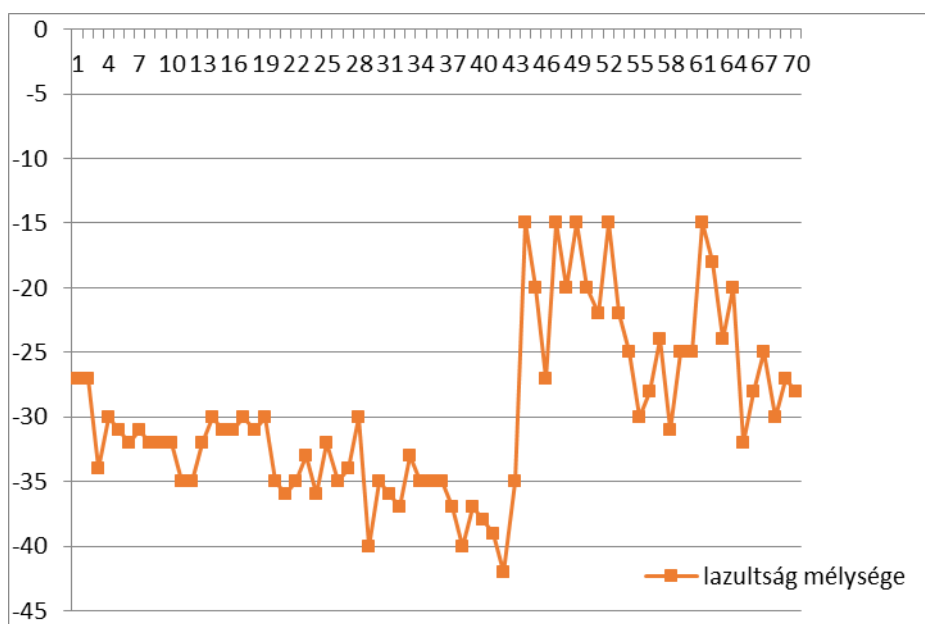
Hipotézisvizsgálattal vizsgáltam, hogy az egyes művelésmódok nedvességtartalmi értékei szignifikánsan eltérnek-e az ajánlott értéktől, közepkötött talajok esetében. A vizsgálat elvégzéséhez *egymintás t-próbát* alkalmaztam. A számolás menete: *lásd Melléklet-2-3-4.*

3. Eredmények

3.1 A talajállapot jellemzése az őszi beavatkozások után

3.1.1 A hagyományos és talajkímélő művelés hatása a talaj szerkezetre

A lazult-réteg mélységét pálcaszondával ellenőriztem. Az őszi folyamán az első művelési beavatkozás talajlazítás volt, elsőként e mérés eredményeit mutatom be. A talajlazítás mindhárom parcellán egységesen, 35 cm mélységben történt. Az 2. ábrán jól látható, hogy a mintákat először a lazítókés által megművelt sávokból, majd pedig a lazítókések által közrevett kevésbé átlazult köztes területből vettem. A lazítás elvégzése előtt talaj művelhetőségére irányuló vizsgálatot végeztem tenyérpróbával. A művelés tervezett mélységéből vett minta a tenyérben összenyomva enyhén nyirkosnak, és morzsalékosnak bizonyult. Ilyen állapotban a talaj lazítható. Csekély mértékben nyirkos talajállapot esetén számolni kell azzal, hogy az eketalp vastag kérge a lazító kések közötti sávban nem minden esetben tud teljesen át repedni.



2. ábra A talaj lazultság mélységének vizsgálata (Szomód, 2012.10.)

Az első 40 mérés a lazítás mélységét mutatja. Az 2. ábra alapján az is kitűnik, hogy szondát helyenként 40 cm-nél mélyebbre is le lehetett nyomni. Itt valószínűleg a talpréteget sikerült jól átlazítani. A lazult réteg alatt ugyancsak kevésbé ülepedett réteg volt található. A kések vonala közötti sávból vett minta alapján kiderült, hogy a talaj nem volt teljesen alkalmas a jó minőségű

lazítás elvégzéséhez. Ugyanis az eketalp vastag kergét a lazító nem volt képes a kívánt minőségben feltörni.

A 70 mérés átlaga -29,7 cm, vagyis ez a talaj lazultságának átlagos mélysége. A mért értékek szórása, vagyis az átlagtól való eltérése 6,6906. A 70 mérésnek minimum értéke -15 és maximum értéke -42, ezek az adatok a pálcaszondával legmélyebben, illetve a legsekélyebben tapasztalható tömör réteg mélységét jelenti. Az adatokat lásd a *Melléklet-1-ben*.

Három kísérleti táblát jelöltem ki, amelyeken lazítást elmunkálással, lazítást követően szántást, és elmunkált szántást végeztem. Az őszi talajmunkák befejeztével mindhárom tábla talajának felső 10-12 cm rétegéből 2-2 mintát vettem, ezeket légszárazra szárítottam, majd laborban agronómiai szerkezet vizsgálatot végeztem. A vizsgálat elvégzésének célja a talaj szerkezet állapotának megismerése. A minták vizsgálatát szitasorral végeztem, amelynek segítségével a négy legfontosabb frakció különíthető el: rög (>10 mm), morzsa (2,5-10 mm), aprómorzsa (0,25-2,5 mm) és por (<0,25 mm). A szítással mért eredmények frakciójába maximum 30 mm átmérőjű rögök kerültek, mert a mintából a nagyobb hantokat, és felszínre került eketalp darabokat különválogattam.

A vizsgálat eredményei a rög:morzsa:aprómorzsa:por arány tekintetében a következők. A *lazított elmunkált* talajról megközelítőleg 2 kg, egy ásónyi mintában 10 darab 5-6 cm nagyságú hantot találtam, és a szítálás eredménye 32:44:20:4 % szerint alakult. A *szántott elmunkált* talajban a nagyobb hantokból 5 darabot válogattam ki, és a frakcióvizsgálat eredménye 34:57:7:2 % lett. A *szántott elmunkálatlan* talajból vett mintában 8 darab 4-6 cm nagyságú rögöt vettem külön, és a szítálásból 30:57:12:1 % eredményt kaptam.

A nagyobb méretű rögök és hantok jelenléte a talaj felső rétegében arra enged következtetni, hogy a lazítókések felszínre hozták a feltört eketalpakat is. A *lazított elmunkált* talajban a legnagyobb számban voltak nagy rögök ennek oka az, hogy a lazítást 4-5 cm mély tárcsás lezárás követte, és ez a folyamat nem volt alkalmas a hantok tökéletes elmunkálására. A *szántott elmunkált* és *szántott elmunkálatlan* talajban a 30 mm nagyságot meghaladó rögök jelenléte alacsonyabb volt, ennek magyarázata a lazítást követő szántás szerkezet módosító hatása.

A vizsgálatok eredményei szerint a talaj mindhárom kezelésben közelítőleg egységes minőséget mutat. Szakemberek állítása szerint a 20 % feletti por és rög frakció a talaj leromlott állapotát jelzi. Következésképpen az általam mért 30-34 %-os rög kedvezőtlen lehet a talajéletre és a növény fejlődésére. Az apró és nagyobb méretű morzsák arányának összege nem elégséges, mert nem haladja meg a kívánatos 80 %-ot. Kedvező ezzel szemben az, hogy a nagyobb méretű morzsa arányának jelenléte erőteljesebb. Az aprómorzsa túlsúlya aggasztó lenne, mert az a talaj túlművelését

jelentené. A porfrakció minimális aránya megfelelő. A sok por természetesen nem kívánatos a jó talajszerkezet szempontjából.

A vizsgált kezelésekben külön-külön 20 x 20 cm területet ástam körbe, és emeltem ki ásónyom mélységig a próba céljából. A kiásott szelvényből nyert információkat az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat Az ásópróba értékelése

Mélység	A minta értékelése a kezelések szerint			Kép
	szántott elmunkálatlan	szántott elmunkált	lazított elmunkált	
0-5 cm	morzsás	morzsás	morzsás	
5-10 cm	giliszta van	giliszta van	giliszta van	
10-15 cm	tömörödött	tömörödött	enyhén tömörödött	
15-20 cm	tömörödött	tömörödött	enyhén tömörödött	
20-30 cm	le nem bomlott szármaradvány található	le nem bomlott szármaradvány található	le nem bomlott szármaradvány található	

A *lazított elmunkált* talajból vett minta túlnyomórészt morzsás szerkezetet mutat. A talaj felszínén, valamint 20 cm mélységben néhány hant található. 15 cm alatt gyengén ülepedett réteg tapasztalható. Giliszta és gilisztajárat található a szelvényben, lebomlóban lévő szármaradvány is fellelhető. A talajállapot kis mértékben javítást kíván, lazítással orvosolható. A *szántott elmunkált* és *szántott elmunkálatlan* talajok többnyire egységes képet mutatnak. Fő probléma a szelvényekben a talaj tömődöttség mértéke, amely betudható a szántásnak, és a külön menetben végzett elmunkálásnak, s a műveletekkel járó taposásnak. Javítható az állapot lazítással, de a hangsúlyt a megelőzésre kell fordítani, következésképpen a jövőben oda kell figyelni a műveletek összevonására a taposási kár enyhítése érdekében.

