

DEBRECENI EGYETEM

Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma

Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi-, és Környezetgazdálkodási Kar

Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék

Tanszékvezető: Prof. Dr. Tamás János

**A nedvességtakarékos talajművelés szerepe a kukorica termesztésében réti-
csernozjom talajon**

The role of the water-saving tillage in maize production on meadow chernozem soil

Bakti Beatrix

Környezetgazdálkodási agrármérnök
jelölt

Konzulens:

Dr. Sulyok Dénes

ügyvivő-szakértő, fejlesztőmérnök

Debrecen

2012

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	3
1. TÉMAFELVETÉS	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1. A talajtömörödöttség definíciója	5
2.2. A talajtömörödés kialakulásának okai és jelentősége	5
2.3. Talajtömörödöttség mérésének lehetősége	7
2.3.1. A talaj tömörödöttségének mérése, térfogattömeg érték meghatározásával	7
2.3.2. A talaj tömörödöttségének jellemzése pF görbék segítségével	8
2.3.3. A talaj tömörödöttségének meghatározása talajmechanikai ellenállás segítségével	8
2.4. A talajnedvesség szerepe és meghatározásának módszerei	11
2.5. Talajművelés célja, feladata, eszközei	13
2.5.1. Forgatásos alpművelés (szántás)	15
2.5.2. Forgatás nélküli alpművelés (lazítás)	16
2.5.3. A talajlazítás alkalmazási területe, módjai és eszközei	17
2.6. A talajművelés és a talajnedvesség tartalom összefüggései	17
2.7. A talajművelés ökonómiai összefüggései	21
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	25
4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE	31
4.1. Talajellenállás és talajnedvesség mérésének eredményei és összefüggéseit	31
4.1.1. Szántásos technika esetében	31
4.1.2. Lazításos technika esetében	34
4.2. Az alpművelés költségének meghatározása	38
4.3. Ágazati költség-jövedelem vizsgálatok eredménye	40
4.3.1. Szántásos technológiai változat	40
4.3.2. Forgatás nélküli technológiai változat	40
4.4. A lazításos technika megtérülésnek eredménye	43
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	45
ÖSSZEFOGLALÁS	46
SZAKIRODALOMI JEGYZÉK	47
MELLÉKLET	50

BEVEZETÉS

Magyarország legnagyobb kincse a mezőgazdasági termelésre való képesség, ami a teljes gazdasági élet egyik legfontosabb meghatározó tényezője. Ennek az ágazatnak a működése a társadalom egyetlen szereplője számára sem lehet közömbös. Nem szabad semmilyen gazdasági tevékenységet sem végezni, ami a környezet károsodásával jár együtt, így mezőgazdaságit sem. A történelem folyamán a mezőgazdasági tevékenység megélhetést biztosított az adott területen élőknek. A növénytermesztésnek harmóniában kell lennie, ugyanakkor a termelés fő célja a talaj termőképességének a megőrzése.

Az iparszerű mezőgazdálkodás idején jónéhány káros folyamat indult meg, amelyek megszüntetése, illetve megelőzése során a legfontosabb feladat az ésszerű talajhasználat kialakítása volt. Számos esetben a nagy menetszámú művelés miatti károsodások mellett egyéb kedvezőtlen hatások is felléptek – pl. túl nedves, vagy túl száraz talajon végzett műveletek, ennek hatására az energiafelhasználás többszörösére növekedett, a talajok fizikai és biológiai tulajdonságaiban következett be degradáció. A szervesanyag gazdálkodás is felborult mivel a tarlómaradványokat nem használják fel, hanem elviszik a területről, ami az eróziós és deflációs folyamatok egyre nagyobb területeken való kiterjedését vonta maga után.

A rendszerváltozás során kialakult új gazdasági helyzet újabb megpróbáltatásokat jelentett a hazai gazdálkodóknak. Az elaprózódott birtokszerkezet, az elöregedő géppark, a keleti exportpiacok beszűkülése, majd teljes elvesztése, napi megélhetési gondokat okoztak. A talajnak a védelme egyre kisebb jelentéssel bírt. Az elmúlt néhány évben a vállalkozások menedzsmentjei számára egyértelművé vált, hogy a talajok kedvező biológiai és fizikai állapotának fenntartása, illetve ezeknek a javítása a fenntartható növénytermesztés, a biztonságos élelmiszertermelés és a környezet megóvásának alapját képviselik.

Jelenleg hazánkban a kémiai eredetű talajterhelés sokkal kedvezőbb, mint a Nyugat-Európai országokban (STEFANOVITS, 1996). Ez azonban nem minden esetben dicséretes – hiszen az elmúlt 15 évben a felhasznált műtrágya és növényvédőszer mennyiség jelentős mértékben csökkent. Magyarországon a műtrágya felhasználás a termőtalajokat nem terhelte (terheli) olyan mértékben, mint egyes nyugat-európai országokban (pl. Hollandia). A talajtömörödés és az erózió összességében a termőterület mintegy 60 %-át érinti. Ezek a kedvezőtlen folyamatok a környezet degradációja mellett az élettér leromlását is jelentik (CSERHÁTI, 1905). A földhasználattal szembeni követelmény az, hogy alkalmazkodjon a környezethez és hosszú távon fenntartható legyen.

1. TÉMAFELVETÉS

A talajok degradációs folyamatait (erózió, tömörödés, szerkezetleromlás, defláció stb.) a természeti tényezők mellett nagymértékben az emberi tevékenység határozza meg. Ezeknek a kedvezőtlen folyamatoknak a kialakulásáért főként a szakszerűtlenül elvégzett talajművelés tehető felelőssé. Ennek következtében a legfőbb cél a talajművelés menetszámának csökkentése, illetve a talaj bolygatásának mérséklése. Ezeket a célokat – figyelembe véve a környezetvédelmi szempontokat is – elsősorban talajkímélő művelési módok és eszközök alkalmazásával lehet elérni. Ésszerű gazdálkodási gyakorlat fenntartására kell törekedni a talajművelési eljárások megválasztása esetében. Az 1970-es években energia árrobbanását követően erősödtek azok a tendenciák, mely szerint előnyben kell részesíteni az energia- és víztakarékos, illetve a fenntarthatóságot biztosító művelési módszereket.

Az alternatív talajművelési rendszerek elterjedéséhez két tényező járul hozzá:

- A korábbinál jóval kevesebb menetszámmal létrehozható az a talajállapot, ami a növények igényének megfelelő, illetve a ráfordításszintje is alacsonyabb,
- A hagyományos műveléshez képest az alternatív talajművelési módok közvetve, illetve közvetlenül is kevésbé károsítják, károsíthatják a talajt.

A gazdálkodó szervezetek napjainkban a termelési költségek csökkentésére törekednek világszerte. Emellett fontos célkitűzés az is, hogy a környezet jelenlegi állapotát fenntartsuk, illetve azt javítsuk.

Az alternatív talajművelési rendszereknek az ökológiai viszonyok mellett minden esetben figyelembe kell venni a gazdaságossági tényezőket is. Ezáltal az ökológiai és ökonómiai szempontból leginkább termesztendő növényeket kell az alternatív gazdálkodás keretei közé bevonni. Mindezen törekvéseket – energiatakarékos és talajkímélő módszerek alkalmazása – úgy kell megvalósítani, hogy a növénytermesztési tevékenység kockázatát ne növeljük.

Diplomadolgozatom témaválasztásánál döntő szerepet játszott, hogy a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrumának Földműveléstani és Területfejlesztési Tanszékén több évtizedes tartamkísérletekre alapuló adatbázis állt rendelkezésre. Környezetgazdálkodási agrármérnök hallgatóként fontosnak tartom, hogy a talaj termékenységét energiatakarékos és talajkímélő módszerekkel tartsuk fenn illetve javítsuk. A mesterképzés során felkeltette az érdeklődésemet ez a témakör, melyhez hozzájárult az is, hogy az egyetem elvégzése mellett, mérlegképes könyvelői képesítést is megszereztem. Ezáltal gazdasági szempontok szerint is összehasonlítottam a szántásos illetve a talajforgatás nélküli technológiai változatokat.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A diplomamunka témájához kapcsolódó hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintését a következő szempontok szerint végeztem el:

- A talajtömörödöttség fogalmának meghatározása, kialakulásának okai és jelentősége
- A talajnedvesség fontossága és meghatározásának módszerei
- A talajművelés célja, irányzatai
- A talajművelés és a talajnedvesség összefüggései
- A talajművelés ökonómiai összefüggései

2.1. A talajtömörödöttség definíciója

Magát a folyamatot, ami során a tömörödöttség kialakul HAKANSSON és VOORHEES (1997) a következő szerint fogalmazta meg: a tömörödés azon folyamatokra értendő, amely során a talaj háromfázisú polidiszperz rendszeréből mechanikai stressz hatására a levegő kiszorul, és térfogata csökken. BIRKÁS (1993) megfogalmazásában a talaj tömörödése a természetes, vagy mesterséges úton kialakult szerkezet deformációja, amely együtt jár a porozitás, és az áteresztőképesség (levegő, hő, víz) csökkenésével, a talaj ellenállásának növekedésével.

Ma károsan tömörödöttnek minősül a talaj, ha a termőrétegben a térfogattömeg érték meghaladja az $1,5 \text{ g/cm}^3$ -t, illetve ha a talajellenállás a $3,5 \text{ MPa}$ -t (BIRKÁS, 1995a).

2.2. A talajtömörödés kialakulásának okai és jelentősége

A tömörödés a természetben leginkább a kevés szerves és szervesetlen kolloidot tartalmazó talajokban fordul elő. Tömörödhetnek a talajok vízvesztés, száradás, a csapadék tömege, vagy hosszabb vízborítás hatására is (BIRKÁS, 2006). A szerves anyagban szegényedő talaj gyorsabban ülepedik, könnyebben porosodik és tömörödik (BIRKÁS és GYURICZA, 2004). A talaj tömörödését az emberi tevékenységen belül a gépesítés, a nem megfelelő nedvességviszonyok mellett végzett talajművelés, betakarítás stb., a nem megfelelő talajnedvesség-szabályozás, és a talaj szervesanyag-forgalmának kedvezőtlen irányú változása egyaránt okozhatja (VÁRALLYAY, 1997).

A talaj külső, mechanikai terhelésekkel szembeni ellenálló képességét a szilárdsága (konzisztenciája) határozza meg. A talaj szilárdságát meghatározó legfontosabb tulajdonságok a

nedvességtartalom, illetve nedvesséspotenciál, a szemcse- és agyagásványösszetétel, a kicserélhető kationok mennyisége és összetétele, a szervesanyag-tartalom, a térfogattömeg, a pórusok méret szerinti eloszlása és kontinuitása (FARKAS és GYURICZA, 2006). A fenti tulajdonságok közül a nedvességtartalom és a szemcseösszetétel szerepe a legjelentősebb, a talaj szilárdsága egy bizonyos tartományon belül a növekvő nedvességtartalommal arányosan csökken.

A hagyományos sokmenetes műveléskor a szántott réteg lazítása és visszatömörítése évente ismétlődik. A tömörödés a talaj szerkezetességét, víz,- hő- és légjárhatóságát csökkenő, vagy megszünteti mechanikai stressz, amely bekövetkezhet

- a talajon, elsősorban a nedves talajon járáskor (taposási kár),
- a nedves talaj művelésekor, a gépek tömege, vagy a művelő elemek kenése, gyúrása, túrása és nyomása esetén, vagy
- a többszöri, hasonló mélységű műveléskor a művelő elemek pl. ekevas, tárcsalevél talajra gyakorolt ismételt nyomása következtében kialakuló eke-, illetve tárcsatalp rétegek.

A talajtömörödés kialakulásának egyik leggyakoribb oka a nem megfelelő nedvességtartalomnál végzett munkaművelet, nedves talajon történő gépmozgások tömörítő és szerkezetromboló hatása is nagy. Száraz talajon csak a nagy tömegű gépkapcsolatok okoznak térfogattömeg növekedést, míg nedves talajon már a kisebb tömegű gépek is jelentős növekedést idéznek elő a talaj térfogattömegében, következésképpen tömörödöttségi állapotában is.

A talajtömörödés környezeti ártalom, hátrányos a talaj művelhetőségére, a művelés energiaigényére, költségeire, és kockázatosá teszi a növénytermesztést. A tömör talaj vízbefogadó-, vízvezető- és víztároló képessége gyenge. Minél közelebb van a tömör réteg a felszínhez, annál kevesebb vizet képes a talaj befogadni és tárolni. A tömör művelőtalp fölötti lazult réteg csapadékos időszakban vízzel rövid időn belül telítődik, majd eliszapolódva akadályozza a víz mélybe szivárgását. A talajba nem jutó víz a gazdálkodás kockázatát növeli (pl. belvíz). A tömörödés száraz időszakban a mélyebb rétegek nedvességének gyökérzónába feljutását akadályozva az aszály károsító hatását súlyosbítja. A tömörödés agrotechnikai műveletek segítségével enyhíthető, részben megelőzhető (BIRKÁS, 2006). A talaj tömöríthetősége nagymértékben függ a konzisztenciájától. A képlékenységi (sodrasi) határnál szárazabb, tehát szilárd talaj alig, míg a nedvesebb, képlékeny talaj jelentősen tömöríthető (KÉZDI, 1961; FERENCZ, 1997).

