

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
MEZŐGAZDASÁGI KAR
NÖVÉNYTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI INTÉZET

**TALAJMŰVELÉSI RENDSZEREK VIZSGÁLATA
A VÁSÁRHELYI RÓNA KFT. KUKORICA TERMESZTÉSÉBEN**

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Készítette:
MATUSEK NORBERT
(III. évfolyam, levelező tagozat)

Belső konzulensek:
DR. KRISTÓ ISTVÁN
főiskolai docens

MÉSZÁROSNÉ HERBICH KATALIN
tudományos segédmunkatárs

Külső konzulens:
MÁTÉ IMRE
növénytermesztési ágazatvezető

HÓDMEZŐVÁSÁRHELY
2012

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1. A talaj fogalma és főbb jellegzetességei	6
2.2. Talajművelés fogalma, célja és feladata	8
2.3. Talajművelés rendszere	9
2.3.1. A talaj forgatása	9
2.3.1. A talaj lazítása	11
2.4. Talajművelés története, talajművelő eszközök fejlődése	14
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	18
3.1. A Róna Kft. bemutatása	18
3.2. A termőhely éghajlati és talajviszonyai	18
3.2.1. Csapadék alakulása	18
3.2.2. Talajviszonyok	19
3.3. A kísérlet leírása és bemutatása	19
3.4. A kísérletben felvett adatok	24
3.4.1. Talaj nedvességtartalmának a meghatározása	24
3.4.2. Kukorica magasságának a mérése	25
3.4.3. Kukorica tőszámának a mérése	25
3.4.4. Kukorica csőszámának a mérése	25
3.4.5. Kukorica csőhosszúság mérése	25
3.4.6. Kukorica termékenyülésének a mérése	25
3.4.7. Kukorica tényleges szemszámának a mérése	26
3.4.8. A kukorica betakarítása és termésnévelése	26
4. EREDMÉNYEK	27
4.1. Talaj nedvességtartalma	27
4.2. Kukorica magassága	27
4.3. Kukorica tőszáma	28
4.4. Kukorica csőszáma	29
4.5. Kukorica csőhosszúsága	29
4.6. Kukoricacső termékenyülése	30
4.7. Kukoricacső tényleges szemszáma	31
4.8. Kukorica termésátlaga	32
4.9. Üzemanyag és idő ráfordítás	32

4.10. A kukorica termesztés költségei	33
4.11. A kukorica termesztés eredményei	34
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	36
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	41
7. MELLÉKLETEK.....	43
8. IRODALOMJEGYZÉK.....	44
9. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS	47

1. BEVEZETÉS

A kukorica a világ lakosságának élelmezésben betöltött szerepe és termelésének gyors ütemű növekedése miatt lett a világ egyik legfontosabb kultúrnövénye. Ezért a kukorica földrajzi elterjedése igen jelentős. Termelése napjainkban is egyre terjed és a termésátlagok is növekednek az intenzív termesztéstechnológiáknak köszönhetően. A világ legjelentősebb kukorica termelői: USA 41%, Kína 20%, Brazília 7%, Mexikó és Argentína 3-3%, Franciaország 2% és Olaszország 2%.

A kukorica hazánkban évtizedek óta a legnagyobb területen termesztett kultúrnövény, vetésterülete átlagosan 1,169 millió hektár, az átlagtermés pedig 6,963 millió t/ha. A kukorica szinte a teljes mezőgazdasági-élelmezési vertikum egyik alapköve, nemcsak Magyarországon, de a világ számos országában is. Magyarországon a kukorica felhasználása sokféle. Alapvetően négy főbb területet különböztetünk meg: az állati takarmányozást, a humán táplálkozást, az ipari felhasználást, valamint a szemestakarmány exportot. A szemtermés fontos abraktakarmány, aminek a nagyobb részét daraként és tápokba keverve használják fel, de ezen kívül erjesztett takarmányokat is készíthetünk belőle. Hazánkban a kukorica nem tartozik a közkedvelt, jelentős étel-alapanyagok közé. Jelenleg a legnagyobb volumenben a söripar hasznosítja, de a kukorica pehely és csíraolaj piac is egyre növekszik. Magyarországon az üzemanyag célú etanol termelése teszi ki az ipari felhasználás legnagyobb részét. Hazánkban az etanol gyártás legfeljebb évi 400-450 ezer tonna kukoricát vesz fel, így hazai felhasználás mellett átlagosan 3 millió tonna export kukorica képződik (Nagy és Ványiné 2011).

Hazánkban az elmúlt 3 év rámutatott, hogy milyen mértékű időjárási szélsőségek sújthatják a mezőgazdasági termelőket. Ezeket az időjárási jelenségeket szoros összefüggésbe hozzák a klímaváltozással, amelyet a káros emberi tevékenység nagymértékben súlyosbít. A gazdálkodók az időjárási tényezőket nem tudják befolyásolni, de tudnak olyan lépéseket tenni, amivel megelőzhetik vagy javíthatják az időjárás okozta károkat. A művelési hibáktól szenvedő - tömörödött, szerkezetében leromlott, elporosodott, cserepesedett - talaj nem képes az időjárási szélsőségek okozta károk mérséklésére. A művelési hibák műveléssel javíthatók és megelőzhetők, ezáltal a gazdálkodási és környezeti kockázat is mérsékelhető. A mai talajművelési eljárások között több olyan van, ami a talajnedvesség megőrzésére és a menetszám csökkentésére alkalmas (Birkás 2001).

Az általunk végzett kísérlet a Vásárhelyi Róna Kft. területén valósult meg, amelynek keretében egy 9 hektáros földterületet három egyenlő részre osztottunk: az első részt szántással műveltük, a második rész lazításos alpművelésben részesült, a harmadik részen pedig sávós művelést alkalmaztunk. A 3 ha-os szántóföldi kísérleti parcellákba három kukoricanemesítő ház, összesen 9 hibridje került elvetésre.

A kísérlet célja, hogy reális és használható eredményeket kapjunk a három művelési irányzat kukoricahibridekre gyakorolt hatásáról, a költségeiről és a gazdasági eredményről. A mai rendkívül magas üzemanyagárak mellett a gazdálkodóknak egyáltalán nem mindegy, hogy hány menetben végzi el a kívánt műveletet az erőgép és milyen az adott művelési mód üzemanyag-igénye. Vagyis a költségek mennyisége és a várható eredmény mértéke rendkívül fontos, hogy minél sikeresebben tudjunk gazdálkodni. Viszont az alkalmazandó művelésmód kiválasztásánál az sem elhanyagolható szempont, hogy melyik környezetkímélőbb és ezáltal melyik illeszthető a fenntartható gazdálkodás irányelvébe. Rendkívül fontos tehát, hogy a termőföld termékenységét és állapotát megőrizzük és javítsuk, hogy az utánunk következő generációnak is élhető és használható életteret nyújthassunk. Célunk továbbá, hogy a dolgozattal hasznos információkat adjunk a téma iránt érdeklődőknek, akik a gyakorlatban is hasznát vehetik eredményeinknek.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A talaj fogalma és főbb jellegzetességei

A talaj a Föld külső szilárd rétege. Legfőbb funkciója, hogy megfelelő időben és mennyiségben képes ellátni vízzel és tápanyagokkal a növényeket, mely tulajdonsága befolyásolja a legfőbb értékét, a termékenységét. Ferencz és Ferencz (1999) szerint a talaj egy háromfázisú rendszer, amely szilárd, folyékony és légnemű összetevőkből áll. Tehát a növénytermesztés elsődleges feltétele a talaj, amely egyben a Föld legjelentősebb, megújulásra képes erőforrása is. Ezért ennek a nélkülözhetetlen kincsnek a mértékletes és szakszerű használata felelősséget jelent a termelők számára. A szántóföldi talajhasználat minden tekintetben hatással van a talajra, ezért szükséges, hogy a gazdálkodó megfelelő szaktudással rendelkezzen, aminek következtében megérti és átlátja a talajtulajdonságokból adódó összefüggéseket (Gyuricza 2001). A növények gyökérzete a talajban helyezkedik el, ami támasztó, rögzítő, valamint tápanyag-, víz- és oxigénellátó közegként szerepel. A talajban rengeteg élőlény található (baktériumok, gombák, moszatok, ázálékállatok és férgek), amelyek tevékenységükkel mindig alakítják, változtatják a talaj szerkezetét és összetételét. A talaj alapvetően kőzetekből képződik különféle időjárási tényezők eredményeként. Ennek hatására a fizikai mállás során a nagyobb kőzetek különböző frakciójú részekre esnek szét: kőtörmelék, kavics, homok, és agyag. Ezek önmagukban még nem rendelkeznek termőképességgel, így a talaj szilárd alkotórészeit a kémiai és biológiai mállás során keletkező agyag és humusz ragasztja össze akkora darabokra, hogy a köztük lévő hézagokba megfelelő mennyiségű víz, levegő és tápanyag álljon rendelkezésre a növények számára. Ebből következik, hogy a talaj egy keverék anyag, amely ásványi és szerves részekből, a talaj kémiai alkotóelemeiből, a talajkolloidokból, a talajlevegőből, a talajoldatból és a talaj élőlényeiből áll. Ezek együttesen befolyásolják és határozzák meg a talaj minőségét, értékét és használhatóságát (Szabó 2003).

A növények és a talajban élő szervezetek életbenmaradásához megfelelő minőségű és mennyiségű vízre, levegőre és hőre van szükség. Ezeket a tényezőket a légkör segítségével tudja szolgáltatni a talaj, viszont a fizikai tulajdonságai erősen befolyásolják, hogy milyen minőségben és mekkora mennyiségben képes befogadni (Nyíri 1993).

A talaj vízgazdálkodása azt jelenti, hogy a talajban mennyi víz van, annak milyen az állapota, formája és a mozgása, valamint ezeknek a tényezőknek az időbeni és térbeni változása (Farkas és Gyuricza 2006). Ebből adódóan a talaj vízgazdálkodási tulajdonságaitól függ a termesztett növény vízellátottsága és az, hogy milyen beavatkozásokkal lehet rajtuk javítani (Rátonyi és Szöllősi 2006). A növények fajok és fajták szerint más és más vízigénnyel rendelkeznek, de a különböző fejlődési stádium is nagyban befolyásolja a szükséges

vízmennyiséget. A talajt leggyakrabban felülről éri a vízhatás, ezért a mezőgazdaság szempontjából a lefelé irányuló vízmozgás a legfontosabb. A talaj vízbefogadását két folyamat látja el, - amik teljes mértékben egymásra vannak utalva - a víznyelő képesség és a vízáteresztő képesség. A víznyelő képesség az adott mennyiségű víz talajba szivárgásának az ideje. A vízáteresztő képesség azt jelenti, hogy egy adott talajrészben, adott idő alatt mekkora mennyiségű víz tud áthaladni.

A talaj levegőgazdálkodásának nagyon fontos szerepe van a növénytermesztésben. A talajlevegő összetételét több fontos tényező befolyásolja, nem elhanyagolható körülmény a talajok sajátosságai, de az évszak, a napszak, a termesztéstechnológia és nem utolsósorban a talajlakó élőlények biológiai tevékenysége is nagyon fontos szerepet tölt be. A talajlevegő oxigéntartalma átlagosan 20,5%, szén-dioxid tartalma 0,25%, de a nem megfelelően szellőző talajokban az oxigéntartalom 10% alá is mehet, a szén-dioxid tartalom pedig elérheti a gyökerekre mérgező szintet is, ami 6%, ez a szén-dioxid szint már a növény pusztulásához vezet (Gyuricza 2001). Tehát a talaj levegőgazdálkodása összefüggésben van a talajszellőzőtséggel, ami nagymértékben befolyásolja a termesztett növények produktivitását, mert a szénhidrátok lebontásához a növényeknek sok oxigénre van szükségük és ezzel összefüggésben sok széndioxidot is termelnek. A széndioxidnak el kell távoznia a talajból, mert felhalmozódása esetén mérgező a kultúrnövényeinkre.

A talaj hőgazdálkodásának is nagyon fontos szerepe van a növénytermesztésben. A talajhőmérséklet úgy fejezhető ki, hogy egységnyi térfogatú talajban mekkora mennyiségű hőenergia található. A talajon fejlődő növény produktivitását közvetlen és közvetett módon is befolyásolja. A talaj legfontosabb hőforrása a Nap hőenergiája, emellett szerepet játszik még a Föld belső hője is. Viszont nem elhanyagolható a talajlakó élőlények életfolyamatai útján keletkező hőmennyiség, a csapadék hőmennyisége és a kémiai folyamatok során keletkező hőmennyiség sem. A talaj hőmérsékletét, illetve annak ingadozását több tényező együttesen befolyásolja. A talaj típusa, és a talaj szerkezete nagy hatással van a talajban fellelhető levegő mennyiségére. A levegő nagyon rossz hővezető, ezért a magas levegőtartalmú talajoknak alacsony a hővezető képessége és kicsi a hőkapacitása. Ebből következik, hogy az ilyen talajoknak a felső része sokkal hamarabb és intenzívebben melegszik fel és a sugárzás csökkenése következtében sokkal nagyobb a hővesztesége (Berényi et al. 1959). Az ilyen talajoknak nagyon szélsőséges a hőingadozása. A talaj felmelegedését nagymértékben befolyásolja a talaj víztartalma, mert a víz hőelvonó képessége révén késlelteti a talaj melegedését. A talajok színe is befolyásolja a talajok hőelnyelő és visszaverő tulajdonságát. Amíg a sötétebb csernozjom talajok hamarabb melegednek, addig egy világosabb barna erdőtalaj jobban visszaveri a hőt ezért lassabban melegszik (Vincze 1996). A talajok művelése is befolyásolhatja a hőelnyelő képességet, mert ha a művelés során lazább szerkezetet sikerül csak elérni, akkor megnő a hézagtér, amit levegő tölt ki, ezért a levegő hőszigetelő

képessége lévén hátráltatja a mélyebb talajréteg felmelegedését. A növénytakaró napközben nagymértékben hátráltatja a talaj felmelegedését, az éjszakai órákban pedig csökkenti a kisugárzást. A záródott növényzet csökkenti a talajnedvesség elpárolgását, ami optimálisabb körülményeket teremt a kultúrnövénynek. A talajt védhetjük szalmával és egyéb talajtakaró szerves anyagokkal, ami magával vonja, hogy a talaj hőmérsékletingadozása alacsonyabb lesz (Birkás 2001). Télen a hótakaró is segítséget nyújthat a talaj átfagyása ellen, ami károsíthatja a kultúrnövényt. Az éjjelek és a nappalok más és más hatással vannak a talaj hőforgalmára. Napközben délben a legmagasabb a besugárzás mértéke, ami napnyugtáig fokozatosan csökken. Következménye, hogy a talaj felső és mélyebb része is felmelegszik. A felmelegedés hatására, a talaj felszínén és a felszín közelében található nedvesség párolgásnak indul. Napnyugta után a vezető szerepet átveszi a talaj kisugárzása, ami hőveszteséget jelent a talajfelszín számára. A talajfelszín lehülése magával vonja azt, hogy a talaj mélyebb részéből elkezd felfelé áramlani a hő és a pára, ami nedvességvesztéssel jár (Gyuricza 2001). Ezek után megállapítható, hogy a talaj fizikai, biológiai és kémiai jellemzőinek az optimális összhangja esetén alakulhat ki a növénytermesztés számára a talaj megfelelő kultúrállapota (Birkás és Szemők 2006).