Mindhárom szelvény aljában megközelítőleg 20 cm mélységben le nem bomlott szármaradvány található. Több tíz éven keresztül a terület csak szántva volt, amely a talaj tömörödését okozta. A tömör rétegben található szárazak nem tudtak bomlásnak indulni, csak részlegesen a talaj lazítását követően.

3.1.2 A hagyományos és talajkímélő művelés hatása a biológiai aktivitásra

A talaj biológiai aktivitásáért a talaj élőlényei felelnek. A talajlakó baktériumok a szerves anyag lebontó és építő folyamataiban vesznek részt, valamint szerepet töltenek be a nitrogén körforgalmában. A talajban egysejtű állatok, parazita fonálférgek és televényférgek a járataikkal lazítják a talajt. Megtalálhatók a maradványok bontásában szerepet játszó ízeltlábúak, és a hangyák. A jó állapotú talajban megtalálhatók a növényi anyagok felaprítását végző élőlények, a földigiliszták. A növényi és állati maradványokat a talajjal együtt fogyasztják el. Ürülékükben a növény számára hasznos anyagok vannak. Így ismerteti a talaj biológiai élet szereplőit BIRKÁS (2010). A földigilisztá kedvező talajállapot esetén érzi jól magát. A felszín alatt 20-40 cm-es mélységben, árnyékolt nyirkos talajt kedveli.

Az ásópróbával egy menetben végeztem a gilisztaszámlálást. A *lazított elmunkált* tábla talajának 10 cm rétegben 6 gilisztát találtam (amely 60 db/m^2), amely kedvező állapotot jelent. Mivel a szármaradvány nem került aláforgatásra a lazítás során, így árnyékolt helyet találtak a kedvezően nyirkos közegben. A *szántott elmunkált* parcellában elvétve 1-2 darab gilisztát találtam, amíg a *szántott elmunkálatlanban* egyet sem. A szántás a forgatás következtében intenzív bolygatást, és élettérváltozást eredményez a talajlakók számára. Ennek következtében amennyiben átvészeli a beavatkozást, a talaj mélyebb rétegeibe húzódnak.

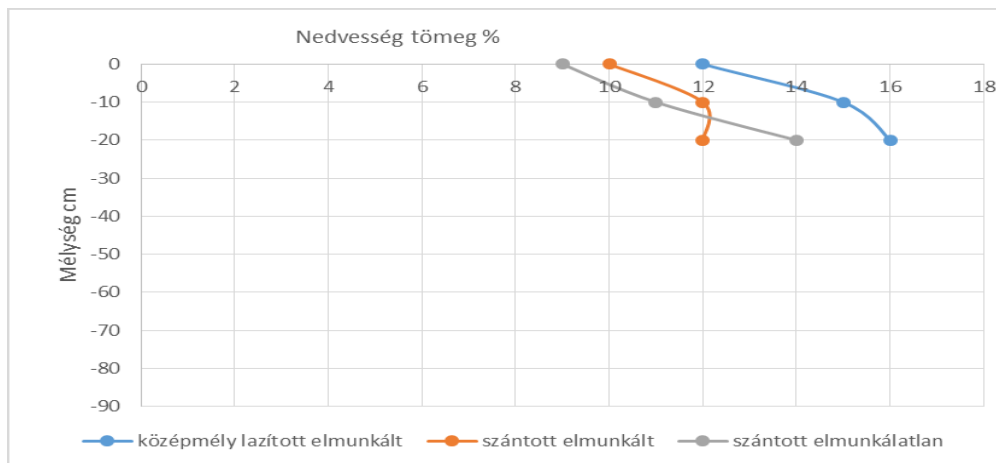
3.1.3 Tavaszi talajállapot felmérés

A tavaszi talajállapot felmérés során talajnedvesség- és talajellenállás mérést illetve agronómiai szerkezet vizsgálatot végeztem. A mérés célja az volt, hogy megismerjem milyen a talajállapot a fagyhatás, és a hó lé leszivárgás után.

A mérés eredményit a 3. ábra szemlélteti. A műszert nem sikerült mélyre lenyomni. Ennek okát később meg is ismertem. A *szántott elmunkált* és *szántott elmunkálatlan* parcellák alacsonyabb nedvessége vélhetően az őszi szántás során elvesztegetett mennyiségre utal. Ezt a vízvesztéssel járó folyamatot nagy valószínűséggel elősegítette a szántással aláforgatott szármaradványok takarásának hiánya, amíg a *lazított elmunkált* parcellán a szármaradványok bizonyos hányada a forgatás nélküli művelés eredményeként a talaj takarását szolgálta.

A mérés eredménye nagyban elősegítette a magágy készítés időpontjának megválasztását, tudva azt, hogy a művelhetőség nedvesség tartománya talajtípusonként eltérő, figyelembe véve a területenként változó szemcseösszetételt, az agyagfrakció arányát, valamint a többi befolyásoló

tényezőt. BIRKÁS (2010) szerint a talajmunkák elvégzésére a nyirkos, 16-23 m/m % (tömeg százalék) nedvesség a legmegfelelőbb a talajszerkezet kímélés, és az eszközhatékonyság szempontjából egyaránt. A mérés eredményei segítségével megbizonyosodtam arról, hogy a magágy készítést csak a talajt kellően átáztató eső után érdemes elkezdenem.

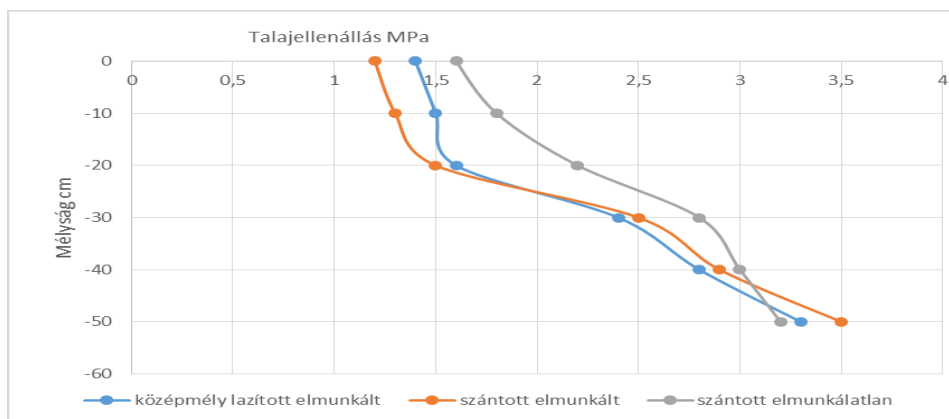


3. ábra Talajnedvesség mérés eredménye (Szomód, 2013. 04. 19)

Hipotézisvizsgálattal megvizsgáltam (lásd Melléklet-2), hogy az egyes művelésmódok nedvességtartalmi értékei szignifikánsan eltérnek-e az ajánlott értéktől, középkötött talajok esetében. Az ideális érték 21-25 nedvesség tömegszázalék középkötött talajokon, vagyis átlagosan 23 nedvesség tömegszázalék. A vizsgálatok elvégzéséhez egymintás t-próbát alkalmaztam. Mindhárom parcella adatait megvizsgálva a szakmai következtetés az, hogy a mért nedvességtartalmi értékek átlagos értéke szignifikánsan, eltér az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett.

A nedvességméréssel egy időben talajellenállás mérést végeztem Szarvasi talajtömörödöttség mérő műszerrel. A mérés eredménye megmutatja, hogy a talaj ellenállása megfelelő-e az éppen aktuális munkálatok elvégzésére. A tavaszi szemlézés során nyert értékes adatok fontos információt szolgáltatottak a magágy készítést megelőző döntések megalapozásában.

A 4. ábrán látható a felső 20 cm talajréteg kedvező lazultságának mértéke. Az őszi folyamán végzett talajlazítás, mint már arra az előzőekben utaltam, az ideálisnál magasabb nedvesség miatt nem érte el a kívánt hatást, nem volt képes átlazítani a 20-30 cm mélységben húzódó vastag összetömődött talpréteget. Ez lehet az oka annak is, hogy a talajnedvesség mérés során a műszert, nem tudtam 20 cm mélyebbre nyomni, amely érzékenyebb és így finomabb használatot igényel a penetrométernél.