2.3. Talajtömörödöttség mérésének lehetősége

A vizsgálatok főként a talaj mechanikai összetételére, szerkezetére, térfogattömegére, pórusviszonyaira, ellenállására, nedvességtartalmára, valamint vízelvezető képességére irányulnak. Ezek helyszíni, vagy laboratóriumi vizsgálatokkal mérhetők. A talaj térfogattömege, összporozitása, pórusok méret szerinti megoszlása, ellenállása, vízelvezetőképessége, légjárhatósága alkalmas a talaj tömörödöttségének meghatározására.

2.3.1. A talaj tömörödöttségének mérése, térfogattömeg érték meghatározásával

A bolygatatlan szerkezetű talajmintákat a kívánt szintekből zárható fedelekkal rendelkező 100 cm³-es mintavevő patronok segítségével vehetjük (1. kép).



1. kép: Bolygatatlan mintavétel

Forrás: Saját forrás

Labormérések és számítások után kapjuk meg a térfogattömeg értéket (BUZÁS I., 1993). A tömörödés mértékének jellemzése során figyelembe kell venni a talajok fizikai féleségét, agyagtartalmát. RENGER (1970) szerint a tömörödési térfogattömeg az alábbi képletekkel számolható ki:

$$PD = BD + 0,009 C$$

ahol:

-PD- tömörödési térfogattömeg érték (g/ cm^3)

-BD- térfogattömeg (g/ cm^3)

-C- a talaj agyagtartalma (%)

A patronos mintavételek (1. kép) előnye a pontossága és a kis beruházási költség, hátránya a szubjektív mintavétel. Az utóbbi időben terjedtek a különböző sugárzásokon alapuló térfogattömeg mérő műszerek. Ezeknek a beruházási költségei lényegesen magasabbak.

2.3.2. A talaj tömörödöttségének jellemzése pF görbék segítségével

A pF érték megadja a talajban lévő folyadék fázisban lévő víz elszívásához szükséges szívóerő-potenciál nagyságát vízoszlop centiméterben. Az érték a vízoszlop 10-es alapú logaritmusaként adjuk meg. Tehát $pF1 = 10^1 = 10 \text{ cm}$ vízoszlop.

A talaj pórusaiban lévő víz eltérő mértékben kötött a pórusok méretétől, mennyiségétől és arányaitól függően. Ha a vizet különböző erővel távolítjuk el a talajból, a nedvességet megkötő pórusok méret szerinti eloszlása meghatározható (VÁRALLYAY et al., 1979).

2.3.3. A talaj tömörödöttségének meghatározása talajmechanikai ellenállás segítségével

A talajellenállás, az az erő, amelyet a talaj a műveléskor a művelő eszközzel szemben kifejt. A talajrészecskék szétválasztással szembeni ellenállásából, a talaj és a művelő eszköz között fellépő súrlódásból, a talajrészecskék közötti súrlódásból, és a talaj tömegéből tevődik össze (BIRKÁS, 1995b).

A penetrométerrel mért talajellenállás az egyik leggyakrabban használt módszer a talaj tömörödöttségének- lazultságának, a tömörödött réteg(ek) vastagságának és mélységbeli elhelyezkedésének, valamint a talajfizikai állapot térbeli és időbeli változásának vizsgálatára (KOOLEN et al., 1983). A módszer széles körű elterjedésének oka a mérések gyors és nagy ismétlésszámban történő kivitelezésének lehetősége, valamint, hogy a korszerű, nedvességmérővel egybeépített penetrométerek nemcsak a tudomány, de a gyakorlati szakemberek számára is könnyen érthető és a művelési módok és időpontok megválasztására alkalmas eredményeket szolgáltatnak. A penetrométer a talajt nyomó és nyíró szilárdságát mérő készülék (2. kép).

A szondakúp talajba hatolása során a műszer által regisztrált értékek a vizsgált szelvényben található eltérő szilárdságú rétegek meghatározását teszik lehetővé (TAKÁCS, 1990). Az agrotechnikai beavatkozások hatásának vizsgálata során a talajellenállásból a talaj tömörödöttségére következtetünk, így a talaj nedvességtartalmának ismerete nélkülözhetetlen a talajellenállás értékek értelmezéséhez (KOC SIS et al., 1992). A talajfizikai vizsgálatokban Magyarországon legelterjedtebben használt két penetrométer (3T SYSTEM és PENETRONIK) a talajnedvességtartalom helyszíni mérésére is alkalmasak.



2. kép: A talajellenállásmérő szondakúpja

Forrás: Sulyok, 2012

Számos kutató vizsgálatai során a penetrométerrel mért ellenállást lényegesen érzékenyebb mutatónak találta a talajtömörödés kifejezésére, mint a térfogattömeget (PIGEON et al., 1977, SANCHEZ, 1990, SULYOK, 2005, RÁTONYI, 1999).

Az elsőnek 1846-ban elkészített penetrométert követően különböző kialakítású és típusú penetrométereket fejlesztettek ki, amelyeknek két alapvető típusát lehet megkülönböztetni (MACARIOLA et al., 1994).

- dinamikus penetrométerek: a kúp alakú szonda talajba juttatása ejtő súly, vagy kalapács segítségével történik. A vizsgált talajréteg átlagos ellenállása az adott rétegre eső ütésszám alapján segéd táblázatból kereshető ki. Ilyen elven működik pl. a Dvoracsek- féle penetrométer.
- statikus penetrométerek: a szondát egyenletes sebességgel, kézi vagy impulzus alapon gépi erővel kell a talajba nyomni (3. kép). A mérési eredmények közvetlenül leolvashatóak, illetve a penetrométer típusától függően papírszalagon vagy adatrögzítőben tárolódnak (Szelényi- féle dinamométer, Eijkelkamp penetrograph, Bush recording penetrometer). Az újabb kifejlesztésű penetrométerek egyidejűleg mérik a talajellenállást, a hozzá tartozó mélységet és a talaj nedvességtartalmát (3T SYSTEM, PENETRONIK).



3. kép: Gépi működtetésű talajellenállás mérő

Forrás: <http://www.amitytech.com/compaction/overview>

A leggyakrabban használt penetrométerek kúp alakú szondával vannak ellátva. A talajfelszín és a magágy tömörödöttségének precízebb meghatározására szolgáló ún. mikro penetrométerek szondacsúcsa letompított. Laza talajon pedig a síklapban végződő szonda alkalmazható eredményesen. A talajellenállásgörbe mélység függvényében való ábrázolásakor megfigyelhető a talajfelszínen és a felszín közelében az ún. talajfelszín effektus (surface effect), ami a felszín közelében észlelt alacsonyabb ellenállásban nyilvánul meg. A felszíneffektus oka, hogy a penetrométer kúp alakú szondáját a felszín közelében a talajrészecskék nem veszik teljes egészében körül.

A penetrációs ellenállás a talaj nedvességtartalmával fordítottan, a térfogattömeggel pedig egyenes arányban változik. Egy adott nedvességtartalomnál a térfogattömeg növekedésével nő, adott térfogattömegnél a növekvő nedvességtartalommal csökken (CHAMPBELL et al., 1991).

2.4. A talajnedvesség szerepe és meghatározásának módszerei

A talajművelés egyik legfontosabb célja a talajban lévő nedvesség megőrzése, illetve a veszteség csökkentése a fizikai, a kémiai és a biológiai folyamatok zavartalan működése érdekében.

A nedvesség veszteség mértéke (is) a talajállapot és a nedvességtartalom szoros kölcsönhatásától függ. A kedvezőtlen talajállapot – pl. tömör réteg a felszínhez közel, vagy a gyökérszónában – a csapadék talajba jutását, és a talajban lévő nedvesség hasznosulását is akadályozza.

A kutatások felhívják a figyelmet arra, hogy a talajhasználat egy-egy tényezőjének javítása nem elegendő a biztonságos termesztéshez. Csapadékhiányos tenyésztésben, akkor is, ha a tápanyag-ellátottság kedvező, a talajnedvesség hiánya kedvezőtlenül befolyásolja a rendelkezésre álló többi termésképző elem (pl. tápanyagok, hasznos hőösszeg stb.) beépülését. A fizikai hibáktól mentes talaj 0-300 cm szelvényének nedvességtartalmára a szokásos művelés hatása csekély hatással van (RUZSÁNYI és LESZNYÁKNÉ, 2002). Mindazonáltal, ha a talajban a nedvességforgalmat gátló tömör réteg van, a vízbefogadás az őszi és téli csapadékból a szokásos aránynál (60-75%) is kevesebb, emiatt a tenésztési kiszáradás is súlyosabb (pl. 2012-es tenésztési időszak).

A talaj nedvességvesztését enyhítő tényezők a következők:

- a talaj nedvességforgalmának javítása és fenntartása a megfelelő talajállapot révén,
- a bolygatott talaj felületének csökkentése (különösen nyári és tavaszi időszakban),
- a felszín takarása,
- a talajművelés menetszámának optimalizálása.

Magyarország klimatikus viszonyai között a nedvességtakarékos talajművelési módok és rendszerek alkalmazása a sikeres gazdálkodás alapja. Az aszálykárok mérséklésének legfontosabb tényezője a természetes csapadék talajban történő tárolása, megőrzése, amely elsősorban a talaj tulajdonságaitól függ, de nagymértékben befolyásolható az okszerű talajműveléssel.

Mérések igazolják (SULYOK 2005, RAJKAI 2004, RÁTONYI 1999, RÁTONYI ET AL, 2003) a forgatás nélküli talajművelés kedvezőbb nedvességmegőrző tulajdonságát, a hagyományos - ekére

alapozott - művelési móddal szemben. A talaj nedvességekészletével való takarékoság szempontjából a talajelőkészítést és a vetést egy menetben történő direktvetés mutatta a legkedvezőbb képet. A nedvesebb talajállapot következtében a talaj biológiai aktivitása is kedvezőbb, amely segíti a jobb hordképességű (mechanikai terhelésekkel szemben ellenállóbb) talajszerkezet kialakulását, a tápanyag feltáródását stb. (RÁTONYI et al, 2003).

A talaj nedvességtartalmának mérésére több módszer ismeretes. Alkalmazásukat a vizsgálati cél és a körülmények alapján dönthetjük el. A szárítószekrényes vizsgálati módszer, az egyik legáltalánosabb és egyszerű megoldása, mikor a nedves talajt tömegmérés után szárítószekrényben egyszerűbb esetben hőszabályozós sütőben 105 fokon legalább 2 óráig szárítjuk, majd a tömegét újra megmérjük. A nedvességekülönbség alapján a talaj nedvességtartalmát a száraz talaj tömegéhez viszonyított tömeg %-ban fejezzük ki:

$$N_{t\%} = \frac{G_n - G_{sz}}{G_{sz}} * 100$$

ahol:

- $N_{t\%}$ = nedvességtartalom tömeg %-ban
- G_n = nedves talajminta tömege
- G_{sz} = száraz talajminta tömege.

A talajnedvesség meghatározható tenziométeres eljárással is. A tenziométer egy vízzel töltött és vákuummanométerrel összeköttetésbe hozott porózus kerámiacsésze, amely áteresztő a víz, de nem áteresztő a levegő számára. Méréskor a desztillált vízzel buborékmentesen feltöltött tenziométer kerámiacsészéjét a talajba helyezzük. A talaj szilárd fázisának /szívóereje/ hatására a csészén keresztül víz szivárog a talajban. A tenziométer levegő számára zárt belső terébe kívülről nem juthat be a levegő, a kiszivárgott víz miatt a belső térben vákuum keletkezik, amelynek mértékét a vákuummanométer méri. A csészén keresztül a szivárgás akkor szűnik meg, ha a talajnedvesség "szívóereje" egyensúlyba jut a tenziométer belső terében keletkezett vákuum mértékével. Ha a talajnedvesség „szívóereje” benedvesedés miatt csökken, akkor ellenkező irányú szivárgás indul meg a kerámia csészén keresztül a talajból a tenziométer belső terébe, ahol ezáltal csökken a vákuum; és új egyensúlyi állapot jön létre, kisebb tenzióértékekkel. Repedezésre hajlamos talajokon a holtvíz tartalom közelében az eszköz nem használható.

A gravimetriás (szárítószekrényes) módszer (BUZÁS, 1988) mellett napjainkban az indirekt elektromos/elektromágneses módszerek a legelterjedtebbek.

A TDR (Time Domain Reflectometry) talajnedvesség-mérési módszer elvi lehetőségét FELLNER-FELDEGG (1969) mutatta meg (4. kép). A módszer lényege, hogy egy impulzusgenerátorból nagyfrekvenciás jelet vezetnek a talajba helyezett elektródákra, amelyeken az végighalad, majd az elektródák végén a fellépő végtelen nagy ellenállás hatására visszaverődik. A nagyfrekvenciás jelnek az elektródákba lépése és az elektróda végéről történő visszaverődése között eltelt időből meghatározható a talaj látszólagos dielektromos állandója (RAJKAI, 2004). A talaj látszólagos dielektromos állandója és térfogatszázalékos nedvességtartalma között a talajjellemzők széles spektrumában szoros összefüggés van (TOPP és DAVIS, 1985) így a módszer alkalmas a talaj nedvességtartalmának meghatározására.