2.2. Talajművelés fogalma, célja és feladata

A talajművelés az egyik legfontosabb eszköze annak, hogy a talajtermékenység növekedni tudjon. Elősegíti a szerves és műtrágyák jobb érvényesülését, valamint feltárja a talajban szunnyadó termékenységi tartalékot. Ezeket az előnyöket, csak korszerű és az adottságokhoz idomuló műveléssel lehet elérni (Kemenesy 1972). A talajművelés egy olyan beavatkozás a talaj fizikai és biológiai egységébe, amit állapotjavító céllal hajtunk végre a talaj felső rétegében, vagy szükség szerint a mélyebb rétegekben. A talajművelés két alapvető célnak kell, hogy megfeleljen. Az egyik, hogy a termesztendő kultúrnövény szaporítóanyagát, olyan talajba helyezzük el, ami képes megfelelő körülményeket biztosítani a mag csírázásához, keléséhez, fejlődéséhez és a termésképzéshez. A másik cél, hogy amíg a talajt olyan állapotba hozzuk, hogy az képes legyen a növénytermesztés igényeit kielégíteni, addig a talaj fizikai állapotát kímélje vagy javítsa. A jó kultúrállapotban megőrzött talaj, hosszabb ideig képes szolgálatni a növénytermesztés számára szükséges feltételeket, amit sokkal kevesebb költségráfordítással érhetünk el (Birkás 2001). A talajművelés elsődleges feladata Radics (2003) szerint az, hogy a talaj víz-, levegő- és hőháztartásának, valamint tápanyagforgalmának az egyensúlyát szabályozza. A talajművelés célja (Sípos 1978) szerint az, hogy a művelés mechanikai úton olyan talaj fizikai állapotot hozzon létre, ami fenntartja és segíti a talajban lejátszódó folyamatok szabályozását és optimális körülményeket teremt a termeszteni kívánt növénynek. Birkás (2010) szerint a klasszikus szakírók a talajművelést a növényi igények kielégítéséhez igazították, ezért ezt az időszakot a növényközpontú talajművelés

korszakának nevezzük. A kultúrnövények igényeinek a túlbecslése hatalmas károkat okozott a talajok szerkezetében. Az 1970-es években felismerték a megfelelő talajállapot fontosságát és a minőségi védelem irányába tettek lépéseket, ezért ezt az időszakot a talajközpontú művelés korának nevezzük. A talajművelés hatással van a talajban élő mikroorganizmusokra is, melyek szerepet játszanak a szerves anyagok ásványosodásában, javítják a tápanyagok felvehetőségét, illetve a talaj, víz és hőgazdálkodását (Hegedűs 2001).

2.3. Talajművelés rendszere

A talaj előkészítése, a növénytermesztés megalapozása több logikus lépésből áll (Birkás 2001), melyek egymással fel nem cserélhetők. A klasszikus talajművelés a talóhántástól a vetésig öt szakaszból áll, ezek a szakaszok egy vagy több menetes művelési eljárásból, azok pedig más és más műveletekből tevődnek össze. Ezek a műveletek, a talaj fizikai állapotát az adott cél érdekében, jellemző módon változtatják meg. A talaj műveleti elemeinek elnevezése a talajban bekövetkező eredményekre utalnak, melyeket feladatuk szerint csoportosítunk: forgatás, lazítás, porhanyítás, keverés, tömörítés, felszínalakítás.

Az alapművelés az elsődleges talajmunkák közé tartozó legmélyebb művelés, amivel a növények tenyészideje alatt felmerülő talajállapotigényt a megfelelő mélységig ki tudjuk elégíteni. Ez a művelési eljárás végezhető forgatással és forgatás nélkül is.

2.3.1. A talaj forgatása

A talaj forgatása manapság a legvitatottabb műveleti elem. A forgatásnak az a célja, hogy a talajrétegek helyet cseréljenek, tehát a felső réteg alulra az alsó réteg felülre kerüljön.

Ez a helycsere azért szükséges, mert:

- a vegetáció alatt, a talaj felső része kolloidokban elszegényedik, romlik a szerkezete és célszerű kicserélni a jó állapotú alsó réteggel,
- a talajra javító hatással van,
- a növénymaradványok, trágyák a talajba jutnak és a talaj biológiai tényezőinek hatására megindulhat a feltárás, humuszképződés,
- a gyomszabályozásban is nagy szerepe van.

A forgatás azért szükséges, mert jobb talajszerkezetű talajra van igénye a következő vegetációnak és így tudjuk a jobb minőségű talajt a növények számára elérhetőbbé tenni, valamint az eliszapolódott, elporosodott, a járószerkezetek által szétaposott földréteg alulra kerül. A csapadék hatására, a talaj alsóbb rétegeiben feldúsulnak a talaj kolloid részecskéi és egyes tápanyagok, mely azt eredményezi, hogy a felső réteg elszegényedik. Valamint Birkás (2006b)

szerint az istállótrágya, zöldtrágya, baktériumtrágya leghatékonyabban forgatással juttatható a talajba.

A forgatásnak viszont hátrányai és ellenérvei is vannak. A talajszerkezet romlásáért, a különböző forgatást elmunkáló szerszámok a felelősek (Birkás 2001). Ráadásul a homoktalajok kivételével az ásványi anyagok mozgása lassú, ezért nem indokolt a forgatás minden évben. A különböző trágyákat, tarlómaradványokat és talajjavító anyagokat keveréssel is a talajba lehet juttatni. A gyomszabályozást más műveletekkel is el lehet végezni, ami kevésbé káros (Balassa 1973). A forgatás nagyon energiaigényes, más forgatás nélküli módszerek is meg tudják művelni a talajt hasonló mélységben, és ezeknél - talajállapottól függően - 5-25%-kal kevesebb energia szükséges. A forgatás következtében megnövekedett talajfelület révén magasabb az evaporáció, ezáltal a talaj veszít a nedvességtartalmából. A talajhibák miatt (kavicsos, szikes, sós) a forgatás mélysége korlátozott (Birkás 1993). A gyengébb vízgazdálkodású talajoknál, illetve sík, lefolyástalan tábláknál nagyon oda kell figyelni. A mélyszántással, a talaj vízbefogadó képessége ugyan növekszik, és ezáltal több vizet tud majd tárolni a talaj, de a túlzott vízbőség miatt nehezebben melegszik és ez késleltetheti a vetőágy készítését, ami magával vonja a vetés késését is (Kiss et al. 1981). A nagyobb mennyiségű csapadék, sok agyagot és kolloidot mos le a tárcsatalp és eketalp rétegeihez, ezáltal a tömörödés még súlyosabb lehet (Bódis 2011).

A forgatás gyakorisága régóta vitatott kérdés, viszont jelentősége Sembery (1989) szerint nem csökkent. Szükségességét és a gyakoriságát a talajállapot és a termesztési célok függvényében kell elbírálni úgy, hogy minden előnyét és hátrányát gondosan mérlegeljük.

A talajművelés legrégebbi és legfontosabb eszköze az eke. Az egyetlen talajművelő eszköz, ami megfordítja a talajszeletet, de nem csak fordítja, hanem porhanyítja is, amit a talaj térfogati vizsgálatok bizonyítanak (Kemenesy 1972). A szántást ekével végezzük. Az ekevas feladata az, hogy a talajból vízszintesen kihasítsa a barázdaszeletet, majd továbbítsa azt a kormánylemezre. Az ekevas véső, orros vagy trapéz alakú lehet, de nagyon figyelni kell az ekevas élére, mert a tompa ekevas eketalpréteg kialakulásához vezethet. A kormánylemeznek az a feladata, hogy átfordítsa a barázdaszeletet. A kormánylemez formája határozza meg azt, hogy teljesen vagy nem teljesen fordul át a barázdaszelet. A kormánylemez formája befolyásolja azt is, hogy milyen az eke fordító, porhanyító, és keverő munkája. A kormánylemez felülete lehet teli és réselt is. Az utóbbinak nedves, kötött talajon jelentkeznek előnyei, mert a kisebb felület miatt alacsonyabb a talaj súrlódása, ami vonóerő-igény csökkenést eredményez (Kemenesy 1964). Az eketést elé lehet előhántót is szerelni, ami miatt a barázdaszelet két részletben fordul át, ezáltal tökéletesebb a forgatás (Ángyán és Menyhért 1988). Az ekére sok gazdálkodó altalajlazító elemet is szerel. Az altalajlazító elemnek az a feladata, hogy a szántáskor kialakult eketalpat megszüntesse, hiszen az ekevas alatt 5-20 cm-re jár, így kellőképpen fel tudja lazítani a talajt. Az utóbbi években külföldi

egyetemen a forgó lazító kifejlesztésével próbálkoznak. A gép egymás mellett található forgótárcsákra felszerelt lazítókékből áll, a meghajtását a vontató erőgép TLT-jéről kapja. (Maciej 2005).

A szántás gyakoriságának a meghatározásánál figyelembe kell venni az előnyeit, a hátrányait és, hogy a forgatás mennyire szükséges. A növényi igények ismerete, és a talajvédelem szükségessége a korábban rendszeresen alkalmazott évenként többszöri szántást évi egyszeri forgatásra csökkentette le, ami általában az őszi alapművelés. Hazai és külföldi kutatások bebizonyították, hogy a kedvező víz és levegő forgalmú talajokat elég két-három évente szántani. Ennek az a feltétele, hogy a tarlómaradványok megfelelő méretűre legyenek felaprítva, gyommentes legyen a talaj és a kultúrállapota megfelelő legyen. Valamelyik tényező nem teljesülése esetén a szántás indokolt lehet, viszont a forgatás mélységének és időpontjának a helyes megválasztásával kímélni tudjuk a talajt (Estler 1972).

A szántás energiaigényét befolyásolja a talaj szerkezete, tulajdonságai, a talaj kultúrállapota, a termőhely domborzati viszonyai, az eke alakja, tömege, függesztése, az ekevas élének az állapota,- az ekehasználat gyakorlata, a szántás mélysége, és fajtája (Jóri 1992). A szántás a forgatás miatt a többi eljáráshoz képest a legtöbb energiát igényel (Birkás 1993). Kutatások is alátámasztják, hogy a traktorokra ható vontatási ellenállást nagyban befolyásolja a talaj fizikai félesége, a műveléskori állapota, valamint a talaj kohézióját, adhézióját és súrlódási együtthatóját is befolyásolja a talaj szöveti összetétele (Bánházi és Fülöp 1982).

2.3.1. A talaj lazítása

A talajlazítás lényege, hogy az ülepedett, összeállt és tömörödött talajállapotot enyhítsük, vagy megszüntessük. A talajlazítás hatására, a talaj hézagterfogata megnövekszik, ennek eredményeképpen javul vízbefogadó képessége (Birkás 2006b). A talaj vízvezető képességét nagyon fontos javítani és szinten tartani, mert a csapadék és az öntözővíz könnyebben a talajba tud jutni. Ennek pozitív hozadéka, hogy kisebb lesz a párolgás útján kialakuló vízveszteség (Szabó 2003). A lazítással elősegítjük az aerob mikrobák tevékenységét, melyek elbontják a toxinokat és feltárják a tápanyagokat (Linn és Doran, 1984). A megfelelő lazultságú talaj a hirtelen lehulló nagy mennyiségű csapadékot is képes elvezetni, ami mérsékli az összefolyások és a vízfolyások kialakulásának az esélyét. A megfelelő talajlazultság jó hatással van a növény kelésére, tápanyagfelvételére, vízfelvételére és fejlődésére (Nyiri 1997). A megfelelő talajszerkezetű és lazultságú talaj a 200 cm-es szelvényben akár 500 mm csapadékot is képesek felvenni és megőrizni. Ennek a felét felvehető formában tudja tárolni, a másik fele a növények számára fel nem vehető formában (holtvíz) van jelen a talajban (Sárvári et al. 2011).

A talajlazítást alkalmazhatjuk alapozó és kiegészítő talajmunkákhoz is. Három mélységtartományt különíthetünk el: sekély lazítás, középmély lazítás és mély lazítás. A sekély lazítást magágykészítéskor, növényállomány ápolásakor, és tarlólánhántáskor alkalmazzuk. A középmély lazítást az általánosan használt mélységig szokták használni a talaj fizikai állapotának befolyásolására, hogy a teljes vegetációs idő alatt tartós hatással legyen a növények fejlődésére. A mélylazítást altalajlazításnak is szokták hívni, amely a szántott réteg alatt fejti ki a pozitív hatását mely több tenyészidőszakig is érezhető (Birkás 2006b). A növénytermesztés gépesítetttségének fejlesztése együtt jár a talaj tömörödöttségének nagyobb mértékű intenzitásával (Botta et al. 2006).

A talaj középmély lazítását szántóföldi kultivátorokkal is végezhetjük. A kultivátor elterjedését sokrétűségének köszönheti, mert kiválóan alkalmazható keverésre, lazításra, porhanyításra és a felszín formálására. A kultivátorral végzett munkánál, a tarlómaradványok jelentős része a felszínen marad. Ennek talajvédő hatása van, mert megvédi a talajt az eróziótól, a szélről és az esőcseppek romboló munkájától, ami a talaj összeizsapolódásához vezet (Manninger 1956). A kultivátorokat két csoportba sorolhatjuk: a könnyű kultivátorok 15 cm mélységig hatolnak a talajba, ezért jellemzően tarlólánhántásra, felületelmunkálásra és sorközművelésre használják; a nehéz kultivátorok 15-40 cm mélységig hatolnak a talajba, ebből adódóan tarlólánhántásra és alpművelésre is kiválóan alkalmasak (Demo 2001).

A kultivátor váza 2-3 sorban merev és fél merev részekből áll össze. Ezeken lúdtalp, véső, és szárnyas szerszámok találhatók, amik rugós, vagy duplarugós szárazon vannak felfüggesztve. A szántóföldi kultivátorokon különböző művelő elem kombinációk találhatók: tárcsa, síktárcsa, ásóborona, profilos henger és egyengető (Birkás 2006b). A kultivátorok előnye a tárcsákkal szemben az, hogy nem tömörítik az altalajt, kevésbé porosítanak és sokkal nagyobb a teljesítményük. Nagyobb elterjedésük kívánatos volna a mezőgazdaságban (Kemenes 1972).

A kultivátorok alkalmazási előnyei:

- műveléskor a tárcsához és az ekéhez viszonyítva kisebb a nedvességvesztés, porosítás és a rögzépződés,
- porhanyítás során a talaj szerkezete kisebb mértékben károsodik,
- viszonylag tág talajnedvesség tartományban alkalmazható,
- átlazítja a felszín közeli és a mélyebb rétegeket is,
- a jó művelő elem kombinációknak köszönhetően, kisebb az esélye a művelőtalp tömörödés kialakulásának,
- keverőmunkára és mulcshagyásra kiválóan alkalmas,
- a nagy területteljesítmény rendkívül előnyös tarlólánhántáskor, de alpművelésnél és elmunkálásnál is nagy előny,

- nem elhanyagolható tényező, hogy rendkívül energiatakarékos eljárás, a szántáshoz képest kisebb az élőmunka igénye, traktormunkanap és hajtóanyag felhasználás,
- hajtóanyag felhasználás, azonos talajállapot és munkamélység mellett a szántáshoz viszonyítva 25-35%-kal, a tárcsázáshoz képest 8-15%-kal kevesebb,
- a talaj kímélése és javítása közvetett gazdasági haszonhoz vezethet.