4. ábra Talajellenállás mérés eredménye (Szomód, 2013. 04. 19)

A 30-40 cm közötti rétegvastagságban mért érték a 4. ábrán a *lazított elmunkált* és a *szántott elmunkált* talaj esetében közel azonos értéket mutat, amely bizonyítja, hogy a lazítókés alja ebben a mélységben dolgozott. A *szántott elmunkálatlan* talaj értéke a másik két értékhez képest jelentős eltérést mutat, ennek több oka lehet. Ilyen lehet például a rossz gépi beállítás.

A talaj természetes lazultsága az, amely a növények igényeit megközelíti. A megfelelően lazult talaj ellenállása 1,5-2,5 MPa. Az ideális lazultság esetén kedvező nedvesség-, levegő-, és hőforgalom tapasztalható a talajban. A növények magágy igénye 1,15-1,45 MPa, a növények gyökérágy igénye 1,85-2,85 MPa BIRKÁS (2010) ismertetése szerint.

A tavaszi állapot felmérés során végzett agronómiai szerkezet vizsgálat eredményei tipikus, sok éven át tartó intenzív talajműveléssel megmunkált romlott szerkezetű talaj képét mutatja. Érdeemes megismerkedni a mért eredményekkel, és megvizsgálni a szerkezet romlás okait.

A vizsgálat eredményei a rög:morzsa:aprómorzsa:por arány tekintetében a következők. A *lazított elmunkált* talajból vett mintában 6 darab 4-6 cm nagyságú hantot találtam, és a szitálás eredménye 48:23:18:11 % lett. A *szántott elmunkált* talajban a nagyobb hantokból 3 darabot válogattam ki, és a frakcióvizsgálat eredménye 33:26:20:21 %. A *szántott elmunkálatlan* talaj mintából 5 darab 5-6 cm nagyságú rögöt vettem külön, és a vizsgálat végén 43:28:19:10 % eredményt kaptam.

Az eredmények ismeretében be kell látni azt, hogy a téli fagy okozta aprózódó hatás elsősorban nem a rögök morzsalódását eredményezte, ellenben a morzsa és aprómorzsa frakcióra jelentős mértékű változást fejtett ki, amely a por frakció nem kívánatos meg növekedését vont maga után. Ez is bizonyítja azt, hogy az a téves megközelítés, amely szerint a gazda az őszi szántást nem munkálja el, mert a nagyobb rögöket és hantokat a fagy télen apróbb darabokra bontja, nem állja meg a helyét. Ilyen megfontolásból szükséges az őszi szántás elmunkálása, mert az is elősegíti a rögök aprózódását, és védelmet nyújt a talaj szerkezet számára. Természetesen a

rögfrakció nagyszámú jelenléte nem kívánatos, de figyelembe kell venni, hogy a talajlazítás során a lazító kések nagyon sok eketalp kéreg darabot a felszínre hoztak, amelyet egy művelet elvégzésével nem lehet tökéletesen porhanyítani. A 80 % morzsa arányt nem közelíti meg, így nagyon kell figyelni a magágy készítés során, hogy kellően morzsás, jó frakció összetételű visszatömörített magágy készüljön.

3.2 A talaj állapot jellemzése a magágy készítést követően

Mint a 2. fejezetben megtalálható csapadékösszesítő *1. ábra* is mutatja, áprilisban kevés eső esett, így a hónap első felére és április végére kissé kiszáradt a talajfelszín. Ezt bizonyítja a talajnedvesség mérése eredménye is. Május első hetében esett 24 mm eső, így kissé megkésve, de sikerült jó minőségű aprómorzsás magágyat készíteni (*5. ábra*). A magágykészítés kombinátorral, és a hozzá kapcsolt Cambridge hengerrel történt. A munkálat elvégzését követően a talaj felső 10 cm-et kiásva, jól látható vált a kellően visszatömörített 7-8 cm vastagságú magágy keresztmetszete. Vigyázni kell azonban arra, hogy a henger a visszatömörítés során nem képezzen túlzott mértékben tömődött magágyat, mert abban az esetben a gyökerek oldalirányban kezdenek el növekedni, amely ez aszályos időszak esetén súlyos károkhoz vezethet.



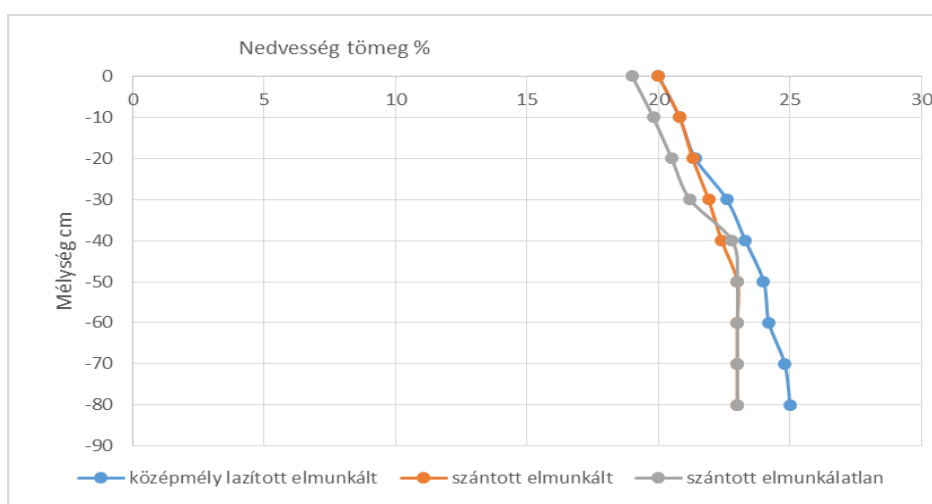
5. ábra Magágy-minőség (Szomód, 2013.05. 07)

3.3 A talaj állapot jellemzése a vetést követően

A vetést követő talajállapot ellenőrzéssel tudatosan vártam meg a kukorica növény 6-7 leveles állapotúra való fejlődését. Tudva és a növény kiásásával bizonyítva azt, hogy gyökere ebben az állapotban 15-20 cm hosszúra fejlődhet. A mérés eredményeivel ezt jól lehet szemléltetni, mert a

talajban lévő nedvesség mindhárom parcella esetében a felső 20 cm rétegben csökkeni látszik, tehát a gyökerek ebben a zónában növekednek, és innen veszik fel a számukra szükséges vizet.

Az 6. ábra jól szemlélteti, hogy a tél és a tavasz folyamán hullott csapadék mélyre le tudott szivárogni a talajban. Az a tény, hogy a műszert 80 cm mélységig le tudtam nyomni, igazolja a talaj lazultságának, ha nem is ideális, de javuló állapotát. A talaj mélyebb rétegeiben található víz jelenléte jó okot ad a bizakodásra, hogy a növény fejlődési stádiumában a gyökér növekedése során folyamatosan biztosítva van a nedvességellátottság.



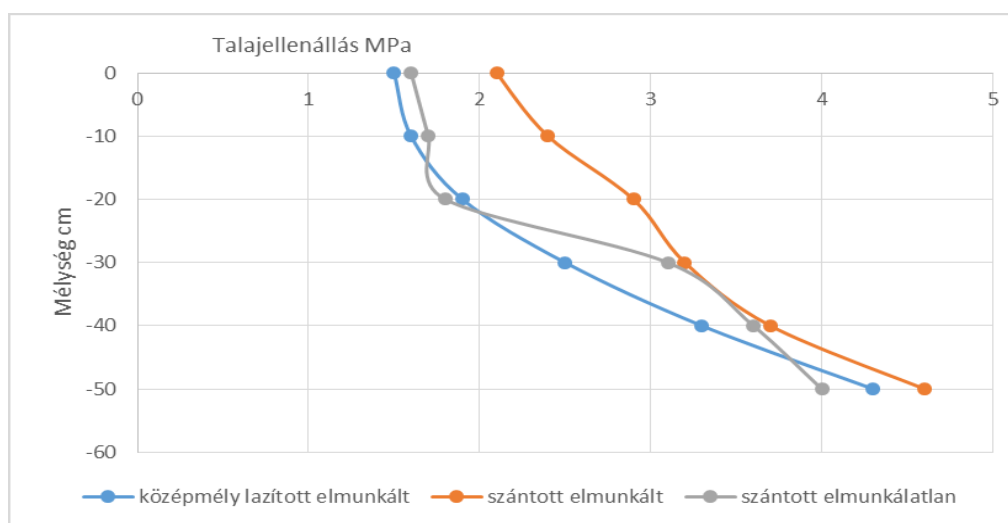
6. ábra Talajnedvesség mérés eredménye (Szomód, 2013. 06. 20)

A görbék 30-40 cm rétegben megfigyelhető törése jelzi ebben a rétegben korábban megtapasztalt tömörödöttség állapotot. A feltört talp kéreg rög maradványai valószínűleg még jelen vannak, amelyek akadályozzák a víz egyenletes leszivárgását a kéregben. A jövőre nézve fontos, hogy a talp réteg megszüntetése lehetővé teszi majd a víz leszivárgását.

