

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

A TALAJKÍMÉLŐ MŰVELÉS HATÁSAI A NEDVESSÉGRE, A TERMÉSRE ÉS A
KÖLTSÉGEKRE

Készítette: Zsár Ernő Tamás
Évfolyam: III. évfolyam

Belső konzulens: Dr. Birkás Márta egyetemi tanár
Beosztása: egyetemi tanár

Gödöllő
2013

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1 Irodalmi áttekintés.....	4
1.1 A talajművelés célja.....	4
1.1.1 A művelés jelentősége a termesztés rendszerében	6
1.1.2 A növények talajállapot-igénye	8
1.2 Hagyományos és modern talajművelés összehasonlítása	10
1.2.1 A hagyományos talajművelés	10
1.2.2 Modern talajművelés	11
1.3 A talajművelés rendszere	13
1.3.1 A talajművelés elemei.....	14
1.3.2 Klímaváltozáshoz alkalmazkodó, kímélő technológiák	16
2 Anyag és módszer	18
2.1 A vizsgálatok célja	18
2.2 A vizsgálatok körülményei	18
2.3 A vizsgálatok módszerei	20
3 Eredmények.....	24
3.1 Kezdeti talajállapot és a kukoricatarló alapművelésének eredményei.....	24
3.2 A nedvességtartalom alakulása a különböző művelésekben tavasszal	30
3.3 A napraforgó állományok fejlődése és termése	34
3.4 Talajnedvesség-tartalom a napraforgó tarló művelését követően.	35
3.5 A felhasznált hajtóanyag-mennyiségek összevetése.....	37
4 Értékelés és következtetések	39
5 Összefoglalás.....	41
6 Köszönetnyilvánítás	42
7 Irodalomjegyzék.....	43
8 Mellékletek.....	45
9 Nyilatkozat	49

Bevezetés

Az emberiség jövőjét meghatározó két alapvető tényező, a megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszer, és a tiszta víz, szoros kapcsolatban állnak a talajhasználattal. A klíma szélsőségek gyakorisága fokozottan irányítja a figyelmet a talajok vízbefogadó képességének fenntartására és javítására, és a vízvesztés csökkentésére. A talajnedvesség szabályozásában a művelés szerepe vitathatatlan. Bár az utóbbi években a szélsőséges időjárás sok gazdálkodót kényszerített részben, vagy teljesen az alkalmazkodó művelésre való áttérésre, még számosan vannak, akik minőség rontóan, szén- és vízvesztően munkálkodnak a talajaikon. Mindez termelési, a környezetvédelmi és az ökonomiai szempontjából is hátrányos és elfogadhatatlan.

Napjainkban, köszönhetően a célzott kutatásoknak, több módszer található a művelés eszköztárában, amelyek alkalmazása révén elfogadható költségszinten javítható a talajok klímakárokkal szembeni ellenállása. A kímélő művelési rendszer alapja a lazítás, porhanyítás és a keverés, amelyekkel jól helyettesíthető a szántás, amely főként a nyári hónapokban súlyos nedvességvesztést okozhat. A folyamatos, azonos mélységben folytatott szántás az eketalp-tömörödés révén korlátozza a nedvesség befogadását, és lezárja a mélyebb rétegekből a gyökérzónába áramló nedvesség útját. Olyan eljárásokat kell tehát alkalmazni, amelyekkel a felsorolt hibák elkerülhetők.

Tabajd térségi gazdaságunkban édesapámmal fokozatosan tértünk át a kímélő művelésre. A korábban alkalmazott 4-5 év lazítási forduló a száraz tenyészidők gyakorisága okán lerövidült, a talajlazítás fontosságban a szántás elé került. 2012. júliusban minden tarló talaját meglazítottam, a döntést a 2011. nyár óta tartó csapadékhiány miatt hoztuk meg.

A fentiekhez kapcsolódóan a kutatások hagyományosan és kímélően művelt talajok állapotának összehasonlítását célozzák. A vizsgált területek eltérő méretű és gépesítésű gazdaságokhoz tartoznak. Értékelésre kerül talajok nedvességforgalma, mivel hatással van a termésre, a különböző művelési rendszerekre jellemző hajtóanyag-felhasználás, továbbá a térségben még nem jellemző kukoricatarló forgatás nélküli művelése.

Az egyik vizsgált gazdaság kis területen, kis teljesítményű gépekkel gazdálkodik talajkímélő módon. Ezzel kívánom cáfolni azt a hiedelmet, amely szerint csak nagy teljesítményű gépparkkal alkalmazható sikerrel a kímélő technológia.

A kísérlet időszerűségét a kedvezőtlen talajállapot javításának szükségessége indokolja, amely a megváltozott klimatikus viszonyok mellett csak az alkalmazkodó művelési eljárásokkal lehetséges.

1 Irodalmi áttekintés

1.1 A talajművelés célja

A talajművelés a talaj felső rétegébe való fizikai beavatkozás, melyet különböző művelő-eszközökkel végeznek. Feladata sokrétű, elsősorban a vetendő növény szaporítóanyagának kell olyan környezetet teremteni, amely biztosítja a csírázást, és a tenyészidőszakban az akadálytalan fejlődést. Ehhez kapcsolódik a talaj nedvességvesztésének minimalizálása, mivel aszályos években ez elengedhetetlen a termelés elősegítésére. A művelés hosszabb távú célja a talajszerkezet és talajfelszín védelme, valamint a benne zajló biológiai tevékenységek elősegítése (BIRKÁS, 1993).

A talajművelés céljának értelmezése az utóbbi évtizedekben szükségszerűen megváltozott. Az évszázadokig uralkodó, hagyományos növényközpontú szemléletet először talajközpontú, majd a globális éghajlatváltozás aggodalmai miatt klímaközpontú hozzáállás váltotta fel a klíma eredetű veszteségek csökkentése érdekében (BIRKÁS, 2010). Mindazonáltal már korábban is születtek a talajművelés céljára olyan elméletek, amelyek nem kizárólag a növényt helyezték középpontba (*1. táblázat*).

1. táblázat: A talajművelés célja a szerzők szerint (BIRKÁS, 2006 nyomán)

Teendők, célok	Szerző
A föld keménységét és sűrűségét megkisebbiteni.	NAGYVÁTHY, 1821
Jó álláshely készítése a gyökér elterjedéséhez és a táplálék felvételéhez.	HENSCH, 1885
A talaj termőrétegét termesztésre alkalmas állapotba hozni, és azt abban megtartani.	BÁLÁS, 1888
A talaj morzsalékos struktúrájának előállítás és fenntartása.	CSERHÁTI, 1896
A földet olyan állapotba hozni, és megtartani, amelynél a növény az időjárás viszontagságainak ellenállva a legnagyobb termést adhatja.	GYÁRFÁS, 1922
Olyan állapot talaj előállítása, amelyet az adott viszonyok között a lehető legkifogástalanabb a kelés és a fejlődés.	VILLAX, 1948
A talaj tökéletes beéretttségének mielőbbi elérése és fenntartása.	MANNINGER, 1957
A növények számára a lehető legkedvezőbb életfeltételek biztosítása.	SIPOS G., 1962
A talajéretttség megteremtése. Mindazt megközelítőleg helyreállítani, amelyet a talaj ősállapotától elszakadás után elvesztettünk.	KEMENESY, 1972
A vetőmag csírázásához és a növények növekedéséhez szükséges talajállapot előállítása.	SIPOS G., 1972
Mechanikai úton olyan fizikai állapot létrehozása, amely a talajban végbemenő folyamatok szabályozásával a természeteni kívánt növény igényét optimálisan kielégíti.	SIPOS S., 1978
A talaj szerkezetének és felszínének védelme, biológiai tevékenységének, nedvesség-, levegő- és hőforgalmának kedvező befolyásolása.	BIRKÁS, 1993
A talajvédelem és a növénytermesztés igényei közötti harmónia megteremtése és fenntartása.	BIRKÁS, 1995

A talajvédelem és a növénytermesztés alapozásának igényeit összehangoltan, műveléssel lehet megvalósítani (BIRKÁS, 2006). Ha a talajt kímélő módon művelik, illetve fizikai és biológiai kondíciói megfelelőek, a növények igényei alacsonyabb költséggel is megteremthetők.

Az alapozáshoz tartozik az optimális mértékű *lazultság* megteremtése, szükség esetén bizonyos mértékű tömörítés vagy esetleg üledetni hagyás. Attól függően, hogy a talajrézecskek milyen közel vannak egymáshoz, kialakulhatnak lazább vagy tömörebb talajok (BIRKÁS, 2006). A 2. táblázatban az eltérő talajlazultságok értékelése látható. A művelés módját és eszközét az alapján válasszuk ki, hogy mennyi különbség van a pillanatnyi és az elérni kívánt talajállapot között.

2. táblázat: A talajállapot elbírálásra alkalmas határértékek (BIRKÁS, 2010 nyomán)

Talajállapot	Fizikai paraméterek		Következmények a talajban
	Összes pórus (%)	Talajellenállás (MPa)	
Természetes	47-52	1,5-2,5	Kedvező nedvesség-, levegő- és hő-forgalom, szénkímélés
Túl laza	≥ 60	< 1	El/lehordható víz- és szénvesztés
Tömör (hiba)	≤ 38	4-6	Levegőtlenység, vízpangás a réteg fölött, aszályérzékenység
Növények magágy-igénye	47-52	1,15-1,45	Jó kelés, kezdeti fejlődés
Növények gyökérágy-igénye	46-48	1,85-2,85	Fajra jellemző gyökerezés

1.1.1 A művelés jelentősége a termesztés rendszerében

A művelés jelentősége a termést befolyásoló tényezőkre gyakorolt jótékony hatás elérése, így (BIRKÁS, 2006):

- a termesztési és környezeti szempontból hátrányos állapotok, például a tömörödés és porosodás, megelőzése és enyhítése, a tömör záró-réteg megszüntetése,
- a termesztési cél szerinti talajállapot létrehozása, egyöntetű mélységben és minőségben,
- vetési körülmények összhangba hozása a termelés rendszerével,
- a talajvédelem és a termesztési rendszer harmóniájának megteremtése.

A művelés a termésre közvetve hat, mivel a talaj állapotán keresztül befolyásolja a nedvességtartalmat, ezáltal a klimatikus szélsőségek (aszály, csapadékbőség) hatását. Ebből

következik, hogy az időjáráshoz kapcsolódó károk kedvező talajállapot-fenntartással enyhíthetők (BIRKÁS, 2006). Csapadékhiányos időszakban a tömör talajállapot fokozza a vízhiány okozta veszteségeket. Emiatt a talaj vízbefogadó képességét növelni kell, és a különböző munkafolyamatok után visszatömörítéssel csökkenteni a vízvesztést. Művelési eredetű talajtömörödés főként csapadékos években okoz gondot, mivel a nedvesség nem tud áthatolni a tömör rétegen, vízpangás keletkezik, amely az adott növényállományt elpusztíthatja.

Elengedhetetlen az olyan talajállapot fenntartása, amely minden körülmények között lehetővé teszi a feltalaj vízforgalmát. Az ellenszer a lazítás, amely alkalmazásának gyakorisága függ a talajtípustól, a lehulló csapadék mennyiségétől és intenzitásától. Néhány évtizeddel ezelőtt elegendőnek vélték az 5-7 évenkénti lazítást, viszont mára már bizonyított, hogy egyes körülmények között évente is szükségeszerű alkalmazása. Jelentősége abban értékelődik fel, hogy a szántás helyettesítésére is alkalmazható e munkafolyamat.

A kedvező talajállapot fokozza a növény ellenálló-képességét, ezáltal növeli a védelem hatékonyságát, így csökkenhet a kémiai beavatkozások költsége (BIRKÁS, 2006). Az egyenletes felszínalakítás nem csupán a nedvességvesztés esélyét csökkenti, hanem a gyomirtó-szerek jobb hatékonyságát kisebb dózis esetén is elősegíti. Ezen kívül a magról kelő gyomok jól időzítve sekélyműveléssel is gyéríthetők, amely szintén nem enged jelentős talajnedvesség veszteséget.

Az okszerűen művelt talajok fizikai és biológiai állapota kedvező, benne a humuszgyarapító- és bontó folyamatok, illetve a trágyák feltáródása jó (BIRKÁS, 2006). Kiemelten fontos a szármaradványok kellő mértékű aprítása, legyen szó gabona-szalmáról, avagy kukorica-szárról. Az így ekével aláforgatott, illetve szántóföldi kultivátorral bekevert szerves anyag könnyen bomlik le, és így humusz-alapanyagot szolgáltat. BELLUS (2010) szerint a mezőgazdasági melléktermékek egyéb célú hasznosításakor gondot kell fordítani a talajok termőképességének fenntartására, ezért a szármaradványok bizonyos százalékát vissza kell juttatni a talajba.

Véleményem szerint, mivel az ország állatállománya csekély és csak korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre szerves trágya, az összes növénytermesztésben keletkező mellékterméket maradéktalanul a talajban kell újrahasznosítani. A gyorsabb és tökéletesebb feltáródást műtrágya, esetleg baktérium trágyák segítik elő. Gazdálkodói észrevételek szerint adott növényállományon a táblaforgóban megfigyelhető az elővetemény szecskázásának képe, amelyet a betakarítógép a forduláskor tett. Tehát a szalma humuszszá alakulása után pozitívan hat a következő növény fejlődésére, vízgazdálkodására és termésére (még forgatásos művelésnél is). A szármaradványok kedvező hatása tovább bővül amennyiben bizonyos százaléka a felszínen marad, mint talajtakaró-

réteg (3. táblázat). Így csökken a nedvességvesztés, előmozdítható a kedvező biológiai tevékenység, és ezek által javítható a művelhetőség (BIRKÁS, 2006).

3. táblázat: A talajfelszín takarása zúzott tarlómaradvánnyal és a várható kockázat (BIRKÁS, 2010 nyomán)

Magnevezés	A takarás aránya (%) és a védőhatás		
	Jó	Közepes	Gyenge
Aratás után, hántatlan tarlón	55-65	25-35	< 10
Tarlóművelés után (nyáron)	35-45	15-25	< 10
Alapművelés után (nyáron)	25-35	15-25	0-5
Alapművelés után (télen)	15-25	10-15	0
Széles sorközű növényállományban tavaszi hőségnapokon	15-25	10-15	0-5
Kockázat	kicsi	közepes	erős

1.1.2 A növények talajállapot-igénye

A növények talajállapot igényét tekintve a lazultság, a kellő mélységű lazult réteg, a megfelelő szerkezeti aprózottság és a nedvesség szükségesek a csírázáshoz, a keléshez, a gyökerezéshez, és teljes kifejlődéshez. Az eltérő fenofázisokban ugyanakkor más-más réteg állapota a meghatározó (BIRKÁS, 2010). Csírázás után a felső 0-10 cm, azaz a magágy és a magágy-alap, tenyészidőben legalább 35-45 cm, tehát a gyökérszóna réteg bír jelentőséggel. Fontos megjegyezni, hogy a minden kultúrnövényfaj esetében eltérőek ezek a mélységi optimumok. A talajállapot igényeket a következőkben vesszük számba.