A kultivátorok alkalmazásából származó hátrányok a felépítésükből és a forgatás hiányából adódnak:

- a keverőmunka és a porhanyítás hatékonysága a túl nedves talajon csökken,
- rendkívül speciális konstrukciók szükségesek a kiszáradt és tömörödött talajokra,
- kevésbé alkalmas a mélyen gyökerező gyomok irtására,
- a kis osztótávolságra helyezett művelő elemeket, a nedves és aprítatlan tarlómaradványok könnyedén eltömíthetik (Birkás 2006b).

Száraz időjárás esetén a kultivátorral elvégzett mulcshagyásos tarlólántás és alapművelés előnyei különösen felértékelődnek. Nedves talajkörülmények között, az ekéhez és a tárcsához viszonyítva sokkal kevesebb kárt okoz a talaj szerkezetében. Esős időjárás esetén a tárcsa és eke a megmaradt talajmorzsákat is tönkretesz, míg a kultivátor megfelelően szellőzteti, porhanyítja, keveri és kíméli a talaj kultúrállapotát (Birkás 2011).

A mélyebben lazító eszközök, a művelt talajréteg és az az alatti talajrész tömörödöttségét képesek megszüntetni. A talajlazítók művelő szerszámaikat jellemzően ék vagy egyenes gerendellyel gyártják, ezeket különböző késosztással szerelik 1-3 sorban elrendezve (Jóri 1999).

A középmedly lazítók munkamélysége 30-50 cm-ig terjed. Ezeket alapművelő eszközökként alkalmazzák és olyan elemekkel egészítik ki, amik hatékonyan elmunkálják a talaj felszínét. Azok a legjobb eszközkombinációk, amelyek a lazításkor képződött rögöket és a talaj felszínét is hatékonyan elmunkálják (Barta 1980).

Az altalajlazítók munkamélysége meghaladja az 50 cm-es mélységet is. Ezek után ritkábban alkalmaznak gépkapcsolatokat, mert önmagukban is magas a vonóerő igényük. A középmedly és mélylazításnak számos előnye van:

- a művelet alkalmazható azokon a talajokon is, amik kémiai talajhibától szenvednek,
- javul a talaj fizikai és biológiai állapota, a levegőzöttsége és vízbefogadó képessége,
- szakszerű alkalmazásánál nem alakul ki káros tömörödés, a szántással ellentétben, nem kell felosztani a táblát fogásokra, nem képződnek osztóbarázdák, bakhátak és kevesebb a taposási kár,
- alkalmazásával csökkenthetjük a belvízvesztést,
- kisebb a talajnedvesség veszteség a szántáshoz képest,

- optimális körülmények között jó talajrepszto hatása van,
- a szántáshoz képest kisebb a hajtóanyag szükséglete,
- a talaj lazítás pozitívan befolyásolja a talajlakó kártevők jelenlétét,
- a megfelelő talajállapot elérésével közvetett gazdasági haszonra lehet szert tenni,
- a lazítást talajvédelmi és növénytermesztési igények is indokolják.

A középmező és mélylazító hátrányai a felépítésükből adódnak:

- a szerkezet önmagában nem alkalmas forgatásra, ami magával vonja azt is, hogy a tarlómaradványokat, trágyákat nem dolgozza megfelelően a talajba,
- mechanikai gyomirtásra kevésbé alkalmasak, mert nem pusztítják el maximálisan a gyomokat,
- a túl nedves talajokon káros lehet az alkalmazásuk, mert kenik és gyúrnak a talajt, nem jelentkezik a pozitív repesztő hatás.

A felsorolt hátrányok szinte jelentéktelenek a számtalan előnnyel szemben és a hátrányok is orvosolhatóak megfelelő gépkapcsolatok alkalmazásával (Birkás 2006b).

2.4. Talajművelés története, talajművelő eszközök fejlődése

A földművelés valószínűleg egyidős az emberi civilizációval (Jolánkai 2006). A talaj művelése az ősemberektől indul, mert a népesség növekedésével, már nem tudták a fellépő igényeket gyűjtögetéssel kielégíteni. Ezért az ember, céltudatos tevékenységgel, elkezdte a környezetében lévő földterületeket hasznosításba venni (Szabó 2003). A talajművelés története és fejlődése a történelem során teljesen összefonódott az eszközök fejlődésével.

A legrégebbi talajművelő eszköz, egy ekének éppen, hogy nevezhető túróbot volt, amivel az ősemberek a földet karcolgatták. Egyesek szerint i. e. 4-3. évezredben találhatták fel az eke őst, de ezek a szerszámok is még csak fából készültek és ezek az eszközök még csak szimmetrikusak voltak. Bár a föld forgatására még alkalmatlanok voltak, csak lazító funkciót láttak el, de ez mégiscsak nagy előre lépés volt földművelésünk történetében. A későbbiekben a szerszámok még mindig fából készültek ugyan, de a hegyüket már tűzben edzették, vagy agyagot, csontokat, köveket és később fémeket szerelte fel rájuk. Az ekevasak kialakulása és története a kelta kovácsokhoz köthető i. e. 500-250. Ezek már az első szántóvasaknak feleltek meg, de még mindig szimmetrikusak voltak, így továbbra is csak túrták a földet. Ezek a szerszámok nagyban befolyásolták a földművelés eredményességét.

Az aszimmetrikus ekevas és a kormánylemez alkalmazása lehetővé tette a föld eltolását, hely- és helyzetváltoztatását. A 15. században feltalálták a váltóékét és az igaerővel vontatott hármas ekét. A 18. századig befejeződött az ágyék kialakulása (Birkás 1993). Az Egyesült

Államokban használtak először 1837-ben acél kormánylemezt, ami John Deere nevéhez fűződik. A 19. században a faekét fokozatosan felváltotta a fém és ezeket az acéleke. Az első acélekét 1850-ben Rudolf Sack szász kovács készítette. Az ekegyártó cégek, szántóversenyeket rendeztek, hogy a vásárlókat megnyerjék és az új fejlesztéseket bemutathassák. Ezeken a versenyeken a vásárlók eldönthették, hogy melyik gyártó ekéje végzi a legjobb minőségű munkát, melyik a legtartósabb (Birkás 2006b). Az eke, mire erre a szintre eljutott, nagy változásokon ment keresztül és a nagyságát mindig az aktuális vonóerő igényéhez igazították. Az igaerőhöz még csak egy vagy kétvasú ekét alkalmaztak, de a gőzgépek megjelenésével szélesebb ekét gyártottak, amik már a nagyobb munkasebességet is bírták (Bánházi és Fülöp 1982). A szántóföldön is kezdtek elterjedni a gőzgépek, ami az igaerő elhagyásával kecségtetett. A gőzgépeknek két generációja terjedt el. Az egyik megoldásnál az ekét a gőzgépre erősítették, így egy önjáró ekét hoztak létre. Hátránya volt, hogy nagy mennyiségű tüzelőanyagra és vízre volt szükség, emellett nagy taposási kárral is járt az alkalmazása. A másik megoldásnál az eke nem járt együtt a gőzgéppel. A gőzgépet letelepítették a tábla szélén és sodronyos megoldással húzták az ekét, aminek az volt az előnye, hogy nem járt taposási kárral.

Az 1913-ban a Galántán megrendezett nemzetközi szántóversenyen bemutatkozott a belsőégésű motorral hajtott, traktoros szántás, mellyel új szakasz kezdődött a talajművelésben (Sipos 1962).

A 19. század ugrásszerű fejlesztéseinek köszönhetően, kialakult a sokszántásos talajművelés. Ez azt jelentette, hogy évente 3-4 alkalommal is szántottak, bár a növények mélységigényét maximálisan kielégítették, a talaj szerkezetére mégis hátrányosan hatott (Birkás 2006b).

Az altalajlazítás alkalmazása és fejlődése a 19. századra tehető. Az ekékhez csatoltak lazító elemeket, amik az eke művelő szintje alatt 6-18 cm-en repesztettek. Ezért gépiesítése az ekével együtt történt, bár pozitív hatását nehezen ismerték el. Eleinte csak az igényes növények terméshozó eljárásaként alkalmazták, de nem tudott elterjedni az 1950-es évekig, mert a traktorok térhódításával megfelelő mélységben tudtak szántani. A háború következtében szinte nulláról indult a talajművelés, újra divat lett a többmenetes szántás. A traktorok elterjedésével újra alkalmazni kezdték a lazítókat, így 1970 környékén már kb. 350 lazító volt üzemben, innentől a lazítók alkalmazása napjainkig töretlen (Birkás 2006a). Manapság az energiatakarékosságra való törekvésekkel, egyre inkább előtérbe kerül a lazítás, keresik azokat a megoldásokat, amivel kiváltható a nagy energiaigényű szántás csökkentésének a lehetősége (Bánházi és Fülöp 1982).

A tárcsák megjelenése a 19. század végére tehető. Magyarországra 1890-ben érkeztek az első tárcsák, melyeket még igaerő vontatott, de elterjedésével 1910-ben már a John Deere gyár traktorvontatású tárcsát is kínált. A tárcsák megítélése eleinte nem volt túl kedvező, mert nem túl

szívesen fogadták az újdonságokat. A tárcsákat eleinte az ekés tarlóhántás kiváltására alkalmazták, majd a tavaszi szántás elmunkálására is használták (Billege 1938). A tárcsákat egyre elterjedtebben alkalmazták a talaj nedvességre gyakorolt pozitív hatása és költséghatékony üzemeltetése miatt. A magyarországi gépgyártás eleinte nehezen vette fel a versenyt, de a 20. század második felére szinte egyeduralkodóvá vált a magyar piacon (Nyiri 1993).

Manapság több talajművelési irányzatot különítünk el. Ezek közül a legrégebbi a hagyományos talajművelés (conventional tillage). Ebben a művelési irányzatban a talaj felszínét megmunkálják, mélyművelést alkalmaznak ekékkel, szántás elmunkálást végeznek, majd külön-külön menetben magágykészítést és vetést. Sok menettel érik el a növények számára megfelelő talajállapotot, de ez sok idő és költségfelhasználással járt, valamint jelentős talajtaposást is okoz (Antal 2000).

Az 1950-es években az idő és költségfelhasználás és taposási kár csökkentése érdekében, az Amerikai Egyesült Államokban kialakították a (minimum tillage) irányzatot. Ezzel arra törekedtek, hogy a kultúrnövényeknek megfelelő talajállapotot hozzanak létre, ezt úgy érték el, hogy a műveleteket összevonták, kombinálták, vagy elhagyták (Soane et al. 1998). Viszont mindenképpen arra törekedtek, hogy a minimális műveléssel csökkentsék a talaj bolygatását és megóvják a talaj szerkezetét (Birkás 2006b).

A talajvédő művelések előtérbe kerülését, az erózió és defláció erősödése, a környezet szennyezés mértéke, és a gazdálkodás bizonytalansága eredményezte. A conservation tillage irányzatának a kialakulása Észak-Amerikában indult meg 1970 környékén (Stefanovits 1977). Minden olyan művelési és vetési rendszert talajvédőnek tekintettek, ami a vetés után valamilyen tarlómaradványt hagyott a felszínen legalább 30%-ban. Az átlagos időjárási viszonyoknál a kisebb mértékű takarás kevésbé hátrányos. A jobb takarás viszont az átlagosnál több esőnél mérsékelheti az esőstresszt, viszont száraz idényben a hőstresszt enyhítheti és jelentős nedvesség visszatartó hatása révén erősen ajánlott (Birkás 2012). Az egyik művelési változat a művelés nélküli direktvetés (no tillage). A direktvetőgép alkalmazásánál nincs más talajmunka, a vetőgép csoroszlyája vágja fel a tarlómaradványokat és egyben megnyitja a talajt. A direktvetőgép alkalmazásánál a vetés előtt és után gyomirtó permetezést és műtrágya kijuttatás nélkülözhetetlen (Young 1982). A következő művelési változatnál a vetéssel egy időben és egy menetben a vetősor alatt egy sekély lazítást alkalmaznak, de még a mag kijuttatása előtt kellőképpen megtömörítik a magágyat. Ezt az irányzatot hasadék vetésnek nevezik (slot planting) (Birkás 1993). A harmadik művelési mód a sávos művelés (strip-till). A sávos művelésnél csak 1/3-át műveljük meg. A sávos művelést alkalmazhatjuk betakarítási időtől függetlenül, széles sorközműveléssel. A sávos művelést azért célszerű alkalmazni, mert tarlómaradványok fedik a sávokat és ez által a talajnedvesség veszteség csökken (Birkás 2001). A tarló és gyommaradványoknak talajvédő hatásuk van, úgy,

hogy a sávok közötti műveletlen részre vannak kitolva. A vetés után a terület 25%-a fedetten marad. A műtrágyákat és gyomirtó szereket a műveléssel egy menetben is kitudják juttatni, vagy a sorközművelő kultivátorral (Gyárfás 1989). A művelő elemmel a kultúrnövény igényeit kellőképpen ki tudjuk elégíteni. A módszert, élő gyomok nagy borítottsága esetén hanyagolni kell. A technológiának különleges gépigénye van (Birkás 2001).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A Róna Kft. bemutatása

A Vásárhelyi Róna Kft. Hódmezővásárhely térségében 5000 hektáron gazdálkodik, melyből 1900 ha-on őszi búzát, 300-400 ha-on őszi sörárpát, 400 ha-on őszi káposztarepcét, 850-950 ha-on napraforgót, 850-950 ha-on kukoricát termesztenek. A vetésforgó gazdagítására egyéb kultúrák felé is elmozdultak. 80 ha-on mustár, 100 ha-on szója, 100-130 ha-on borsó vetőmagot is előállítanak. Emellett lucernatermesztéssel a szarvasmarha ágazat igényeit elégítik ki (Kosztolányi 2009).

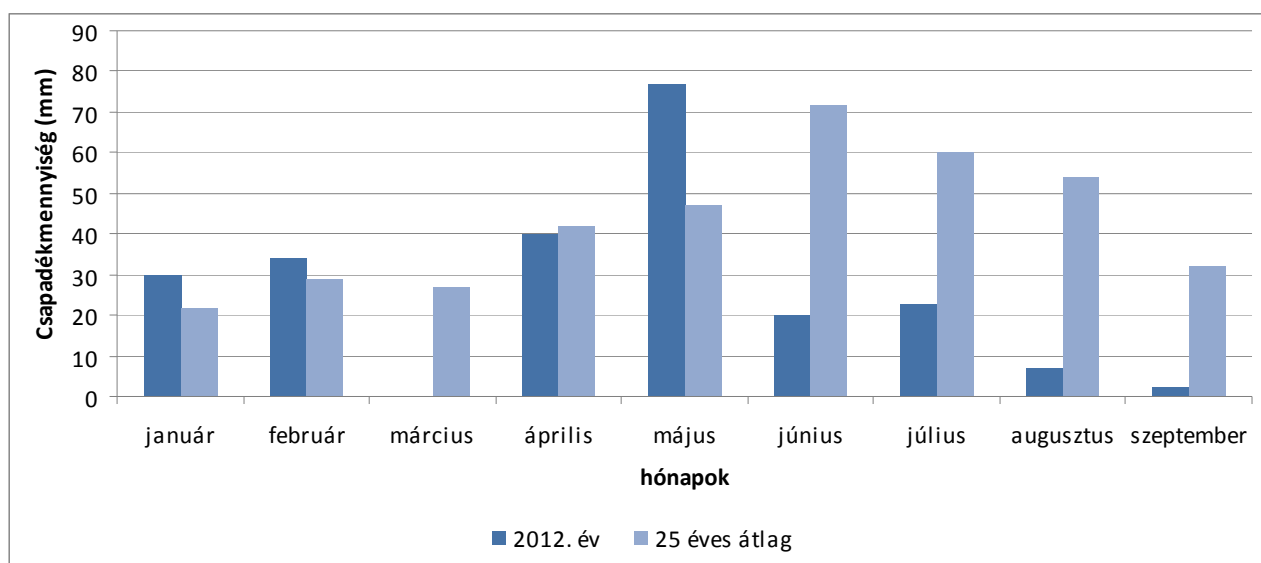
Talajművelésre különösen nagy hangsúlyt fektetnek. Pálca szondás és ásópróbás felmérések illetve talajnedvesség vizsgálat után döntenek az alpművelések kivitelezéséről. Céljuk a mulchhagyó művelés alkalmazása, rugóskéses kultivátorok használatával.