4. kép: TDR 300 talajnedvesség mérő szonda

Forrás: Rátonyi, 2010

2.5. Talajművelés célja, feladata, eszközei

A talajművelés feladata a felső (rendszeresen művelt réteg), szükség szerint ennél mélyebb rétegeinek művelőeszközzel végzett a talaj kedvező fizikai állapotának kialakítása annak érdekében, hogy a kultúrnövény csírázását, gyors, egyöntetű kelését, megfelelő mélységű gyökeresedését biztosítani tudjuk. Ezeknek a feltételeknek a hiányában egyöntetű állományról, a nagy termések lehetőségéről nem beszélhetünk (NAGY, 2007).

A talajművelés másik – hosszabb távra vonatkozó – célja a talaj jó szerkezetének fenntartása, a felszín – erózióval és deflációval szembeni – védelme, az optimális nedvesség- és levegőforgalom biztosítása.

A talajművelés feladatai a következők:

- A talajt alkotó részecskék egymással szorosabban vagy lazábban tartoznak össze, ily módon beszélünk tömör vagy laza talajállapotról.
- A talaj pillanatnyi állapota, valamint a növény igényét jellemző állapot közti különbség alapján kell megválasztani a művelés megfelelő mélységét és módját. A művelés minősége befolyásolja a növények termését kialakító tényezők többségének érvényesülését.
- Lazító műveléssel növelhető a talaj vízbefogadása, levegőzöttsége. Lazítással és tömörítéssel szabályozható a talaj felmelegedése, hőtároló képessége, valamint az evaporáció (a talaj párologtató képességének) nagysága.
- A tápanyagellátás elősegíthető a szerves és műtrágyák megfelelő mélységű talajba juttatásával, a talaj tápanyag-szolgáltató képességének növelésével. A trágyaanyagok műveléssel a talaj biológiailag legaktívabb, felső rétegébe, illetve olyan mélyre jutnak, ahol a bomláshoz szükséges nedvesség, hőmérséklet és mikrobiológiai környezet kedvező. A talajoldattal kevésbé mozgó tápanyagok pedig a mélyebb talajrétegekbe, a gyökérzónába juthatnak.
- A talaj kedvező lazultsága előfeltétele annak, hogy a kémiai, biológiai folyamatok végtermékeként csírázó magra, vagy növényre káros anyagok ne képződjenek.
- A művelés a kártevők gyérítéséhez, irtásához közvetlenül, szaporodásuk és életfeltételeik kedvezőtlené tételével pedig közvetve járul hozzá. Közvetett hatás az is, ha a termesztett növények gyors fejlődésének elősegítése előny a gyomokkal, kártevőkkel szembeni versengésben.
- A talajművelésnek a gyomok irtásában is kiemelt szerepe van. A magról szaporodó, illetve a gyenge vegetatív szaporodó-képességű gyomnövények csírázását - egy későbbi időpontban végrehajtandó mechanikai irtás érdekében - forgatás nélküli sekély műveléssel lehet elősegíteni. A szár- és gyökér-tarackos. gyomnövények talajba fojtással, mély forgatással és kimerítéssel pusztíthatók.
- A növényvédő szerek hatékonysága megfelelő talajállapot kialakításával növelhető és ily módon kisebb az esélye a termesztett növények és a környezet károsodásának.
- A művelés nyitja meg a talajt a csapadék és az öntözővíz befogadására. Lényeges, hogy a víz a talajba jusson, s ne a felszínen vagy a felszínhez közeli rétegekben pangjon. A talaj

felső rétege a víz hatására eliszapolódhat, ezt lehetőség szerint meg kell akadályozni, vagy legalább késleltetni. A talajba szivárgott víz szelvényen belüli mozgását, áteresztését a kellően laza állapot teszi lehetővé. A természetes vízkapacitáson felüli vízmennyiség mélyebbre jutásával az öntözéskor fellépő levegőtlenység rövid idő alatt megszűnik.

Mindezek ismeretében a talajművelés jelentősége nagy:

- hatást gyakorol a hozam nagyságára (15-25 %), illetve annak minőségére,
- jól megválasztott talajművelési eljárásokkal csökkenteni lehet a kijuttatott vegyszerek mennyiségét,
- az őszi nedvességbefogadáson és a nyári nedvességtakarékosságon keresztül hozzájárul az aszálykárok csökkentéséhez,
- a kedvezőtlen eróziós és deflációs folyamatok közvetlen csökkentésében szerepet vállal,
- nagy az idő, energia és költségigénye, a pontos tervezése ezeken keresztül elsőrendű feladat.

2.5.1. Forgatásos alapművelés (szántás)

A hagyományos művelés nagy idő-, energia- és élőmunka igénye ellenére a gazdálkodók számára könnyebb, kisebb technológiai odafigyeléssel, a meglévő gépparkkal végrehajtható. Ezek a tényezők sokáig vonzóak voltak és számos esetben ma is vonzóbbak a forgatás nélküli eljárásoknál. Amellett nem jelentkeznek az újonnan tanulandó technológiából adódó kockázati faktorok.

A hagyományos művelést érzelmek nélkül a talaj állapotra gyakorolt hatása nélkül lehet megítélni:

- A periodikusan azonos mélységben alkalmazott szántás hatására a művelés mélysége alatt tömör záróréteg alakul ki. A javítás – lazítás – elmaradása esetén ez a réteg évről-évre folyamatosan vastagodik. Szélsőséges esetben a tömör réteg nagy ellenállása miatt a szántás mélysége csökkenhet.
- A szántáselmunkálásra alkalmazott tárcsás művelettel a szántott talajréteg középső harmada tömörödhet, amely a gyökerezési mélységben hoz létre tömörödött réteget. Ezáltal a növények gyökerezési tevékenységét, ezen keresztül az aszályérzékenységet jelentős mértékben fokozzák. Általában ennek a tömörödött rétegnek az elmunkálására a vetésig nincs lehetőség.
- Szántást megfelelő növényi sorrenddel és növényvédelemmel összehangolva szükséges alkalmazni. A szántást minden esetben kerülni kell a túl nedves, illetve a túl száraz talajállapothoz. Ilyenkor sokszor csak költségesen javítható hibák jönnek létre.

- A szakszerűen alkalmazott őszi szántásos technológiának a jövőben is nagy jelentősége lesz hazánk növénytermesztési technológiájában.

A jó minőségű szántást a következő ismérvek alapján jellemezhetjük:

- a tervezettel azonos mélységű,
- megfelelő a fordítás,
- a barázdaszeletek porhanyultak,
- az egyes fordulók nem különíthetők el egymástól,
- a barázdafal egyenes és tiszta,
- a barázdafenék sima és tömörítetlen.

A talaj forgatásának célja:

- a talajrétegek cseréje,
- a csapadék befogadásának, tárolásának elősegítése,
- a növényi maradványok, trágyák, meszezőanyagok stb. a talaj mélyebb rétegeibe juttatása,
- gyomirtás.

2.5.2. Forgatás nélküli alapművelés (lazítás)

Napjainkban – és az azt megelőző 4-5 évtizedben - a talajok terhelése sokszorosára növekedett. A talajok leromlási folyamatait (tömörödés, szerkezetleromlás, erózió, defláció stb.) a természeti tényezők mellett nagymértékben az emberi tevékenység is okozza. Ezeknek a kedvezőtlen folyamatoknak a kialakulásáért elsősorban a szakszerűtlenül elvégzett talajművelés tehető felelőssé. Ezért elsődleges cél a talajművelés menetszámának, illetve a talaj bolygatásának csökkentése. Ezeket a célokat – figyelembe véve a környezetvédelmi szempontokat is – csak talajkímélő művelési módok és eszközök alkalmazásával lehet elérni.

A talaj lazítása során az ülepedett, tömörödött rétegeket minden irányban kisebb-nagyobb rögök kialakításával szétválasztjuk. Lazítással csökken a talaj térfogattömege, nő a hézagterfogata, azon belül a gravitációs pórusok aránya, illetve a levegő térfogat %-a.

A hézagterfogat növelésével javul a talaj vízbefogadó képessége, így lehetővé válik a talaj mélyebb beázása, aminek következtében nagyobb vízmennyiséget képes tárolni hosszabb ideig.

Heterogén területen az összefolyás, lejtős területen a vízfolyás veszélye csökken, a növények víz- és tápanyagfelvételének, kelésének és fejlődésének kockázata mérséklődik.

2.5.3. A talajlazítás alkalmazási területe, módjai és eszközei

A lazítás, attól függően, hogy a talajban hol szükséges a tömődött állapot megszüntetése vagy bizonyos mértékű lazultság létrehozása, sekély, középmély és mély lehet.

Sekélyen kell lazítani a talajt tarlóhántáskor, magágykészítéskor és kelés után a növények ápolásakor. Sekély lazításra alkalmasak elsősorban a kultivátorok, a tárcsák, az ásó- és fogas boronák valamint a kombinátorok. A kultivátor vázára 2-3 sorban merev, félmerev, rugós és duplarugós szárazon különböző - véső, lúdtalp és szárnyas - alakú művelőszerszámok szerelhetők. A szántóföldi kultivátorok különböző művelőelemekkel kombinálhatók. Középmély lazítással a talaj rendszeresen művelt rétegének fizikai állapota alakítható. A középmély lazítás hatása általában a vegetációs időszak végéig terjed, ezért alapművelésnek számít.

Eszközei a középmély-lazítók. A talajlazítók művelőszerszámaikat különböző alakú gerendelyen (pl. "V", egyenes) 1-3 sorban, megfelelő távolságra (késosztás) szerelik fel.

Lehetnek:

- középmély lazítók (munkamélység 30-50 cm),
- mélylazítók, altalajlazítók (munkamélység nagyobb, mint 50 cm), valamint
- egyéb művelőelemek kombinációi,
- vontatott és függesztett kivitelben.

A középmély-lazítók az alapművelés fontos eszközei. Mivel a talajt csak sávosan lazítják, szükséges lehet a teljes felület forgatásos (ekével), vagy forgatás nélküli (tárcsával, talajmaróval stb.) művelése. Olyan eszközöket kell választani, amelyek a lazító által nem végzett műveleteket jó minőségben pótolják.

2.6. A talajművelés és a talajnedvesség tartalom összefüggései

A növények számára kritikus időszakokban (pl. virágzás, szemtelítődés stb.) rendelkezésre álló víz mennyisége határozza meg, a növénytermesztési tevékenység eredményességét (elért hozamok nagyságát) valamennyi talajtípus esetében, SÜLYÖK (2005), RÁTONYI (2003), NAGY (2007)

vizsgálatai alapján. Átlagos és jó csapadékgazdálkodású években ideális eredményt kapunk az őszi szántásra alapozott forgatásos eljárásokkal, míg aszályos időszakokban a forgatás nélküli művelések jobb hozamokkal bírnak.

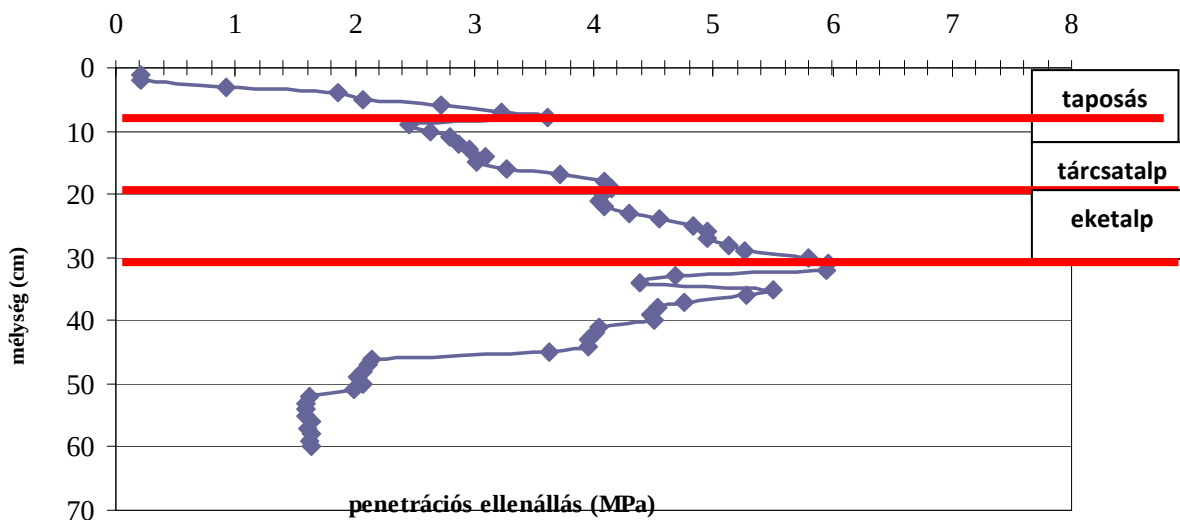
A talajművelésben nincsenek bevált receptek, nem lehet pontosan meghatározni a következő évre vonatkozó eljárások sorrendjét. A periodikusan elvégzett jó minőségűforgatásos alpművelésre minden táblán szükség van. Ennek ellenére a talajművelést csak szántásra nem célszerű alapozni (SULYOK, 2005). Mivel az azonos mélységben történő szántás technológiai tömör rétegeket (tárcsa- és eketalp réteg) alakít ki. Emellett csapadékos évjáratokban a talajszelvény 6-10 cm-es rétegében a taposási kárból adódó tömör réteg is kialakulhat. Ez hozzájárulhat a belvíz kialakulásának fokozódásához, amellet, hogy a talajaink művelhetőségét is kedvezőtlenül befolyásolja (5. kép).