Először a *talaj lazultságával* kapcsolatos kérdéseket tekintjük át. Megfelelő a talaj lazultsága, ha a fejlődés egyik szakaszát sem akadályozza tömör réteg, ugyanakkor a talajrészecskék kellően összefüggének ahhoz, hogy a nedvességet a maghoz, illetve a gyökérhez juttassák (BIRKÁS, 2010). Pontos meghatározáshoz rendelkezésünkre állnak fizikai paraméterek, pl. térfogattömeg, pórustérfogat, víz- és levegő arány. A kísérletek szerint a növény fejlődése 1,15-1,45 g/cm³ térfogattömeg esetén vagy 45-50 % pórus tartományban kedvező. 1,55 g/cm³ értékű térfogattömeg felett, és 40 %-nál kisebb pórustérfogat esetén a termesztési körülmények kedvezőtlenek, tömör talajállapotot tükröznek, amely káros, mert víz- és tápanyaghiánnyal jár. Száraz tenyészidőben a vízhiány és a tömörség egymást felerősítik (BIRKÁS, 2010).

A lazult réteg mélysége nagyban meghatározza az adott növényfaj fejlődését. Figyelmet kíván olyan művelő-eszközök alkalmazása, amelyek művelő-talpat képezhetnek. Az időzítés is kulcsfontosságú, mivel korszerű magágy-készítő kompaktortal is kialakítható a kellőnél tömörebb magágy-talp, amikor túlságosan nedves körülmények között járatják. Nehéz tömörítő-henger nedves talajban vastag (és tömör) magágy-talpat képez, így a növények gyökerei nagyrészt oldalirányban helyezkednek el (1. ábra). A növény nehezen töri át, így lemarad a fejlődésben. Saját tapasztalatok azt mutatják, hogy emiatt akár 15 % termésveszteség is kimutatható.



1. ábra: Káros magágy-talp a főgyökérzetű őszi káposztarepce gyökérzetét is eldeformálta (saját fotó)

A lazult-réteg mélysége, a klímakárenyhítés, és a várható veszteség szerinti csoportosítás, szántóföldi vizsgálatok alapján (BIRKÁS, 2010):

- 40-45 cm: biztonságos klímakárenyhítés,
- 35-40 cm: jó klímakárenyhítés, csekély veszteség,
- 28-32/34 cm: közepes vagy jó klímakárenyhítés, kicsi veszteség,
- 22-25/28 cm: közepes klímakárenyhítés, közepes veszteség,
- 18-20/22: gyenge klímakárenyhítés, nagy veszteség,
- 10-12 cm: igen gyenge klímakárenyhítés, súlyos veszteség.

A szerkezeti aprózottság ugyancsak fontos állapot jellemző. A szerkezeti aprózottság a magágy rétegben akkor megfelelő, ha a morzsa dominál benne, amelynek mérete 0,25-10,0 mm. Ideális esetben a morzsafrakció eléri a 80 %-ot (FARKAS & GYURICZA, 2006). Az apróbb frakciók a magágy körül előnyösek.

A talaj nedvességtartalma számos más tényezőre hat. Száraz talajon gyakori a rög és a por keletkezése; ez utóbbi a defláció miatt kifejezetten hátrányos – többek között azért, mert az elemzések bizonyítják a szeles napok számának erőteljes növekedését hazánkban. Ha a kellőnél nedvesebb talajt művelnek, akkor gyúrnák a talajt, amely kiszáradva áthatolhatatlan keménységűvé válik a növények számára. Ilyen szélsőségek késleltetik a kelést, így az egyöntetű állomány

kialakulását (BIRKÁS, 2010). A felszín kisebb rögökkel (10-20 mm) váltakozó állapota előnyös lehet, ekkor a talaj kevésbé cserepesedik.

A növények vízhasznosítása fajra és fejlettségi állapotra jellemző (BIRKÁS, 2010). Az időjárási anomáliák miatt fontos, hogy minél nagyobb legyen a talaj víztároló képessége és az ebből a növények számára felvehető hányad, mert így lesz kiegyenlített a vízellátottsága, ezáltal csökken a kár esélye (NYÍRI, 1993). A talaj vízhiányán kívül a levegő alacsony páratartalma és magas hőmérséklete következtében keletkező légköri aszály is jelentős veszteségeket okoz (ZSEMBELI, 2012). Vízhiány esetén a növények fejlődése elhúzódik, illetve nehézkessé válnak a növényápolási munkák is. Figyelmet kell fordítani a talajon keletkező repedésekre, mivel jelentős mennyiségű talajnedvesség párologhat el.

1.2 Hagyományos és modern talajművelés összehasonlítása

A következőkben elsőként a hagyományos, majd a modern talajműves jellemzőit fogom ismertetni, végül táblázat segítségével értékelem a két művelésmód közti különbséget.

1.2.1 A hagyományos talajművelés

A hagyományos talajhasználat az 1860-as évektől kezdődően több mint százhusz éven keresztül folyt, művelési rendszere vetésváltó volt. A termesztett növények körét igyekeztek az adott termőhelyhez igazítva minél jobban kiszélesíteni, mindazonáltal a termesztési technológiák fejlesztése lassú volt (BIRKÁS, 2001). Csak a talajvizsgálatok jelentőségének felfedezésével jöttek rá, hogy a korábban haladónak számító sokszántásos művelési rendszer káros és szerkezetromboló. *„Nem az míveli jól földjét, aki folyton tipródik rajta, hanem aki idejében adja meg neki, amelyet megkíván. A jóból is megárt a sok: a földet is agyon lehet szántani”* (GYÁRFÁS, 1928).

Az ekék tökéletesedésével a növények igényeit kielégítve egyre mélyebben szántottak, azonban a mélyszántás hatástartamának megőrzésére nem fordítottak kellő figyelmet. A tökéletlen fordítás ormai miatt kialakult nagy felület az elmunkálás és tömörítés hiánya miatt nedvességvesztővé vált. A folyamatosan romló szerkezetű talajokat egyre több idő és energiaigényt emésztett fel, így a munkacsúcsok mindig nagyon elhúzódtak. A mélyszántás elvégzése kedvezőtlen talajállapotnál további szerkezetrombolást eredményezett. A szántásokat általában nehéztárcsákkal munkálták el, amely után gyakran a vetés következett. Tárcsázással a szántott réteg közepét megtömörítették, így a gyökerezési mélység sokkal sekélyebb lett – növelve az aszályérzékenységet. Gyakori volt a vetést követő hengerezés, holott célszerűbb lett volna az alpműveléssel egy menetben elvégezni a tömörítést. A gépkapcsolatok használata elenyésző volt (BIRKÁS, 2006), bár némely gabonavetőgép tömörítő elemmel is fel volt már szerelve.

A termesztett növény lekerülése után a tarlóhántást általában hagyományos tárcsával végezték 15-20 cm mélyen, teljes mértékben kiszárítva a talajt, mivel tömörítő-eszközt nem használtak. Akkoriban gyomirtásra is nehéztárcsás művelést alkalmaztak, egy évben akár többször is. Az eddig említett munkafolyamatok révén a talaj tömörödött, kiszáritott, szerkezetében leromlott lett. Az ilyen talajon végzett szántás rögzösödött, a következő gazdasági évben az elmunkálás megnehezült – számos esetben több menetet is igényelt. Vagyis, évről évre rosszabbá váltak a művelési körülmények. Fokozott rögzépzés és porosítás követte egymást, a tarlókat a jelentős szármagadvány tömeg miatt sokszor égették. Ez utóbbi a biológiai élet teljes megsemmisítését jelentette. A növények igényeit hangsúlyozva ebben az időben a „tiszta magágy” létrehozására törekedtek (BIRKÁS, 2006). Utalások vannak arra, hogy a hazai talajok szerves szén tartalma az utóbbi százötven évben felére csökkent (BIRKÁS, 2001). A sokszor helytelenül bolygatott talaj szerves-anyag mérlege és művelhetősége is leromlott (BIRKÁS, 2006).

Lényeges változás a talajművelésben 1990 után kezdődött, amikor az új földtulajdonosok a jelentősen megnövekedett üzemanyagárak miatt már megpróbálták ésszerűbben művelni a talajt. Továbbá ekkora vált világossá, hogy talajok hosszú távú megóvása csak környezetkímélő mezőgazdálkodással biztosítható (TINER, 2000). Az eszközök lassabban fejlődtek ugyan a rendszerváltás előttiekhez képest, sőt az akkor induló vállalkozások teljesen új gépparkot nem is voltak képesek beállítani, mégis *okszerű* gépkapcsolatokkal igyekeztek dolgozni. Magyagy-készítésre már kombinált eszközöket használtak, amelyek nem hoztak létre művelés eredetű talpat és jobb hatásfokkal dolgoztak. A családi gazdálkodók egy része a lehetőségeikhez mérten igyekezett új technológiákkal kísérletezni, és csökkentett menetszámot alkalmazni az aszálykárok és talaj-degradáció csökkentése érdekében. Mindazonáltal voltak rosszabb esetek, amikor a talajhasználat visszafejlődött a hagyományos szintre (BIRKÁS, 2001). Ám a jellemző piaci keretek között ez sokáig nem volt fenntartható, többen ki is estek ezért a termelésből. A nagyobb gazdaságokban generációváltás történt szakemberek tekintetében, így a termesztéstechnológiák ártértékelése ott is felgyorsult. A 2000-es évek környékén rendeződtek a rendszerváltás utáni tulajdonviszonyok, és az Európai Unió (EU) környezetvédelmi politikája is előtérbe került.

1.2.2 Modern talajművelés

Modern talajhasználat esetén a *művelés változatos mélységű és módú, védő, helyreállító, illetve fenntartó jellegű*. Kevés, piacképes növény termesztésére érdemes törekedni, amely alapanyagául szolgál az egészséges élelmiszerek előállításához. Az aktuális talajállapothoz illeszkedő művelést kell alkalmazni, csökkentett menetszámban. Az előzmények ismeretében a talaj mélyebb rétegének

állapotjavítása kötelező feladat minden gazda számára (BIRKÁS, 2001). A fenntartható mezőgazdaság célja már nem csupán a gyomok, és kártevők előfordulásának csökkentése – napjainkban ez növényvédelmi feladat –, hanem a talaj kedvező tulajdonságainak szabályozása, és javítása (4. táblázat). „Ha a művelés minden fázisában kialakulnak a talajélet feltételei, akkor biológiai művelésről beszélhetünk. Ezzel szemben a mechanikai művelés gyakran csak a külsőségeknek tesz eleget.” (KEMENESY, 1961). Mint fentebb már említettem, a hagyományos talajművelés során általában „szemre” szép magágyakat készítettek, ám egyrészt nem törődtek azzal, mi van a felszín alatt, másrészt mára már tudjuk, nem feltétlenül és minden esetben a tiszta, szármadarvány-mentes felszín a szép, illetve hasznos. Hobbs (2006) szerint például a mulcs fokozott biológiai tevékenységet és a talajfelszín jobb védelmét eredményezi.

4. táblázat: A hagyományos és modern művelés összevetése (BIRKÁS, 2006)

Magyarázat: (+): kedvező; (-): kedvezőtlen; (+-): változó

Tényezők	Hagyományos rendszer ¹	Modern rendszer ²
1. Idő- és élőmunka szükséglet	sok (-)	közepes (+-)
2. Hajtóanyag szükséglet	sok (-)	közepes (+-)
3. Különleges gépigény	nincs (+)	van (-)
4. Kártevők, kórokozók gyérítése	jó (+)	jó (+)
5. Herbicid függőség	kicsi (+)	kicsi (+)
6. Talaj- és környezetvédelem	bizonytalan (-)	jó (+)
7. Taposási kár (menetszám)	sok (-)	kevés (+)
8. Talajnedvesség veszteség	sok (-)	kicsi (+)
9. Tarlómaradvány érzékenység	változó (+ -)	változó (+ -)
10. Alkalmazhatóság		
– kötött talajon	lehetséges (+)	lehetséges (+)
– száraz talajon	lehetséges (+)	kis kockázat (+)
– nedves talajon	változó (+ -)	változó (+ -)
– tömör altalaj esetén	lazítás nélkül nem ajánlott (-)	lazítás nélkül nem ajánlott (-)
11. Hatás a talajszerkezetre	kedvezőtlen (-)	kímélő (+)
12. Degradált talaj javításának esélye	bizonytalan (-)	jó (+)
13. Hatás a talaj biológiai életére	változó (+ -)	kedvező (+)
14. A növénytermesztés alapozása	változó (+ -)	biztonságos (+)

15. Szakértelem igény	változó (+ -)	nagy (-)
16. Elterjedtség	nagy (-)	kicsi (-)
17. Jövőbeni előnyök	kicsi (-)	nagy (+)
Minősítés (előny : hátrány)	40:60	67:33

¹Hagyományos rendszer: szántásos alpművelés, elmunkálás, magágy-készítés és vetés külön menetben. ²Modern rendszer: Forgatásos vagy forgatás nélküli alpművelés elmunkálással, magágy-készítés és vetés egy-menetben.

1.3 A talajművelés rendszere

A hagyományos és modern talajművelés összehasonlítása után tekintsük át a talajművelés rendszerét. *Talajművelési rendszer* alatt a növények sikeres és gazdaságos termesztéséhez szükséges talajművelési eljárások összességét értjük (SIPOS, 1966). Ez klasszikus értelemben a betakarítástól a vetésig öt szakaszból áll, amelyek sorrendjét nem lehet felcserélni. A talaj-előkészítési szakaszok művelési eljárásokból állnak, amelyek pedig egyenként több műveleti elemet tartalmaznak. Ezen műveleti elemeket a talajban előidézett változásuk alapján nevezték el és feladataik szerint csoportosítjuk (BIRKÁS, 2006): forgatás, porhanyítás, tömörítés, lazítás, keverés, felszínalakítás. A szántás például elsősorban forgat, de ezen túlmenően bizonyos fokú lazítást, porhanyítást és keverést is végez. Az egyes eljárásokat a műveletek hatékonysága alapján lehet minősíteni.