A hipotézis vizsgálat (lásd Melléklet-3) eredménye azt igazolja jelen esetben, hogy *lazított elmunkált* talaj mért nedvességtartalmi értékek átlagos értéke szignifikánsan, vagyis jelentősen nem tér el az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett. A *szántott elmunkált* és a *szántott elmunkálatlan* talaj adataival elkészített vizsgálat szakmai következtetései azt mondja ki, hogy a nedvességtartalmi értékek átlagos értéke jelentősen eltér az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett.

A növény fejlődés kezdeti időszakában a nedvesség méréssel egy időben talajellenállás mérést végeztem. A vizsgálat eredményét a 7. ábrán lehet látni. A magágy készítés követően a felső 10 cm réteg lazulttá vált. A *lazított elmunkált* és a *szántott elmunkálatlan* talajban az 1,5-1,6 MPa ellenállás

értékek közelítik az ideális (1,15-1,45 MPa) magágy-igényt. Az ilyen állapotú magágy biztosítja a jó kelés és a további eredményes fejlődés lehetőségeit.



7. ábra Talajellenállás mérés eredménye (Szomód, 2013. 06. 20)

A *szántott elmunkált* talajon a magágy jelentős mértékben eltér a kedvezőtől. Az ilyen és hasonlóan tömör állapotú talajban a gyökérzet oldalirányban fejlődhet, amely hátrányos lehet a további növekedés, és aszályos idő esetén.

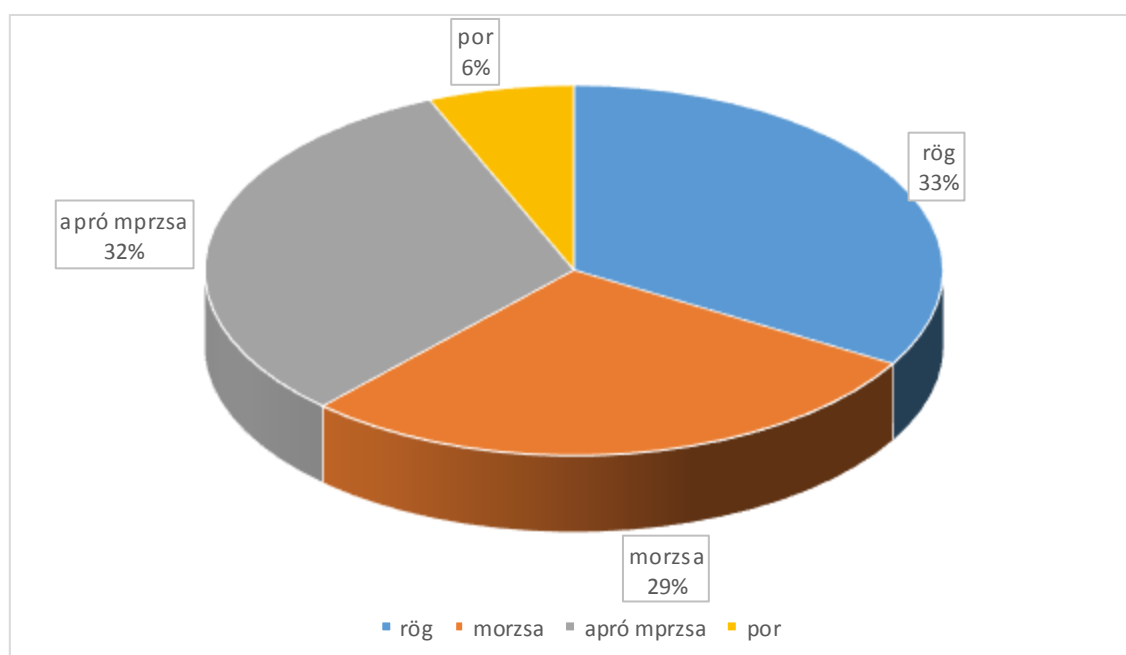
Fentebb már említésre került a kedvező gyökérágy (1,85-2,85) ellenállás értéke. Az ideális értéktartományhoz csupán a *lazított elmunkált* talaj állapota hasonló, a 0-30 cm réteget tekintve. A *szántott elmunkált* és a *szántott elmunkálatlan* talaj értékei meghaladják azt. A gyökér fejlődés során az összetömörödött rétegek jelentős nehézséget jelenthetnek a víz- és tápanyagfelvételben a növény számára.

A 7. ábra három görbéje közül jelentősen eltér a másik kettőhöz képest a *szántott elmunkált* talajé. Ennek oka vélhetően a külön menetben végzett elmunkálás taposási kára lehet.

A vetést követően újra mintákat vettem, majd azokat kiszárítva agronómiai szerkezet vizsgálatot végeztem szitálással. A vizsgálat eredményei a *lazított elmunkált* talaj esetében a következő lett 33:29:32:6 %. A *szántott elmunkált* talajon 27:29:32:12 % eredményt kaptam. A *szántott elmunkálatlan* talajon 39:27:27:7 % lett a frakciók aránya. A *lazított elmunkált* és a *szántott elmunkált* talajon 61% a morzsafrakció aránya, amely kissé leromlott talajszerkezetre utal. A megnövekedett porfrakció elsősorban a *szántott elmunkált* talajon figyelhető meg. A rögfrakció magas százaléka mindhárom művelésnél megfigyelhető. Kiemelkedő a *szántott elmunkálatlan* talaj rögfrakció aránya, amelynek elsődleges oka az őszi alpművelést követő elmunkálás hiánya. A

három kezelés közül a *lazított elmunkált* talaj szerkezet vizsgálatát bemutató 8. ábra segítségével. A rögfrakciók arányában kiemelkedően nagy a hant és a rög aránya (33 %). Magágyat vizsgálva említést érdemel az aprómorzsa túlsúlya a nagyobb méretű morzsa arányával szemben. Szerencsés a porfrakció alacsony mértéke, amely következtében valószínűleg nem kell számítani jelentős mértékű eliszapolódásra.

Megoldást jelenthetett volna a kevésbé rögös magágy készítésére a többszöri kombinátoros művelés. A folyamat azonban maga után vonja a morzsás szerkezet és a talaj porosodását, illetve a túlművelés összes negatív következményét.



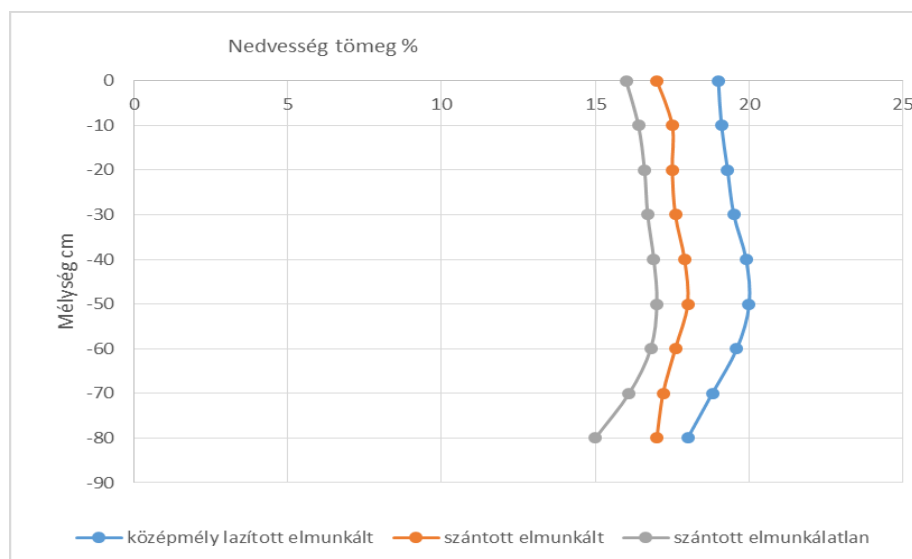
8. ábra Agronómiai szerkezet vizsgálat eredménye lazított elmunkált talajon
(Szomód, 2013. 05)

A kísérleti tér gyomállománya évek óta gondot jelent a kukorica monokultúrás termesztésében. Ennek oka részben a gyomirtó szert kijuttató permetező gép nem kellően precíz munkavégzése. Ezen felül nem mindig sikerült minden évben, jól időzítve kijuttatni a szert, ezért a túlságosan felszaporodott gyomállományon nem tudta a kívánt hatást elérni. A gyomok kelésében gondot jelent továbbá a 2-3 évente történő istállótrágya kijuttatása tápanyag utánpótlási céllal, amelynek nem kívánatos következménye az erőteljesebb gyomkelés.

A Balázs-féle gyomfelvelelés módszerét használva mértem fel a parcellák gyom állományát. A felmérésem alapján 25 % gyomborítottság volt jellemző mindhárom parcellán egyaránt. A területen T₄-es, G₃-as és G₁-es gyomnövények találhatóak meg. A nagyobb gondot általánosságban a G₃ és G₁ életformájú növények szabályozása jelenti.