A rendelkezésre álló gép- és eszközkapacitás, valamint a folyamatos fejlesztések és technológiai módosítások lehetővé teszik a bérelt területek szakszerű művelését.

3.2. A termőhely éghajlati és talajviszonyai

3.2.1. Csapadék alakulása

A termőhelytől 400 m-re elhelyezett csapadékmérő segítségével, pontosan fel lehetett jegyezni a csapadék alakulását a vizsgált időszakban (1. ábra). A csapadék mennyisége a 2012-es évben, az első két hónapban a sok éves átlagnak megfelelően alakult, viszont márciusban nem hullott csapadék. Majd áprilisban átlagos mennyiségű csapadék, viszont májusban átlagon felüli mennyiségű eső esett. A következő négy hónapban a csapadék alakulása nagymértékben elmarad az átlagtól, amely rég nem tapasztalt aszályt idézett elő térségünkben.



1. ábra. A csapadék alakulása januártól-szeptemberig, valamint a 25 éves átlag.

3.2.2. Talajviszonyok

A kísérleti területen réti csernozjom talaj található, melyet Stefanovits szerint (1975) a következő tulajdonságok jellemzik:

- a legfelső talajrész sötétbarna, barnásfekete színű, szögletesen morzsás szerkezetű vályog. Humusztartalma 3,5-4,5% között változik. Szénsavas, meszet többnyire nem tartalmaz. Kémhatása semleges körüli, vagy enyhén savanyú. Átmenet fokozatos (0 - 50 cm).
- a középső réteg sötét, szürkésbarna, szögletesen morzsás szerkezetű vályog. Humusztartalom fokozatosan csökken. Ebben a szintben találjuk a legmagasabb CaCO_3 tartalmat, amely mészfelhalmozódásra utal. Esetenként mészlepedéket, a szint aljában mészereket találunk. Kémhatása gyengén lúgos. Átmenet a következő szintbe fokozatos. Állatjáratok is jól láthatók (50-100 cm).
- az alsó szint sárga, világossárga lösz, löszös agyag. Tömődötten porózus szerkezetű. Enyhén vasfoltos, mészkonkréciós (100-150 cm).

A kísérleti terület meglehetősen homogén volt, talajadottságait az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat. A kísérleti tábla talajvizsgálati adatai

Talajvizsgálati paraméterek	értékek
pH (KCl)	7,27
K_A	44
CaCO_3 (m/m%)	3,51
Humusz (m/m%)	3,00
P_2O_5 (mg/kg)	177
K_2O (mg/kg)	581,33

3.3. A kísérlet leírása és bemutatása

A kísérleti területen az elővetemény őszi búza volt. A betakarítás után (2011. július. 8.) a 9 hektáros területen tarlóhántást végeztünk Vaderstad Carrier (2. ábra) tárcsával.



2. ábra. Vaderstad Carrier

A tarlóhántást követően a táblát 3 egyenlő részre osztottuk (3 db 3 ha-os szántóföldi parcella). 2011. szeptember 10-én az egyik 3 hektáros részt egy Orthman 1tRIPr nevű sávosan művelő géppel kezelték, ami 27 cm mélyen lazítja fel a talajt (3. és 4. ábra).



3. ábra. Orthman 1tRIPr



4. ábra. Orthman 1tRIPr lazítóelem

Ezen a részen a műtrágyaszórás egy menetben történt az alapműveléssel, így szuszpenzió lett kijuttatva (370 kg/ha NPK műtrágya 14-14-7). A másik két területre 2011. szeptember 18-án szilárd műtrágyát juttattunk ki, 100 kg/ha Monoammónium-foszfátot és 200 kg/ha Pétisót. Ezután az egyik táblarészt (3ha) 2011. szeptember 20-án felszántottuk egy Rabewerk 5 fejes ágyekével 37 cm mélyen (5. ábra).



5. ábra. Rabewerk 5 fejes ágyeke

A szántást egy Vaderstad Rollex Rexius (6. ábra) szántás elmunkálójával zártunk le.



6. ábra. Vaderstad Rollex Rexius szántás elmunkáló

Majd 2011. szeptember 22-én az utolsó területet (3 ha) egy Fra-laz szárnyas középmély lazítóval műveltük 40 cm-es mélységben, amire egy tüskés tömörítő volt szerelve (7. ábra).



7. ábra. Fra-laz szárnyas középmély-lazító

A lazítás után egy 6,2 méteres IH tárcsa keverte be a tarlómaradványokat (8. ábra) a talajba.



8. ábra. 6,2 méteres IH tárcsa

Az alapművelésnél a szerszámokat egy John Deree 8330-as erőgép vontatta (9. ábra).



9. ábra. John Deree 8330

A három különböző talajművelési eljárással előkészített területbe 9-9 kukoricahibridet (P9528, P9494, PR37N01, PR36V52, PR36V74, DKC4995, DKC5007, NK Lucius, NK Octet) vetettünk el, 77 ezer csíra/ha vetőmagmennyiséggel. A vetésre 2012. április 25-én került sor, amelyhez egy John Deree 1750 szemenkénti vetőgépet használtunk (10. ábra), amire sávtisztító volt felszerelve.



10. ábra. John Deree 1750 szemenkénti vetőgép

A vetés után 2012. május 26-án gyomirtószeres kezelést alkalmaztunk, amelyben 2l/ha Monsoon és 1l/ha Colombust juttattunk ki a területre. A következő eljárás egy Orthman sorközművelő kultivátor (11. ábra) járatása volt 2012. június 1.-én, amikor csak egy sornytó volt felszerelve a gerendelyre, hogy a talajba juttasson 140kg/ha Nitrosol műtrágyát, majd a következő napon újból 140kg/ha Nitrosol műtrágya került kijuttatásra, de ekkor a kultivátorra már lúdtalp kapák is voltak felszerelve.



11. ábra. Orthman sorközművelő kultivátor

A termény betakarítását 2012. szeptember 18-án végeztük.

3.4. A kísérletben felvett adatok

3.4.1. Talaj nedvességtartalmának a meghatározása

A talaj nedvességtartalmának meghatározására szárítószekrényes eljárást alkalmaztunk. Azért ezt az eljárást választottuk, mert így kaphatjuk a legpontosabb eredményt, mivel zavaró tényezők nem befolyásolják és a teljes nedvességtartományban használható.

A kísérleti terület mindhárom eltérő alpművelésű („SZ”=szántás, „L”=lazítás és „S”=sávós művelés) talajából a kukorica vetése előtt egy nappal mintát vettünk, illetve a sávós művelésnél külön a művelt és külön a műveletlen részből is vettünk mintát. A mintavételi területen leástunk 30 cm-re úgy, hogy hagyunk egy tömörítetlen oldalt is, és a 100cm³-es fém mintavevő patronokat a tömörítetlen oldalba helyeztük el. Az első patronot 5-10 cm-es mélységben nyomtuk az ásónyom oldalába, a második mintavevőt 15-20 cm-es mélységben helyeztük el. Ezután a mintavevő patronokat egy kés segítségével körbe faragtuk, majd ez után emeltük ki a patronokat. A patronok tetejét lezártuk, hogy ne legyen nedvesség veszteség. Mindegyik területen háromszor ismételtük meg a mintavételezést. A nedves mintavevőket lemértük, majd szárítószekrényben 105 °C-on 24 órán keresztül szárítottuk. A szárítást követően ismét lemértük a mintákat illetve a mintavevő patronokat és két mérés közötti különbség alapján számoltuk ki a talaj nedvességtartalmát.

3.4.2. Kukorica magasságának a mérése

A kukoricák magasságát virágzáskor mértük le, minden talajművelési rendszerben („SZ”, „L” és „S”), mindegyik hibrid hat sorban került vetésre, mi a három páratlan sorban mértünk (1, 3, 5.) és mindegyik sorban három ismétléssel. Tehát mindegyik talajművelési rendszerben hibridenként 9 db mérést hajtottunk végre. A növényeket véletlenszerűen választottuk ki. A mérést úgy végeztük, hogy mérőszalag segítségével a talajfelszíntől a címer csúcsáig tartó távolságot határoztuk meg cm-ben kifejezve.

3.4.3. Kukorica tőszámának a mérése

A tőszám vizsgálatot is a kukoricák virágzásakor hajtottuk végre, ezt a mérést is mindhárom talajművelési rendszerben és mind a 9 hibrid esetén elvégeztük. Mindegyik hibridnél a páratlan sorokat vizsgáltuk, soronként 3 mérést készítettünk. Véletlenszerűen kiválasztottunk egy tő kukoricát és mérőszalag segítségével kimértünk 2 métert, majd a kiinduló tőtől kezdve megszámoltuk, hogy a 2 folyóméteren (fm) belül hány darab tő van.

3.4.4. Kukorica csőszámának a mérése

A kukoricák teljes érésében végeztük a csövek számolását mind a három művelésben, az összes hibridre kiterjesztve. A mérést ugyanúgy a páratlan sorokban végeztük, egy random kiválasztott növénytől kimértünk 2 métert és megszámoltuk, hogy a 2 méteren belül hány darab cső található a növényeken.

3.4.5. Kukorica csőhosszúság mérése

A méréseket a kukoricák teljes érésében hajtottuk végre. Mindhárom talajművelési rendszerben („SZ”=szántás, „L”=lazítás és „S”=sávós művelés), az összes hibridet vizsgáltuk. A hibridenként elvetett 6 sorból, csak a páratlanokat mértük, mindegyik vizsgált sorból három növényt választottunk ki véletlenszerűen, majd a rajtuk található csőnek megmértük a hosszát. A kukoricacsöveket mérőszalag segítségével mértük le, úgy, hogy a legelső szemektől indítottuk a mérést a csövön található legutolsó szemekig és ezt az értéket cm-ben fejeztük ki.

3.4.6. Kukorica termékenyülésének a mérése

A termékenyülési méréseket a kukoricák teljes érésében végeztük. Azokat a csöveket vizsgáltuk meg, amelyeket a csőhosszúság vizsgálatnál is használtunk. A termékenyülési százalékot úgy határoztuk meg, hogy megszámoltuk hány sor található az adott csövön, majd megvizsgáltuk, hogy a található sorok közül, mennyi az épp sor. A kapott eredményt úgy értük el, hogy a

ténylegesen termékenyült sorok számát, elosztottuk azoknak a sorok számával, amik maximálisan termékenyülhettek volna, ezt megszoroztuk 100-al és megkaptuk a termékenyülési %-ot.

3.4.7. Kukorica tényleges szemszámának a mérése

A kukoricák tényleges szemszámát teljes érésben vizsgáltuk. Ismét azokat a csöveket használtuk fel, amelyeken a csőhosszúságot és a termékenyülési százalékot is megállapítottuk. A kukoricacsövön megszámoltuk, hogy az épp sorokon átlagosan hány szem található. Az így kapott számot megszoroztuk a termékenyült sorok számával.

3.4.8. A kukorica betakarítása és termés mérése

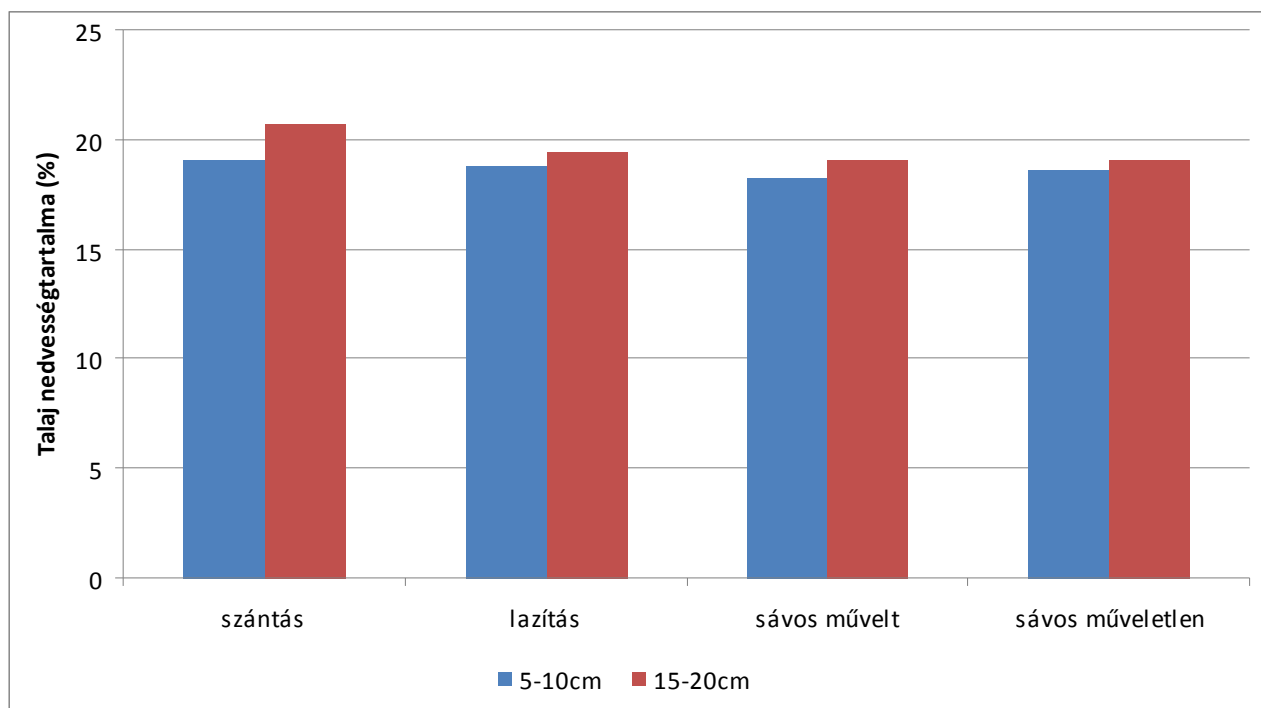
A kukoricák betakarítására 2012. szeptember 18-án került sor. A betakarítást két darab John Deree 9640 WTS kombájn végezte. A sorok kezdetétől kimértünk 150 métert a tábla belseje felé, itt a kombájnok vágta maguknak fordulót, mert a kísérletben szereplő hibrideket 150 méteren található termésből értékeltük. A betakarítógépekre 6 soros kukorica adapter volt felszerelve, így egy kombájn egyszerre le tudott vágni egy hibridet. Majd a lemorzsolt kukoricát egy utánfutóra szerelt mérő kocsira átfajtette, ezzel lemértük a termés súlyát, majd a rendelkezésre álló pótkocsira átfajtottuk a terményt. Ezt a műveletet minden művelési eljárásnál és hibridnél elvégeztük.