A talajművelési rendszer szakaszaira jellemző feladatok (BIRKÁS, 2006 nyomán):

- *Tarlóművelés:* Főként a nyári betakarítású növények tarlójának sekély megművelése, melynek célja a tarlómaradványok bizonyos fokú bedolgozása, a talaj felszínére vezető kapillárisok megszüntetése azzal, hogy a felső 5-8 cm-ben homogén réteget hozunk létre.
- *Alpművelés:* A termesztési rendszer legmélyebb művelése, amellyel a vetendő növény számára szükséges talajállapotot forgatással vagy forgatás nélkül kellő mélységig alakítjuk ki.
- *Alpművelés elmunkálása:* Az alpművelés munkájának további kiegészítő alakítása a termesztési és talajvédelmi céloknak megfelelően.
- *Magágy-készítés:* A növény szaporítóanyagának és a vetési technológiai igényeinek megfelelő művelet a felső rétegben. Célja a gyors és egyöntetű kelés és kezdeti fejlődés elősegítése.
- *Vetés utáni elmunkálás:* Magágy-készítéskor és vetéskor esetleg túlságosan lazává vált talaj megfelelő mértékű tömörítése a talaj és a vetőmag védelmének érdekében.

1.3.1 A talajművelés elemei

A talajművelés a következő elemekből épül fel: (1) a talaj forgatása, (2) a talaj lazítása (3) a talaj porhanyítása, (4) a talaj keverése, (5) a talaj tömörítése, (6) a talaj felszínegyengetése.

1. A talaj forgatása

A talajrétegek cseréjét jelenti, a talaj alsóbb rétege felszínre kerül, a felszín pedig alulra. Ez a művelet a talajművelés egyik legrégebbi, de egyben legtöbbet vitatott eljárása (SIPOS, 1966).

A forgatás eszköze az eke, amellyel *szántást* végzünk. Az alapművelés legelterjedtebb, klasszikus, viszont napjainkban egyre csökkenő jelentőségű megoldása ez (KELEMEN, 2012). Mivel a legtöbb energia- és időráfordítást igénylő munka, ezért fontos a műszaki-agrotechnikai háttér ésszerű kihasználása (SOÓS, 2012). Csak kedvező nedvességi állapotban szabad szántani, tehát amikor a talaj a szántás mélységében omlós és aprómorzsás (HAJDÚ, 2012). LAMMEL (1963) helyesen írja, hogy a mélyszántás eredményességének alapvető feltétele az optimális időpont kiválasztása, különben az előidézett vízvesztés nagyobb kárt okozhat, mint hasznot.

HAJDÚ (2012) szerint az optimálisnál nedvesebb talajon kedvezőbb a réselt kormánylemezű eke használata. Tapasztalataim szerint kissé száraz körülmények között is helytáll az ilyen eszköz, sőt, még fokozódik a porhanyító hatás a kormánylemez rései miatt.

2. A talaj lazítása

A művelet során mechanikai hatásra az egyes talajrészecskék közötti összefüggés meglazul (SIPOS, 1966). Csökken a talaj térfogattömege, nő a levegőtérfogat %-a és a hézagterfogat, azon belül a gravitációs pórusok aránya (BIRKÁS, 2006). Jelentősen nő a talaj vízbefogadó-képessége, amely száraz évjáratokban is előny. A tömörítést kivéve minden művelet valamilyen mértékű lazítás is végez, de legjobb lazító hatás a talajlazítókra és a kultivátorokra jellemző.

A lazítók szárazabb talajállapot mellett végeznek kielégítő munkát (KELEMEN, 2012), a nedves talajt elkenik. SOÓS (2012) szerint közép-mélylazítók alkalmazása 50-80 % hajtóanyag-megtakarítást jelentenek. Bár valóban kevesebb fogyasztás érhető el lazító alkalmazásakor, de saját tapasztalatok és további tanulmányok is azt mutatják, hogy a megtakarítás körülbelül 30 %-os lehet. Természetesen ez sok tényező egymásra hatásától függ, és nem minden esetben igaz.

A korábbi évtizedek tévhitei szerint elegendő 5-7 évente lazítani a talajt. A lazítókat elmunkáló-elem nélküli alkalmazták, így a nyitva hagyott, rögzös felszínen keresztül elpárolgott a talajnedvesség. Mára már tudjuk, hogy a lazítás évente is szükséges lehet – okszerűen alkalmazva.

A kultivátor lazítja, porhanyítja, keveri a talajt, és alakítja a felszínt (BIRKÁS, 2006). Használata esetén mérsékeltebb a porosodás, rögzösödés illetve a talaj nedvességvesztése

(RÁTONYI, 2012). Száraz és nyirkos talajon ugyancsak jó minőségben dolgozik. Kapakialakítástól függően alkalmazhatók tarlóhántásra és alapművelésre egyaránt.

3. A talaj porhanyítása

Mechanikailag hasonló a lazításhoz, de porhanyításkor az aprózódás jelentősebb, bizonyos mértékű keveredés is zajlik a talajrészecskék között (BIRKÁS, 2006). Eszközei elsősorban a boronák, tárcsák, kultivátorok és a talajmaró (SIPOS, 1966).

4. A talaj keverése

Ezzel a művelettel a trágyák, javítóanyagok és növényi maradványok egyenletes talajba rendezését érhetjük el (BIRKÁS, 2006). A tárcsás művelésre jellemző leginkább a keverés folyamata, bár számos kultivátor konstrukció is jó hatásfokkal végzi a műveletet.

A tárcsás művelésről érdemes elmondani, hogy még mindig nagy számban dolgoznak a gömbsüveglapokkal felszerelt, elmunkálóval el nem látott nehéztárcsák. Ez az elavult konstrukció száraz talajon porhanyítás helyett porosít, nedves körülmények között pedig fokozza a tömörödést, a tárcsatalp kialakulását (BIRKÁS, 2001; RÁTONYI, 2012).

Ezek a hátrányok kiküszöbölhetők a síktárcsák használatával, amelyeken a két tárcsasort az adott körülményekhez igazodó tömörítő-elem követ. Igaz, a lapkialakításuk miatt gyomirtásra nem alkalmazhatóak sikerrel, de a gyakori száraz körülményei között vétek ezt műveléssel végezni – érdemes inkább vegyszeres irtásra törekedni a nedvességvesztés elkerülése érdekében.

A tárcsák a művelési rendszer több szakaszában alkalmazhatóak (BIRKÁS, 2006), ám elsősorban tarlómunkára valók, 6-8 cm ajánlott mélységben (BOTTLIK, 2011). SIPOS (1966) a tárcsázás optimális mélységét 16-18 cm-ben jelölte meg, de mára már tudjuk, hogy az így végzett munka felesleges és káros is.

5. A talaj tömörítése

A tömörítés a lazábban összefüggő talajrészecskék egymáshoz közelítése, többek között csökkentve a levegőfázis arányát a talajban (BIRKÁS, 2006). Cél továbbá a térfogattömeg növelése és a felszíni egyenetlenségek csökkentése (SIPOS, 1966). A sima vagy különböző profilú hengerek feladata elsősorban a felszín tömörítése, az esetleges rögök aprítása (JÓRI & RÁDICS, 2013). A tömörített talaj kevesebb nedvességet párologtat el, mert kisebb a felülete (SIPOS, 1966). A gyakori száraz körülményekre tekintettel minden talajmunkát hengerrel kell zárni (HARMATI, 1997).

Napjainkban tehát minden talajművelő-eszköz után ajánlatos a hengerezés a nedvességvesztés elkerülésére. Célszerű saját adottságainkhoz mérten választani a gyártók széles választékából.

6. A talajfelszín alakítása

Felszínalakítással egyenes vagy hullámos profilú felület képzése a cél; bakhátas növények esetén ez a kettő egymást követi. Az egyes talajművelési eljárások más és más felszínt hoznak létre. Szántáskor ormok keletkeznek, amelyek akár 25 %-kal is nagyobb felületet jelentenek, amely akkor lehet előnyös, ha a talaj gyorsabb felmelegedését vagy kiszáradását akarjuk elérni (BIRKÁS, 2006).

A simítózás alkalmazása csakis okszerűen ajánlott. SIPOS (1966) szerint a talajszerkezetet kímélő egyengető-eszköz a simító. Ám a régen divatos gerenda-simítók alkalmazhatóságát a talajnedvesség alapvetően befolyásolja, mivel száraz körülmények között porosítanak, nedves talajon pedig szerkezetromboló hatásúak (JÓRI & RÁDICS, 2013). A tavaszi szántáselmunkálást a talajszerkezet és a nedvesség megóvása mellett csak korszerű eszközökkel szabad megoldani. Ilyen lehet például a rugós simító és henger kombinációja, amelyen a rúgózott simító lapok egyengetnek és porhanyítanak, a henger pedig lezárja a bolygatott felszínt (BOTTLIK, 2012). A kialakított egyenletesség mellett fontos, hogy a felszín kissé érdes maradjon, megelőzendő a talaj eliszapolódását és cserepesedését (BIRKÁS, 2006). Az imént említett gépkombinációhoz olyan hengerprofilot kell választani, amely ezt a kikötést teljesíti.

1.3.2 Klímaváltozáshoz alkalmazkodó, kímélő technológiák

Gyárfás József több mint 70 évvel ezelőtt írta: „...a magyar föld termése és vele a magyar nép boldogulása többé már nem függhet a májusi esőtől!” Tehát a legfontosabb feladat olyan talajállapot kialakítása és fenntartása, amely csapadékos időszakban a lehető legtöbb nedvességet befogadja, illetve tárolja, száraz idényben pedig a vízvesztést minimalizálja (BIRKÁS, 2008). A fenntartható művelés harmóniát teremt a növénytermesztés és a környezetvédelem között (BIRKÁS, 2001).

A művelési teendők 14 pontba foglalhatók össze (BIRKÁS, 2010):

- nedvesség és talajminőség megőrzése érdekében át kell értékelni a nyári művelések módját,
- rendszeres állapot-ellenőrzést kell végezni a helyes döntések meghozatalához,
- a talajállapot hibákat időben fel kell ismerni és javítani,
- a nyáron bolygatott talajok bizonyos arányú talajtakarása a hő- és csapadék-stressz ellen,
- minél kisebb párologtató felszín kialakítása a vízvesztés minimalizálására,
- bármely alpművelés elmunkálása és megfelelő visszatömörítése,
- vízbefogadásra és raktározásra alkalmas talajállapot létrehozása,
- talpképző eszközök nem megfelelő körülmények közötti használatának mellőzése,

- művelési mélység és eszközök váltogatása,
- rögzösödés és porosodás megelőzése,
- a talaj szerves anyagának óvása, gyarapítása,
- megfelelő trágyázás, tápanyagellátás, és –vissza-pótlás,
- kárfelismerés, megelőzés és korlátozás a kártevők tekintetében,
- dokumentáció, nyomon követhetőség.

Termőhelytől, termesztett növényfajtól és más körülményektől függően megoldás lehet a *javított szántásos rendszer*, periódusos alkalmazással (BIRKÁS, 2001). Az alpművelés javasolt eszköze a váltvaforgató eke, elmunkálóval, és lehetőleg lazítóbetétekkel, illetve a talajlazító. A szántáselmunkálás és magágy-készítés gépei ez esetben a rugós-simító henger kombináció, a kompaktor és a síktárcsa lehet. Tarlóhántást síktárcsával vagy szántóföldi kultivátorral végezhetünk. Bár a 1980-as években a nyaranta „feketére művelés” volt a megszokott, ez ma már vita tárgyát képezi (BIRKÁS, 2008). Ha az adottságok megengedik, alkalmazható *forgatás nélküli talajművelési rendszer*, amely nem használ ekét, helyette alpművelésre talajlazítót vagy kultivátort. A szármaradvány állandó felszíni jelenléte miatt a kompaktor és a simító-henger nem alkalmazható, de a síktárcsa és bizonyos szántóföldi kultivátorok ezeket sikerrel helyettesíthetik.

2 Anyag és módszer

2.1 A vizsgálatok célja

A talajkímélő művelés hatásai a nedvességre, a termésre és a költségekre c. munkához a következő célokat tűztem ki:

- talajnedvesség-változás vizsgálat egy tenyészidőszakon belüli a talaj 0-20 cm rétegében,
- termések összehasonlítása a kísérletekben,
- két különböző művelésnél felhasznált hajtóanyag összevetése.

2.2 A vizsgálatok körülményei

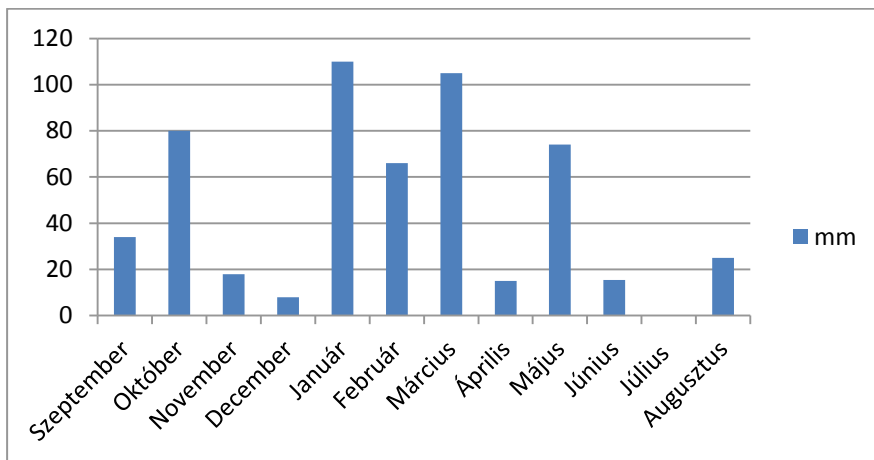
A vizsgálatok a Fejér megyei Tabajd község határában beállított két kísérleti táblában történtek. A termőhely ökológiai körülményeit, azaz a földrajzi fekvését, éghajlati, talaj és domborzati viszonyait az alábbiakban ismertetem.

a. Földrajzi fekvés

A kísérleti terek az északi szélesség 47°40' és keleti hosszúság 18 62' koordinátáinak metszéspontjában találhatók.

b. Éghajlati viszonyok

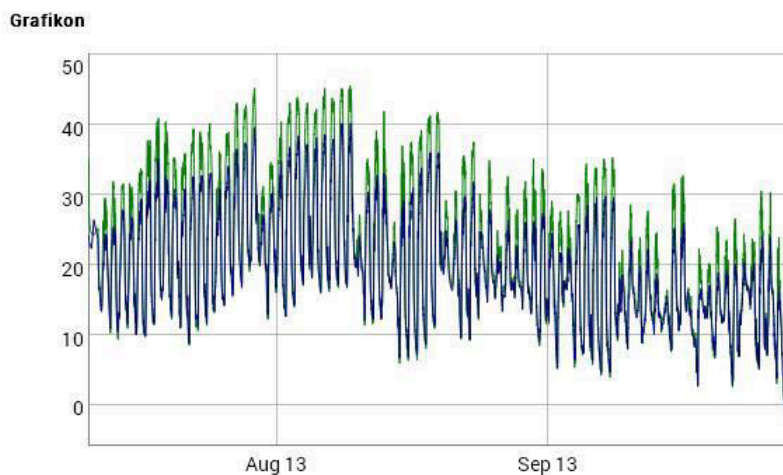
Ebben a térségben az évi átlagos csapadékmennyiség 500 mm körül alakul, az éves középhőmérséklet átlaga 10 °C. A napsütéses órák száma 1440-1470 között mozog. A 2009-2010-es gazdasági év rendkívül csapadékosnak bizonyult, közel 1200 mm hullott a térségre. 2011-2012-ben azonban ennek csupán egynegyede esett, az átlagos csapadéknak alig több mint fele. A vizsgált időszakban lehullott csapadék eloszlását saját méréseim alapján az 2. ábra tartalmazza.