3.4 A talajállapot vizsgálata betakarításkor

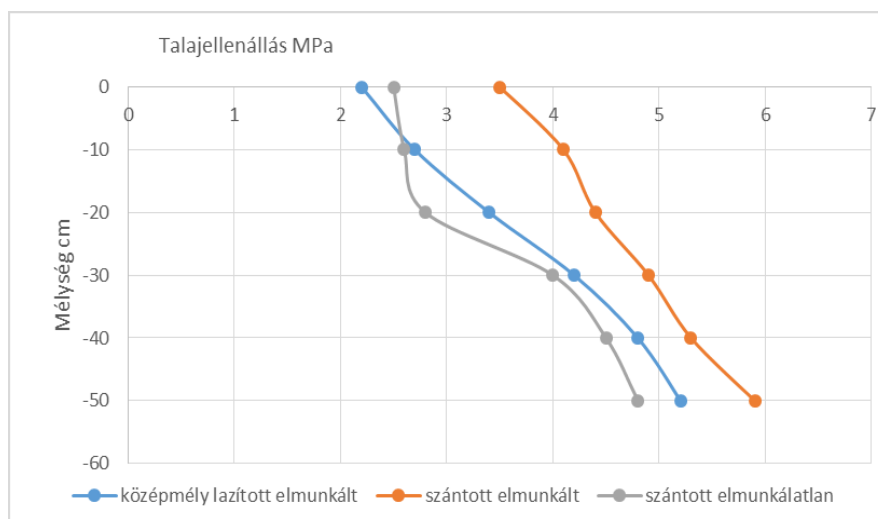
A betakarítást megelőzően elvégeztem a talajnedvesség vizsgálatot mindhárom kezelésben. A mérés eredményeit a 9. ábra szemlélteti. A júniusi mérést követően közel 80 mm eső esett, mint az 1. ábra is mutatta. Ennek tudatában a csapadék utánpótlás kedvezőnek bizonyult, és ennek nagy részét a jól lazult talaj magába tudta fogadni. A kukoricának nagy a vízigénye a növekedés és a termésképzés fázisaiban, legfőképp címerhányáskor, továbbá a magok kitelésekor vesz fel sok vizet. Ugyanakkor a kukorica szárazságtűrő növény is, ebből következően a gyökerei mélyre hatolnak. A 9. ábra arra utal, hogy a gyökerek mélyre hatoltak. A részlegesen feltört talprétegen a gyökerek át tudtak hatolni. A kukorica a nyár folyamán tapasztalt aszályos időszakban, 60-80 cm mély rétegből tudta felvenni a szükséges vizet.



9. ábra Talajnedvesség mérés eredménye (Szomód, 2013. 10. 04.)

A mért adatokkal ismét hipotézis vizsgálatot végeztem (lásd Melléklet-4). Szakmai következtetésem a következő. A nedvességtartalom átlagos értékei szignifikánsan eltérnek az elméleti átlagos értéktől 95 % megbízhatóság mellett, mindhárom kezelés esetében.

A talajnedvesség vizsgálattal egy időpontban elvégzett talajellenállás mérés eredménye a 10. ábrán látható. Mindhárom talajon egyforma mértékű tömörödés figyelhető meg. A folyamatos ülepedés természetben is megfigyelhető folyamat. Ennek oka lehet a vízvesztés és a száradás. Elősegítheti nagy mennyiségű csapadék ülepitő hatása (2013 év első harmadában), és az időleges vízborítás. Továbbá hatással van a folyamatra a szerves kolloidok korlátolt jelenléte a talajban.



10. ábra Talajellenállás mérés eredménye (Szomód, 2013. 10. 04.)

A mérés segítséget nyújt a következő növény talaj előkészítésének döntésében. Az ábrán jól kivehető a 30 cm-től mélyebben kialakult tömörödött réteg. Ez a talaj a jövőben, az előzőnél 5-10 cm-rel mélyebb lazítást igényel. A talaj lazultságának fenntartása, és a lazult szint mélyítése fontos a csapadék befogadás és raktározás szempontjából, valamint a gyökerek akadálymentes növekedése érdekében.

A talaj tömörödés vizsgálat elvégzése során ásópróbát végeztem. Igyekeztem a visszatömörödést igazoló jeleket keresni a kiásott szelvényen. A 11. ábrán látható szelvény rétegesen, lemezszerűen tömörödött. A szelvény kiásásakor a talaj nyirkos állapotú volt.



11. ábra Ásópróba eredménye (Szomód, 2013. 10. 04.)

A vizsgálatok elvégzését mindhárom parcellán gilisztaszámlálással egészítettem ki. Mivel a kukorica betakarítás előtt állt, nagy szártömege és levelei jól árnyékolták a talajfelszínt. A felszíni rétegek nem melegedtek fel jelentős mértékben. A talaj nyirkos állapotú volt, amelyet tenyér próbával állapítottam meg. A talajlakók számára kedvező körülmények meglétének köszönhetően találtam gilisztákat a felső 20 cm rétegben.

A *lazított elmunkált* talajban 4 gilisztát találtam egy ásónyom mélységben. Ez részben a lazítás által a sekélyen talajba dolgozott szármaradványok jelenlétének köszönhető. A 10. ábrán látható, hogy a talaj felszíni rétege lazult, ezért kedvező életteret nyújt a gilisztáknak. A *szántott elmunkált* talaj felszíni rétegeiben egy ásópróba alkalmával 2 földigilisztát találtam. A *szántott elmunkálatlan* talajban pedig nem találtam talajlakókat. A *szántott* parcellákban úgy gondolom a felszín közelében azért nem élnek nagy számban földigiliszták, mert az aláforgatott szármaradvány mélyebb rétegbe került és így nem találnak elegendő táplálékot.

3.5 A talajművelési szemléletmódok Szomód térségében

A talajkímélő és okszerű művelés végzéséhez a hazai termékpalettán az összes szükséges erőgép és munkagép megtalálható. Szomód és térségében gazdálkodók szokásai az erőgép megválasztásában eltérőek. A 10-50 hektáron gazdálkodók többsége a hagyományos erőgépeket használja. A megművelendő területek méretének növekedésével előtérbe kerültek az univerzális traktorok. Ez a jelenség az elterjedt hazánkban és számos külföldi országban is.

A hagyományos, alacsony vonóerővel (50-80 LE) rendelkező traktort használók körében a hagyományos, sok menetes talajművelés gyakorlata az elterjedt. Gépparkjukat is ennek megfelelően szerelték fel. Az alapművelés elvégzésére szinte kizárólag a 3 fejes ágyékét használják. Reménykeltő azonban, az elmúlt években az ágyékékre simító elmunkáló elemeket szereltek fel. Tarlóművelésre hagyományos tárcsát használnak. Magágyat kombinátorral készítenek. Gyakori hiba a sok menetes művelés alkalmazása, ennek következtében károsan tömörödtek talajok. Hasonlóképp gyakori a feltalaj túlművelése, amely legtöbb esetben a magágykészítéskor fordul elő. Természetesen a vonóerő igény a munkagépek használatának lehetőségeit korlátozza. Fontosnak tartom azonban megjegyezni, hogy a hagyományos művelés gépeivel is lehet talajkímélő művelést folytatni. Amennyiben ideálishoz közeli talajállapotnál kezdik el megművelni a talajt, azokat elmunkálják, szükség esetén visszatömörítik, esetleg talajtakarást alkalmaznak, ekkor, ha kis mértékben is, de tettek egy lépés talajaik védelme érdekében. A jelentős hibák, amelyek elkövetnek a gazdák, elsősorban a szaktudás hiányából fakad.

A nagy vonóerővel (120-350 LE) rendelkező traktorok tulajdonosai, mint a személyes beszélgetések alapján megtudtam, szakemberek ajánlásával vagy szántóföldi bemutatók tapasztalatain fellelkesedve vásároltak. Jellemzővé kezd válni a síktárcsák, középmély- és mély lazítók, illetve szántóföldi kultivátorok használata is. Az általam ismert gazdák 100-3000 hektárig bezárólag, különböző nagyságú területeken foglalkoznak szántóföldi növénytermesztéssel. Az univerzális traktorok megnövekedett vonóerő igénye lehetővé teszi a változatos munkagép használatot. Elterjedtnek látom körükben a lazítók rendszeres használatát. Arra törekszenek, hogy egy menetben több műveletet tudjanak elvégezni, tudatosan csökkentve a taposási kárt, és a hajtóanyag költséget egyaránt. Az új technológiák alkalmazása, és a klímakár csökkentő talajművelés elterjedésének hátterében tagadhatatlanul, jellemzően a magas szintű szakmai tudás áll.