A kísérlet során, a három talajművelési eljárásnak a hibridekre gyakorolt hatásait - amik számokban kifejezhető mérési adatok - SPSS 18 program segítségével, kéttényezős variancia analízissel elemeztük. Az elemzések után, a grafikus ábrázolás során különböző betűvel jelöltük az 5 %-os a szignifikanciaszinten eltérő értékeket jelölő oszlopokat.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Talaj nedvességtartalma

A talajnedvesség vizsgálat alapján megállapítható, hogy a talajművelési rendszerek között nincsen radikális különbség. A két mélységből származó minták közötti különbség is minimális. Viszont a legnagyobb nedvességtartalmú talajt a szántásos művelésnél találtuk, ellenben a legalacsonyabb nedvességtartalmat a sávos művelésnél, azon belül is a művelt sávokban volt mérhető (12. ábra).

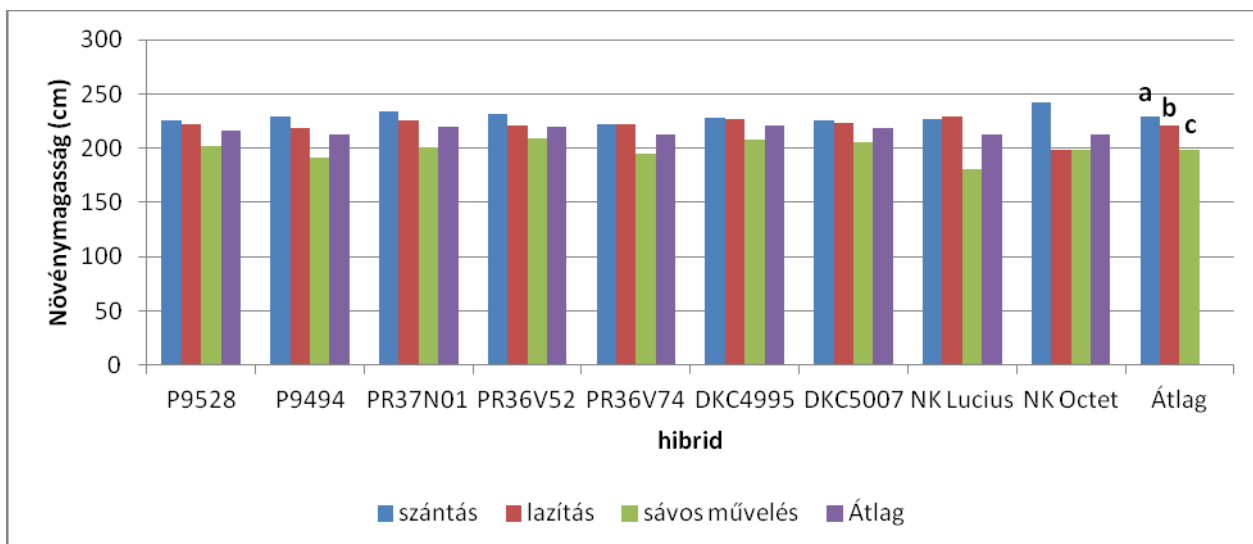


12. ábra. A talajnedvesség alakulása, a talajművelési rendszerek és a különböző mélységből vett minták között.

4.2. Kukorica magassága

A talajművelési rendszerek átlagában a kísérletben alkalmazott hibrideket vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a DKC 4995 kukoricahibrid volt a legmagasabb (220,85cm), míg a legalacsonyabb az NK Lucius (212,26cm) volt (13. ábra). A hibridek növénymagassága közötti szignifikáns különbségeket a melléklet 7. táblázata szemlélteti.

A különböző hibridek átlagában a talajművelési rendszerek hatását szemlélve megállapíthatjuk, hogy a növénymagasságban szignifikáns különbségek alakultak ki, ahogy ez a (13. ábra) különböző betűjelű oszlopainál is látható. A legmagasabb (229,20cm) növények a szántásos alapművelésben részesült parcellákon, a legalacsonyabbak (198,81cm) a sávos művelésen alakultak ki.

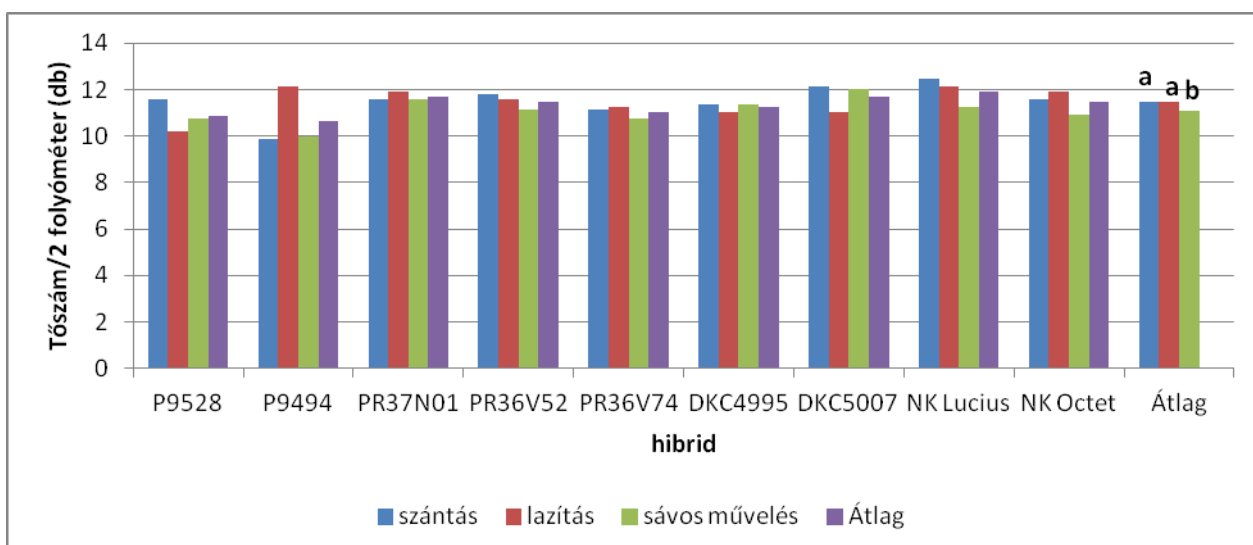


13. ábra. Kukorica növénymagassága a hibridek és talajművelési rendszerek függvényében.

4.3. Kukorica tőszáma

A kísérletben alkalmazott hibrideket, a talajművelési rendszerek átlagában vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az NK Lucius kukoricahibridnek volt a legsűrűbb tőállományú (11,93 db/2 fm), viszont a legritkább tőállománnyal a P 9494 nevű hibrid rendelkezett (10,67 db/2 fm), amit a (14. ábra) szemléltet. A hibridek tőszáma közötti szignifikáns különbségeket a melléklet 7. táblázata szemlélteti.

A különböző talajművelési eljárások hatását vizsgálva, a különböző hibridek átlagában megállapíthatjuk, hogy a tőszámok alakulásában szignifikáns különbség alakult ki. Megállapítható, hogy a szántásos és a lazításos művelés tőszűrűsége szinte egyforma, negatív különbség a sávós művelés esetén alakult ki (14. ábra).

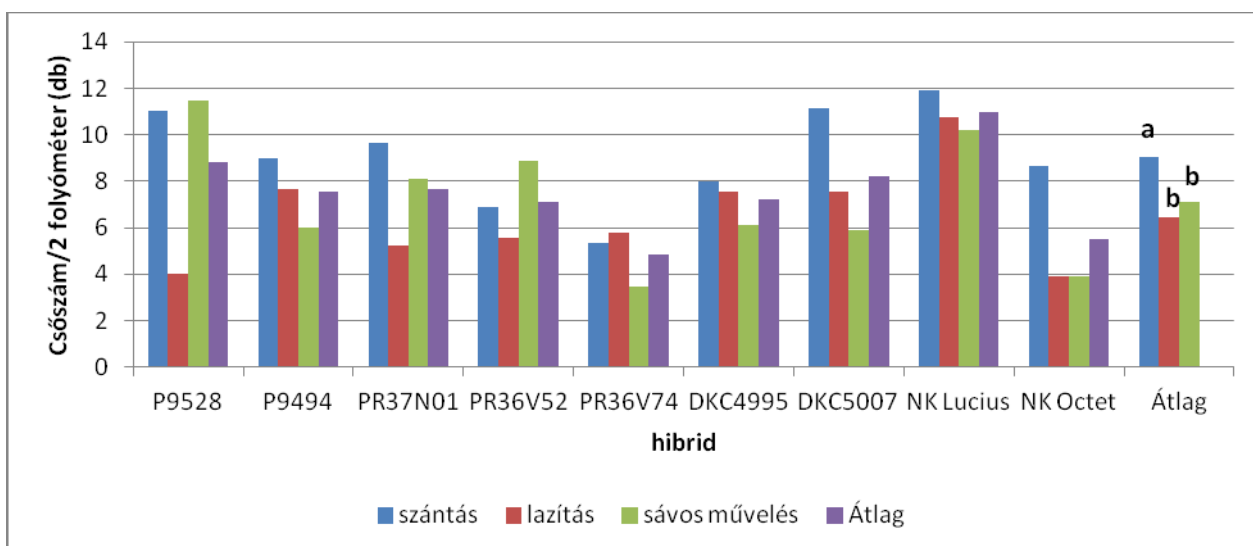


14. ábra. Kukorica tőszám vizsgálata a hibridek és talajművelési rendszerek függvényében

4.4. Kukorica csőszáma

A talajművelési rendszerek hatását a különböző hibridek átlagában szemlélve megállapíthatjuk, hogy a legmagasabb csőszámmal az NK Lucius nevű hibrid rendelkezik (10,96 db/2 fm), míg a legalacsonyabb csőszámot a PR 36V74 (4,85 db/2 fm) kukoricahibrid teljesítette, amit a (15. ábra) demonstrál. A hibridek csőszáma közötti szignifikáns különbségeket a melléklet 8. táblázata szemlélteti.

A különböző hibridek átlagában a talajművelési eljárások hatását vizsgálva, arra a következtetésre jutottunk, hogy a csőszámok alakulásában szignifikáns különbségek vannak a hagyományos (szántásos) és a kímélő (lazításos és sávós) művelések között, ahogy ez a (15. ábra) különböző betűjelű oszlopainál is látható. A legtöbb csővel rendelkező növények a szántásos alapművelésben részesült szántóföldi parcellákon fejlődtek, a legkevesebb csővel rendelkező növények a sávós és lazításos művelésű területeken alakultak ki.



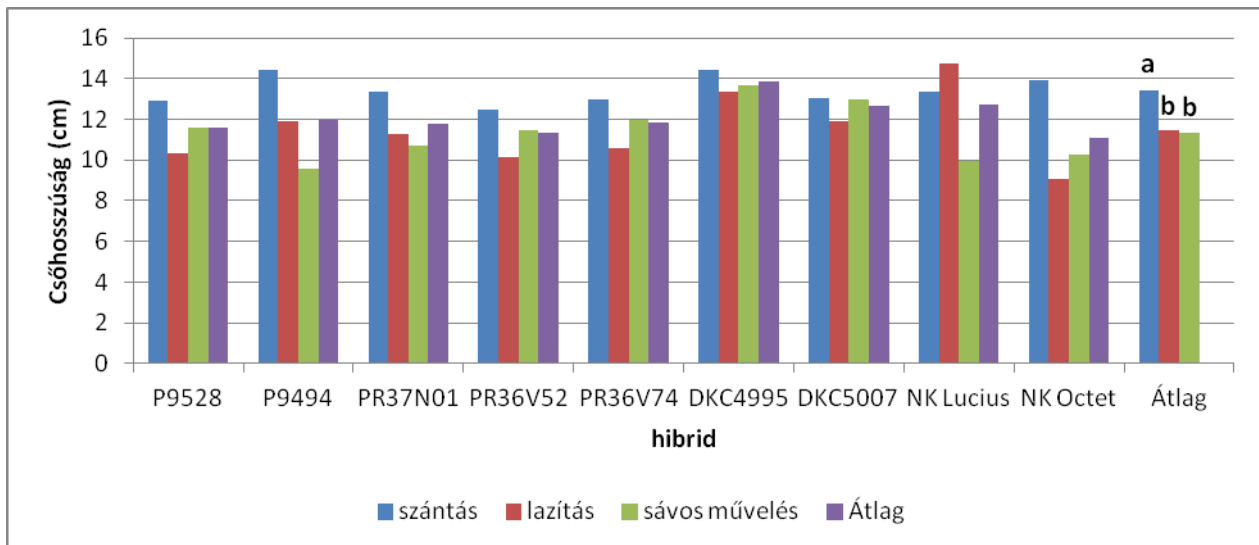
15. ábra. Kukorica csőszám vizsgálata a hibridek és talajművelési rendszerek függvényében

4.5. Kukorica csőhosszúsága

A talajművelési rendszerek átlagában a kísérletben alkalmazott hibrideket vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a leghosszabb csöveket a DKC 4995 nevű kukoricahibrid fejlesztette (13,83 cm), ellenben a legrövidebb csöveket a NK Octet hibrid fejlesztette (11,09 cm), az adatok a (16. ábrán) találhatók, a szignifikancia vizsgálat eredménye pedig a melléklet 8. táblázatában szemlélhető.

A különböző hibridek átlagában a talajművelési rendszerek hatását szemlélve megállapíthatjuk, hogy a csőhosszúságban szignifikáns különbség alakult ki, ahogy ez a (16. ábra) különböző betűjelű oszlopainál is látható. A leghosszabb csöveket a szántásos

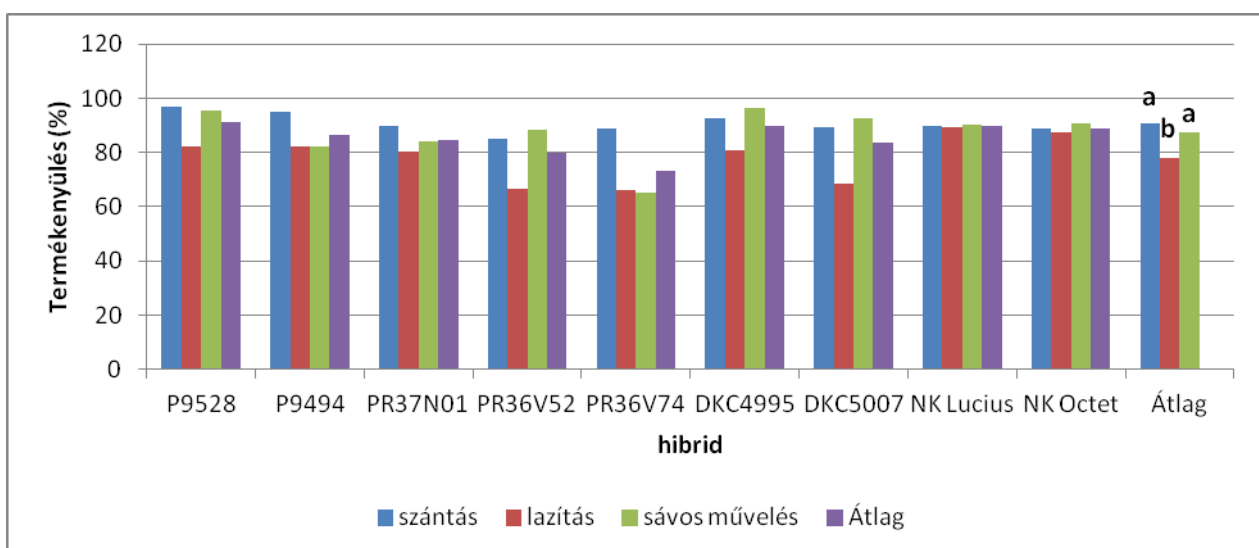
alpművelésben részesült kísérleti területen fejlesztették a növények (13,45cm), egyformán rövid csöveket növesztetek azok a növények, amelyek sávós, vagy lazításos (11,36cm és 11,48cm) alpművelésű talajba kerültek.