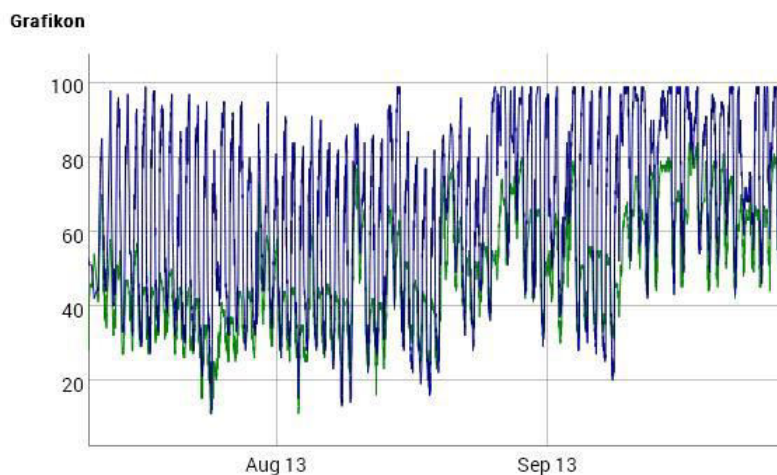
2. ábra: A 2012-13. gazdasági évben hullott csapadék Tabajd község határában (saját mérések)

Az adatok szerint 540 mm csapadék hullott a gazdasági év során, ennek azonban 93 %-a május végéig. Azok a talajok, amelyek eddig fel tudtak tölteni nedvességgel, a következő három aszályos hónapban is képesek voltak a növényállományok számára felvehető nedvességet biztosítani. Ám a július hónapban többször is jelentkező légköri aszályok igen kedvezőtlenül hatottak a fejlődésre.

Július, augusztus és szeptember hónapok hőmérséklet és páratartalom-változásait az 3. és 4. ábra mutatja. A kék vonal jelzi a mérőműszeren kívül mért adatokat.



3. ábra: Hőmérséklet grafikon 2013. július-szeptember, Tabajd
(forrás:<http://esxibixgw.bmeinfokom.hu>)



4. ábra: Páratartalom alakulása 2013. július-szeptember, Tabajd.
(<http://esxibixgw.bme-infokom.hu>)

c. Talajviszonyok

A kísérleti táblák talaja csernozjom barna erdőtalaj. Fizikai félesége vályog. Az első tábla talajának Arany-féle kötöttségi száma 42, a másiké 36. A talajok vízvezető és víztároló képessége jó.

A 2012 októberében vett talajmintából a Szent István Egyetem Talajtani és Agrokémia tanszékén határozták meg a legfontosabb talajjellemzőket.

Az első tábla talajának felső 25 cm rétegének humusztartalma a 2,9 %, vagyis az N ellátottság jó. Az AL-P₂O₅ értéke 130 ppm, amely közepes ellátottságot mutat. Az AL-K₂O pedig 121 ppm, tehát gyenge az ellátottság. A pH (KCl) érték 6,66.

A második tábla humusztartalma 1,6 %, tehát a N ellátottság közepes. Az AL-P₂O₅ értéke 204 ppm, amely megfelelő ellátottságot tükröz. Az AL-K₂O pedig 134 ppm, miszerint gyenge az ellátottság. A pH (KCl) érték 6,56.

d. Domborzati viszonyok

Az *első kísérleti* terület javarészt sík, a derekát merőlegesen szeli át egy eróziós sáv, amely a szomszéd településtől kezdődik és mintegy 6 km hosszúságú. Itt található a szél és főként a víz által lecsupaszított erodált foltok. Ezek az egész tábla néhány százalékát teszik ki. Éppen ezért nagyon fontos ezen a területen, hogy a talaj mindenkor jó vízbefogadó képességű és megfelelő agronómiai szerkezetű legyen, hogy csökkentsük a merőlegesen pusztító eróziót.

A *második kísérleti* terület nem sík, néhány százalékos emelkedést mutat, de egyenletes fekvésű. Eróziós foltok nincsenek benne.

2.3 A vizsgálatok módszerei

A vizsgálatok módszereinek áttekintéséhez először összefoglalom a kísérleteket, majd bemutatom a talajnedvesség mérésének módját, valamint összefoglalom az agronómiai szerkezetvizsgálatot.

A kísérletek leírása

A kísérletek beállítása: 2012

Elővetemény: takarmány kukorica

Fővetemény: olajnapraforgó

Az első kísérleti táblán végzett talajmunkák: (egész: 12,5 ha; szántott: 9,5 ha; lazított: 3 ha)

<i>Szántott</i>	<i>Lazított</i>
síktárcsázás 8 cm	síktárcsázás 8 cm
szántás elmunkálóval 32 cm	közép-mélylazítás 35 cm
magágy-készítő kompaktorozás 7 cm	szántóföldi kultivátor 15 cm
szemenként vetés	szemenként vetés
sorközművelés	sorközművelés
tarlóművelés	tarlóművelés

A második kísérleti táblán végzett talajmunkák: (Egész: 9 ha; Szántott: 7 ha; lazított 2 ha)

<i>Szántott</i>	<i>Lazított</i>
tárcsázás 15 cm	tárcsázás hengerrel
szántás 25 cm	közép-mélylazítás 35 cm
2 X kombinátorozás 10 cm	tárcsázás hengerrel
szemenként vetés	szemenként vetés
sorközművelés	sorközművelés
tarlóművelés	tarlóművelés

Talajnedvesség meghatározás

A talajnedvesség meghatározása elektronikus talajnedvesség-mérővel történt 20 cm mélységig gyors és nagyszámú nedvesség mérésére alkalmas a PT-I talajnedvesség gyorsmérő (Kapacitív Kft, Budapest) műszerrel. A műszer LCD kijelzője a nedvesség értékeket tömeg %-ban mutatja. Mérési tartománya 2-40 m/m %. Dolgozatomban a klímának leginkább kitett 0-20 cm adatokat értékelem.

Agronómiai szerkezetvizsgálat

Több tenyészidőben végzett vizsgálatssorozattal elbírálható, mely folyamat (a szerkezet épülése vagy a romlása) jellemzi a talajt. A talaj felső rétege mutatja legbiztosabban a művelés, a csapadék, a takarás, az árnyékolás hatását, ezért mintavételt a felső 0-10 cm rétegből célszerű elvégezni.

A mintáknak tükröznie kell a jellemző minőséget, pl. egy kezelésből 10-15 jellemző helyről célszerű mintát venni.

Légszáraz – hántott tarló talajából, magágyból, tenyészidőben a sorok közül, az első öntözés után felszáradt talajból – 0,20-0,25 kg mintát veszünk, lemérjük, majd átszitáljuk. A méréshez szükséges eszközök: 1 db szita alj, ebbe hullik a < 0,25 mm frakció, a *por*; fölé helyezzük a 0,25 mm lyukbőségű szitát, ezen marad fenn a *morzsafrakció*; amelyen belül a 0,25-2,5 mm átmérőjű részecskék a *kis morzsák*. A 2,5-10 mm méretűek a *morzsák*; föléje kerül a 10 mm lyukbőségű szita,

ezen marad fenn a *rögfrakció*. A különböző szitákon fennmaradt talajt lemérjük és százalékosan fejezzük ki (az összes átszitált talaj = 100%, az egyes frakciók arányát ehhez viszonyítjuk).

A legjobb szerkezetű talajban az *összes morzsa* aránya eléri a 80%-ot. Jó a szerkezet, ha a morzsa aránya 70-80%. Rossz a szerkezet, ha a 0,25 mm részecskék (*por*) aránya meghaladja az 50%-ot. Adott talajon a morzsásodás trendje összefüggésben van a művelések hatásával. A növekvő morzsásodásból a szén- és nedvesség kémlelésre következtethetünk.

A talajszerkezet elkülönítését a Szent István Egyetem Növénytermesztési Intézet laboratóriumában végeztem el.

A lazult réteg mélységének egyszerű vizsgálata – pálcaszondával

A vizsgálat elvégzése egyszerű, bármely vasszerelvény boltban beszerezhető, 1-1,5 méter hosszú 0,9-1,0 cm átmérőjű vaspálca szükséges, valamint papír (esetleg sematikus térképre az adott parcelláról) és írószerekre. A botszondát 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, és lejegyezzük a mélység cm-t. A lazult réteg mélységeket a minta sorszáma (1, 2, 3, 4, ...10 stb.) beírjuk, majd ábrát készítünk.

Termés-mérés

Betakarításkor kezelésként elkülönítve, mérlegeléssel történt.

A hajtóanyag felhasználás mérése

Az üzemanyag-fogyasztást első esetben az erőgép saját mérőműszerével, a másik gazdaságban pedig kézi méréssel összegeztem.

Statisztikai értékelés

A második kísérleti tábla lazultsági, illetve a nedvességtartalmi mérési minták eredményeit statisztikai hipotézisvizsgálattal elemeztem 7 lépésben. Elsőként megfogalmaztam a problémát és a szakmai kérdést, vagyis azt, hogy mire keresem a választ, mi a célja a vizsgálatnak. Majd ezt követően a szakmai kérdést statisztikai formába öntöttem, és felállítottam a H_0 és H_1 hipotézist. Harmadik lépésként meghatároztam a szignifikancia szintet (hibahatár), majd kiválasztottam a megfelelő próbastatisztikát, és képlettel kiszámoltam az empirikus értéket. Ezt követően meghatároztam a kritikus értéket. Hatodik lépésként meghoztam a statisztikai döntést, miszerint

amennyiben az empirikus érték kisebb, mint a kritikus érték, a H_0 hipotézist elfogadtam, ellenkező esetben elutasítottam. Majd végezetül megfogalmaztam a szakmai következtetést.

A lazult réteg mélysége esetében azt vizsgáltam, hogy az általam mért értékek középértéke szignifikánsan eltér-e az elméleti várható értéktől. A várható érték 25-30 cm, a mérési középérték pedig 28,04 cm. A vizsgálat eredményeként azt kaptam, hogy a minta középértéke szignifikánsan eltér az elméleti várható értéktől (*1. számú melléklet - lazultság*).

A talaj nedvességtartalmának vizsgálata során arra kerestem a választ a statisztika módszerével, hogy a különféle művelési módok esetében, melyik mutat kedvezőbb értékeket. Azt állapítottam meg, hogy 10 cm mélységben a lazított talaj nedvességtartalma magasabb, mint a szántott talajé, azonban 20 cm-es mélységben nincs jelentős eltérés a különböző művelésmódú talajok nedvességtartalma között (*2. számú melléklet - nedvességtartalom*)

Meteorológiai adatok (hőmérséklet, páratartalom)

Az Agro N2 projekt során létrehozott meteorológiai rendszer célja, hogy segítsen a gazdáknak megkönnyíteni a termeléshez kapcsolódó döntéshozatalt, azáltal, hogy a környezetből származó információkat összegyűjti. Ezekből az információkból adatokat számol, mint például a tábla átlaghőmérsékletét, vagy páratartalmát. A rendszer a gazdák táblái közelébe telepített szenzorokból és általános meteorológiai adatszolgáltatótól kap agrometeorológiai adatokat és összegzi azokat.

3 Eredmények

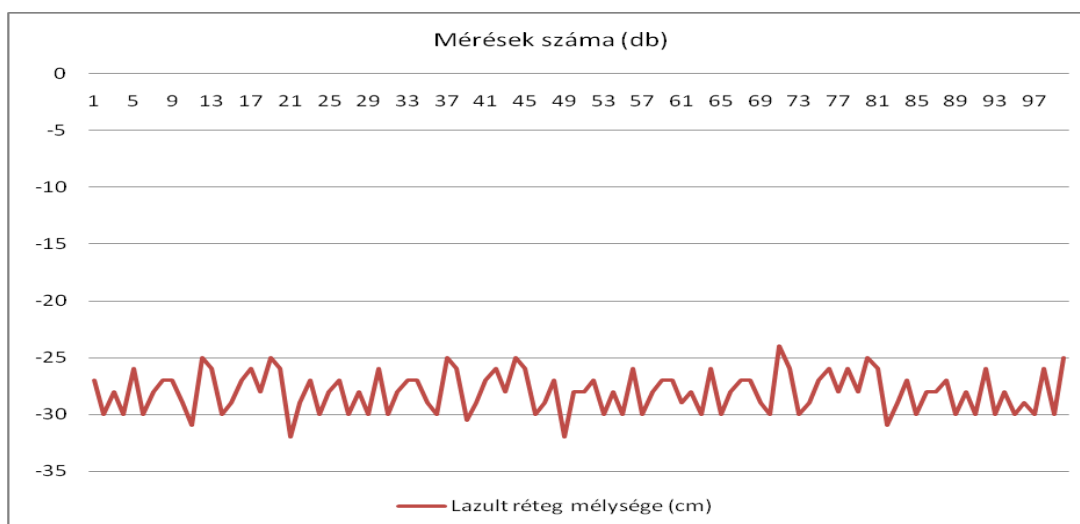
3.1 Kezdeti talajállapot és a kukoricatarló alpművelésének eredményei

1. Első kísérleti tábla

A táblát három éve műveljük földhaszonbérleti szerződéssel, előtte a községben tevékenykedő mezőgazdasági társaság használta, amely a szántásos művelést helyezték előtérbe. Emiatt még mindig fellelhetőek benne művelés eredetű problémák, amelyek orvoslására folyamatos szükség mutatkozik. Fontos megjegyezni, hogy az előző használóval szemben betakarításkor nem járunk szállítójárművekkel a tarlón, ezzel is csökkentve a tömörödés és a talajszerkezet további romlásának esélyét. BIRKÁS (2006) szerint ugyanis a taposási kár mélyebb rétegre kiterjedő altalaj-tömörödést okoz, amely tartósabb, és nehezebben szüntethető meg, mint a művelés okozta talpbetegségek.