5.kép: A taposási károk következtében kialakult másodlagos belvízfolt

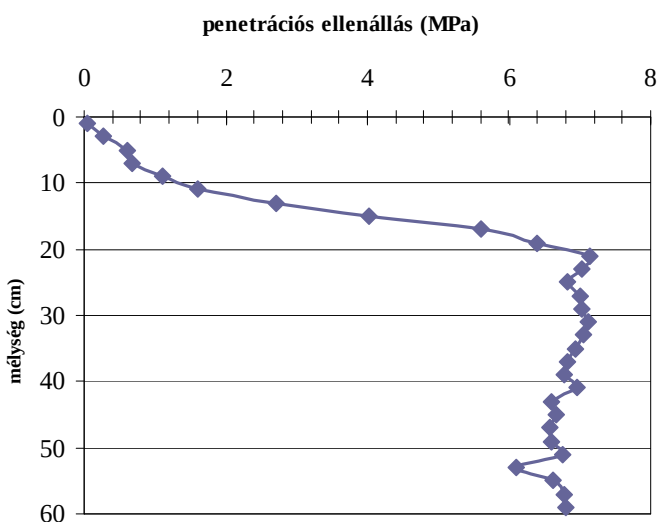
Forrás: Sulyok, , 2004

Át kell lazítani azokat a tömör rétegeket, amelyeket más művelő eszközökkel (pl. tárca, eke, kultivátor stb.) nem érünk el. A taposási kárt tárcsával, a tárcsatalp réteget ekével meg tudjuk szüntetni. Az eketalp réteget azonban lazítani szükséges. Szélsőséges esetekben előfordul egy talajszelvényben az előbb bemutatott három tömör réteg, sőt a 2011-es évben tapasztaltunk olyan esetet is, amikor a tömör rétegek összeértek (1-2. ábra).



1. ábra: Technológiai tömör rétegek vizsgálata

Forrás: Sulyok, 2011



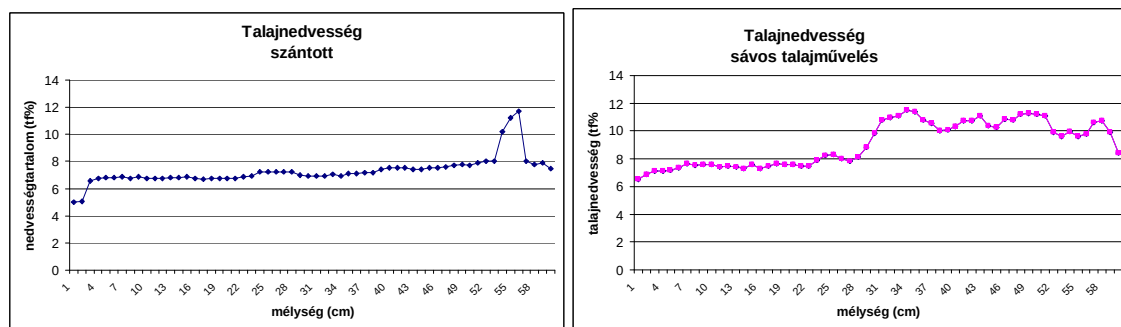
2. ábra: Technológiai tömör rétegek vizsgálata 2

Forrás: Sulyok, 2011

Napjaink szántóföldi gyakorlatában a nedvességtakarékos talajművelésre egyre nagyobb hangsúlyt kell fektetni. A művelési mélység helyes megválasztása mellett a növényi maradvány táblán hagyása elsődleges feladat. A 2012-es évben az őszi búza szalmahozama csekély volt, ezért sok helyen a kukoricaszár is bebálázásra került. Ez kedvezőtlen a talajok szerves anyag- és nedvességhorgalma szempontjából, hiszen a kukoricaszár elvitele a területről csökkenti a kialakítható „mulcs-réteg” vastagságát, amely következtében a talajok kiszáradása felgyorsulhat. A talajok kiszáradását el tudjuk kerülni, illetve csökkenteni tudjuk, ha a betakarítást követően a talajok

lezárását (rövidtárcsával) azonnal elvégezzük. A nedvességtakarékos művelési eljárások aszályos években ideálisabb terméseredményeket biztosítanak, amely azzal magyarázható, hogy a talajban 60-80 mm-rel több nedvesség tározódik.

A hagyományos forgatásra alapozott, sokmenetes eljárások (tárcsázás, szántás, szántáselmunkálás ősszel, tavaszi magágykészítés 2-3 menetben) a nagy taposási kár mellett nagy nedvességvesztéssel is jár. Mindazonáltal napjainkban egyre inkább terjednek a csökkentett menetszámú (direktvetéses, sávós stb.) technológiai változatok, amelyek nagymennyiségű szármaradványt hagynak a felszínen, ezáltal a talaj nedvességvesztését csökkentik (3. ábra, 6. kép).



3. ábra: Talajnedvességmérés különböző talajművelési módok esetében

Forrás: Sulyok, 2012



6. kép: Szármaradványos talajfelszín

Forrás: Sulyok, 2011

Augusztus-október közötti időszakban történik a kukorica betakarítása. A korai hibridek esetében kellő idő van őszi búza vetéséhez szükséges magágykészítésre. Ebben az esetben lehetőség van a sokmenetes őszi szántásos technológiai változattal is a megfelelő magágy előkészítésére. Azonban ha októberben takarítjuk be a kukoricát és őszi búza követi, sok esetben már nincs idő a szántásos technológiára. A csökkentett menetszámú technológiák alkalmazásának a szerepe ezekben az esetekben felértékelődik. A hagyományos őszi szántásos alapművelést nem lehetett elvégezni extrém időjárási körülmények között (pl. 2010. év ősze). Amikor a sokévi átlagot meghaladó csapadék hullott le, ezáltal a talajok túlzottan nedvesek voltak, sok helyen belvízzel terheltek. Ekkor a nagytömegű gépkapcsolatok nem megfelelő munkát végeztek, szélsőséges esetekben elakadtak, elsüllyedtek (7. kép). A talajok felső 15-20 cm-es szelvényének megművelésére kellett törekedni a vetőágy kialakításánál. Ehhez kisebb tömegű traktort és szántóföldi kultivátort, vagy ennek hiányában tárcsát volt érdemes használni.



7. kép: Túl nagy talajnedvesség tartalom mellett végzett alapművelés

Forrás: Sulyok, 2011

2.7. A talajművelés ökonómiai összefüggései

Az egész világon érzékeltette negatív hatását az 1960-as évektől fokozatosan sokszorosára növekedett energiaigény. Ennek következményeként az 1970-es években olajárrobbanás következett be. A mezőgazdasági termelésre egyre nagyobb terheteket ró az üzemanyag drágulásából adódó folyamatos költségnövekedés. Az Amerikai Egyesült Államokban az összes energiafelhasználás 15%-át fordítják az élelmiszertermelésre, amelynek mintegy 3%-át a mezőgazdaság hasznosítja.

LINKE (1996) hívja fel a figyelmet arra, hogy a talajművelés racionalizálásában jelentős költségmegtakarítások érhetők el, míg a tápanyagvisszapótlás és növényvédelem területén további költség megtakarítások a hagyományos technológia alkalmazása mellett nem, vagy csak a termesztés minőségének és mennyiségének csökkentésével érhető el. A kutatások párhuzamosan folytak a talajművelés költségcsökkentésének és a talajvédő eljárások alkalmazásában. Ebben a két témában szoros pozitív korrelációt állapítottak meg a témával foglalkozó kutatók min az Amerikai Egyesült Államokban, mind pedig Nyugat-Európában. Hazai viszonylatban SULYOK (2005) mutatott rá, hogy a talajvédő eljárások, és az energiatakarékos művelés szorosan összetartoznak, egymástól elválaszthatatlan fogalmakat jelentenek.

Ezzel összefüggésben a következő kérdések a legfontosabbak:

- a művelési költségek hogyan alakulnak a különböző technológiai változatokban,
- milyen lehetőségek vannak az energia- és a munkaigény csökkentésére?

A vállalkozások vagyoni, jövedelmi, pénzügyi helyzetéről, gazdálkodásáról, illetve azokról a gazdasági folyamatokról, eredményekről és problémákról, melyek a vállalkozást jellemzik, pénzügyi elemzéssel lehet információt szerezni. Ezek olyan eljárások, amelyek alkalmasak a vállalkozás tőkéjének, eredményeinek, vagyonának, valamint a felhasznált erőforrások hatékonyságának vizsgálatára. A legfontosabb vizsgálati módszerek közülük a gazdasági mutatók, amelyek által nyert mutatószámokkal történik a vállalkozás gazdálkodásának elemzése (BÉHM, 1993). Az vizsgálat lényeges része az összehasonlítás, amihez szükség van valamilyen viszonyítási alapra.

A befektetés a vállalkozás azon tevékenysége, mely során a befektető pénzt fordít valamilyen anyagi eszköz vásárlására. Lényege, hogy időlegesen lemond pénzéről annak érdekében, hogy később a befektetés megtérüljön és nyereséget hozzon. Bármely eszköz értékét a remélt jövőbeni hasznok - jövedelmek határozzák meg.

A vállalkozások működésükkel kapcsolatban minden nap döntéseket hoznak, azért, hogy gazdasági eredményük növekedjen. Minden cselekvési változat esetén meg kell határozni a gazdasági előnyt illetve hátrányát, és azt kell választani, amelyik az eredményt a legkedvezőbben befolyásolja. A gazdasági tevékenységek jelentős részénél az erőforrások felhasználásának növelése együtt jár valamilyen mértékű hozamnövekedéssel (pl. trágyázás hatására termésnövekedés). Általánosságban igaz, hogy a ráfordítások növelése először nagyobb mértékű hozamnövekedéssel jár együtt, majd a további ráfordítás-felhasználással egyre kisebb a növekedés, illetve meghatározott

ráfordításnagyság elérése után az output már nem növelhető tovább (SAMUELSON-NORDHAUS, 1992). A kérdés tehát az, hogy meddig érdemes növelni a ráfordításokat. Azt a pontot kell meghatározni, amikor az egységnyi ráfordításra jutó hozamnövekedés a legnagyobb, azaz a gazdasági tevékenységgel a legnagyobb jövedelmet tudjuk elérni (NÁBRÁDI – FELFÖLDI, 2007).

A ráfordítások helyettesítése, ésszerű kombinációja a gazdasági tevékenységek hatékonyságát növelő egyik legfontosabb eljárás. Cél az általunk előre meghatározott hozamszint eléréséhez a számunkra legjövedelmezőbb ráfordítás-kombináció megkeresése (BÍRÓ et al, 1997). Optimálisnak akkor tekintjük a ráfordítások arányát, ha ez egyik ráfordítás változásával okozott többletköltség éppen egyenlő a másik ráfordítás megtakarításával elérhető költségcsökkenéssel. A mezőgazdaságban gyakori példa, hogy dönteni kell az adott feladat elvégzésére alkalmas géptípusok, felhasználási módok között. Ebben az esetben meg kell vizsgálni, hogy melyikkel lehet az adott feladatot a legkisebb költséggel elvégezni.

A mezőgazdasági vállalkozások gépesítése, az eszközpark korszerűsítése a versenyképes termelés nélkülözhetetlen elemévé, a termelésfejlesztés feltételévé vagy éppen korlátozó tényezőjévé vált. A gépesítés melletti legfőbb indok, hogy a növekvő népesség egyre nagyobb igényeit, egyre kisebb földterületen kell kielégíteni. A gépek gazdaságos üzemeltetését alapvetően meghatározza azok kihasználtsága. A motor-elméleti ismeretek alapján állítható, hogy a teljesítményegységre eső üzemanyag-fogyasztás akkor a legkedvezőbb, ha a terhelési viszony 100 %-os. Ebből a szempontból tehát az üzemanyag költség relatív minimuma egybeesik az energetikai kihasználtság maximumával. Erre kell törekedni, ha a géphasználat fajlagos költségét csökkenteni akarjuk. Az időkihasználás gazdasági hatásai különösen a naptári éves kihasználással kapcsolatban jelentősek.

A hagyományos művelési eljárás esetében a forgatásos alpművelés elhagyásával, komoly megtakarítások érhetők el az energia- és munkaigény tekintetében NJOS (1983). BIRKÁS (1995a) és KREYTMAYR et al (1989) egyetértettek abban, hogy ez a csökkenés az összes talajművelési költség akár 50-70%-át is elérheti, melynek értékét meghatározza a termőhelyi specifikáció, ezáltal az átlagértékek sok esetben nagy eltéréseket jelenthetnek. Hagyományos művelés esetén 40-50 l/ha üzemanyagra van szükség, amely kedvezőtlen körülmények között további 10-25%-kal emelkedhet. Mindazonáltal a csökkentett menetszámú talajművelési rendszerek esetében 25-35 l/ha üzemanyag felhasználásra számíthatunk. Azonban kedvezőtlen körülmények között ez 25-30%-kal növekedhet (BIRKÁS, 1995a).

Mindezeket figyelembe véve több szerző is (SIEG, 1984, BIRKÁS, 1987) egyetértenek abban, hogy a talajművelésben a termőhelyi viszonyoktól függően 30-70%-os költségmegtakarítás érhető el. Összességében a hazai és külföldi szerzők rámutatnak arra, hogy a talajvédő eljárások alkalmazása alacsonyabb költséggel hajtható végre, mint a hagyományos művelési rendszer esetében.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat a Jász-Nagykun-Szolnok megyében található mintaterületen, Kenderes határában végeztük (8.kép).