16. ábra. Kukorica csőhosszúság vizsgálata a hibrdek és talajművelési rendszerek függvényében

4.6. Kukoricacső termékenyülése

A talajművelési rendszerek átlagában a kísérletben alkalmazott hibrdeket vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a P 9528-es kukoricahibrid termékenyülése volt a legmagasabb arányú (91,42 %), míg a legalacsonyabb termékenyülési százalékot a PR 36V52-es hibrid érte el (73,32 %) (17. ábra). A hibrdek termékenyülési százaléka közötti szignifikáns különbségeket a melléklet 9. táblázata szemlélteti.



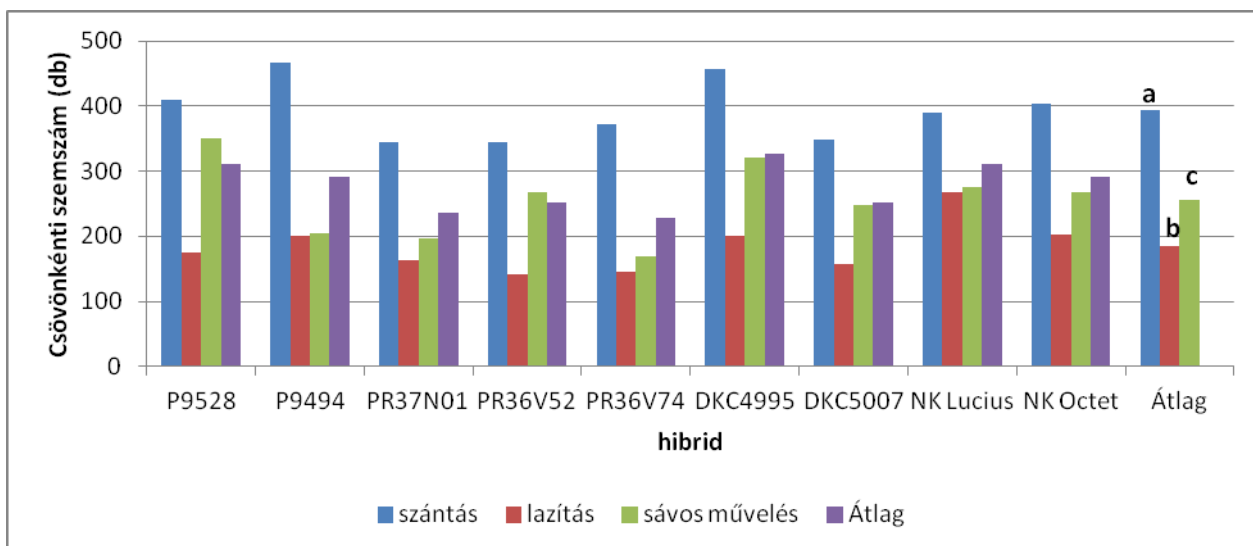
17. ábra. Kukorica termékenyülésének vizsgálata a hibrdek és talajművelési rendszerek függvényében

A különböző hibridek átlagában a talajművelési rendszerek hatását szemlélve megállapíthatjuk, hogy a termékenyülési százalékokban szignifikáns különbségek alakultak ki, ahogy ez a (17. ábra) különböző betűjelű oszlopainál is látható. A legjobban termékenyült (90,61%) csövek a szántásos alpművelésben részesült parcellák növényein, a leggyengébben termékenyültek (78,10%) a lazításos művelésen termelt növényeken alakultak ki.

4.7. Kukoricacső tényleges szemszáma

A talajművelési rendszerek hatását a különböző hibridek átlagában szemlélve megállapíthatjuk, hogy a tényleges szemszám tekintetében a P 9528 nevű hibrid a legeredményesebb (311,72 szem/cső), míg a legkevesebb szemet tartalmazó csöveket a PR 36V74-es (229,06 szem/cső) kukoricahibridnél találtuk, az eredményeket a (18. ábra) szemlélteti, a statisztikai számítások eredményét a mellékletek 9. táblázata mutatja.

A különböző hibridek átlagában a talajművelési eljárások hatását vizsgálva, arra a következtetésre jutottunk, hogy a tényleges szemszám alakulásában szignifikáns különbségek vannak, ahogy ez a (18. ábra) különböző betűjelű oszlopainál is látható. A legtöbb kukoricaszemmel rendelkező csövek (392,98db szem/cső) a szántásos alpművelésben részesült területeken fejlődtek, a legkevesebb szemmel rendelkező csövek (184,22db szem/cső) a lazításos művelésű területeken alakultak ki.

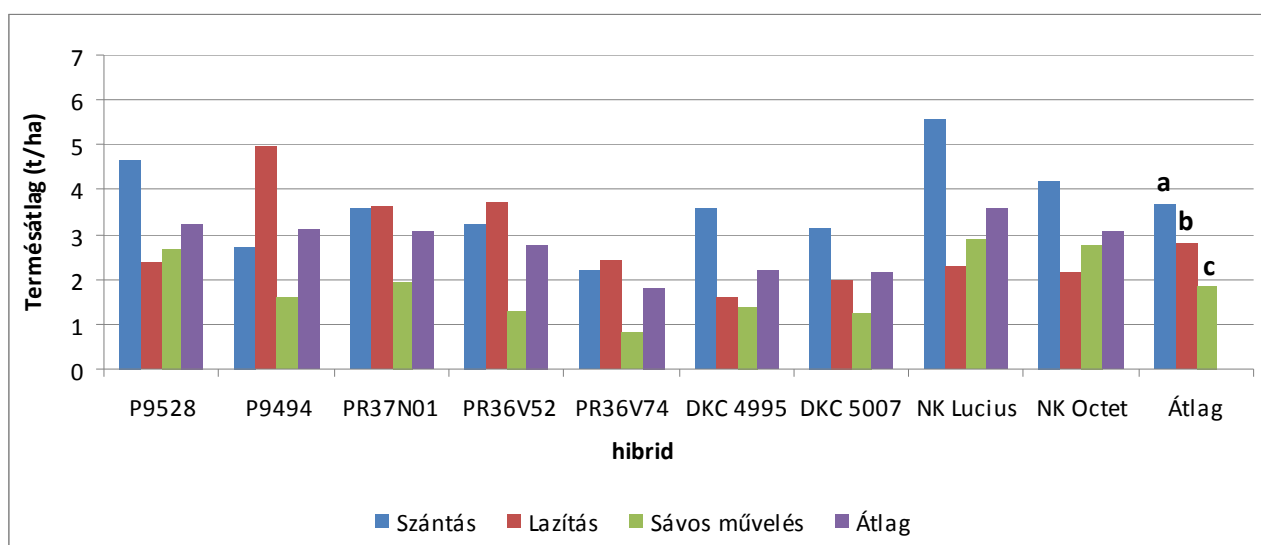


18. ábra. Kukorica tényleges szemszámának vizsgálata a hibridek és talajművelési rendszerek függvényében

4.8. Kukorica termésátlaga

A talajművelési rendszerek átlagában a kísérletben alkalmazott hibrideket vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az NK Lucius kukoricahibrid termésátlaga volt a legmagasabb 5,57t/ha míg a legalacsonyabb termésátlagot a PR36V74-es hibrid érte el 0,82t/ha (19. ábra).

A különböző hibridek átlagában a talajművelési rendszerek hatását szemlélve megállapíthatjuk, hogy a termésátlagokban szignifikáns különbségek alakultak ki, ahogy ez a (19. ábra) különböző betűjelű oszlopainál is látható. A legmagasabb termésátlagot a szántásos alapművelésben részesült parcellák növényei érték el, a legalacsonyabb termésátlagot a sávosan művelt területen termesztett növényeknél mértük.



19. ábra. Kukorica termésátlagának vizsgálata a hibridek és talajművelési rendszerek függvényében.

4.9. Üzemanyag és idő ráfordítás

Megállapítottuk, hogy a legtöbb üzemanyagot (53,5l/ha), a szántásos talajművelésnél használtuk fel (2. táblázat), valamint ennél a rendszernél fordítottuk a legtöbb időt a művelésre (90 perc/ha). Viszont elmondható, hogy a legkevesebb üzemanyagot (22l/ha) a sávós művelésnél használtuk fel és a munkaóra ráfordításnál is a sávós művelés eredményezte a legkevesebb ráfordított időt (70 perc/ha).

2. táblázat. Gázolaj (l/ha) és munkaidő (perc/ha) ráfordítás a talajművelési rendszerek függvényében

Szántás	l/ha	perc/ha	Mélység (cm)	Lazítás	l/ha	perc/ha	Mélység (cm)	Sávós művelés	l/ha	perc/ha	Mélység (cm)
Tarlóhántás	4	10	3	Tarlóhántás	4	10	3	Tarlóhántás	4	10	3
Műtrágya szórás	1,5	6	0	Műtrágya szórás	1,5	6	0	Műtrágya szórás	0	10	27
Szántás	34	42	37	Lazítás	17	20	40	Sávós művelés	14	30	27
Őszi elmunkálás	10	12	0	Őszi elmunkálás	14	15	7	Őszi elmunkálás	-	-	-
Vetés	4	20	6	Vetés	4	20	6	Vetés	4	20	6
Összesen:	53,5	90			40,5	71			22	70	

4.10. A kukorica termesztés költségei

3. táblázat. A tarlóhántástól a betakarításig felmerülő költségek a vetőmagárak kivételével (Ft/ha)

	Szántás	Lazítás	Sávós művelés
Tarlóhántás	7.000	7.000	7.000
Műtrágyaszórás	4.000	4.000	-
Műtrágya	28.500	28.500	31.339
Alapművelés	24.000	20.300	15.000
Szántáselmunkálás	7.600	-	-
Talajzárás egyengetés	-	7.000	-
Magágypelőkészítés	-	-	-
Vetés	7.300	7.300	7.300
Permetezés	4.200	4.200	4.200
Kultivátorozás	6.000	6.000	6.000
Műtrágya	22.680	22.680	22.680
Betakarítás	21.000	21.000	21.000
Szállítás (Ft/t)	1.100	1.100	1.100
Vegyszer (2 l Monsoon, 1 l Colombus)	15.862	15.862	15.862
Bérleti díj	64.000	64.000	64.000
Növényi biztosítás	2.640	2.640	2.640
Kézi munkaerő	-	-	-
Összesen	187.382	183.082	166.782

A 3. táblázat adataiból jól látható, hogy a legmagasabb költség a szántásos művelési rendszernél merült fel, ami 187.382Ft/ha kiadást jelentett, ezután nem sokkal kevesebb költséggel következik a lazítással művelt terület, ami 183.082Ft/ha. A legköltséghatékonyabb talajművelési eljárásnak a sávosan művelt terület bizonyult, mert a többihez képest csak 166.782Ft/ha volt a költsége.

4. táblázat. Hektáronkénti vetőmagár kukoricahibridenként

Kukorica hibridek	Vetőmag ára (Ft/ha)
P9528	51.163
P9494	52.075
PR37N01	48.430
PR36V52	52.075
PR36V74	52.075
DKC4995	49.742
DKC5007	51.590
NK Lucius	45.877
NK Octet	45.877
Átlag	49.878

A 4. táblázat szemlélteti a kukoricahibridek vetőmagára közötti különbséget, az átlagos vetőmag ár 49.878Ft/ha.

4.11. A kukorica termesztés eredményei

A kukoricatermesztés elméleti bevételét úgy kaptuk meg hibridekre lebontva, hogy a termésátlagokat megszoroztuk a betakarításkor érvényben lévő tőzsdei árral 65.000 Ft/tonna. A kukorica tonnánkénti árát a BÉT 2012. szeptember végi árfolyama adta. Ehhez még hozzáadtuk a földalapú támogatást, ami 59.740 Ft/ha, valamint a gázolaj támogatást is, ami 7.800 Ft/ha.

Megállapíthatjuk, hogy a talajművelési rendszerek átlagában az elméleti bevételt tekintve az NK Lucius hibrid volt a legeredményesebb 300.240Ft/ha, míg a legkevesebb elméleti bevételt a PR36V74-es kukoricahibridnél figyeltük meg. Az 5. táblázat szemlélteti,

A különböző hibridek átlagában a talajművelési eljárások hatását vizsgálva, arra a következtetésre jutottunk, hogy a legmagasabb bevételt a szántással művelt parcellában értük el, ami 305.440Ft/ha bevételt eredményezett. A három talajművelési rendszer közül, a sávos technológiával művelt területe érte el a legalacsonyabb elméleti bevételt 187.790Ft/ha.

5. táblázat. Kukoricatermesztés elméleti bevétele (Ft/ha)

hibridenként és talajművelési rendszerenként

Kukoricahibridek	Szántás	Lazítás	Sávós művelés	Átlag
P9528	371.090	223.540	240.440	278.140
P9494	244.340	389.940	171.540	269.040
PR37N01	300.240	302.840	194.940	266.440
PR36V52	278.790	309.340	151.390	246.290
PR36V74	211.190	223.540	120.840	185.190
DKC4995	301.540	238.126	157.890	210.540
DKC5007	273.590	196.240	150.090	206.640
NK Lucius	429.590	215.090	256.040	300.240
NK Octet	339.240	208.590	248.890	265.790
Átlag	305.440	248.890	187.790	

A 6. táblázatban a kukoricahibridek jövedelmezőségét tüntettük fel. A táblázatban feltüntetett értékeket úgy számítottuk ki, hogy az elméleti bevételből kivontuk a termesztés költségeit természetesen a hibridenkénti vetőmagárákkal együtt.

6. táblázat. Kukoricatermesztés elméleti jövedelme (Ft/ha)

hibridenként és talajművelési rendszerenként

Kukoricahibridek	Szántás	Lazítás	Sávós művelés
P9528	132.575	-10.705	-22.495
P9494	4.913	154.783	-47.317
PR37N01	64.458	71.328	-20.272
PR36V52	39.363	74.183	-67.467
PR36V74	-28.237	-11.617	-98.017
DKC4995	64.446	5.332	-58.634
DKC5007	34.648	-38.432	-68.282
NK Lucius	196.361	-13.869	43.381
NK Octet	106.011	-20.369	36.231
Átlag	68.210	15.930	-28.870

Egy éves kísérletünkben a talajművelési rendszereket - az alkalmazott hibridek - átlagában vizsgálva megállapíthatjuk, hogy 2012-ben a szántással művelt területen értük el a legmagasabb elméleti jövedelmet, ami 68.210Ft/ha, viszont a leggyengébb eredményt a sávosan művelt terület érte el, ami negatív értéket vett fel -28.870Ft/ha.