A 2012-es aszályos nyarat követően szeptemberben 35 mm csapadék hullott, a betakarítás a hónap végén történt. A szárzúzóval szerelt vágóasztal munkája után a talaj szármaradvány-takarása csupán 50 % körüli volt, amely közepes takarást jelent. Ennek oka, hogy a száraz évjárat miatt nem tudott jelentős szártömeg kialakulni. Azonban a jó minőségű szárzúzás minden esetben nélkülözhetetlen a talajművelési rendszerben (BIRKÁS, 2006). Egyrészt megkönnyíti a művelhetőséget, másrészt a talajba bekerülő szártömeg-hányad elősegíti a biológiai tevékenységet.

A talaj lazultságát pálcaszondával vizsgáltam a tábla száz különböző pontján (5. ábra). Ez alapján elmondható, hogy 25-32 cm réteig lazult a talaj, ez alatt kissé ülepedettebb réteg volt fellelhető, amely azonban nem mutatott súlyos tömörödöttséget.



5. ábra: Lazult réteg mélysége az első kísérleti tábla kukorica tarlóján (saját mérések alapján)

Ezt a tényt megerősítette az ásópróba is, amelyet az agronómiai szerkezetvizsgálat miatt is elvégeztem. E mérés eredményei az 5. táblázatban láthatóak.

5. táblázat: Agronómiai szerkezetvizsgálat eredményei az első kísérleti tábla talajának felső 30 cm rétegében betakarítás után (saját mérés)

Frakció (méret)	Por ($<0,25$ mm)	Aprómorzsa ($0,25 - 1,00$ mm)	Morzsa ($1,00-10,00$ mm)	Rög ($> 10,00$ mm)
Arány (%)	9	31	35	25
Minősítés	kedvező	kedvező	kedvező	elfogadható

A rögfrakció a korábbi helytelen művelés és a szárazság miatt kissé magas értéket mutatott, azonban a kedvezőnek tartott két morzsafrakció együtt kitesz több mint 60 %-ot, amely jónak mondható. Ezen kívül gilisztákat is felleltem a mintavétel során (6. ábra). Az agronómiai szerkezet elkülönítésére használt szitasor a talajmintával a 7. ábrán látható.



6. ábra: Az ásópróbával vett talajminta és a benne fellelhető giliszta (saját fotók)

Október elején újabb 30 mm csapadék hullott, ezt követően az ismételt ásópróbás vizsgálatok során azt tapasztaltam, hogy már 20-25 cm mélységig beázott a talaj. Tenyérpróba alkalmával a talaj nyirkos, ujjal porhanyítható volt. BIRKÁS (2006) szerint a nyirkos talaj szántható, tárcsázható, bár ezek esetében a talpbetegség kialakulásának esélye fennállhat. Ezen túlmenően a kedvező agronómiai szerkezet vizsgálat is arra ösztönzött, hogy művelhetőséget megfelelőnek találjam.

A kukorica-tarlót először síktárcsával műveltük meg 8 cm mélységben a szártömeg további aprítása és talajba keverése céljából, és azért, hogy minél könnyebben szolgálhasson humusz alapanyagként, illetve meginduljon a talaj beéredése. RÁTONYI (2010) szerint a felszínen hagyott, illetve a sekélyen talajba dolgozott tarlómaradványok révén javul a talajszerkezet is. Művelést követően a talaj szármadaradvány borítottsága 30 %-ra csökkent, amely ugyancsak közepes értéknek számít.



7. ábra: Az első kísérleti tábla agronómiai szerkezetvizsgálatának eredményei a szitasoron
(saját fotók)

BIRKÁS (2006) nyomán a következő szempontok irányadóak lazítás végzésekor:

- a talaj legyen száraz, de nem kiszáradt,
- hántott tarlón végzendő, amikor a beéredés már megindult. A hántott talaj nem szárad ki, a beindult biológiai folyamatok révén javul a művelhetőség – csökken az energiaigény.
- ez a hántott tarló nyirkos és morzsalékos legyen, mert a morzsáság a talaj lazíthatóságának kedvező jellemzője.

Mivel a feltételek mindegyike teljesült a kísérleti táblán, a talajt 35 cm mélységben lazítottuk. A mélységet pálcaszondával ellenőriztem munka közben (8. ábra). BIRKÁS (2006) szerint ugyanis nem elég a lazítókés kifényesedését mérni, mert az a rögök felszínéhez hasonlítva akár 10-15 cm tévedést is mutathat. A talajtakarás a lazítás előttihez képest lényegesen nem változott (8. ábra).

Az átrepesztés hatékonyságát a lazításra merőlegesen ásott szelvénygödörrel vizsgáltam. Az eredmények azt mutatták, hogy a kések között középen elhelyezkedő talaj lazultsága nem kielégítő, viszont a késekhez közelebb eső szelvényekben hatásos a repesztés. Ennek oka valószínű a gyárilag beállított 66 cm szélességű késosztás, amely ezek a szerint túlságosan sok. A lazító gerendelyén azonban állíthatóak a késfelfüggesztések, így ezt a hibát a jövőben orvosolni tudjuk. Mindazonáltal a porhanyultság a tervezett 80 %-ot elérte, vagyis még így is elfogadható a lazítás hatékonysága.



8. ábra: Az első kísérleti tábla talajfelszíne lazítás után (balra), és a művelés mélység-ellenőrzése (jobbra) (saját fotók)

A lazítás által kialakított talajállapotot újabb agronómiai szerkezet vizsgálattal is értékeltem, mivel így a művelés előttivel össze tudtam vetni. Eredményei a 6. táblázatban láthatóak.

6. táblázat: Az első kísérleti tábla agronómiai szerkezetvizsgálatának eredményei a lazítózás után (saját mérés)

Frakció (méret)	Por (<0,25 mm)	Aprómorzsa (0,25 – 1,00 mm)	Morzsa (1,00-10,00 mm)	Rög (> 10,00 mm)
Arány (%)	8	35	38	19
Minősítés	kedvező	kedvező	kedvező	elfogadható

BIRKÁS (2010) szerint jó a szerkezet, ha a morzsa aránya 70-80 % közötti, tehát összességében a lazítás megfelelő minőségűnek értékelhető.

A jó szántás ismérvei (BIRKÁS, 2010 nyomán):

- egyöntetű mélységű,
- tökéletes forgatású,
- a barázdaszeletek megfelelően porhanyultak,
- a fogások nem különíthetők el,
- nem marad átmunkálatlan sáv (vakbarázda),
- a barázdafenék nem tömörödött.

Ezek a célok a jól szántható nyirkos állapotban teljesülnek csak. HAJDÚ (2012) szerint napjainkban egyre kisebb az időtartam, amikor ez a stádium fennáll. Az időbeni csúszások pedig a talaj szerkezetrombolásával járnak növekvő hajtóanyag-felhasználás mellett. A szántással egy menetben végzett elmunkálás előnye az azonnali fokozott porhanyítás és a felszínegyengetés.

Kevesebb a taposási kár, sőt a tavasz folyamán esetlegesen elegendő lehet egy munkamenet is vetésig. A szántás üzemanyag-fogyasztása kis mértékben növekszik, azonban arányaiban kevesebb lesz, mintha külön menetben végeznénk.

Az első kísérleti tábla fennmaradó kilenc és fél hektárja réselt kormánylemezes öt fejes váltvaforgató ekével került megszántásra 32 cm mélységben. Az eke után simító-elmunkáló is volt. Az így létrehozott egyöntetű, sík felszín kis párologtató felületet jelent, tehát mindent megtettünk a nedvességveszteség minimalizálása érdekében (9. ábra.)

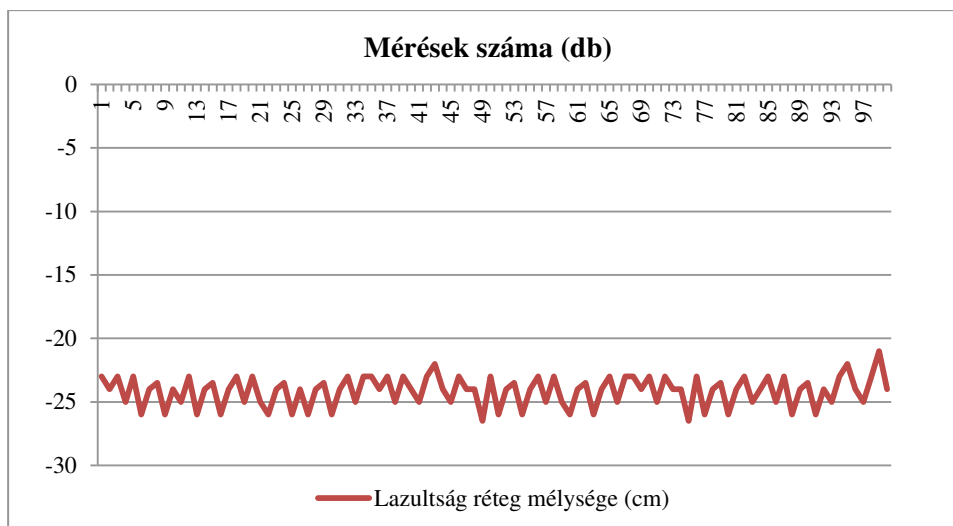


9. ábra: Az elmunkált szántás (balra), és a két művelésmód összevetése (jobbra) (saját fotók)

2. Második kísérleti tábla

A második kísérleti tábla egy, szintén a községben tevékenkedő családi gazdálkodó tulajdonában van, saját maga műveli azt több mint 15 éve. Esetében nem nagygazdaságról beszélünk, így a géppark kis teljesítményű eszközökből áll.

A táblán a kukorica betakarítását szeptember 25-én végezték szárzúzó adapterű kombájnnal. A tarlómaradvány borítottsága közel 60 % volt. Ekkor botszondával a terület lazultságát vizsgáltam, amelynek eredményét az 10. ábra mutatja. Látható, hogy az éveken át egyforma mélységben végzett ágyaszántás hatására átlagban 25 cm mélységig lazult a talaj. Az ásópróba során felleltem az eketalp tömörödés jeleit is.



10. ábra: A második kísérleti tábla tarlójának lazultsága (saját mérések alapján)

Az agronómiai szerkezetvizsgálatot ugyancsak elvégeztem, amelynek eredményeit az 7. táblázat mutatja. A por frakció nem jelentős, a rögzesség a talptömörödés miatt nagy értéket mutat, így a morzsa frakció alig haladja meg a 60%-ot.

7. táblázat: A második kísérleti tábla agronómiai szerkezetvizsgálatának eredményei a talaj felső 0-30 cm rétegében (saját mérés)

Frakció (méret)	Por (<0 ,25 mm)	Aprómorzsa (0,25 – 1,00 mm)	Morzsa (1,00-10,00 mm)	Rög (> 10,00 mm)
Arány (%)	7	24	39	30
Minősítés	kedvező	kedvező	kedvező	nagy

Tarlóhántásra október 22-én került sor, amelynek célja a szármaradványok további aprítása és bizonyos fokú bekeverése a talajba. Az eszköz gömbsüveg lapokkal szerelt V elrendezésű tárcsa, amely után tömörítő hengert kapcsoltak. A gazdasági évben kevés csapadék hullott; ilyen körülmények között összeállt, élettelen talajállapot alakul ki (BOTTLIK, 2011). A szeptember és október hónapokban lehullott 90 mm csapadék leszivárgását követően a talaj nyirkos, ujjal porhanyítható volt, ezért a művelhetőség megfelelőnek látszott. Október 25-én a kilenc hektár nagyságú táblából két hektárt három kése közép-mélylazítóval műveltek meg, melyen pálcás rögtörő-henger is található. BIHARI (2012) szerint ugyanis víztakarékos műveléssel sokat tehetünk a talajnedvesség megőrzéséért.

Lazítással növelhető a talaj vízbefogadó-képessége; a vetendő növény számára felvehető víztartalék pedig az őszi és téli csapadéktól és annak okszerű megőrzésétől függ (BIRKÁS, 2009).

Az átrepesztés hatékonyságát a merőlegesen ásott szelvénygödörrel vizsgáltam. BIRKÁS (2011) szerint a lazítás akkor hatékony, ha megszüntetni a talajban kialakult tömör réteget. Az ásás során ez bebizonyosodott: a lazítás mélysége 40 cm volt. A lazítást követően a tarlómaradvány-borítottság 30 % felett maradt, amely talajvédő- és környezetkímélőnek tekinthető (BIRKÁS, 2008). Október 28-án újabb 25 mm csapadék hullott, ezért a maradék hét hektárt ágyekével szántották meg 25 cm mélységben. BIRKÁS (2008) szerint a szokásosnál mélyebb szántás átmunkálja a tömör talpréteget. Sajnos az eke csekély súlyából és a sokévi azonos mélységű szántás által létrehozott művelő-talpból adódóan ez nem sikerült. Az eke után elmunkáló nem dolgozott, pedig GYURICZA (2011) szerint annak alkalmazása esetén 25-30 %-kal kevesebb nedvesség párolog el a talajból. BIRKÁS (2010) szerint nyáron semmiképpen ne szántson az, akinek nincs elmunkáló elem az ekéjén. Az őszi szántáselmunkálással szemben viszont az egyik ellenérv az esetleges ülepedés (BIRKÁS, 2009).