8. kép: A vizsgálatok helyszíne

Forrás: Google Earth, 2012

A kísérlet talajtípusa réti-csernozjom. A réti talajok főtípusába azokat a talajokat soroljuk, amelyek keletkezésében az időszakos túlnedvesedés játszott nagy szerepet. Ez lehet az időszakos felületi vízborításnak, vagy a közeli talajvíznek a következménye. A vízhatásra beálló levegőtlenység sötét színű szerves anyag felhalmozódását, és az ásványi részek redukcióját váltja ki. Általában mélyen fekvő, vízjárta területeken található. Jellemzőjük a jó tápanyagkészlet, a gyenge tápanyag-feltáródás. Víztartó képességük nagy, vízvezetésük kedvezőtlen, lassan melegednek fel, művelhetőségük ezek miatt rendszerint kedvezőtlen. Nagy szerves- és szervesetlen kolloid tartalom jellemzi őket. A talaj vízbefogadó képessége kicsi (fokozott a belvízhajlam), a víztelítettségből és a tömődöttségéből adódóan a talaj eredendően levegőtlen. Nagy a duzzadó és zsugorodó képessége. A Tiszántúlon található réti talajok esetében a sófelhalmozódás is gyakori jelenség. A síkságok mélyebb részein, folyók öntésterületein, hegy- és dombvidékek völgyeiben, homokhátak buckái között helyezkednek el. Kukoricát réti talajon is jelentős területen termesztenek. A réti csernozjom talajok a réti talajok közül a legkedvezőbb művelhetőséggel rendelkeznek.

A kísérlet helyszínéről szolgáló táblán 2011-ben történt meg a talajmintavételezés és a bővített talajvizsgálat, amelynek eredményeit az 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat: Talajvizsgálati eredmények

Vizsgálati paraméterek	Mérési eredmények						
	1	2	3	4	5	6	Átlag
pH-KCL (-)	7,11	5,93	5,47	6,76	6,8	6,8	6,48
Arany-féle kötöttségi szám [K _A]	46	45	47	46	46	46	46
Vízoldható összes só (m/m%)	0,05	0,03	0,02	0,05	0,06	0,05	0,06
CaCO ₃ [m/m%]	1,1	0,1	0,1	0,2	0,6	0,6	0,6
Humusz (m/m%)	2,95	3,25	2,84	3,1	3,34	3,27	3,12
NO ₃ ⁻ -N+NO ₂ ⁻ -N [mg/kg]	13,3	10,0	8,4	11,1	13,8	8,8	10,9
SO ₄ ²⁻ -S [mg/kg]	1,25	1,25	1,9	2,1	3,8	2,2	2,5
Mg [mg/kg]	260	396	371	328	364	325	342
P ₂ O ₅ [mg/kg]	161	116	107	127	122	112	124
K ₂ O [mg/kg]	250	202	248	230	216	218	227
Na [mg/kg]	24	41	42	24	38	52	37
Zn [mg/kg]	1,0	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2
Cu [mg/kg]	2,0	3,5	3,8	2,9	2,9	2,9	3,0
Mn [mg/kg]	217	446	404	397	408	425	416

Forrás: Sulyok, 2011

A kísérleti terület pH-ja semleges, nitrogén-, foszfor- és kálium ellátottsága megfelelő. 2012 tavaszán a vizsgált táblán bolygatatlan talajmintavételezés is történt. Ennek eredményeit a 2. táblázatban mutatjuk be.

2. táblázat: A bolygatatlan (patronos) mintavétel eredményei

Szántás				
	1. mérés	2.mérés	3. mérés	Átlag
Térfogattömeg (g/cm ³)	1,08	1,33	1,16	1,19
Nedvesség (m/m%)	15,63	15,33	15,06	15,34
Porozitás (P%)	58	57	57	57,5
Lazítás				
	1. mérés	2.mérés	3. mérés	Átlag
Térfogattömeg (g/cm ³)	1,08	1,13	1,11	1,11
Nedvesség (m/m%)	16,75	18,14	17,28	17,39
Porozitás (P%)	58	49	55	54,2

Forrás: Sulyok, 2012

A térfogattömeg mind a két kezelésben (szántás, lazítás) kedvező volt. A talaj nedvességtartalma a lazításos kezelésben 2 térfogat%-kal nagyobb volt. A porozitás (a 100 köbcentiméter talajban található szilárd alkotórészek aránya) a szántásos kezelésben 3,3 %-kal nagyobb volt.

Az eddigiekben bemutatott termőhelyen kétféle talajművelési kezelésre alapuló kísérletet állítottunk be 2011 őszén (9. kép).



9. kép: Talajművelési kísérlet

Forrás: Sulyok, 2011

A lazítást 2012. szeptember 15-én, a szántást – tekintve, hogy a 2011 őszi talajnedvesség viszonyok mellett ebben az időpontban nem lehetett elvégezni – október 19-én hajtottuk végre. Ősszel kijuttatásra került hektáronként 140 kg 16-27-7-es gyári komplex műtrágya, amelyet tavasszal kétszer 140 liter folyékony (30 % hatóanyagtartalmú) nitrogén műtrágyával egészítettünk ki a 6-7 leveles állapotban, illetve a 10-12 leveles állapotban. Mind a lazításos, mind a szántásos alpművelés területe 4,4158 hektár. A jelzőnövény mind a két talajművelési változatban kukorica volt, amelyet 2012 április 12-én 78 ezer tő/hektárral vetettünk el. A növényvédelmi tevékenység során mind kémiai (talajfertőtlenítés a vetéssel egy menetben Force 1,5 G 12 kg/ha) és gyomirtás (Adengo 0,4 l/ha), mind mechanikai (sorközművelő kultivátorozás kétszer) növényvédelmi tevékenységet végeztünk. A betakarítás 2012. szeptember 11-én történt meg.

A tenyészidőszak során talajellenállás és talajnedvesség méréseket végeztünk több alkalommal (alpművelés után, vetés előtt, kelés után, intenzív növekedésben, virágzásban és a szemtelítődés időszakában) Penetronik típusú talajellenállás és talajnedvesség mérő kombinált műszer segítségével (10. kép).



10. kép: Penetronik típusú talajellenállás és talajnedvesség mérő berendezés

Forrás: Sulyok, 2012

A penetrométeres mérések eredményeit a Data-Loggeren rögzítettük, amelynek a feldolgozását – az adatok beolvasásával – a Mobitech szoftver segítségével végeztük el. Ezt követően Microsoft Office Excell program segítségével történt meg a Data-Loggerből kinyert adatok elemzése.

Meghatároztuk, hogy az egy hektár szántásos, illetve lazításos alpművelés költsége milyen tételekből áll össze.

A kenő- és üzemanyagok költsége mellett a gépi munkák díjaiban szerepelnek:

- a munkabér és közteher költségei (erőgépkészítő alap- és kiegészítő bére, a TB járulék és a betegszabadság költségei),
- javítás és karbantartás költségei (anyag, alkatrész, javítási bér és rezsiköltségek, valamint a más vállalkozások által végzett javítási költségek),
- értékcsökkenés (amortizáció),

- egyéb költségek (pl. gépjármű adó, biztosítás, géptárolás, üzemanyag és alkatrész beszerzés, tárolás és kiadás, valamint a dolgozókhoz, illetve munkabérhez köthető általános jellegű költségek),
- állóeszközök tőkehozadéka, vagy hitelkamat,
- forgóeszközök tőkehozadéka, vagy hitelkamat,
- általános költségek (GOCKLER, 2012).

A felsorolt költségnevek közül az álló- és forgóeszközök tőkehozadékát a vállalkozások jelentős része nem tartja nyilván (MAGDA, 1998).

A vizsgált kísérleti parcellákra (szántásos és lazításos technológiai változatok) – a betakarítást követően – elkészítettük az ágazati költség-jövedelem vizsgálatokat. A költségek részletes számbavétele mellett kalkuláltunk az árbevétellel és a támogatásokkal, valamint meghatároztuk a legfontosabb gazdasági mutatókat (költségarányos jövedelmezőség, költség szint, önköltség, fedezeti pont stb.).

A szántásos és lazításos technológia változat alapművelési költségéből származó megtakarítás meghatározását követően beruházás megtérülési elemzéseket végeztünk. Ennek keretében számításainkat kiterjesztettük egy 7 késes, 3 méter munkaszélességű lazító beszerzésére. 5 különböző változatot vizsgáltunk meg, amelyben a változót az évenkénti meglazított terület nagysága jelentette (100-; 200-; 300-; 400- és 500 hektár). A beruházás megtérüléseket 10 évre végeztük el. A vizsgált időszakban egységesen 8 %-os piaci kamatlábbal számoltunk a Világgazdasági Kutatóintézet állásfoglalásának figyelembe vételével. Tekintve a lazító 3,4 millió forintos bekerülési árát hitelfelvétellel nem számoltunk.

A képződő jövedelemtöbbletet a 10 év alatt megtakarított gépi munka költség jelenértékre való diszkontálása fejezi ki.

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+r)^t} \times C_t \quad (1)$$

ahol:

- $-C_0$ -beruházási érték
- n -évek száma
- t -idő
- IRR-belső megtérülési ráta
- C_t -nettó jelen érték

Kiszámoltuk valamennyi scenárió esetében az IRR-eket, azaz azt a belső megtérülési ráta, amikor a beruházás (a lazító beszerzési értéke) pontosan megtérül.

$$\sum_{t=1}^n \frac{1}{(1 + \text{IRR})^t} \times C_t = 0 \quad (2)$$

ahol:

- n-évek száma
- t-idő
- IRR-belső megtérülési ráta
- C_t -nettó jelen érték

Az adatokat a Microsoft Office Excel táblázatkezelő programja segítségével rögzítettük. A kapott adatok feldolgozását is az Excel segítségével végeztük el. Az eredményeket táblázatokba, ábrákba és diagramokba foglaltuk. A szöveges értékelése, valamint a dolgozat szerkesztése a Microsoft Word szövegszerkesztő program segítségével készült.

4. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

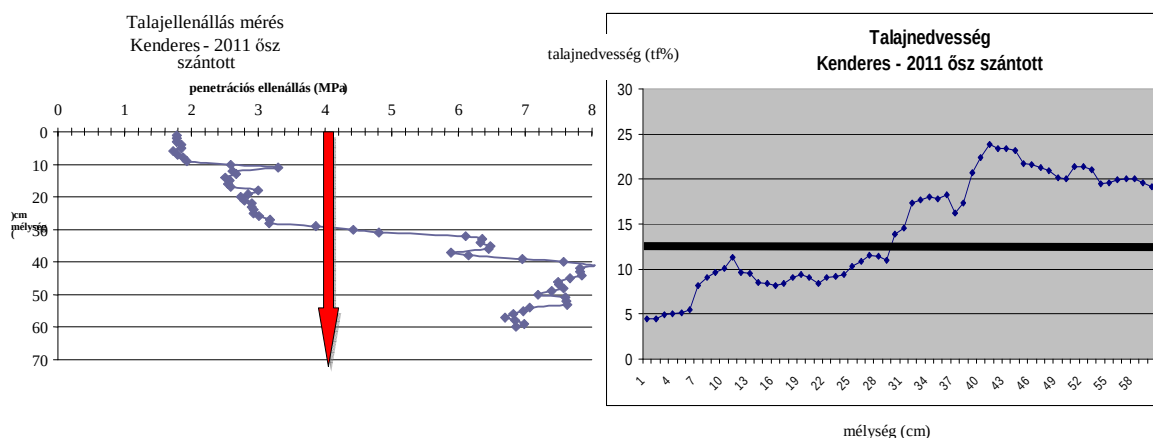
4.1. Talajjellenállás és talajnedvesség mérésének eredményei és összefüggéseit

4.1.1. Szántásos technika esetében

A talajjellenállás illetve a talajnedvesség összefüggéseit két talajművelési változat alapján mutatjuk be. Az egyik a hagyományos forgatásra alapozott technika a másik pedig a csökkentett menetszámmal végrehajtott lazításos technológia.

Ma károsan tömörödöttnek minősül a talaj, ha a termőrétegben a térfogattömeg érték meghaladja az $1,5 \text{ g/cm}^3$ -t, illetve ha a talajjellenállás a $3,5 \text{ MPa}$ -t. A kukorica növekedése szempontjából kritikus időpontjaiban mértük a talajjellenállást és a talaj nedvességtartalmát, amik a következők: ősszel, tavasszal vetés előtt, kelés után, intenzív növekedés alatt, virágzáskor, szemtelítődés idején és betakarításkor.