A legmagasabb jövedelmet a szántással művelt táblán tudtuk regisztrálni, ahol az NK Lucius 196.361Ft/ha eredményt tudott felmutatni. A leggyengébb eredményt a sávosan művelt táblán a PR36V74-es kukoricahibrid érte el, ami sajnos veszteséget termelt -98.017Ft/ha

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az ember az ősidők óta műveli valamilyen formában a talajt, az 1970-es évekig a szántásos talajművelés volt a legelterjedtebb, ekkoriban kezdtek komolyabban foglalkozni a szántás hátrányaival és lépéseket tettek a művelési irányzat háttérbeszorítására. A növekvő környezeti terhelés, energiaárak drasztikus emelkedése, a klímaváltozás és a talajok szakszerűtlen műveléséből adódó károk egyre sürgetőbbé tették a talajművelés korszerűsítésére irányuló lépéseket. Így napjainkban egyre inkább arra törekednek, hogy minél kevesebb menetszámmal, alacsony energia ráfordítással és környezetkímélő megoldásokkal műveljék a talajokat.

Kísérletünkben 3 talajművelési rendszert vetettünk össze, nagyüzemi körülmények között, a Vásárhelyi Róna Kft. területén. A vállalat a gazdálkodása során nagy figyelmet szentel a termőföld állapotára hiszen céljuk, hogy minél gazdaságosabban, a művelési hibák kiküszöbölésével és környezetkímélő eljárások alkalmazásával műveljék a rájuk bízott területeket.

Vizsgáltunkban törekedtünk arra, hogy a lehetőségeinkhez mérten a különböző talajművelési irányzatok által minden kukoricatermesztésben felmerülő hatást számításba vegyünk. A kísérletben alkalmazott három talajművelési rendszer a következő volt: szántásos művelés, lazításos művelés és sávos művelés. Kíváncsiak voltunk, hogy a talajművelési rendszerek közül melyik az eredményesebb. Viszont a növénytermesztés nem csak kizárólag a talajműveléstől függ. A talajművelés fejlődése során volt olyan időszak, amikor csak a növények igényeit helyezték előtérbe (növényközpontú talajművelés), majd ezt felváltotta az a nézet, ami csak a talaj állapotát helyezte előtérbe (talajközpontú művelés). Mi úgy gondoljuk, hogy mind a két tényező rendkívül fontos, ezért megpróbáltuk összetettebben vizsgálni a rendszereket, így talajművelési vizsgálatainkba közbeiktattuk a növényi tényezőt is, vagyis a különböző hibridek hogyan reagálnak az eltérő körülményekre. Ennek érdekében mindhárom eltérően művelt területbe 9 különböző kukoricahibridet vetettünk, hogy ezzel is segítsük a gazdálkodókat és a Róna Kft.-t a megfelelő hibridkiválasztásban. A rendszereket megvizsgáltuk minden lehetséges nézőpontból, szem előtt tartottuk az üzemanyag felhasználást, ami a mai világban a mezőgazdasági termelést nagymértékben befolyásolja, a művelésre fordított időt, ami szintén nem elhanyagolható. Ezután megvizsgáltuk, hogy a kukoricahibridek miként reagálnak a különböző körülményekre és milyen eredményeket tudnak felmutatni. Viszont az így kapott eredményeket nagymértékben befolyásolja az is, hogy a Róna Kft.-nek nincsen öntözött területe, ezért ez a terület sem részesült öntözésben, aminek azért van nagy jelentősége, mert az idei évben nagyon kevés csapadék hullott a tenyészidőszakban. Véleményünk szerint az ilyen és ehhez hasonló nagyparcellás, szántóföldi körülményeken folytatott kísérleteknek felbecsülhetetlen információközlő értékük van a gyakorlat

számára, hiszen a mai aszályra hajló éghajlatunkon Magyarországon szántóterületeink nagyon alacsony része öntözhető.

Kísérletünkben a vetés előtti talajnedvesség mérésének eredményeiből megállapíthatjuk, hogy jelentős különbség nem alakult ki a három művelési eljárás között. Viszont egyértelműen láthattuk, hogy a szántással művelt terület mintáinak volt magasabb a nedvességtartalma, majd a lazítással művelt terület következett és a legalacsonyabb nedvességtartalommal a sávosan művelt parcellák talajmintái rendelkeztek. Ezzel szemben (Birkás 2006a) szerint a sávos művelésnél a felszínen maradó tarlómaradványoknak nedvesség megőrző hatása van. Leírja azt is, hogy a lazításnál is a talaj felső rétegébe kevert szármарadványok óvják a talaj nedvességtartalmát, és ellenpéldaként említi a szántást, mely a felszíni elmunkálás ellenére is több nedvességet veszít, mint az előző két eljárás.

A kukoricák magasságát vizsgálva, szignifikáns különbség alakult ki a három művelési rendszer között. A legmagasabb növények a szántással művelt területen, utána a lazítással művelt részen és a legalacsonyabb növények a sávosan művelt parcellában fejlődtek ki. Viszont (Varga 2012) kísérletei során bebizonyította, hogy a lazítással művelt területen magasabb növények fejlődtek, mint a szántásos területen, ezzel összefüggésben magasabb termést ért el a lazítóval kezelt terület. Ezt a megállapítást a mi kísérletünkben született eredmények megcáfolták.

A tőszám vizsgálat tekintetében a szántásos és a lazításos művelés között nem alakult ki jelentős különbség, ellenben a sávosan művelt területen megállapítható volt az előző két műveléssel szembeni hátránya. A tőszám vizsgálat után megállapíthatjuk, hogy mind a három művelési irányzattal kezelt terület, a növények csírázásához megfelelő körülményeket teremtettek. Ezek az eredmények hasonlóak Birkás (1995) által leírtakkal, miszerint a csökkentett menetszámú művelési eljárásokkal is megfelelő magágyat tudunk kialakítani.

A kukoricák csőszám vizsgálatának az eredményeit tekintve, magasan a szántásos művelés bizonyult a legkedvezőbbnek, aminek a jövedelmezőséget tekintve nagy jelentősége van. A másik két művelésnél csekély a különbség, de az is a lazítás javára írható. Viszont a hibridek közül az NK Lucius kiemelkedő eredménye, miszerint mind a három művelésben szinte egyforma magas csősűrűséget produkált, elárulja számunkra, hogy a hibrid rendkívül jól alkalmazkodik az eltérő körülményekhez. Értékes következtetéseket is le tudunk vonni a csőszám vizsgálat eredményéből, ugyanis az NK Lucius FAO 330-as éréscsoportba tartozik, ezért ez a hibrid még ki tudta fejleszteni a csöveket akkor, amikor még volt a talajban megfelelő nedvesség. A többi hibrid mind hosszabb tenyészidejű, ezért amikor a csőfejlődés fázisába értek, már nem volt megfelelő mennyiségű nedvesség a talajban.

A különböző talajművelési rendszereknél a kukorica csőhosszúságában is eltérő eredmények születtek: a szántásos művelés eredményezte átlagosan a leghosszabb csöveket, majd nem sokkal

lemaradva a sávós és a lazítással művelt. A csőhosszúság mérésénél megfigyelhető, hogy azok a hibridek, amelyek képesek voltak csövet fejleszteni - a rövid, aszályos tenyészidő miatt - sikerrel vették fel a versenyt a nagyobb FAO-számú hibridekkel és sok esetben túl is szárnyalták eredményeiket.

A termékenyülési százalék mérésénél, ismét a szántásos művelésben fejlődő növények teljesítettek a legjobban. A szántás után nem sokkal lemaradva a sávós művelés következett és a lazítással kezelt területen fejlődő növények termékenyültek a legrosszabbul. A termékenyülési százalék mérésénél is jelentkezett a tenyészidő különbségekből adódó eltérés, mert megfigyelhető, hogy az NK Lucius mind a három művelésben szinte azonos százalékban termékenyült, ami magas termésbiztonságra enged következtetni. Valószínűleg azért, mert ennek a hibridnek a virágzása idején még nem volt olyan forró, száraz meleg, így megfelelően tudott termékenyülni.

A talajművelési eljárások tekintetében, a tényleges szemszám vizsgálata azt az eredményt hozta, hogy ismét a szántással művelt terület lett a legeredményesebb. Ugyanis ezen a területen volt a csöveken a legtöbb szem, a szántást követi a sávosan művelt terület, majd a lazításos művelés. A tényleges szemszámban adódott magas eltérés, azzal magyarázható, hogy a szántással művelt terület több nedvességet tudott eltárolni és a szükséges időszakban is tudott még nedvességet szolgáltatni a növényeknek.

Az előzetesen tárgyalt termés elemek csak a hozam hírnökei, a gazdálkodó számára a tényleges eredményt a termésátlag adja, s igazi talajművelési és hibridhasználati hatásokat ebből lehet levonni. Az összes az előzőekben felsorolt eredmény előre vetítette, hogy a szántással művelt területen lesz a legmagasabb a termésátlag, amit az eredmények végül alá is támasztottak. Így megállapítható, hogy 3,66t/ha átlagterméssel a szántásos területről tudtuk a legtöbb terményt betakarítani, ezt követi a lazítással művelt terület 2,79t/ha terméssel és végül a sávosan művelt parcella 1.85t/ha átlagterméssel. A sávós művelés gyenge termésátlaga nem támasztja alá (Birkás 2006a) véleményét, aki azt mondta, hogy a sávosan művelt rész megfelelően képes elvezetni a csapadékot és jól tárolja. Viszont eredményeink a Birkás (2011) által végzett kísérleti eredményekkel egybevág, miszerint a mélyebben művelt területen jobbak voltak a terméseredmények. A szántásos területen belül is kimagasló eredményt produkált az NK Lucius 5,57t/ha terméssel, majd a második helyen a P 9528-as hibrid 4,67t/ha átlagterméssel.

Az üzemanyag- és időráfordítás tekintetében vizsgálva a talajművelési eljárásokat, megállapíthatjuk, hogy a szántással művelt területnek volt a legmagasabb az üzemanyag felhasználása (53,5l/ha) és ez a művelés vette igénybe a legtöbb időt (90 perc/ha). A lazításos művelés valamivel kevesebb üzemanyagot (40,5l/ha) használt fel és a művelési idő is kedvezőbben alakult (71 perc/ha), ami alátámasztja Bánházi és Fülöp (1982) állítását miszerint a lazításos művelés a szántáshoz viszonyítva energiatakarékosabb. Viszont azt is láthattuk, hogy a sávós

művelés bizonyult a legköltséghatékonyabb eljárásnak, mert csak (221/ha) gázolajra volt szükség a művelés végrehajtására, emellett az időráfordítás is kevesebb lett az előző két eljárásnál (70 perc/ha). A kukoricatermesztés költségeit vizsgálva, azonnal felfigyelhetünk arra a tényre, ami miatt a sávos művelést próbálják előtérbe helyezni. Ugyanis ezen alapművelés kevesebb menetszámot, kevesebb üzemanyagot és kevesebb munkaidő ráfordítást igényelt a talaj művelésére. Így a sávos művelés összköltsége 166.782 Ft/ha volt, ellenben a szántásos művelés volt a legköltségesebb 187.382 Ft/ha, ez azt jelenti, hogy sávos műveléssel hektáronként 20.600 Ft-ot spóroltunk a szántáshoz képest.

A legmagasabb hektáronkénti bevételt a szántással művelt területen érték el 305.440Ft/ha, ezt követi a lazítással művelt terület 248.890Ft/ha, majd a legalacsonyabb bevételt a sávosan művelt területnél érték el 187.790Ft/ha.

Végül talajművelés gazdasági hatékonyságát értékelve a szántásos művelés lett a legjövedelmezőbb, ami 68.210Ft/ha elméleti jövedelmet eredményezett. A második helyen a lazításos művelés végzett, ez 15.930Ft/ha jövedelmet mutatott, a harmadik helyen pedig a sávos művelés végzett, ami -28.870Ft/ha veszteséget produkált. Természetesen tisztában vagyunk vele, hogy egyéves extrém száraz körülmények között végzett vizsgálatainkból korai lenne általánosításokat levonni, mégis megállapítható, hogy eredmények nem támasztják alá (Stefanovits 1977) véleményét, miszerint a talajkímélő, redukált művelést a termésbiztonság miatt kell előtérbe helyezni. Annak ellenére, hogy a kukoricatermesztés költségeinél jelentős előnyre tett szert a sávos művelés, mégsem tudott pozitív eredményt felmutatni. Viszont kiemelném az kukoricahibridek közül az NK Luciust, ami az összes paraméter vizsgálatánál jól szerepelt és sok esetben-előnyben volt a többi hibridhez képest. A szántásos művelésnél kimagasló jövedelmezőséget mutatott a többi hibridhez képest, mégpedig 196.361Ft/ha elméleti jövedelmet eredményezett.

Megállapíthatjuk, hogy a sokat vitatott szántásos művelés igen is eredményes tud lenni, ha azt szakszerűen és ésszerűen alkalmazzuk. Ez az eredmény mindenképpen megszívlelendő, mert a klímaváltozás következtében egyre sűrűbbek lesznek hasonló súlyos aszályok és a kísérlet eredménye azt mutatja, hogy a szántással művelt területen termesztett növények sokkal jobb eredményeket értek el. Viszont a kísérlet azt is megmutatta számunkra, hogy mekkora jelentősége van a megfelelő hibrid kiválasztásának, hiszen egy jó alkalmazkodóképességű és stabil termésbiztonsággal rendelkező hibrid még a mostoha körülmények ellenére is megfelelően tud teljesíteni. Mindezek ellenére, azt mindenképpen le kell szögezni, hogy a kísérlet évében átlagon felüli szárazság volt a jellemző. Bizonyára egy kedvezőbb évben nem lennének ekkorák a különbségek és valószínű, hogy a szántásos művelés talajra, növényekre és a jövedelemre gyakorolt kedvező hatását felülmúlná valamelyik kímélő művelés. Ezért remélem, a gazdaság tovább tudja

folytatni a kísérletet, hogy még több információt szerezzünk a művelési eljárások és kukoricahibridek közötti kölcsönhatásokról.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A kísérletünket a Vásárhelyi Róna Kft. területén hajtottuk végre, ahol 3 egyenlő részre osztottunk el egy 9 hektáros területet. A három parcellát különböző alapművelési eljárással műveltük: szántásos, lazításos és sávós alapművelést alkalmaztunk. Az így megművelt területek mindegyikébe 9-9 különböző kukorica hibridet vetettünk. A kukorica Magyarországon évtizedek óta a legnagyobb területen termesztett kultúrnövény. Nagy jelentőséggel bír a mezőgazdaságban, a humán élelmezésben és az iparban. Magyarországon a kukorica megfelelő életkörülményeket talál, de az elmúlt pár év szélsőséges időjárása, a rohamosan növekvő energiaárak, arra kényszerítik a termelőket, hogy minél kevesebb ráfordítással és minél nagyobb termésbiztonsággal termeljenek. Kísérletünkben megtalálható a hagyományos szántásos talajművelés és a modern, energia és környezetkímélő sávós, valamint a lazításos talajművelés is.

Az elvégzett kísérlet célja az volt, hogy megvizsgáljuk a különböző talajművelési eljárások kukorica hibridekre gyakorolt hatását és megállapítsuk az eljárások eredményességét.