3.2 A nedvességtartalom alakulása a különböző művelésekben tavasszal

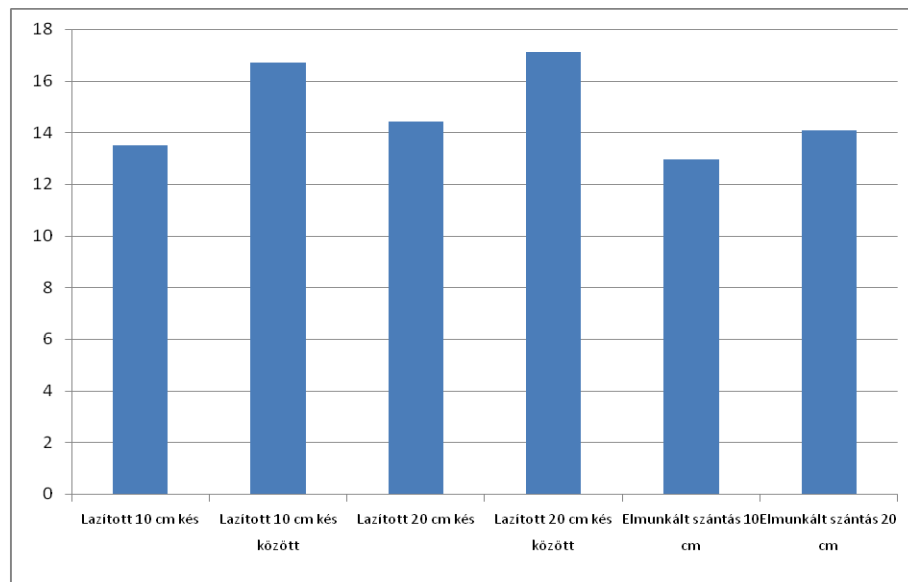
1. Első kísérleti tábla

Az október végi alapművelést követően április közepéig összesen 322 mm csapadék hullott a község határában, túlnyomórészt eső formájában (2. ábra). A legcsapadékosabb hónapnak január bizonyult, amikor is 110 mm esett, ebből pedig 60 mm egyetlen nap leforgása alatt. A márciusi csapadékmennyiség is hasonlóan nagy értéket mutatott, 105 mm-t mértünk. A hó elején ugyanis két hét tavaszi időjárás köszöntött be, viszont március 15-től újra téli klíma uralkodott. RÁTONYI (2006) helyesen írja, hogy a téli hónapok (október-március) csapadéka is csak részben fedezi a termesztett növények vízellátását. Ez a tenyészdő során be is bizonyosodott.

A térség átlagos évi csapadékmennyiségének háromötöde alig több mint öt hónap leforgása alatt hullott le, és számos esetben ez nagy intenzitással történt, a talajok szó szerint „tömötté” váltak a tél során. Ez a magágy-készítés során észlelhető volt. Az április közepén talaj-nedvességmérővel mért értékeket a különböző művelésekben a 12. ábra mutatja.

A lazított művelésben külön adatsort írtam fel a lazítókés vonalában és a köztes talajszelvényben mért értékekre. Ezek szerint 10 cm mélységben a lazítókés helyén átlagosan 13,5 % nedvességtartalmú volt a talaj, 20 cm mélyen pedig 14,4 %. Ezzel szemben a köztes szelvény nedvességtartalma 16,7 % volt 10, illetve 17,1 % 20 cm mélységben. Az adatok alapján arra a következtetésre jutottam, hogy az őszi közép-mélylazítás munkájának hatékonysága megfelelő volt, mivel a köztes talajszelvény is kellően lazult volt ahhoz, hogy a téli csapadékot felvegye és tárolja. Továbbá, hogy a kés vonalában mélyebbre tudott szívódni a nedvesség.

Az elmunkált szántásban mért értékek a következők voltak: 10 cm mélyen 12,9 % a nedvességtartalmat mutatott a műszer, 20 centiméteren pedig 14,08 %-ot. Egy másik gazda szántását megmérve, aki tömörítő elemet is alkalmazott az eke után, a lazításomhoz hasonló értékeket kaptam. Ebből arra következtetek, hogy bár az ekénk után húzott egyengető-elem felszínalakítása megfelelő, mert csökkent felületen minimális a nedvességvesztés, mégis bizonyos fokú tömörítés hiányzik még az eke munkája után.



12. ábra: Az első kísérleti tábla alapműveléseinek nedvességtartalma tavasszal (saját mérések alapján)

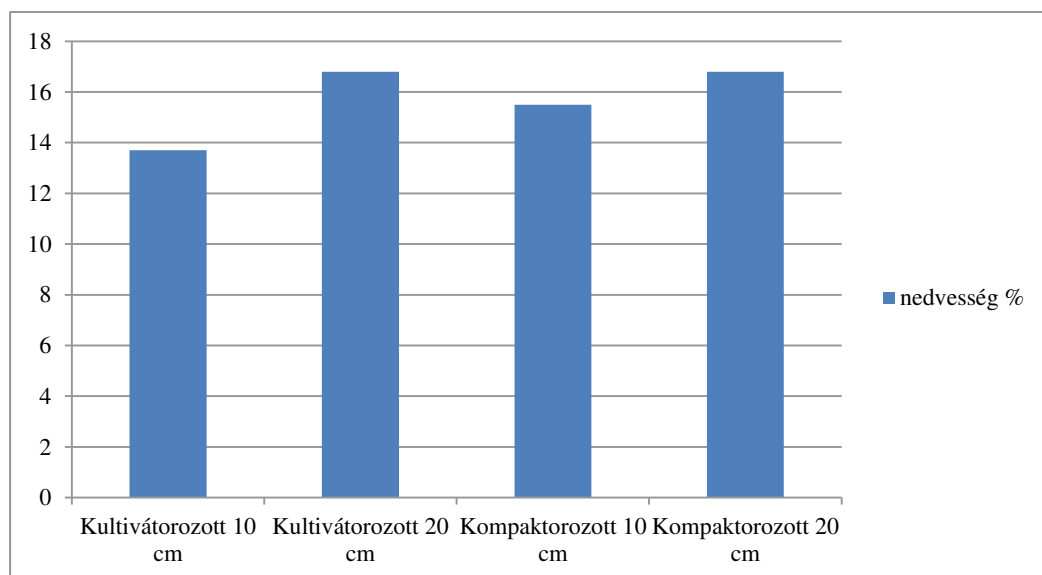
Magágy-készítést a lazított művelésben szántóföldi kultivátorral végeztem 15 cm munkamélységben. A szántásban a magágyat pedig kompaktortal készítettem átlagosan 6-7 cm mélyen. A két művelés közti különbséget a 13. ábra jól szemlélteti.



13. ábra: Az első kísérleti tábla művelésmódjainak összevetése magágy-készítés után (saját fotó)

Mulcs-művelésben a betakarítást követő 50 % szármaradvány-borítottság kultivátorozást követően lecsökkent, mivel érvényesült a művelő-eszköz keverő hatása. Ez jótékonyan hat a talaj biológiai életének előmozdítására. A talajfelszín szemre kifogástalannak tűnt, azonban a tömörítő-elem nem végzett alapos munkát, ugyanis a megmunkált 15 cm réteg túlságosan lazult maradt és kiszáradt. Ezt az öt nappal később, a vetés napján végzett nedvesség-vizsgálat is igazolta (14. ábra). A kompaktoros művelés nyirkos, morzsás talajszerkezetet hozott létre, a felszínen kisebb-nagyobb (10-20 mm) rögökkel váltakozva. BIRKÁS (2010) szerint ez az állapot alkalmas magágynak.

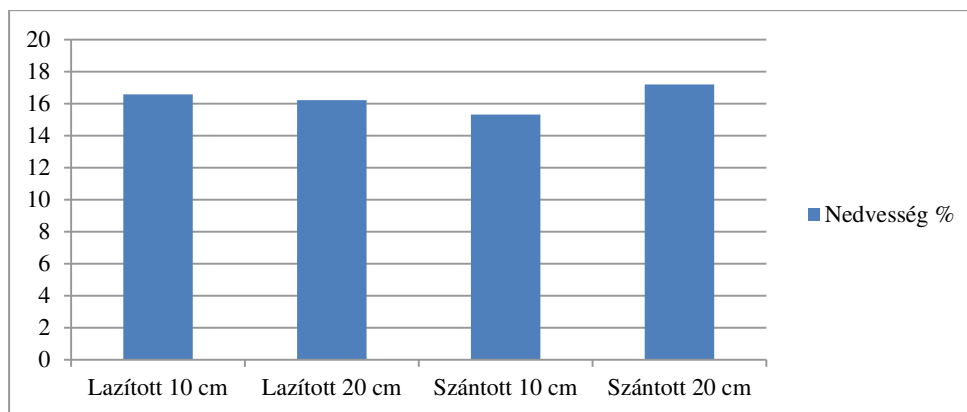
Mulcs-művelésben a 10 cm mélységű réteg nedvességtartalma 13,7 %-ra száradt ki, amely a már fentebb említett nem megfelelő tömörítés eredménye a kultivátor után. 20 centiméteren azonban 16,8 %-ra nőtt az átlagérték, ez betudható a talajnedvesség lefelé szívódásának. A kompaktorozott szántás nedvessége 10 cm mélyen 15,5 %, míg 20 cm mélyen 16,8 %-ra növekedett. Ezek szerint a porhanyítás és tömörítés kiváló volt, és megakadályoztuk a jelentős nedvességvesztést.



14. ábra: Magágy-készítés után öt nappal mért nedvesség értékek az első táblában (saját mérések alapján)

2. Második kísérleti tábla

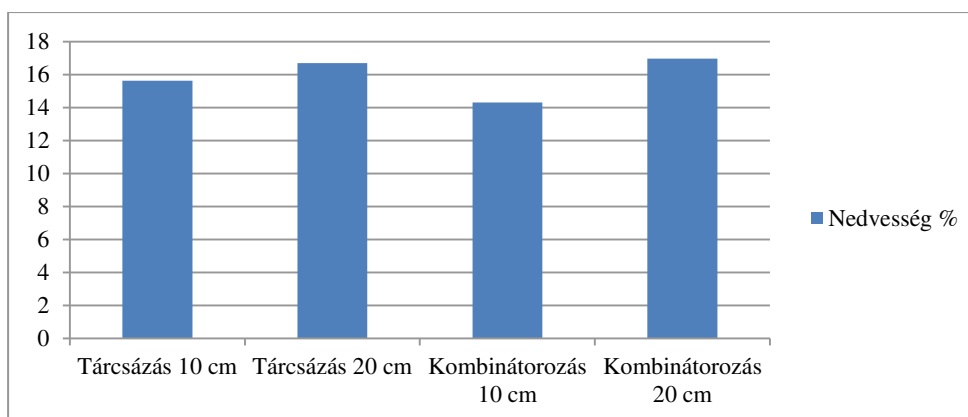
Az őszei végzett alpműveléseket követően több mint 300 mm csapadék hullott árpilis közepéig, túlnyomórészt eső formájában. Az ekkor végzett talajnedvesség méréseim összegzését az 15. ábra mutatja a különböző művelések különböző mélységű rétegeiben.



15. ábra: Alapművelések tavaszi nedvességtartalma a második kísérleti táblában

Az eredmények megerősítik a lazítás kedvező hatékonyságát, mivel a felső 20 cm 16 % körüli nedvességtartalommal rendelkezik. Tehát a téli csapadék könnyen be tudott szívódni a talajba és a rögtörő henger felszín-zárásának köszönhetően a párolgás minimális volt. A szántott talaj 20 cm mélységben mért 17 % átlagnedvesség is a lazítást eredményességét igazolja, hiszen itt azért volt több nedvesség, mert a talptömörödés miatt nem tudott mélyebbre szívódni a nedvesség, a lazítottban viszont igen. Az elmunkálatlan szántás felső 10 cm rétegét a szél és a nap kiszárította, csupán 15,3 % volt a nedvességtartalom.

Magágyat a lazított művelésben az ősszel is járatott tárcsás-henger gépkombinációval készítették, 8 cm mélységben, a szántást pedig kombinátorral munkálták el két menetben 10 cm mélyen. A magágy-készítést követően mért nedvesség-értékeket a 16. ábra szemlélteti.



16. ábra: A magágy-készítést követő talajnedvesség értékek a második kísérleti táblában (saját mérések alapján)

Lazított művelésben a tárcsázást lezáró henger munkája kiválóan megőrizte a nedvességet, és a szármaradvány-borítás is minden bizonnyal jótékonyan hatott a vízgazdálkodásra. Szántás után végzett kétmenetes kombinátorozás tömörítő nélkül azonban kiszellőztette a felső 10 cm réteget. A

mélyebb réteg a folyamatos leszívódás és a vízzáró réteg miatt még mindig közel 17% nedvességtartalma volt.

3.3 A napraforgó állományok fejlődése és termése

1. Első kísérleti tábla

A szántóföldi kultivátorral kissé kiszárított magágyban lassúbb volt a csírázás, és a kelés, s a lemaradás a nyár közepéig szemmel látható volt. Ekkorra azonban a napraforgó gyökérzete elérte azt a talajréteget, amelyben a téli csapadék raktározódott és látszólag behozta a lemaradást. Ezzel szemben a kompaktorozott magágyba vetett állomány a gyors kelés után intenzív fejlődésnek indult. Vetést követően április hónapban nem hullott csapadék, ám május hónapban 74, júniusban pedig 15 mm esett. PEPÓ (2005) szerint a napraforgó mélyre hatoló, kiterjed és erőteljes gyökérzete miatt jól tűri az aszályt. Ez a júliusi forróságokban be is bizonyosodott, abban a hónapban egyáltalán nem volt csapadék. Augusztusban a különböző művelésekből ásás segítségével emeltem ki napraforgó töveket a talajból, hogy megvizsgálhassam a gyökérfejlődést (17. ábra).



17. ábra: Lazított (balra) és szántott (jobbra) alpművelésre jellemző napraforgó gyökerezés az első kísérleti táblában (saját fotók)

A napraforgónak főgyökér-rendszere van (RAGASITS, 1994), és az eredmények szerint mindkét műveléssel egészségesen fejlődött a gyökér, semmi sem akadályozta fejlődésében. Ez a tény a jó szántást igazolja, mivel azt a kismértékű tömörödést, amely az őszi lazultság-vizsgálat folyamán fellelhető volt, átnötte. Így a növények gyökere hasonlóan fejlődhetett, mint a lazított talajban. A felső 10 cm réteg sűrű gyökérzete azonban arra a jelenségre (magágy-alap vastagodása) utal, amelyről BIRKÁS (2013) is beszámolt. Augusztus 26-ig egyáltalán nem hullott csapadék, aznap 25 mm esett. Ez a mennyiség azonban már nem segített a növényeken, így azok kényszerérésnek indultak. Az állományszárítást éppen ezért felesleges költségnek és

környezetterhelésnek tartottuk, hagytuk, hogy magától érjen be minden egyes napraforgó-fej. A betakarításra szeptember 19-én került sor. Ekkor külön pótkocsira került a két művelésmódból származó termés, hogy összehasonlíthassuk az eredményt. Eszerint 2,983 tonna napraforgó termett hektáronként a mulcs-művelésű táblarészben, 3,116 tonna pedig a szántott művelésben. A különbség 133 kg az elmunkált szántás javára.