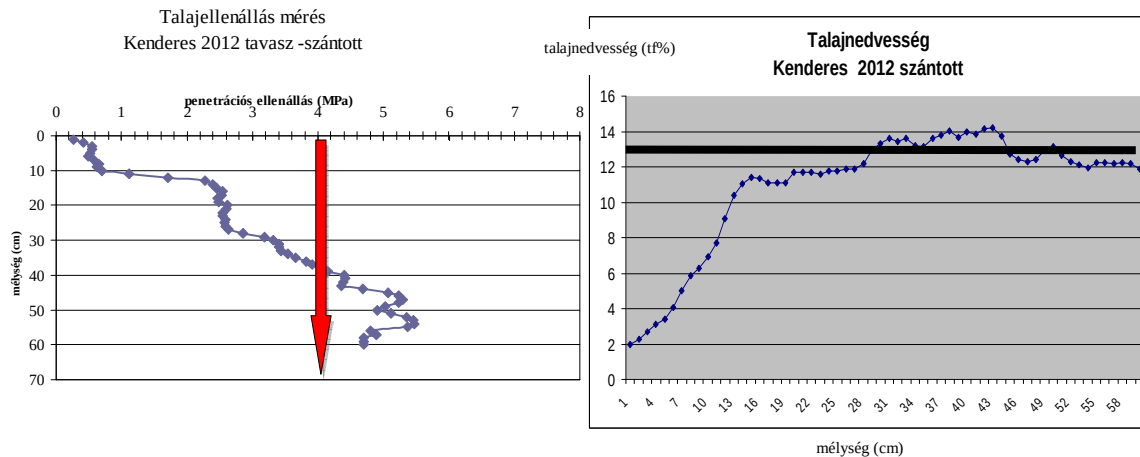
A forgatásra alapozott művelés során 2011 őszén végrehajtott méréseket mutatja be a 4. ábra. Penetráció esetén 10 cm-es mélységben kialakult egy tömörebb réteg, amely taposási kár következménye. 30 cm-es mélységtől lejjebb már károsan tömörödött a termőtalaj, melynek megszüntetésére eke használata javallott. Talajnedvesség szempontjából a holtvíztartalom (13-14 térfogat%) feletti részt képes a növény hasznosítani, melyet 30 cm-es mélységben éri el.



4. ábra: Talajjellenállás és talajnedvesség vizsgálatok az alapművelés után őszi szántásos kezelésben

Forrás: Saját vizsgálat

A téli csapadék és a fagy hatására a talaj porhanyósabbá vált, ezáltal 2012 tavaszán mért adatok alapján kevésbé tömörödött a talaj. A 4 MPa-os kritikus értéket csaknem 40 cm-es mélyégben haladja meg, így a növény kelését nem akadályozza. 10 és 30 cm-es mélység között található egy tömörebb réteg, de ez még a megadott határértéken belül esik. A növény számára felvehető víz mennyisége pedig csupán 28-40 cm mélyen található (5. ábra).

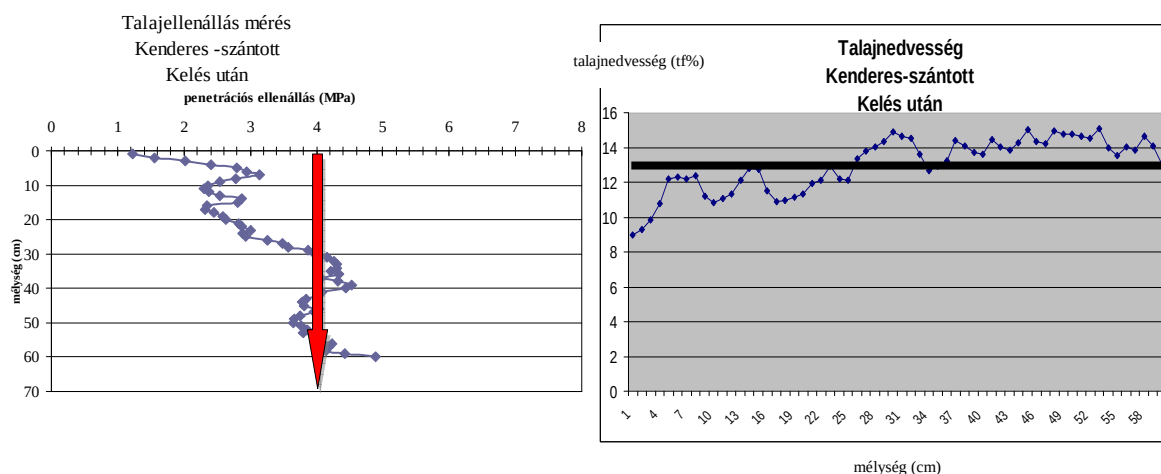


5. ábra: Talajellenállás és talajnedvesség mérés eredményei vetés előtt őszi szántásos kezeléssel

Forrás: Saját vizsgálat

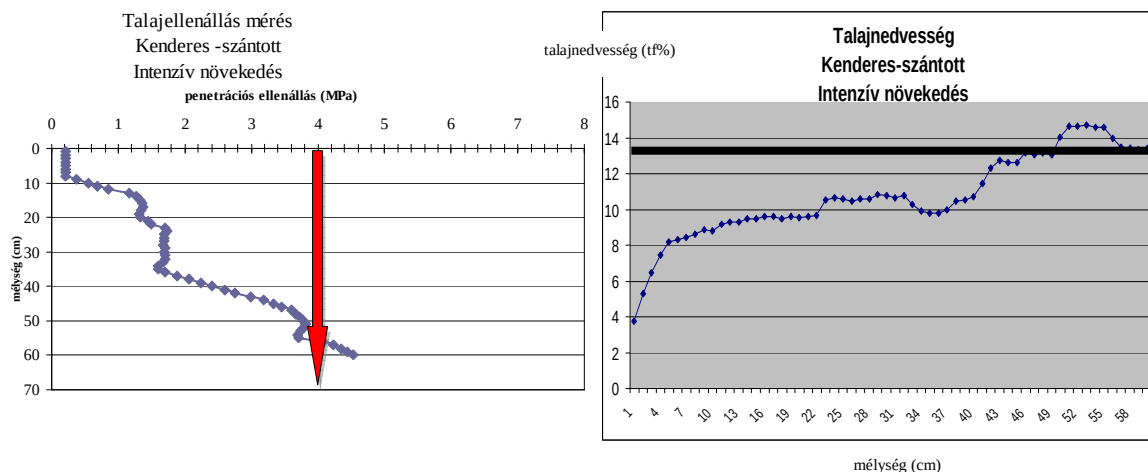
Kelés utáni időszakban a talajellenállás során mért értékek között 5 és 15 cm-es mélységben vannak kiugró értékek, de ezek még nem tekinthetők károsnak és nem akadályozzák meg a kukorica növekedését. A talajnedvesség szempontjából magasabb értékeket mértünk az előző időszakhoz viszonyítva és a növény számára hasznosítható víz mennyisége 25 cm-es mélységtől hasznosítható (6. ábra).

A kukorica termesztés intenzív növekedési szakaszában a talaj sokkal lazábbá vált és az ellenállás a talaj mélységével egyenesen arányosan növekszik, a tömörödöttebb réteg csak 50-60 cm mélyen helyezkedik el. Mindazonáltal a talaj nedvességtartalma is mélyebb rétegekben hasznosítható csupán (7. ábra).



6. ábra: Talajellenállás és talajnedvesség mérés eredményei kelés után őszi szántásos kezeléssel

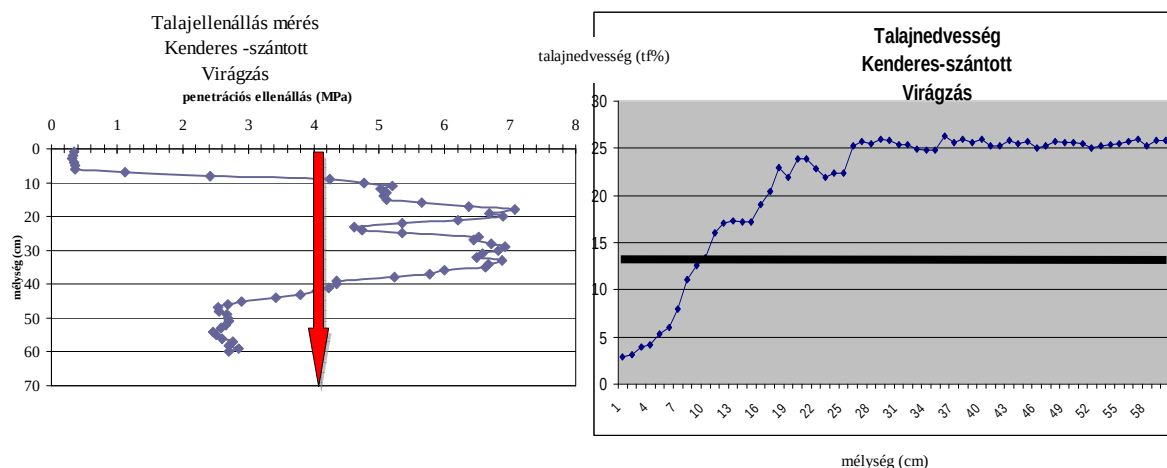
Forrás: Saját vizsgálat



7. ábra: Talajellenállás és talajnedvesség mérés eredményei az intenzív növekedés időszakában őszi szántásos kezeléssel

Forrás: Saját vizsgálat

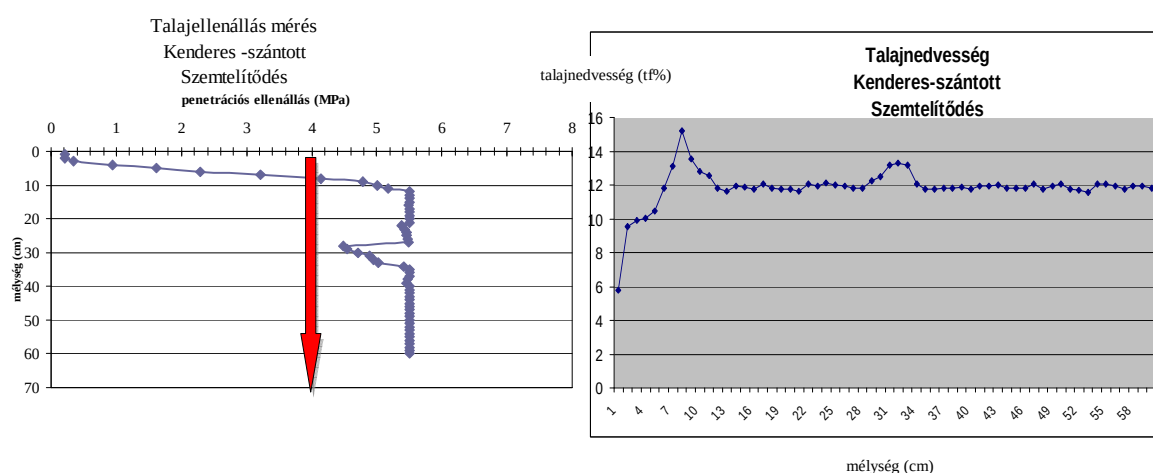
Virágzás idején több tömörödötterebb réteg is kialakult. 10 cm-es mélységben a taposás hatására, 20 cm-nél pedig már 7 MPa nagyságú talajellenállást mértünk, itt tárcsatalp rétegről beszélhetünk illetve az eketalp réteg is megjelent a talaj mélyebb rétegében. A talajnedvességet illetően igen kedvezőek a mért adatok, mert a talaj felsőbb rétegében már 10 cm-es mélységben hasznosítható víz áll rendelkezésre a növények számára (8. ábra).



8. ábra: Talajellenállás és talajnedvesség mérés eredményei a virágzás időszakában őszi szántásos kezeléssel

Forrás: Saját vizsgálat

A nyári szárazság miatt a talaj ellenállása fokozódott a szemtelítődés időszakában és 5,5 MPa-os nagyságú penetráció állt be 10 cm-es mélység alatt. A talaj nedvességtartalma pedig 12 térfogat%-os érték körül mozgott (9. ábra).