4. Értékelés és következtetések

A dolgozat készítése során a talajok állapotát sokoldalúan jellemezhető vizsgálatokat végeztem, így agronómiai szerkezet bírálatot, nedvesség- és talajellenállás mérést, művelhetőség próbákat, és gilisztaszámlálást. Az agronómiai szerkezet vizsgálata nyomán arra a következtetésre jutottam, hogy a leromlott szerkezetű talajon a morzsaképződést forgatás nélküli művelés alkalmazásával eredményesebben lehet javítani, mint a forgatásos eljárással. A tavaszi állapotfelmérés során végzett vizsgálat egyértelműen bizonyította, hogy a tél folyamán bekövetkező fagyhatás elsősorban a morzsafrakció felaprózódást eredményezi, míg a hantokra alig gyakorol kedvező hatást. Vagyis az őszi alpművelések őszi elmunkálása a nedvesség megkímélésén túl a talajszerkezet védelmének szolgálatába állítható.

A kísérleti területen végzett talajnedvesség mérések a *lazított elmunkált* talaj esetében a nagyobb nedvesség tömeg %-ot, jobb nedvesség tárolást igazoltak a *szántott elmunkált* és *szántott elmunkálatlan* kezelések talajaihoz képest. A mérés eredményei azt is bizonyítják, hogy az őszi szántás nagyobb felülete miatt elvesztegetett talajnedvesség nem pótolható. A *lazított elmunkált* talajon matematikailag is igazolhatóan kisebb mértékű nedvesség veszteség keletkezett, és így nagyobb vízkészlet állt a növények rendelkezésére a fejlődése, és a termésképzése idején.

A talaj tömörödés folyamatát az alpművelésétől a betakarításig nyomon követtem. A talaj lazítása, és az őszi szántás eltérő minőségű lazult talajállapotot eredményezett. Ez a lazult állapot tette lehetővé a jelentős mennyiségű 2013. tavaszi csapadék befogadását, és a közepes minőségű, morzsás magágy készítését. A *szántott elmunkált* talajon, a külön menetben végzett elmunkálás taposási kára a mérések végzése során kimutatható volt.

A tapasztalatok alapján érdemes megfontolni hány menetben végezzük el a tarlótól a magágyig a szükséges műveleteket, és ezek révén milyen mértékű talajtömörödést okozunk.

A kísérletekben a talaj gépmozgásoktól független természetes tömörödése is megfigyelhető volt. Ez a kedvezőtlen folyamat 2013 tavaszán a talaj szerkezetességének, a lehullott csapadék mennyiségének és a talajban végbemenő ülepedésnek tudható be.

A talaj természetes, és művelés eredetű tömörödésének tudatában évről-évre mérésekkel ajánlatos ellenőrizni az ellenállás, a tömörödés, az ülepedés mértékét, és szükség esetén a kedvezően lazult állapot kialakítása érdekében talajlazítást alkalmazni.

A gilisztaszámláláskor legkedvezőbb állapotot a forgatás nélküli művelés, vagyis a *lazított elmunkált* talajon tapasztaltam. A felszínen hagyott, majd a felső 10-15 cm mélységbe juttatott szármadarványok a jó árnyékoló, és tápanyag szolgáltató képességük révén nyújtottak kedvező élőhelyet a talajlakó élőlények és a földigiliszták számára.

A szomódi adatok ismeretében 2010-ben *1014 mm*, 2011-ben *350 mm* és 2012-ben *441 mm* csapadék hullott. 2013 első három hónapjában összesen *272 mm* eső és hó esett, közel meghaladva a 2011. év csapadék összegét.

A klíma változékony, és tapasztalataink szerint egyre inkább szélsőségesse válik. Gazdálkodói szemszögből a talaj állapotnak folyamatosan alkalmasnak kellene lennie a csapadék befogadására, tárolására, ezáltal a növények nedvesség igényének optimális kiszolgálására.

A talajállapot rendszeres vizsgálatát jó szívvel ajánlom a gazdálkodók figyelmébe. Eredményes és okszerű művelést ugyanis csak az a gazdálkodó lesz képes a jövőben folytatni, aki az ellenőrzések eredményeként jól ismeri talaját, és e vizsgálatok szerint dönt bármely művelés elvégzéséről.

5. Összefoglalás

Dolgozatom megírását a hagyományos talajművelés a szélsőséges időjárás okozta károk feltárása, és a megelőzés lehetőségeinek vizsgálata hívta életre.

Vizsgálataim célja a sokmenetes, intenzív talajművelés, és a talajkímélő, okszerű talajhasználat összehasonlítása Szomód térségében. A talajok állapotát sokoldalúan jellemezhető vizsgálatokat végeztem, így agronómiai szerkezet bírálatot, nedvesség- és talajellenállás mérést, művelhetőség próbákat, és gilisztaszámlálást.

A munkámban szereplő adatok általam beállított kísérlet méréseinek eredményei. A kísérleti területen három különböző művelésmódot vizsgáltam, úgy, mint *lazított elmunkált*, *szántott elmunkált*, és *szántott elmunkálatlan* kezeléseket. A legfontosabb vizsgálati eredményeket statisztikailag is értékeltem.

A kísérlet során vett talajminták, és mért adatok kiértékelése a talajkímélő művelés fontosságát, és létjogosultságát igazolták.

Talajnedvesség mérések eredménye bizonyította, hogy forgatás nélküli műveléssel több vizet őrizhetünk meg a talajban, mint hagyományos szántással. Ezen felül adataim az őszi alapművelések őszi elmunkálásának fontosságát támasztják alá. Ahol, és amikor a nedvesség talajban való megtartása okszerű, lazult állapotot kell kialakítani, és kisebbíteni kell a talaj felszínét.

Adataim szerint a *szántott elmunkált* talaj lazultsága a külön menetben végzett elmunkálással okozott taposási kár révén kedvezőtlenül lecsökkent. A talajon elvégzendő művelések megtervezésekor érdemes a gépkombinációk használatán is elgondolkodni, mert az okszerűen csökkentett menetszámmal a talaj visszatömörödése megbízhatóan csökkenthető.

Úgy látom, nagy felelősség van azokon a gazdálkodókon, akik talajműveléssel és növénytermesztéssel foglalkoznak. A tudomány fejlődik, és újabbnál-újabb technológiát tár elénk. A döntés terhe a gazdálkodókon van, hogy adott talajállapotnál, mely művelő eszközt és eljárást választják.

Bízom abban, hogy dolgozatomban feltárt eredmények segítséget tudnak nyújtani gazdálkodók számára, és hozzá tudom segíteni őket a talajkímélő művelés jó gyakorlatának elsajátításához.

6. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni azoknak, kik segítséget nyújtottak dolgozatom megírásában

Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi kar
Növénytermesztési Intézet
Földműveléstani Tanszék

Szeretnék külön köszönetet mondani Dr. Birkás Márta professzor asszonynak, ki szaktudásával, tapasztalatával és áldozatkész munkájával elősegítette ennek a dolgozatnak a létrejöttét.

Szeretnék köszönetet mondani Magyaros Tibor László édesapámnak, ki lehetővé tette a kísérlet elvégzését és türelmes munkájával segítette annak sikerességét.

7. Irodalomjegyzék

- BALÁZS F. (1944): A növénycönológia felvételek készítésének újabb módja. Bot.Közl. 41: 18-33.
Cit. PERCZE, 2002 (Lásd lentebb).
- BIHARI T. (2012): Könnyebb magot sekélyebbre? Haszon AGRÁR, 6.10.22-23.
- BIRKÁS M. (1993): Talajművelés. In: NYÍRI L. (szerk.). Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 96-194.
- BIRKÁS M. (2001): Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban. – In: BIRKÁS M.(szerk.) Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban. Akaprint Nyomdaipari Kft, Budapest, pp. 121-158.
- BIRKÁS M. (2008a): Kinek fontos mi lesz a talajainkkal? Agrofórum, 19.9.33-35.
- BIRKÁS M. (2008b): Jobb őszi talajműveléssel a klímakárok enyhítéséért. Agrofórum, 19.10.12-16.
- BIRKÁS M. (2009a): Hagyományok és változások Tanulságok a 2008-as őszi művelésidényből. Agrofórum, 20.2.5-11.
- BIRKÁS M. (2009b): Bevezető gondolatok. Agrofórum, 20.10.7.
- BIRKÁS M. (2009c): Tanuljuk az aszályleckét. Agrofórum, 20.10.8-13.
- BIRKÁS M. (2010a): Talajművelők zsebkönyve. – Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 20-97.
- BIRKÁS M. (2010b): Tovább kell tanulnunk a klíma-leckét! Agrofórum, 21.2.58-61.
- BIRKÁS M. (2010c): A tarlómaradványok szervesanyag-forrás értéke szélsőséges klímában. Agrofórum, 21.8.74-79.
- BIRKÁS M. (2011a): Talajművelés extrém időjárási körülmények között. Agrofórum, 22.7. 16-19.
- BIRKÁS M. (2011b): Meddig jutottunk a talajállapot károk enyhítésében? Agrofórum, 22.10.10-15.
- BIRKÁS M.-CSÍK L. (2002) In: BIRKÁS M.(szerk.). Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés. Akaprint Nyomdaipari Kft, Budapest, pp. 15-51
- BOTTLIK L. (2011): Őszi talajművelés a szélsőségek tükrében. Agro Napló, 16.10.35.
- DARÓCZI S. (2005): Talajtömörségmérő műszer. Szarvas, 4 p.