2. *Második kísérleti tábla*

Mind a tárcsás-hengeres, mind a kombinátoros magágy-készítésben egyöntetűen kelt és fejlődött a napraforgó. Nem látszott különbség, mivel az előző táblával ellentétben itt is hasonló nedvesség-viszonyok uralkodtak minkét művelésben vetéskor. Változás a nyári forróságok idején mutatkozott, a lazított alpművelésű napraforgó jobban tűrte az aszályt, mivel a télen elraktározott nedvességet fel tudta használni a talajból. Az augusztusi ásópróba alkalmával fény derült arra is, miért volt kedvezőtlenebb a szántott művelésbe vetett napraforgó aszályal szembeni ellenállósága (18. ábra). Látható, hogy a lazított talajban a gyökérfejlődés megfelelő, viszont a szántott talajban rendellenesség állapítható meg.



18. ábra: A lazított (balra) és a szántott (jobbra) alpművelésben fejlődő növények gyökérzete (saját fotók)

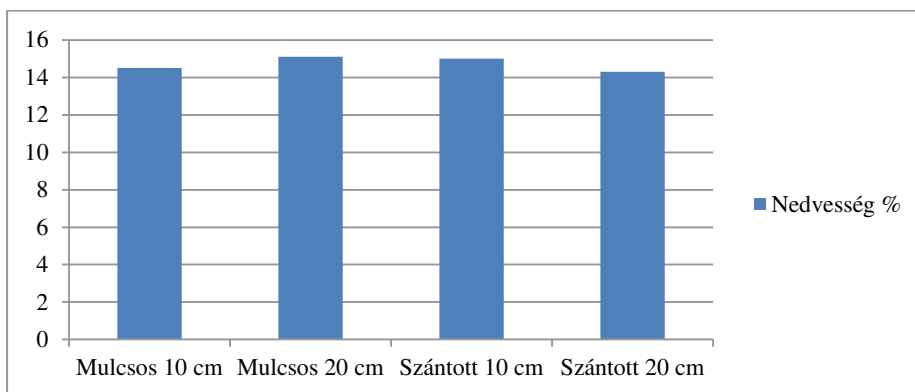
A szeptember 20-án végzett betakarítás is a lazítás sikerességét igazolja. A mulcs-művelésű táblarészen 3,086 tonna termett hektáronként, a szántásban viszont csupán 2,857 tonna. A különbség 229 kg a lazításos művelés előnyére.

3.4 *Talajnedvesség-tartalom a napraforgó tarló művelését követően.*

Augusztus végén 25 mm, szeptemberben pedig 30 mm csapadék hullott a napraforgó tarlók hántásának időpontjáig. Ez a nedvesség a talajokba könnyen beszivárgott.

1. *Első kísérleti tábla*

A szeptember 20-i síktárcsás tarlóművelés után mért talajnedvesség-tartalom értékeit az 19. ábra mutatja.

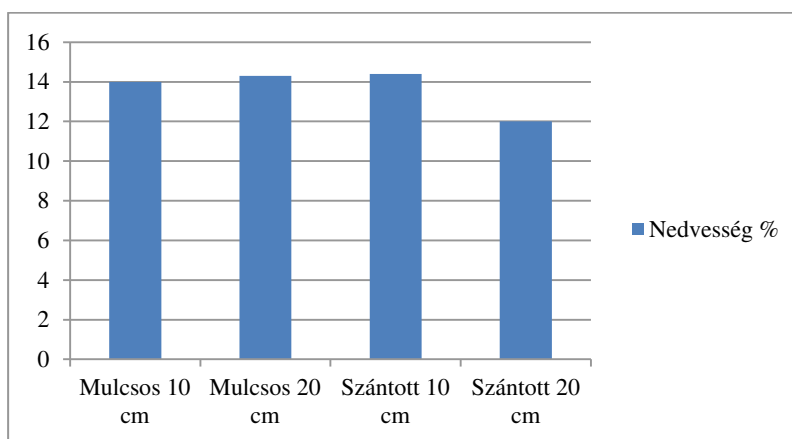


19. ábra: A nedvességtartalom alakulás az első kísérleti táblán napraforgó tarlóművelés után (saját mérések alapján)

A 19. ábra adatai szerint jelentős különbség nem észlelhető. A mulcs-művelés jól raktározta a kevés őszi csapadékot, mivel 20 cm mélységben 14,5 % a nedvességtartalom. A szántott művelés 20 cm mélységben mért nedvessége a legalacsonyabb, valószínű a nagyobb termés a szántásból jobban elvonta a nedvességet.

2. Második kísérleti tábla

A tarlóhántást tárcsás henger kombinációval végezték szeptember 22-én. Az másnap mért nedvesség adatokat a 20. ábra szemlélteti.



20. ábra: Második kísérleti tábla tarlóművelése után mért nedvesség értékek (saját mérések alapján)

Ebben az esetben a szántásos művelés 20 cm mélységében mért 12 % nedvességtartalom igen csekély. Ennek oka, hogy az eketalp-tömörödés feletti rétegekből a növényállomány a lehető legtöbb nedvességet felvette és hasznosította.

3.5 A felhasznált hajtóanyag-mennyiségek összevetése

1. Első kísérleti tábla

A kukorica tarlóművelésétől a napraforgó tarlóműveléséig felhasznált hajtóanyag mennyiségét a két kezelésben a 8. táblázat szemlélteti.

8. táblázat: A művelésekre felhasznált hajtóanyag-mennyiség az első kísérletben (saját mérések alapján)

Mulcs-művelés		Szántásos művelés	
<i>művelet megnevezése</i>	<i>hajtóanyag mennyiség (liter/ha)</i>	<i>művelet megnevezése</i>	<i>hajtóanyag mennyiség (liter/ha)</i>
Síktárcsázás	4,6	Síktárcsázás	4,6
Lazítózás	13,7	Szántás + elmunkáló	15,3
Kultivátorozás	8,9	Kompaktorozás	5,8
Vetés	3,5	Vetés	3,5
Gyomirtás	1,1	Gyomirtás	1,1
Sorközművelés	2,9	Sorközművelés	2,9
Gombaölözés	1,1	Gombaölözés	1,1
Betakarítás	15	Betakarítás	15
Tarlóművelés	4,9	Tarlóművelés	4,9
<i>Összesen:</i>	<i>55,7</i>	<i>Összesen:</i>	<i>54,2</i>

Különbség inkább az alapművelés és a magágy-készítés tekintetében figyelhető meg. Az elvárásokkal ellentétben a szántásos művelésben elfogyasztott hajtóanyag mennyisége volt kevesebb. Ennek egyik oka, hogy a táblán lazítózás még sosem történt, így annak energiaigénye fokozott volt. Másrészt az alkalmazott váltvaforgató eke vontathatósága a réselt kormánylemezek kiváló kialakításának köszönhetően nagyon könnyű – még elmunkáló elemmel is.

2. Második kísérleti tábla

A kukorica tarlóművelésétől a napraforgó tarlóműveléséig elfogyasztott hajtóanyag mennyiségét az 9. táblázat szemlélteti a két különböző művelésmódban.

9. táblázat: A művelésekre felhasznált hajtóanyag-mennyiség a második kísérletben (saját mérések alapján)

Mulcsos művelés		Szántásos művelés	
<i>művelet megnevezése</i>	<i>hajtóanyag mennyiség (liter/ha)</i>	<i>művelet megnevezése</i>	<i>hajtóanyag mennyiség (liter/ha)</i>
Tárcsázás hengerrel	7,9	Tárcsázás	7,9
Lazítózás	23,2	Szántás	24,8
Tárcsázás hengerrel	8,1	Kombinátorozás 2 X	6,2 + 5,9
Vetés	2,8	Vetés	2,8
Gyomirtás	1,2	Gyomirtás	1,2
Sorközművelés	2,5	Sorközművelés	2,5
Gombaölözés	1,2	Gombaölözés	1,2
Betakarítás	16	Betakarítás	16
Tarlóművelés	8,5	Tarlóművelés	8,5
<i>Összesen:</i>	71,4	<i>Összesen:</i>	77

Ebben az esetben igazolódott a forgatás nélküli alapműveléssel szemben támasztott elvárás, miszerint hajtóanyag spórolható meg alkalmazásával. Bár ez a talaj sem volt még lazítva, mégis az ágyszántás energiaigénye kissé magasabbnak bizonyult. Ezen kívül a szántást két menetben kellett elmunkálni, azért, hogy magágy állapotú talajt lehessen létrehozni, a lazítás viszont elég volt egyszer tárcsázni hengerrel.

4 Értékelés és következtetések

Első és legfontosabb konzekvencia, hogy napjaink megváltozott klimatikus viszonyai között létjogosultsága van a talajkímélő művelésnek. Nem csupán a forgatás nélküli alapművelés tekintendő kímélő technológiai eljárásnak.

A szántóföldi kísérletek értékes eredményt adtak mind az őszi, mind a tavaszi műveléseket tekintve. Az első kísérleti táblában réselt kormánylemezes váltvaforgató ekével végzett *szántás* – amelyet simítás követett – hasonló körülményekre ajánlható módszer. Vélhetően javítaná a nedvesség-visszatartást, ha az egyengetőt, tömörítő-elmunkáló válthatná fel. A *közép-mélylazítás* hatékonysága megfelelőnek bizonyult, ugyanakkor a jobbítás érdekében javasolható a lazítókések osztásának szűkítése. Tavaszi magágy-készítéskor a kultivátoros változat nem hozta a várt eredményeket, túlságosan lazult talajt hagyott maga után. Mivel a kultivátor alapművelő eszköz, a lazult állapotot a vízbefogadás elősegítése érdekében hagyja vissza. A *javított szántásos művelési rendszer* előnyei okán – és a tömörítővel ellátott kompaktor alkalmazásával kiegészítve – járult hozzá nagyobb napraforgótermés eléréséhez, alacsonyabb energiafelhasználás mellett.

Az *őszi ágyszántás, és a tavasszal kétszer kombinátorozott* művelési változat esetén nagyobb hajtóanyag felhasználás mellett alacsonyabb lett a termés, mint a *lazított és tárcsás-hengerrel elmunkált* változatnál. Ennek legfőbb okát a talajban kialakult eketalp-betegségnek tudtam be. Az könnyű ágyeke nem képes a tömörödött rétegbe hatolni, és felszínre fordítani azt, így tovább vastagította a tömör réteget. A tavasszal végzett kétszeri kombinátoros munka pedig túlzottan kiszellőztette a feltalajt. A lazítással azonban áttört a talp, így a téli csapadék elraktározódott a mélyebb rétegekben. A tárcsás-hengerrel végzett magágy-készítés ugyancsak a nedvességmegőrzést segítette elő.

A témakörben elemzett szakirodalom és a saját eredmények is arra világítottak rá, hogy a jó időben, optimális talajállapot mellett végzett, elmunkált őszi *szántás* is a fenntartható talajművelés rendszerébe tartozik. A tömörödést megszünteti, ha az előző művelésnél mélyebb, a szármaradványokat, és trágyát maradéktalanul aláforgatja, megfelelően porhanyít, az elmunkáló elem pedig egyenget, illetve tömörít. Tehát a *jó szántás* elvégzéséhez számos körülmény együttes megjelenésének kell teljesülnie. Ellenben ha valamelyik kíváncsi nem teljesül, például túl nedves, vagy túl száraz talajon járatják az ekét, avagy nem megfelelő az eszköz forgatása, vagy az elmunkálás minősége, máris súlyos hibák keletkeznek. Romlik a talaj szerkezete, a biológiai tevékenysége és fokozódik a nedvességvesztés. Éppen ezért a nyári forró napokon nem ajánlott szántást végezni, főként akkor, ha a talaj nedvességtartalma sem kedvez ennek. Enyhítő körülmény lehet, ha egyengető-tömörítő elem dolgozik az eke után és éjszaka használják az ekét. Az alacsony

léghőmérséklet mellett ugyanis csökkenhet a vízvesztés. A nyári szántás tényét azonban súlyosbítja a csupasz felszín létrehozása, mert a talaj a védőréteg hiányában ki van téve a tűző nap és a hirtelen lezúduló csapadék károkozásának. A mulcs-művelés e téren előnyt jelent.

A szántásra alkalmatlan talajnedvességi állapot esetén nyújt segítséget a *lazítás*. Hatékony alkalmazásakor megszűnik a tömörödés, kedvezően lazult állapot alakul ki ahhoz, hogy a talaj a nedvességet befogadja, illetve tárolja, és a növény gyökerei is akadálytalanul fejlődhessenek benne. Elengedhetetlen azonban, hogy tömörítő elem dolgozzon a gép után. Sok esetben ez is kevésnek bizonyul, ekkor a külön menetben végzett hengerezés, avagy síktárcsázás lehet a megoldás, azért, hogy ne maradjon nyitva a lazított talajfelszín.

A kombinált tárcsás nehéz kultivátor konstrukciók akár egy-menetben is képesek például napraforgótarlóból kalászos magágyat készíteni. Ezek beruházási költsége és energiaigénye magasabb, mint a korábban említett eszközöké, azonban hosszú távon megtérül az ilyen gépkombinációk alkalmazása. A második kísérletben azonban láthattuk, hogy kis teljesítményű, régebbi eszközök megfelelő módú és kombinációjú alkalmazása is segítséget nyújthat a klímakárok csökkentésében.

Jelen kísérletem és a korábbi évek tapasztalatai alapján nem jelenthetem ki egyértelműen, hogy abban a térségben, ahol gazdálkodunk, száz százalékban ki lehet zárni a forgatást a talajművelés rendszeréből. Mindenkor megfontolandó, hogy adott körülmények között milyen eszközt alkalmazzanak, mert csak így valósulhat meg hosszútávon fenntartható talajművelés.

5 Összefoglalás

Munkám célja, hogy vizsgáljam a térségünkben még el nem terjedt kukorica-tarló forgatás nélküli alapművelésének eredményeit, hatásait. A két kísérleti táblát két egymástól független családi gazdaság műveli. Megjegyzem, hogy a második kísérleti táblát kisméretű gazdaság használja, amely kis teljesítményű gépeket alkalmaz.

A 2012 őszen beállított kísérleteimben kukorica elővetemény után napraforgó alá végeztünk forgatásos és forgatás nélküli alapművelést. A gazdasági év során kijelölt mintaterekben vizsgáltam a különböző művelésmódok hatását a talajnedvességre, a termésre, és az üzemanyag-felhasználásra. Az első kísérleti táblán az őszi lazításos alapművelést tavasszal szántóföldi kultivátorral végzett magágy-készítés követte. Az elmunkált szántást pedig magágy-készítő kompaktossal műveltem meg napraforgóvetés előtt. A második táblában a lazítást tárcsás-henger kombináció követte tavasszal, az őszi ágyszántás után pedig kétszer végeztek kombinátoros magágy-készítést. A talajnedvesség-változást elektronikus nedvességmérővel, az üzemanyag-fogyasztást első esetben az erőgép saját mérőműszerével, a másik gazdaságban pedig kézi méréssel összegeztem. Az egyes táblarészekből származó termést külön szállítójárművön mérlegeltük le.