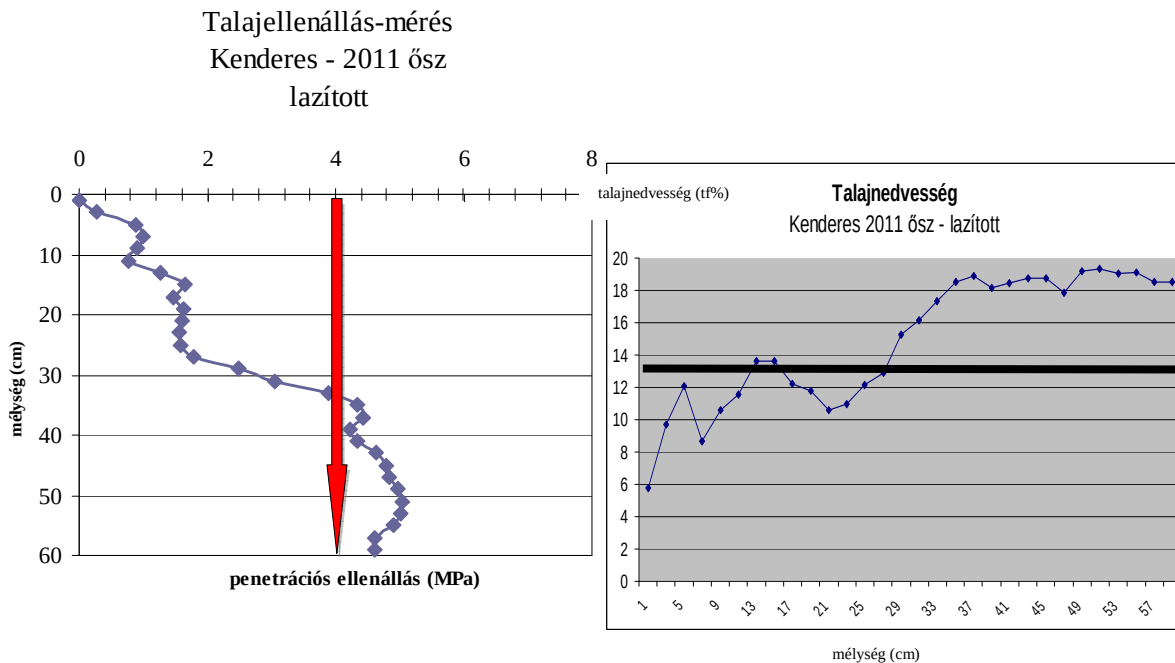
9. ábra: Talajellenállás és talajnedvesség mérés eredményei a szemtelítődés időszakában őszi szántásos kezeléssel

Forrás: Saját vizsgálat

4.1.2. Lazításos technika esetében

Forgatás nélküli technológiai változat esetén a talaj tömörödtsége szempontjából sokkal lazább, porhanyósabb szerkezetű a talaj a szántáséhoz képest. Az őszi mérés során a határértéket csak 35 cm-es mélységben érte el és maximum 5 MPa erősségű talajellenállást tapasztaltunk. A talaj

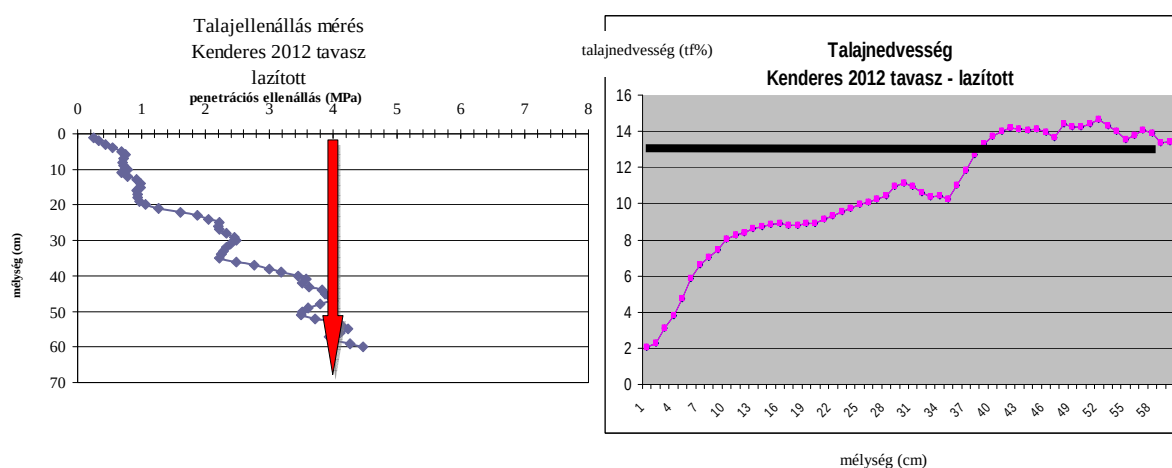
nedvesség állapotát figyelembe véve 28 cm-es mélységtől hasznos víz található talaj rétegeiben (10. ábra).



10. ábra: Talajellenállás és talajnedvesség vizsgálatok az alapművelés után lazításos kezelésben

Forrás: Saját vizsgálat

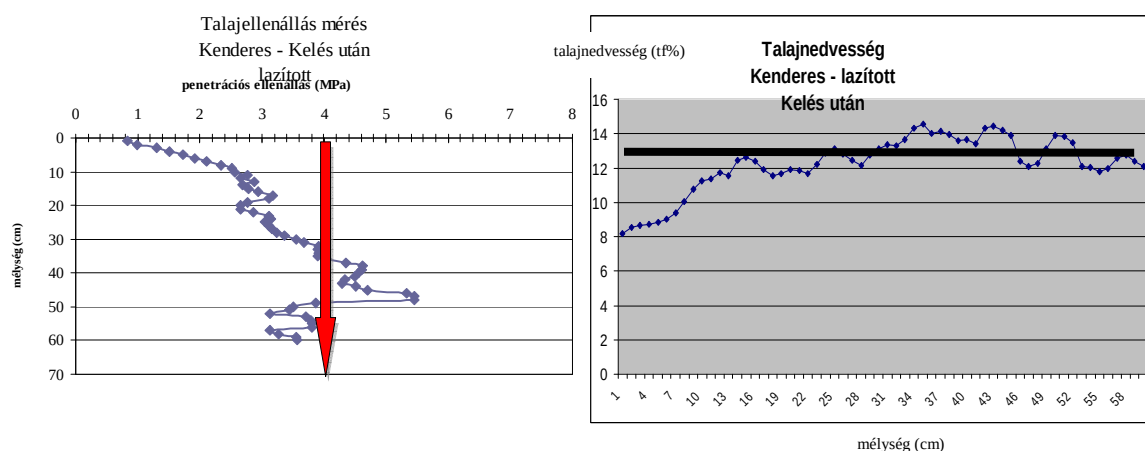
Tavasszal a tél jótékony hatására csak 60 cm-es mélységben található tömör réteg, a felsőbb rétegekben laza szerkezetű talaj volt. Talajnedvesség szempontjából pedig 40 cm-es mélységtől található meg a növény számára felvehető víz mennyiség (11. ábra).



11. ábra: Talajellenállás és talajnedvesség vizsgálatok vetés előtt lazításos kezelésben

Forrás: Saját vizsgálat

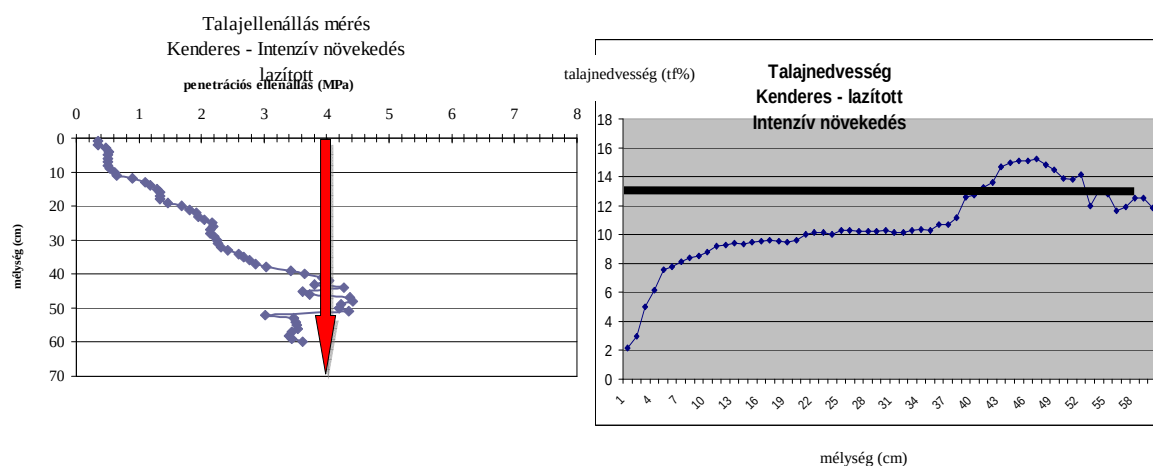
A kukorica kelését követő időszakban a talajellenállás határértékét figyelembe véve (4 MPa) 40 cm-es rétegben található meg a tömörödött réteg. A talaj nedvessége pedig sokkal kiegyensúlyozottabb és a felsőbb rétegekben is nagyobb térfogat%-ban van jelen a víz a talajban (12. ábra).



12. ábra: Talajellenállás és talajnedvesség vizsgálatok kelés után lazításos kezelésben

Forrás: Saját vizsgálat

A penetrációt figyelembe véve az intenzív növekedési szakasz közel hasonló képet mutat az előző időszakban mért adatokhoz, mivel a tömör réteg ekkor is csak a mélyebb rétegben alakult ki. A talajban lévő víz mennyisége pedig mélyebb rétegekbe húzódott (13. ábra).

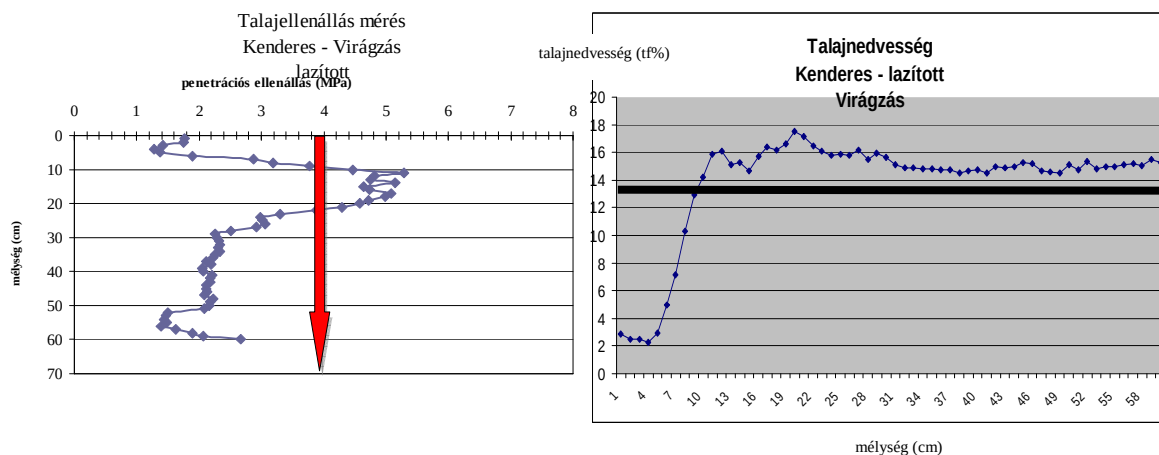


13. ábra: Talajellenállás és talajnedvesség vizsgálatok intenzív növekedés időszakában lazításos kezelésben

Forrás: Saját vizsgálat

A kukorica virágzása alatt 10-20 cm-es mélységben egy tömör réteg alakult ki, de ahogy az ábráról is leolvasható az alatta lévő rétegekben ismét kritikusérték alatti adatokat mértünk. A nyár

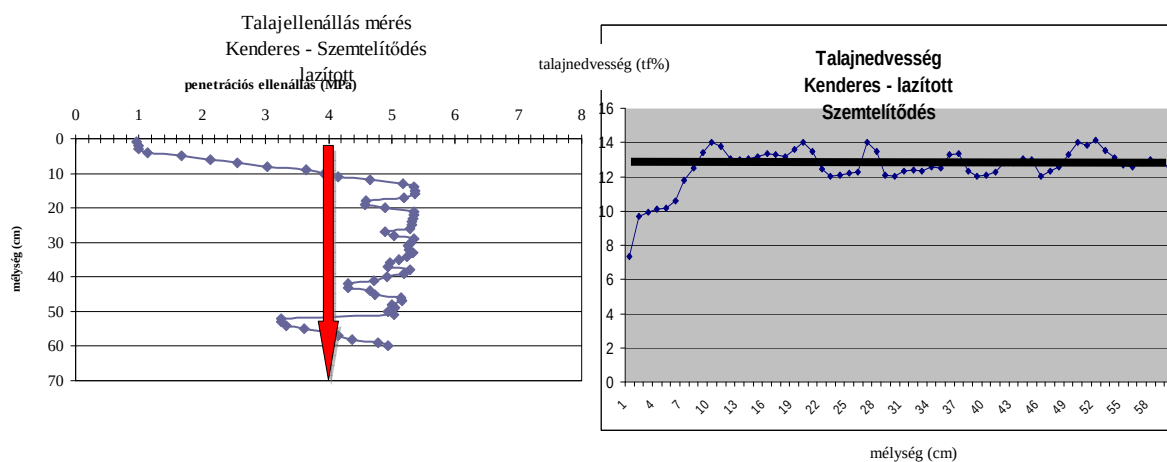
csapadékos mivolta miatt a talaj felső rétegében (10 cm) már a növény számára hasznosítható víz található (14. ábra).



14. ábra: Talajellenállás és talajnedvesség vizsgálatok virágzás időszakában lazításos kezelésben

Forrás: Saját vizsgálat

A talajellenállás a szemtelítődés ideje alatt több tömör réteg is kialakult, ahogy az ábrán is látszik. 15 cm-es mélységtől 50 cm-ig 5 MPa-os nagyságú ellenállást tapasztaltunk. A termőtalaj nedvessége pedig a 1-14 térfogat%-os érték között mozog (15. ábra).