- ECAF (1999): Konservierende Bodenbearbeitung in Europa. Umweltrelevante, ekonomische, und EU politische Perspektiven. Brussels. Berlin, p. 23.
- GYURICZA CS. (2011): Talajművelő eszközök a termőhely megóvás szolgálatában. Agroforum, 22.9.94-98.
- HAJDÓ J. (2012): Így érdemes szántani! Haszon AGRÁR, 6.10. 16-19.
- Hartwig, N.L. , Ammon, H.U., (2002). Covercrops and living mulches. Weed Sci. 50, pp. 688–699.
- KELEMEN ZS. (2012): Az őszi mezei munkák eszközei I. Talaj-előkészítés és talajművelés. Agrárium, 22.9.22-23.
- PERCZE A. (2002) In: GYURICZA Cs. (szerk.). Szántóföldi talajhasználati praktikum. Akaprint Nyomdaipari Kft, Budapest, pp. 137-137.
- RÁTONYI T. (2012): Elő a kultivátorral! Haszon AGRÁR, 6.10.12-13.
- SOÓS S. (2012): Gazdálkodói kérdőjelek és termőhelyi ismeretek. AgrárUnió, 13.okt.-nov.94-96
- SZÁSZ G., TŐKEI L. (1997): Meteorológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 411-658.
- VINCZE M.- BIRKÁS M.-SZALAI T.-DOROGI I. (1995): Földműveléstani praktikum. – Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar Földműveléstani és Növénytermesztéstani Tanszék, Gödöllő, pp. 77-105.
- ZSEMBELI J. (2012): Gondolatok a talajművelésről aszályban. Mezőhír, 16.10.32-34.

8. Mellékletek, függelék:

Melléklet-1: Pálcaszonda mérési eredményei (Átlag, szórás, minimum és maximum érték vizsgálata)

Mérés sorszáma	Mérési mélység	Mérés sorszáma	Mérési mélység	Mérés sorszáma	Mérési mélység
1	-27	26	-35	51	-22
2	-27	27	-34	52	-15
3	-34	28	-30	53	-22
4	-30	29	-40	54	-25
5	-31	30	-35	55	-30
6	-32	31	-36	56	-28
7	-31	32	-37	57	-24
8	-32	33	-33	58	-31
9	-32	34	-35	59	-25
10	-32	35	-35	60	-25
11	-35	36	-35	61	-15
12	-35	37	-37	62	-18
13	-32	38	-40	63	-24
14	-30	39	-37	64	-20
15	-31	40	-38	65	-32
16	-31	41	-39	66	-28
17	-30	42	-42	67	-25
18	-31	43	-35	68	-30
19	-30	44	-15	69	-27
20	-35	45	-20	70	-28
21	-36	46	-27		
22	-35	47	-15		
23	-33	48	-20		
24	-36	49	-15		
25	-32	50	-20		

Átlag:		-29,70
Szórás:		6,6906
Minimum:		-42
Maximum:		-15
Darab:		70

Adatok a *Melléklet-2-3-4* számolásához

M.m.	L.e.	Sz.e.	Sz.	L.e.	Sz.e.	Sz.	L.e.	Sz.e.	Sz.
	M.-2	M.-2	M.-2	M.-3	M.-3	M.-3	M.-4	M.-4	M.-4
0	12	10	9	20	20	19	19	17	16
-10	15	12	11	20,8	20,8	19,8	19,1	17,5	16,4
-20	16	12	14	21,4	21,3	20,5	19,3	17,5	16,6
-30				22,6	21,9	21,2	19,5	17,6	16,7
-40				23,3	22,4	22,8	19,9	17,9	16,9
-50				24	23	23	20	18	17
-60				24,2	23	23	19,6	17,6	16,8
-70				24,8	23	23	18,8	17,2	16,1

-80				25	23	23	18	17	15
Átlag:	14,33	11,33	11,33	22,90	22,04	21,70	19,24	17,48	16,39
Szórás:	2,0817	1,1547	2,5166	1,7075	1,0584	1,5114	0,6146	0,3563	0,6234
Darab:	3	3	3	9	9	9	9	9	9

L.e.=lazított elmunkált, Sz.e.=szántott elmunkált, Sz.=szántott elmunkálatlan

M.-2=**Melléklet-2**, M.-3=**Melléklet-3**, M.-4=**Melléklet-4**

Hely szűkében a Melléklet 2-3-4 számolásának adatait a fenti táblázatban foglaltam össze.

Hipotézisvizsgálattal vizsgálom, hogy az egyes művelésmódok nedvességtartalmi értékei szignifikánsan eltérnek-e az ajánlott értéktől, közép-kötött talajok esetében.

Közép-kötött talajokon 21-25 nedvesség tömegszázalék az ideális érték.
 $\mu = 23$, vagyis átlagosan 23 nedvesség tömegszázalék az ideális érték.

Melléklet-2:

Elsőként a lazított elmunkált művelésmód esetében vizsgálom.

Ennek elvégzéséhez egy mintás t-próbát alkalmazunk.

1. Probléma felvetése, statisztikai kérdés megfogalmazása
Kérdés: A lazított elmunkált művelésmódú talaj nedvességtartalma szignifikánsan eltér-e az ideális nedvességtartalmi értéktől?

2. Szakmai kérdés statisztikai formába való öntése, H_0 és H_1 hipotézis felállítása

H_0 : $\bar{x}$ átlag = μ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól) $\mu = 23$ nedvesség tömegszázalék

H_1 : $\bar{x}$ átlag $\neq \mu$ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$$1 - \alpha = 95 \%$$

$$\alpha = 5 \%$$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

$$t_{\text{empirikus}} = -7,2111$$

5. Kritikus érték meghatározása

$$t_{\text{kritikus}} = 4,3027$$

$$\alpha/2 = 0,025$$

$$Df = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

6. Statisztikai döntés

$$t_{\text{emp}} = 7,2111 > t_{\text{krit}} = 2,3060 \rightarrow H_0 \text{ elutasítva}$$

7. Szakmai következtetés

Az általunk mért nedvességtartalmi értékek átlagos értéke szignifikánsan, vagyis **jelentősen eltér** az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett, lazított elmunkált művelésmód esetében.

Ez követően a szántott elmunkált művelésmód esetében vizsgálom.

Ennek elvégzéséhez egy mintás t-próbát alkalmazunk.

1. Probléma felvetése, statisztikai kérdés megfogalmazása
Kérdés: A szántott elmunkált művelésmódú talaj nedvességtartalma szignifikánsan eltér-e az ideális nedvességtartalmi értéktől?

2. Szakmai kérdés statisztikai formába való öntése, H_0 és H_1 hipotézis felállítása

H_0 : $\bar{x}$ átlag = μ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól) $\mu = 23$ nedvesség tömegszázalék

H_1 : $\bar{x}$ átlag $\neq \mu$ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$$1-\alpha = 95 \%$$

$$\alpha = 5 \%$$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

$$t_{\text{empirikus}} = -17,5000$$

5. Kritikus érték meghatározása

$$t_{\text{kritikus}} = 2,3060$$

$$\alpha/2 = 0,025$$

$$Df = n-1 = 3-1 = 2$$

6. Statisztikai döntés

$$t_{\text{emp}} = 17,50 > t_{\text{krit}} = 4,3027 \rightarrow H_0 \text{ elutasítva}$$

7. Szakmai következtetés

Az általunk mért nedvességtartalmi értékek átlagos értéke szignifikánsan, vagyis **jelentősen eltér** az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett, *szántott elmunkált* művelésmód esetében.

Végezetül a szántott elmunkálatlan művelésmód esetében vizsgálom.

Ennek elvégzéséhez egymintás t-próbát alkalmazunk.

1. Probléma felvetése, statisztikai kérdés megfogalmazása

Kérdés: A *szántott elmunkálatlan* művelésmódú talaj nedvességtartalma szignifikánsan eltér-e az ideális nedvességtartalmi értéktől?