Az első táblán a termés és az üzemanyag-fogyasztás szempontjából hatékonyabbnak bizonyult az elmunkált szántás és kompaktoros magágy-készítés. Bár a forgatásos táblarész a főnövény lekerülése után kissé alacsonyabb nedvességtartalmat mutatott, mint a lazítás, ez a magasabb terméshez felhasznált nagyobb mennyiségű víz miatt lehetséges. A második táblán a *hagyományos talajhasználattal* művelt terület kevesebb termést adott, és a művelés több energiát kívánt, mint a mulcsos talajon.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az adott kistérség növénytermesztési technológiájában helye van a kímélő művelésnek, amely lehet okszerűen végzett forgatás nélküli- és forgatásos is. Bármelyik mód mellett születik is döntés, alapvető követelmény az adott talaj- és időjárási körülményekhez való alkalmazkodás. A nedvességmegőrzés kiemelt szerepet kap az alkalmazott módtól függetlenül, amely elvárás a korábbi művelési felfogás átalakítását feltételezi.

6 Köszönetnyilvánítás

A talajkímélő művelés hatásai a nedvességre, a termésre és a költségekre (*Impacts of soil preserving tillage on the water content, the yield and the costs*) c. dolgozatom megírását a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar Növénytermesztési Intézet Földműveléstani Tanszéke tette lehetővé, az adott téma kiírásával.

Dolgozatomhoz támogatásért, adatszolgáltatásért és segítségért köszönettel tartozom: Dr. Birkás Márta egyetemi tanárnak, témavezetőmnek, továbbá Zsár Ernő édesapámnak, Somogyi Dezső gazdálkodónak, valamint Szabó Stella egyetemi hallgatónak.

7 Irodalomjegyzék

ANDREWS, J., MARK, O. (2013): Plenty to see at this year's Tillage-Live. In: DAVID C. (szerk.). Machinery. FarmersWeekly, 160. 11.

BELLUS Z. (2013): Szalma és kukoricaszár energetikai célú betakarítása. Mezőgazdasági Technika, 54.1.21-26.

BIHARI T. (2012): Könnyebb magot sekélyebbre? Haszon AGRÁR, 6.10.22-23.

BIRKÁS M. - ANTOS G. - NEMÉNYI M. – SZEMŐK A. (2006): Környezetkímélő alkalmazkodó talajművelés. – Akaprint Nyomdaipari Kft, Budapest, p. 367.

BIRKÁS M. (1993): Talajművelés. In: NYÍRI L. (szerk.). Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 96-194.

BIRKÁS M. (2006): Talajművelés. In: BIRKÁS M. (szerk.). Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 74-166.

BIRKÁS M. (2008a): Jobb őszi talajműveléssel a klímakárok enyhítéséért. Agrofórum, 19.10.12-16.

BIRKÁS M. (2008b): A mulcsművelés hazai gyakorlata. Agrofórum, 19.8.27-30.

BIRKÁS M. (2008c): Művelési tanulságok tavalyról az idei jobb eredmények érdekében. Agrofórum, 19.2.23-26.

BIRKÁS M. (2009): Hagyományok és változások Tanulságok a 2008-as őszi művelésidényből. Agrofórum, 20.2.5-11.

BIRKÁS M. (2009): Tanácsok a tavaszi talajmunkákhoz. Agrofórum, 20.3.49-53.

BIRKÁS M. (2010): Talajművelők zsebkönyve. – Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 282.

BIRKÁS M. (2010): Tovább kell tanulnunk a klíma-leckét! Agrofórum, 21.2.58-61.

BIRKÁS M. (2011b): Meddig jutottunk a talajállapot károk enyhítésében? Agrofórum, 22.10.10-15.

BIRKÁS M. (2013): Talajművelés, még nehezebb leckékkal. Agrofórum, 24.10.12-20.

BIRKÁS M., PÓSA B., SALLAI A. (2012): Conditions of sustainable soil quality vs. energetic use of field-land by-products. Hungarian Agricultural Engineering N0 24. pp. 9-12.

BIRKÁS M. (2001): Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban. – Akaprint Nyomdaipari Kft, Budapest, pp. 121-158.

BOTTLIK L. (2011): Őszi talajművelés a szélsőségek tükrében. Agro Napló, 16.10.35.

- FARKAS CS. – GYURICZA CS. (2006): Hidrológiai tényezők. In: BIRKÁS M. (szerk.). Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 30-51.
- GYURICZA CS. (2011): Talajművelő eszközök a termőhely megóvás szolgálatában. Agrofórum, 22.9.94-98.
- HAJDÚ J. (2012): Így érdemes szántani! Haszon AGRÁR, 6.10.16-19.
- HARMATI I. (1997): Az aszálykárok csökkentésének lehetőségei. In: NYÍRI L. (szerk.). Az aszálykárok mérséklése. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 109-144.
- HOBBS, P. R. (2006): Conservation Agriculture: What Is It and Why Is It Important for Future Sustainable Food Production? In: Challenges to International Wheat Improvement. (Eds M. P. Reynolds, D. Poland H. J. Braun). CIMMYT, Mexico
- JÓRI J. I. (2008): A mulcsművelés technológiai és műszaki elemei. Agrofórum, 19.5.11-17.
- JÓRI J. I., Rádics J. P. (2013): A tavaszi magágykészítés eszközei. Agro Napló, 17.2.59-60.
- KELEMEN ZS. (2012): Az őszi mezei munkák eszközei I. Talaj-előkészítés és talajművelés. Agrárium, 22.9.22-23.
- LAMMEL K. (1963): A szántás három fontos adata. In: Eke és szántás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 38-40.
- NYÍRI L. (1993): Természeti adottságaink és a szántóföldi növénytermesztés lehetőségei. In: NYÍRI L. (szerk.). Földműveléstan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 22-59.
- PEPÓ P. (2005): Olaj- és ipari növények. In: ANTAL J. (szerk.). Növénytermesztéstan 2. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 224-248.
- RAGASITS I. (1994): Olajnövények. In: RAGASITS I. (szerk.). Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 282-301.
- RÁTONYI T. (2012): Elő a kultivátorral! Haszon AGRÁR, 6.10.12-13.
- SIPOS G. (1966): Földműveléstan. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 437.
- SOÓS S. (2012): Gazdálkodói kérdőjelek és termőhelyi ismeretek. AgrárUnió, 13.okt.-nov.94-96
- TINER T. (1996-2000): IV. Természeti Környezet. In: TARSOLY I. (főszerk.). Magyarország a XX. században. Babits Kiadó, Szekszárd, pp. 15-20. és 63-67.
- ZSEMBELI J. (2012): Gondolatok a talajművelésről aszályban. Mezőhír, 16.10.32-34.

8 Mellékletek

1. számú melléklet - lazultság

2. kísérleti tábla esetében:

Statisztikai hipotézisvizsgálat segítségével vizsgálom, hogy az általunk mért lazultsági értékek (minta) középértékei szignifikánsan eltérnek-e az ideális értéktől?

1. Probléma felvetése, szakmai kérdés megfogalmazása:

Kérdés: Az általunk mért lazultsági értékek átlagos értéke szignifikánsan eltér-e az ideális lazultsági értéktől? Vagyis megfelelő-e a talajréteg lazultsága?

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

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

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

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$1-\alpha = 95\%$

$\alpha = 5\% \rightarrow \alpha = 0,05$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

Egymintás t-próbát alkalmazunk a vizsgálat elvégzéshez.

$t_{\text{empirikus}} = -28,577$

5. Kritikus érték meghatározása:

$t_{\text{kritikus}} = 1,9842$

$\alpha/2 = 0,025$

$DF = n-1 = 100-1 = 99$

6. Statisztikai döntés:

$t_{\text{empirikus}} = -28,577 < t_{\text{kritikus}} = 1,9842 \rightarrow H_0$ elutasítva, H_1 igaz

7. Szakmai következtetés:

A minta középértéke szignifikánsan, vagyis jelentősen eltér az ideális átlagos értéktől 95 %-os megbízhatóság mellett.

2. számú melléklet - nedvességtartalom

2. kísérleti tábla esetében:

Lazított, 10 cm mélységben lévő talajréteg nedvességtartalma (%) és szántott, 10 cm mélységben lévő talajréteg nedvességtartalma (%):

Hipotézisvizsgálatot alkalmazunk annak érdekében, hogy megvizsgáljuk, hogy a különböző művelésmódú talajok esetében mért átlagos nedvességtartalmi értékek szignifikánsan eltérnek-e egymástól?

Ennek elvégzéséhez elsőként kétmintás F-próbát alkalmazunk.

1. Probléma felvetése, szakmai kérdés megfogalmazása:

Kérdés: A különböző művelésmódú talajok esetében mért értékek szórásai szignifikánsan eltérnek-e egymástól? Vagyis megegyezőnek tekinthető, vagy jelentősen eltérnek egymástól?

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

$H_0: s I.^2 = s II.^2$ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól)

$H_1: s I.^2 > s II.^2$ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$1-\alpha = 95\%$

$\alpha = 5\% \rightarrow \alpha = 0,05$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

Kétmintás F-próbát alkalmazunk a vizsgálat elvégzéshez.

F empirikus = 1,504

5. Kritikus érték meghatározása:

F kritikus = 2,168

df nevező = $n-1 = 20-1 = 19$

df számláló = $n-1 = 20-1 = 19$

6. Statisztikai döntés:

F empirikus = 1,504 < F kritikus = 2,168 $\rightarrow H_0$ elfogadva

7. Szakmai következtetés:

Az általunk mért nedvességi értékek szórásai szignifikánsan nem térnek el a különböző művelésmódú talajok esetében 95 %-os megbízhatóság mellett.

Ezután kétmintás t-próbával összehasonlítjuk a mintában szereplő értékek átlagértékeit.

1. Probléma felvetése, szakmai kérdés megfogalmazása:

Kérdés: A különböző művelésmódú talajok esetében mért nedvességi értékek átlagos értéke szignifikánsan eltér-e egymástól?

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

$H_0: x \text{ átlag I.} = x \text{ átlag II.}$ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól)

$H_1: x \text{ átlag I.} \neq x \text{ átlag II.}$ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$1-\alpha = 95\%$

$\alpha = 5\% \rightarrow \alpha = 0,05$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

t empirikus = 3,321

5. Kritikus érték meghatározása:

$$t_{\text{kritikus}} = 2,0244$$

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

$$DF = n_1 + n_2 - 2 = 20 + 20 - 2 = 38$$

6. Statisztikai döntés:

$$t_{\text{empirikus}} = 3,321 > t_{\text{kritikus}} = 2,0244 \rightarrow H_0 \text{ elutasítva}$$

7. Szakmai következtetés:

A különböző művelésmódú talajok általunk mért nedvességi értékeinek átlagos értékei szignifikánsan eltérnek egymástól 95 %-os megbízhatóság mellett.

Lazított, 20 cm mélységben lévő talajréteg nedvességtartalma (%) és szántott, 20 cm mélységben lévő talajréteg nedvességtartalma (%):

Hipotézisvizsgálatot alkalmazunk annak érdekében, hogy megvizsgáljuk, hogy a különböző művelésmódú talajok esetében mért átlagos nedvességtartalmi értékek szignifikánsan eltérnek-e egymástól?

Ennek elvégzéséhez elsőként kétmintás F-próbát alkalmazunk.

1. Probléma felvetése, szakmai kérdés megfogalmazása:

Kérdés: A különböző művelésmódú talajok esetében mért értékek szórásai szignifikánsan eltérnek-e egymástól? Vagy megegyezőnek tekinthető, vagy jelentősen eltérnek egymástól?

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

$$H_0: s A.^2 = s B.^2 \text{ (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól)}$$

$$H_1: s A.^2 > s B.^2 \text{ (a két érték szignifikánsan eltér egymástól)}$$

3. Szignifikancia szint meghatározása:

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

$$\alpha = 5 \% \rightarrow \alpha = 0,05$$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

Kétmintás F-próbát alkalmazunk a vizsgálat elvégzéshez.

$$F_{\text{empirikus}} = 2,819$$

5. Kritikus érték meghatározása:

$$F_{\text{kritikus}} = 2,168$$

$$df_{\text{nevező}} = n - 1 = 20 - 1 = 19$$

$$df_{\text{számláló}} = n - 1 = 20 - 1 = 19$$

6. Statisztikai döntés:

$$F_{\text{empirikus}} = 2,819 > F_{\text{kritikus}} = 2,168 \rightarrow H_0 \text{ elutasítva}$$

7. Szakmai következtetés:

Az általunk mért nedvességi értékek szórásai szignifikánsan eltérnek a különböző művelésmódú elmunkált talajok esetében 95 %-os megbízhatóság mellett.

Ezután Welch-próbával összehasonlítjuk a mintában szereplő értékek átlagértékeit.

1. Probléma felvetése, szakmai kérdés megfogalmazása:

Kérdés: A különböző művelésmódú talajok esetében mért nedvességi értékek átlagos értéke szignifikánsan eltér-e egymástól?

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

H_0 : $\bar{x}$ átlag A. = $\bar{x}$ átlag B. (a két érték nem tér el szignifikánsan egymástól)

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

3. Szignifikancia szint meghatározása:

$1-\alpha = 95 \%$

$\alpha = 5 \% \rightarrow \alpha = 0,05$

4. Próbat statisztika kiválasztása és értékének meghatározása:

$t_{\text{empirikus}} = -1,513$

5. Kritikus érték meghatározása:

$t_{\text{kritikus}} = 2,0244$

$\alpha/2 = 0,025$

$DF = n_1 + n_2 - 2 = 20 + 20 - 2 = 38$

6. Statisztikai döntés:

$t_{\text{empirikus}} = 1,513 < t_{\text{kritikus}} = 2,0244 \rightarrow H_0$ elfogadva

7. Szakmai következtetés:

A különböző művelésmódú elmunkált talajok általunk mért nedvességi értékeinek átlagos értékei szignifikánsan nem térnek el egymástól 95 %-os megbízhatóság mellett, vagyis különböző művelésmódú elmunkált talajok nedvességtartalma nem eltérő, lazított talaj nedvességtartalma közel megegyezik a szántott talajével, 20 cm mélységben.

9 Nyilatkozat

Zsár Ernő Tamás nyilatkozom arról, hogy a dolgozat saját munkám, és a felhasznált irodalmat korrekt módon kezeltem és a munkámra vonatkozó jogszabályokat betartottam.

Zsár Ernő Tamás

sk.