A kísérlet során talajművelési rendszerek szerint vizsgáltuk a talaj nedvességtartalmát a különböző talajrétegekben. A kukorica hibrideknél tanulmányoztuk a tőszámot, a növény magasságot, a 2 fm-en belüli csőszámot, csőhosszúságot, a csövek termékenyülési százalékát, a csövek tényleges szemszámát és a hektáronkénti termésátlagot. A méréseket minden művelésnél és az összes hibriden 3-3 ismétléssel végeztük el. Kiszámoltuk a művelési eljárások üzemanyag és munkaóra igényét, valamint számba vettük 1 ha kukorica termesztésénél felmerülő összes költséget. Kiszámoltuk mindhárom műveléssel, a kísérletben szereplő összes hibridnek a bevételeit, ezek után a költségeket és a bevételeket összevetve megkaptuk az 1 hektárra vetített eredményességét.

Az eredmények kiértékelése során láthattuk, hogy a talajnedvesség vizsgálatoknál csupán elenyésző különbség volt fellelhető a talajművelési rendszerek között: a szántással művelt talajnak volt a legmagasabb a nedvességtartalma, majd ezt követi a lazításos művelés és végül a sávosan művelt terület.

A kukoricanövények vizsgálatakor először a növények magasságát mértük, ahol már kialakultak szignifikáns különbségek: a legmagasabb növények a szántásos parcellában fejlődtek, utána a lazítással művelt területen, majd a sávós területen mértük a legkisebb növényeket. A tőszámvizsgálatnál a szántás és a lazítás közel egyformán teljesített, különbség a sávós terület hátrányára alakult ki. A 2 méteren belüli csőszám vizsgálata értékes információt nyújtott számunkra, mert magasan a szántással művelt hibridek fejlesztették a legtöbb csövet, utána következett a sávós és kevéssel lemaradva a lazításos művelés. A csőhosszúság mérését követően megállapítható, hogy ismét a szántás lett magasan az első, majd egymás mellett a lazítás és a sávós

művelés. A termékenyülési százalék eredménye is a szántás előnyét mutatja, de minimálissal lemaradva követi a sávos művelés. A tényleges szemszám vizsgálata is figyelemreméltó információt mutatott, ugyanis nagyon magas különbséget produkált a szántás javára, ezt követi a sávos és meglehetősen lemaradva a lazítás. Az utolsó mérést - a gazdálkodó számára talán a legfontosabb információt nyújtó – termés hozam jelentette. A termésátlagot kukoricahibridekenként és talajművelésenként határoztuk meg. Itt is a szántás lett az első, ezután a lazítás, majd a legkisebb termésátlagot a sávos művelésben tudtunk regisztrálni. A talajművelés hatását a kukorica termésmennyiségére 5%-os szignifikancia szinten tudtuk bizonyítani. Az üzemanyag és munkaóra ráfordítást tekintve viszont a szántás volt a leggazdaságtalanabb, mert itt használtuk el a legtöbb üzemanyagot 53,5 l/ha és ez tartott a legtöbb ideig 90 perc/ha, utána következik a lazítás 40,5 l/ha gázolaj felhasználással és 71 perc/ha munkaidővel. A legköltség-kímélőbb a sávos művelés volt 221 gázolaj felhasználás és 70 perc/ha munkaidő ráfordítással. A kukoricatermesztés összes bekerülési költsége a szántásnál 187.382Ft/ha, a lazításnál 183.082Ft/ha, valamint a sávos művelésnél 166.782Ft/ha a ráfordított összeg. A termésátlag eredményekből adódóan, a legtöbb bevételt a szántással művelt terület produkálta, azt követi a lazításos terület, majd a sávosan művelt parcella. A kísérletünk egyik fő célja az volt, hogy megállapítsuk a talajművelési rendszerek eredményességét. Egy éves kísérletünk alapján arra az eredményre jutottunk, hogy a szántásos művelés volt a legeredményesebb annak ellenére, hogy ennek volt a legmagasabb bekerülési költsége, ezt követte a lazítás, majd a sávos művelés, ami az extrém száraz kísérleti évben veszteséget okozott.

A kísérletet több szempontból is hasznosnak és eredményesnek tartjuk. Az idei év is rendkívül aszályos volt, így megtapasztalhattuk, hogy a különböző művelésekre, miként reagál a talaj és a növényállomány. Emellett leszűrhattuk, hogy a hibridek közül melyik az, amely magas termésbiztonságra képes ilyen extrém időjárási körülmények között is. Az eredményekből kiderült számunkra, hogy a szélsőséges körülmények ellenére is eredményesen tudtuk alkalmazni a hagyományos szántásos rendszert. Annak ellenére, hogy a többihez képest magasabb volt a költsége, ez bőven megtérült a terméseredményekben. Mindenképpen ajánljuk a gazdák figyelmébe az ésszerű szántásos művelést, valamint a körültekintő kukoricahibrid választás fontosságát. A gazdaság számára javasoljuk a kísérlet folytatását, hogy kedvezőbb körülmények között is lehessen vizsgálni a talajművelési rendszerek, valamint a hibridek teljesítőképességét. Reméljük, munkánkkal segítünk a gazdáknak hasznos információhoz jutni.

7. MELLÉKLETEK

7. táblázat. Növénymagasság (átló felett) és tőszám (átló alatt) szignifikanciaeredménye a vizsgált kukoricahibrideknél

	P9528	P9494	PR37N01	PR36V52	PR36V74	DKC4995	DKC5007	NK Lucius	NK Octet
P9528		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P9494	ns		*	*	*	ns	*	ns	ns
PR37N01	*	*		ns	*	ns	ns	*	*
PR36V52	ns	*	ns		*	ns	ns	*	*
PR36V74	ns	ns	*	*		*	ns	ns	ns
DKC4995	ns	ns	ns	ns	*		ns	*	*
DKC5007	*	*	ns	ns	ns	*		*	ns
NK Lucius	*	*	*	*	ns	*	ns		ns
NK Octet	ns	*	*	*	ns	*	ns	ns	

ns= nem szignifikáns

*= 5%-os szignifikanciaszinten szignifikáns

8. táblázat. Csőszám (átló felett) és csőhosszúság (átló alatt) szignifikanciaeredménye a vizsgált kukoricahibrideknél

	P9528	P9494	PR37N01	PR36V52	PR36V74	DKC4995	DKC5007	NK Lucius	NK Octet
P9528		ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns
P9494	*		ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
PR37N01	ns	ns		ns	ns	*	ns	ns	ns
PR36V52	*	ns	ns		ns	*	*	*	ns
PR36V74	*	*	*	*		*	ns	ns	ns
DKC4995	*	ns	ns	ns	*		*	*	*
DKC5007	ns	ns	ns	ns	*	ns		ns	*
NK Lucius	*	*	*	*	*	*	*		*
NK Octet	*	*	*	*	ns	*	*	*	

ns= nem szignifikáns

*= 5%-os szignifikanciaszinten szignifikáns

9. táblázat. Termékenyülési % (átló felett) és csővenkénti szemszám (átló alatt) szignifikanciaeredménye a vizsgált kukoricahibrideknél

	P9528	P9494	PR37N01	PR36V52	PR36V74	DKC4995	DKC5007	NK Lucius	NK Octet
P9528		ns	ns	*	*	ns	*	ns	ns
P9494	ns		ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
PR37N01	*	*		ns	*	ns	ns	ns	ns
PR36V52	*	ns	ns			*	ns	*	*
PR36V74	*	*	ns	ns		*	*	*	*
DKC4995	ns	ns	*	*	*		ns	ns	ns
DKC5007	*	ns	ns	ns	ns	*		ns	ns
NK Lucius	ns	ns	*	*	*	ns	*		ns
NK Octet	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	

ns= nem szignifikáns

*= 5%-os szignifikanciaszinten szignifikáns

8. IRODALOMJEGYZÉK

2. Ángyán J., Menyhért Z. (1988): Integrált, alkalmazkodó növénytermesztés. Gate-ksze, Közgazdasági és Jogi Kiadó, Budapest, 78-134. p.
3. Antal J. (2000): A növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 31-112. p.
4. Balassa I. (1973): Az eke és a szántás története Magyarországon. Akadémiai Kiadó, Budapest, 24-65. p.
5. Bánházi J., Fülöp G. (1982): Energiatakarékos talajművelési módszerek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 111. p.
6. Barta L. (1980): Nehéz kultivátorok. In: Fülöp G. (szerk.): A nagy teljesítményű traktorok talajművelő gépei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 114-139. p.
7. Berényi D., Nagy L., Szász G. (1959): A talajművelés hatása a talaj hő- és vízgazdálkodására. Kossuth Lajos Tudományegyetem Meteorológiai Intézetének közleményei, Debrecen, 311-328. p.
8. Billage J. (1938): A tárcsa és a tárcsás talajművelés. In: Marschal F. (szerk.): A tarlótól a magágyig. Révai Nyomda, Budapest, 92-103. p.
9. Birkás M. (1993): Talajművelés. 96-141. p. In: Nyíri L. (szerk.): Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 438. p.
10. Birkás M. (1995): Talajművelési irányzatok és rendszerek. Agrofóru. 7. 10. 5-9. p.
11. Birkás M. (2001): Talajművelés és talajvédelem. 33-86. p. In: Gyuricza Cs. (szerk.): A szántóföldi talajhasználat alapjai. Akaprint Nyomdaipari Kft., Budapest, 197. p.
12. Birkás M. (2006a): Környezetkímélő alkalmazkodó talajművelés. Akaprint Nyomdaipari Kft., Budapest, 367. p.
13. Birkás M. (2006b): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 99. p.
14. Birkás M. (2010): Talajművelők zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 19. p.
15. Birkás M. (2011): Talajművelés extrém időjárási körülmények között. Agrofórum. 22. 7. 16.-19. p.
16. Birkás M. (2012): Két nehéz év után egy még nehezebb: Talajművelési fogások a szárazság kárainak enyhítésére. Agrofórum. 23. 10. 9-15. p.
17. Birkás M., Szemők A. (2006): A biológiai tényezők befolyása. 133. p. In: Birkás M. (szerk.): Környezetkímélő alkalmazkodó talajművelés. Akaprint Nyomdaipari Kft., Budapest
18. Bódis L. (2011): Folyton tanulnunk kell és a tudást tovább kell adnunk. Agrofórum. 22. 8. 54-55. p.

19. Demo M. (2001): Fenntartható mezőgazdasági rendszerek talajművelési és növénytermesztési sajátosságai. 47-70. p. In: Birkás M. (szerk.): Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban. Akaprint Nyomdaipari Kft, Budapest, 292. p.
20. Estler, M. (1972): Minimalbestelltechnik. Landtechnik, Z. München, 2-61. p.
21. Farkas Cs., Gyuricza Cs. (2006): Hidrológiai tényezők. 30-34. p. In: Birkás M. (szerk.): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 413. p.
22. Ferencz K., Ferencz G. (1999): A talaj művelése, öntözése, javítása. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 10. p.
23. Botta G.F., Jorajuria D., Balbuena R., Ressia M., Ferrero C., Rosatto H. and Tourn M. (2006): Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower yields, Soil and Tillage Research, 164-172. p.
24. Gyárfás J. (1989): Sikeres gazdálkodás szárazságban. 64-76. p. In: Nyiri L. (szerk.): Magyar dry-farming, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
25. Gyuricza Cs. (2001): A szántóföldi talajhasználat alapjai. 23. p. Akaprint Nyomdaipari Kft., Budapest
26. Hegedűs L. (2001): Talajművelés és talajélet. Agrofórum. 12. 11. 13-16. p.
27. Jolánkai M. (2006): A földművelés fejlődésének rövid története. 15. p. In: Birkás M. (szerk.): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 413. p.
28. Jóri J. I. (1992): Ágy- vagy váltvaforgató eke? Mezőgazdasági Technika, Budapest, 2-33. p.
29. Jóri J. I. (1999): A talajlazítás módszerei és eszközei. Gyakorlati Agrofórum, 10. 7/2. 2-6. p.
30. Kemenes E. (1964): Talajművelés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 76-95. p.
31. Kemenes E. (1972): Földművelés-talajerő-gazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Budapest, 427. p.
32. Kiss K., Oroszlány I., Vajdai I. (1981): Gazdálkodás belvizes területeken. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 143. p.
33. Kosztolányi A. (2009): Talajkímélő művelés a Vásárhelyi Róna Kft.-ben. Agrofórum, 20. 10. 20-21. p.
34. Linn D.M.- Doran J.W. (1984): Aerobic and anaerobic microbial populations in no-till and plowed soils, Soil Sci. S. Am. J. 48, 794-799. p.
35. Maciej M. (2005): A torque evaluation for a rotary subsoiler Soil and Tillage Research, Varso, 175-183. p.
36. Manninger G.A. (1956): A talaj sekély művelése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 57. p.
37. Nagy J., Ványiné Szél A. (2011): A hazai kukoricatermesztés nemzetközi összehasonlításban. Agrofórum. 22. 12. 8-13. p.
38. Nyiri L. (1997): Az aszálykárok mérséklése. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 20-150. p.

39. Nyiri L. (1993): Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 40. p.
40. Radics L. (2003): Szántóföldi növénytermesztés, Szaktudás kiadóház, Budapest, 41. p.
41. Rátonyi T., Szöllősi I. (2006): Talajállapot-vizsgálati módszerek és eszközök. 55-63. p. In: Birkás M. (szerk.): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 413. p.
42. Sárvári M., Krivián Á., Bene E. (2011): Az évjárat és néhány agrotechnikai tényező hatás a kukorica 2011. évi terméseredményeire. Agrofórum. 22. 12. 36-39. p.
43. Sembery P. (1989): Energiatakarékosság a mezőgazdaságban. Műszaki Könyvkiadó-Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 89-97. p.
44. Sípos G. (1962): Földműveléstan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 416-432. p.
45. Sípos S. (1978): Talajművelés. In: Lőrincz J. (szerk.): Földműveléstan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 156-266. p.
46. Soane, B. D., Van Ouwerkerk, C. (1998): Soil compaction: Aglobal threat to sustainable land use. Advances in Geoecology, 31. 517-525. p.
47. Stefanovits P. (1977): Talajvédelem, környezetvédelem. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 77-108. p.
48. Stefanovits P. (1975): Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 110-150. p.
49. Szabó I. (2003): Vetésforgó és öntözés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 87. p.
50. Szabó I. (2003): Talajművelés és trágyázás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 5. p.
51. Varga Á. (2012): Eke és kultivátor alkalmazásának összehasonlítása a kukorica alapművelésében. TDK dolgozat
52. Vincze M. (1996): Termőhelyi tényezők szerepe a növénytermesztésben. In.: Birkás M. (szerk.): Földművelés és földhasználat, Egyetemi jegyzet, Gödöllő, 11-40. p.
53. Young, H. M. (1982): No-tillage farming. No-Till Farmer, Inc. Brookfield, Wisc, 116-177. p.

9. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Dr. Kristó István konzulensemnek önzetlen és odaadó segítségéért.

Szeretnék köszönetet mondani a Vásárhelyi Róna Kft.-nek, hogy lehetővé tették a kísérlet elvégzését és kiemelten szeretném megköszönni Máté Imre áldozatos segítségét. Valamint az összes dolgozónak, akik részt vettek a munkálatokban.

Köszönetet szeretnék mondani az adatok felvételezésében nyújtott segítségéért Feleségemnek Zsindely Nórának, Zsindely Ferencnek, Kéri Edinának és Mészárosné Herbach Katalinnak.