2. Szakmai kérdés statisztikai formába való öntése, H_0 és H_1 hipotézis felállítása

H_0 : x átlag $= \mu$ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól) $\mu = 23$ nedvesség tömegszázalék

H_1 : x átlag $\neq \mu$ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$$1-\alpha = 95 \%$$

$$\alpha = 5 \%$$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

$$t_{\text{empirikus}} = -8,0296$$

5. Kritikus érték meghatározása

$$t_{\text{kritikus}} = 4,3027$$

$$\alpha/2 = 0,025$$

$$Df = n-1 = 3-1 = 2$$

6. Statisztikai döntés

$$t_{\text{emp}} = 8,0296 > t_{\text{krit}} = 4,3027 \rightarrow H_0 \text{ elutasítva}$$

7. Szakmai következtetés

Az általunk mért nedvességtartalmi értékek átlagos értéke szignifikánsan, vagyis **jelentősen eltér** az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett, *szántott elmunkálatlan* művelésmód esetében.

Melléklet-3:

Elsőként a lazított elmunkált művelésmód esetében vizsgálom.

Ennek elvégzéséhez egymintás t-próbát alkalmazunk.

1. Probléma felvetése, statisztikai kérdés megfogalmazása

Kérdés: A *lazított elmunkált* művelésmódú talaj nedvességtartalma szignifikánsan eltér-e az ideális nedvességtartalmi értéktől?

2. Szakmai kérdés statisztikai formába való öntése, H_0 és H_1 hipotézis felállítása

H_0 : x átlag $= \mu$ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól) $\mu = 23$ nedvesség tömegszázalék

H_1 : x átlag $\neq \mu$ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$$1-\alpha = 95 \%$$

$$\alpha = 5 \%$$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

$$t_{\text{empirikus}} = -0,1757$$

5. Kritikus érték meghatározása

$$t_{\text{kritikus}} = 2,3060$$

$$\alpha/2 = 0,025$$

$$Df = n-1 = 3-1 = 2$$

6. Statisztikai döntés

$$t_{\text{emp}} = 0,1757 > t_{\text{krit}} = 2,3060 \rightarrow H_0 \text{ elutasítva}$$

7. Szakmai következtetés

Az általunk mért nedvességtartalmi értékek átlagos értéke szignifikánsan, vagyis **jelentősen nem tér el** az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett, *lazított elmunkált* művelésmód esetében.

Ez követően a szántott elmunkált művelésmód esetében vizsgálom.

Ennek elvégzéséhez egy mintás t-próbát alkalmazunk.

1. Probléma felvetése, statisztikai kérdés megfogalmazása

Kérdés: A *szántott elmunkált* művelésmódú talaj nedvességtartalma szignifikánsan eltér-e az ideális nedvességtartalmi értéktől?

2. Szakmai kérdés statisztikai formába való öntése, H_0 és H_1 hipotézis felállítása

H_0 : x átlag $= \mu$ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól) $\mu = 23$ nedvesség tömegszázalék

H_1 : x átlag $\neq \mu$ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$$1-\alpha = 95 \%$$

$$\alpha = 5 \%$$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

$$t_{\text{empirikus}} = -2,7084$$

5. Kritikus érték meghatározása

$$t_{\text{kritikus}} = 2,3060$$

$$\alpha/2 = 0,025$$

$$Df = n-1 = 3-1 = 2$$

6. Statisztikai döntés

$$t_{\text{emp}} = 2,7084 > t_{\text{krit}} = 2,3060 \rightarrow H_0 \text{ elutasítva}$$

7. Szakmai következtetés

Az általunk mért nedvességtartalmi értékek átlagos értéke szignifikánsan, vagyis **jelentősen eltér** az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett, *szántott elmunkált* művelésmód esetében.

Végezetül a szántott elmunkálatlan művelésmód esetében vizsgálom.

Ennek elvégzéséhez egy mintás t-próbát alkalmazunk.

1. Probléma felvetése, statisztikai kérdés megfogalmazása

Kérdés: A *szántott elmunkálatlan* művelésmódú talaj nedvességtartalma szignifikánsan eltér-e az ideális nedvességtartalmi értéktől?

2. Szakmai kérdés statisztikai formába való öntése, H_0 és H_1 hipotézis felállítása

H_0 : x átlag $= \mu$ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól) $\mu = 23$ nedvesség tömegszázalék

H_1 : x átlag $\neq \mu$ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$$1-\alpha = 95 \%$$

$$\alpha = 5 \%$$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

$$t_{\text{empirikus}} = -2,5803$$

5. Kritikus érték meghatározása

$t_{kritikus} = 2,3060$

$\alpha/2 = 0,025$

$Df = n - 1 = 3 - 1 = 2$

6. Statisztikai döntés

$t_{emp} = 2,5803 > t_{krit} = 2,3060 \rightarrow H_0$ elutasítva

7. Szakmai következtetés

Az általunk mért nedvességtartalmi értékek átlagos értéke szignifikánsan, vagyis **jelentősen eltér** az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett, *szántott elmunkálatlan* művelésmód esetében.

Melléklet-4:

Elsőként a lazított elmunkált művelésmód esetében vizsgálom.

Ennek elvégzéséhez egymintás t-próbát alkalmazunk.

1. Probléma felvetése, statisztikai kérdés megfogalmazása

Kérdés: A *lazított elmunkált* művelésmódú talaj nedvességtartalma szignifikánsan eltér-e az ideális nedvességtartalmi értéktől?

2. Szakmai kérdés statisztikai formába való öntése, H_0 és H_1 hipotézis felállítása

H_0 : x átlag $= \mu$ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól) $\mu = 23$ nedvesség tömegszázalék

H_1 : x átlag $\neq \mu$ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$1 - \alpha = 95 \%$

$\alpha = 5 \%$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

$t_{empirikus} = -18,3306$

5. Kritikus érték meghatározása

$t_{kritikus} = 2,3060$

$\alpha/2 = 0,025$

$Df = n - 1 = 3 - 1 = 2$

6. Statisztikai döntés

$t_{emp} = 18,3306 > t_{krit} = 2,3060 \rightarrow H_0$ elutasítva

7. Szakmai következtetés

Az általunk mért nedvességtartalmi értékek átlagos értéke szignifikánsan, vagyis **jelentősen eltér** az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett, *lazított elmunkált* művelésmód esetében.

Ez követően a szántott elmunkált művelésmód esetében vizsgálom.

Ennek elvégzéséhez egymintás t-próbát alkalmazunk.

1. Probléma felvetése, statisztikai kérdés megfogalmazása

Kérdés: A *szántott elmunkált* művelésmódú talaj nedvességtartalma szignifikánsan eltér-e az ideális nedvességtartalmi értéktől?

2. Szakmai kérdés statisztikai formába való öntése, H_0 és H_1 hipotézis felállítása

H_0 : x átlag $= \mu$ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól) $\mu = 23$ nedvesség tömegszázalék

H_1 : x átlag $\neq \mu$ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$1 - \alpha = 95 \%$

$\alpha = 5 \%$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

$t_{empirikus} = -46,4974$

5. Kritikus érték meghatározása

$t_{kritikus} = 2,3060$

$\alpha/2 = 0,025$

$Df = n - 1 = 3 - 1 = 2$

6. Statisztikai döntés

$t_{emp} = 46,4974 > t_{krit} = 2,3060 \rightarrow H_0$ elutasítva

7. Szakmai következtetés

Az általunk mért nedvességtartalmi értékek átlagos értéke szignifikánsan, vagyis **jelentősen eltér** az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett, *szántott elmunkált* művelésmód esetében.

Végezetül a szántott elmunkálatlan művelésmód esetében vizsgálom.

Ennek elvégzéséhez egy mintás t-próbát alkalmazunk.

1. Probléma felvetése, statisztikai kérdés megfogalmazása

Kérdés: A *szántott elmunkálatlan* művelésmódú talaj nedvességtartalma szignifikánsan eltér-e az ideális nedvességtartalmi értéktől?

2. Szakmai kérdés statisztikai formába való öntése, H_0 és H_1 hipotézis felállítása

H_0 : $\bar{x}$ átlag $= \mu$ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól) $\mu = 23$ nedvesség tömegszázalék

H_1 : $\bar{x}$ átlag $\neq \mu$ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$1 - \alpha = 95 \%$

$\alpha = 5 \%$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

$t_{empirikus} = -31,8155$

5. Kritikus érték meghatározása

$t_{kritikus} = 2,3060$

$\alpha/2 = 0,025$

$Df = n - 1 = 3 - 1 = 2$

6. Statisztikai döntés

$t_{emp} = 31,8155 > t_{krit} = 2,3060 \rightarrow H_0$ elutasítva

7. Szakmai következtetés

Az általunk mért nedvességtartalmi értékek átlagos értéke szignifikánsan, vagyis **jelentősen eltér** az elméleti átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett, *szántott elmunkálatlan* művelésmód esetében.

9.Nyilatkozat

Én, Magyaros Tibor nyilatkozom, hogy jelen dolgozat saját munkám, és a felhasznált irodalmakat az előírtaknak megfelelően kezeltem és a munkámra vonatkozó jogszabályokat betartottam.

Magyaros Tibor

s.k.