15. ábra: Talajellenállás és talajnedvesség vizsgálatok szemtelítődés időszakában lazításos kezelésben

Forrás: Saját vizsgálat

4.2. Az alapművelés költségének meghatározása

Az alapművelés költségének meghatározásához ki kell számolnunk, hogy mennyibe kerül a lazításos illetve a szántásos technológia alkalmazása során felmerülő ráfordításokat. Először a munkagépek összes közvetlen költségét számoltuk ki külön választva a lazító és az eke költségtételeit (3. táblázat). Az eke bekerülési értéke 6,3 millió Ft, míg a lazítóé 3,4 millió Ft. Mindkét munkagép esetében 10 éves használatot figyelembe véve, az amortizáció éves értéke a lazító esetén 340.000 Ft, addig az eke esetében 630.000 Ft. A munkagépek által megművelt terület nagysága évente lazítás esetén 500 hektár, forgatásos talajművelés alkalmazása során pedig 800 hektár. Az 1 ha-ra vetített amortizáció értékét az 1 évre eső amortizáció értékének és a megművelt területnek a hányadosa, melynek értéke lazítás esetén 680, szántásnál 788 Ft/ha. Amennyiben saját forrásból vásároljuk meg a munkagépeket, akkor a lekötött tőke költség számításához 8%-os kamatlábbal számoltunk. Lazításnál 394 Ft/ha, szántásnál 730 Ft/ha, a munkagép lekötött tőke költsége. A javító és karbantartási munkálatok költségének meghatározásához a kalkulált értékkel számoltunk, amelynek összege szántás esetében 400 Ft hektáronként, míg lazításnál 200 Ft/ha. Mindezeket az értékeket összesítve kaptuk meg az egyes munkagépek összes közvetlen költségét, melynek értéke lazító esetében 1.274 Ft/ha, míg eke használata során hektáronként 1.918 Ft.

3. táblázat: A munkagépek üzemeltetési költségei

MUNKAGÉP /EKE/				
	lazítás		szántás	
bekerülési ár	3 400	e Ft	6 300	e Ft
amortizációs időszak	10	év	10	év
amortizáció	340	e Ft	630	e Ft
megművelt terület	500	hektár	800	hektár
amortizáció (ft/ha)	680	Ft/ha	788	Ft/ha
lekötött tőke költsége	394	Ft/ha	730	Ft/ha
javítás, karbantartás	200	Ft/ha	400	Ft/ha
munkagép összes közvetlen költség	1 274	Ft/ha	1 918	Ft/ha

Forrás: Saját számítás

A munkagépek mellett az erőgépek összes közvetlen költségének meghatározása is fontos tényező. A traktor bekerülési értéke mindkét technológiai változat esteében ugyanannyi (55 millió Ft), mivel a különböző munkagépeket ugyanaz az erőgép fogja húzni. Amortizációs időszaknak a traktor esetében is 10 évre határoztuk meg, így az évente leírható amortizáció értéke 5,5 millió Ft. 3000

hektár terület megművelésére használják az erőgépet évente. A hektáronkénti amortizáció értéke 3 333,33 Ft. A javítási és karbantartási költség 333, 33 Ft. A lekötött tőke költségének meghatározásánál az erőgép esetében 12 %-os piaci kamatlábat vettünk figyelembe, mert ekkora beruházás hitel nélkül nehezen valósítható meg (30% önerővel kalkuláltunk). Mindezeket figyelembe véve a traktornál 2.125 Ft/ha a lekötött tőke költsége (4. táblázat).

A két művelési technikai változat között eltérő az erőgép gázolaj fogyasztása, mivel a szántáshoz több energiára van szükség (12.250 Ft/ha). Lazításnál ez az érték mindössze 5.950 Ft. A traktoros bérköltsége megegyezik a két művelő eszköz használata esetében, ami 600 Ft/ha. Az erőgép összes közvetlen költsége lazítás esetében 12.341 Ft/ha míg a szántás során ez a költség 18.641 Ft/ha (5. táblázat).

4. táblázat: Az erőgép üzemeltetésének költségei

ERŐGÉP /TRAKTOR/				
	lazítás		szántás	
bekerülési érték	55 000	e Ft	55 000	e Ft
amortizációs időszak	10	év	10	év
amortizáció	5 500	e Ft	5 500	e Ft
megművelt terület	3 000	hektár	3 000	hektár
amortizáció (ft/ha)	3 333	Ft/ha	3 333	Ft/ha
javítás, karbantartás	333	Ft/ha	333	Ft/ha
lekötött tőke költsége	2 124	Ft/ha	2 124	Ft/ha
gázolaj	5 950	Ft/ha	12 250	Ft/ha
bér	600	Ft/ha	600	Ft/ha
erőgép összes közvetlen költség	12 341	Ft/ha	18 641	Ft/ha

Forrás: Saját számítás

5. táblázat: Az erőgép üzemeltetésének költsége

ÖSSZESÍTVE				
	lazítás		szántás	
közvetlen költségek	13 616	Ft/ha	20 558	Ft/ha
általános költségek	2 042	Ft/ha	3 084	Ft/ha
összesen	15 658	Ft/ha	23 643	Ft/ha

Forrás: Saját számítás

A közvetlen költségek mellett az általános költségek is meghatározásra kerültek, ami magába foglalja az anyagköltséget, élőmunka ráfordításait, segédüzemági szolgáltatást, befektetett tárgyi eszközök költségeit, illetve az egyéb költségeket. Ezt a közvetlen költség 15%-os arányában határoztuk meg. A közvetlen költség és az általános költség összege az alapművelés költsége. A lazításos technológiai változat összes költsége 15.658Ft hektáronként, ami 7985 (44%) Ft-tal kisebb, mint a szántásos technológia összes költsége melynek értéke 23.643 Ft/ha.

4.3. Ágazati költség-jövedelem vizsgálatok eredménye

4.3.1. Szántásos technológiai változat

A kukorica alá az esetek többségében őszi szántást alkalmazunk. Amennyiben a kukoricát kalászos elővetemény előzte meg és szerves trágyát juttatunk ki a területre annak az aláforgatását szántással szükséges elvégezni. Őszi szántásra alapozott technológiai változat esetében az anyagköltségeken (38,5 %) belül a műtrágya- (45 %), vetőmag- (44%) és a növényvédő szer költség 11 % a számottevőek. Egyéb anyagköltségek (pl. öntözővíz, bálaháló stb.) nem lépnek fel. A gépi munkák költségei (27,8%) is jelentősek. A talajmunkák (kétszeri tárcsázás, szántás, szántáselmunkálás, magágykészítés, kétszeres műtrágyaszórás) 75 %-ot, a vetés 5 %-ot, a növényvédelem 1 %-ot, a betakarítás 15 %-ot, a szállítás 4 %-ot tesz ki az összes segédüzemági költségen belül. Emellett a földbérleti díj (19,9%) és a rezsi (11,9%) számottevőek. A termelési költségek 351,8 ezer Ft/ha-t tettek ki (6-7. táblázat).

A szántásos technológiai változat esetében a hozam 4,3 t/ha. A felvásárlási ár 70 ezer Ft/t. Az árbevétel 301 ezer Ft/ha, a támogatások 56,9 ezer Ft/ha, a termelési érték 357,9 ezer Ft/ha. A termelés összes költsége 251,8 ezer Ft/ha. A költségarányos jövedelmezőség 42,1 %, a költségszint 70 %, önköltség 58,6 Ft/kg. Az egy hektáron képződő jövedelem támogatások figyelembe vételével 106,1 ezer Ft (6. táblázat).

4.3.2. Forgatás nélküli technológiai változat

A talajművelésnek a kialakuló tömör rétegek feltörése is fontos feladata. Az azonos mélységben végzett műveletek hatására kialakul(hat)nak az eke- és tárcsatalp rétegek, amelyek lazítását el kell végeznünk a növényállomány optimális növekedésének biztosítása érdekében. A technológiai hibák mellett egyes talajokban találkozunk genetikai tömörödöttséggel, amikor a talajszelvényben a

mélység növekedésével a talaj ellenállása nő. Ezeken a talajokon is fontos, hogy a lazítást, mélyítő művelést folyamatosan elvégezzük.

A lazításos kukorica termesztési technológia esetében az anyagköltségek aránya az összes költségen belül 35,1 %. Az anyagköltségek között a műtrágya- (50 %), a vetőmag (48 %) és a növényvédő szer költsége (12 %) a számottevőek. A gépi munkák költségei (24,5 %) a talajművelés (62 %), a vetés 6 %, a növényvédelem 2 %, a betakarítás 19 %, és a szállítás 6 % a jelentősebb ráfordítások. A személyi költségek aránya 2 %, az összes közvetlen költségek a termelési költségek 88,1%-át, az általános költségek 11,9 %-át teszik ki (6-7.táblázat).

Lazításos kukorica termesztési technológiai változat esetében a hozam 5.9 t/ha volt. Az árbevétel 413 ezer Ft/ha. A támogatások – az előző technológiai változatokhoz hasonlóan – 56,9 ezer Ft/ha. A termelési érték 469,9 ezer Ft/ha. A költségarányos jövedelmezőség 99,8 %, a költségszint 50 %, az önköltség 39,9 Ft/kg. A jövedelem a támogatások figyelembe vételével 234,8 ezer Ft/ha (5. táblázat).

A világgpiaci tendenciákat figyelembe véve a kukorica értékesítési ára növekedni fog a közeljövőben, amely a piac kiigazodásáig (input árak növekedéséig) rövidtávon a jövedelem további növekedését fogja eredményezni.

A költség jövedelem vizsgálat esetében (7 táblázat) a szántásos technológiai változatot tekintettük 100%-nak és ehhez viszonyítottuk a forgatás nélküli technológiai változatot. A táblázat jól mutatja, hogy az utóbbi 6,6%-kal kedvezőbb termelési költséggel hasznosíthatók. A költségarányos jövedelmezőség szempontjából 137%-kal kedvezőbb értékkel rendelkezik a lazításra alapozott művelési mód.

Az önköltség alakulásában a forgatásos művelésnél 58,6 Ft/kg míg a lazításos esetében 39,9Ft/kg, ami 32%-kal kisebb. 37%-kal nagyobb hozam érhető el a szántásos műveléssel szemben. Ez a hozamtöbblet megmutatkozik az árbevételben is. A támogatás mértéke mindkét technológia esetében megegyezik, melynek értéke 56.900 Ft/ha.

A termelési értéket vizsgálva a lazításnál 31%-kal kedvezőbb eredmény érhető el. A legnagyobb különbség a tevékenységi jövedelemben mutatkozik meg, a lazítás 262%-kal nagyobb a szántáshoz képest. Az 1 hektárban kifejezett jövedelem értéke pedig 121%-kal nagyobb a forgatás nélküli technológiai változat alkalmazása esetén. A fedezeti pont 7%-kal kisebb a forgatás nélküli technológiai változat alkalmazása során.

6. táblázat: A szántásos és lazításos technológiai változatok ágazati költség jövedelem vizsgálata

TERMESZTÉS KÖLTSÉGEI					
	szántás			lazítás	
Megnevezés	Költségek	Megoszlás %	Megnevezés	Költségek	Megoszlás %
anyagköltség	96835	38,5%	anyagköltség	88435	35,1%
műtrágya költség	23800	9,5%	műtrágya költség	35000	13,9%
Yara 16-27-7	23800	9,5%	Yara 16-27-7	23800	9,5%
Nitrosol	19600	7,8%	Nitrosol	11200	4,4%
növényvédőszer	10670,05	4,2%	növényvédőszer	10670	4,2%
vetőmag	42765	17,0%	vetőmag	42765	17,0%
gépi munkák költsége	69973	27,8%	gépi munkák költsége	61698	24,5%
tárcsázás	14000	5,6%	tárcsázás 2x	14000	5,6%
szántás	23642,8	9,4%	lazítás	15658	6,2%
szántáselmunkálás	6300	2,5%	szántáselmunkálás	0	0,0%
magágykészítés	6300	2,5%	magágykészítés	6400	2,5%
műtrágyaszórás 2X	2000	0,8%	műtrágyaszórás 2X	2000	0,8%
vetés	3400	1,4%	vetés	3500	1,4%
növényvédelem	1000	0,4%	növényvédelem	1000	0,4%
sorközművelés	0	0,0%	sorközművelés	3800	1,5%
betakarítás	10750	4,3%	betakarítás	11800	4,7%
szállítás	2580	1,0%	szállítás	3540	1,4%
szárítás	0	0,0%	szárítás	0	0,0%
személyi jellegű költség	5000	2,0%	személyi jellegű költség	5000	2,0%
egyéb költség	50000	19,9%	egyéb költség	50000	19,9%
közvetlen költség	221808	88,1%	közvetlen költség	205133	81,5%
általános költség	30000	11,9%	általános költség	30000	11,9%
termelési költség	251808	100,0%	termelési költség	235133	93,4%
költségarányos jövedelem (%)	42,1%		költségarányos jövedelem (%)	99,8%	
költségszint	70%		költségszint	50%	
önköltség (Ft/kg)	58,6		önköltség (Ft/kg)	39,9	
piaci ár (Ft/ha)	70000		piaci ár (Ft/ha)	70000	
hozam (t/ha)	4,3		hozam (t/ha)	5,9	
árbevétel (Ft/ha)	301000		árbevétel (Ft/ha)	413000	
támogatások (Ft/ha)	56900		támogatások (Ft/ha)	56900	
termelési érték (Ft/ha)	357900		termelési érték (Ft/ha)	469900	
tevékenységi jövedelem (Ft/ha)	49192		tevékenységi jövedelem (Ft/ha)	177867	
jövedelem (Ft/ha)	106092		jövedelem (Ft/ha)	234767	
Fedezeti pont (t/ha)	3,6		Fedezeti pont (t/ha)	3,4	

Forrás: Saját számítás

7. táblázat: A lazításos technológiai változat gazdasági értékelése az őszi szántáshoz viszonyítva

KÖLTSÉG JÖVEDELEM VIZSGÁLAT		
	szántás	lazítás
termelési költség	100,0%	93,4%
költségarányos jövedelem (%)	100%	237%
költségszint	100%	71%
önköltség (Ft/kg)	100%	68%
hozam (t/ha)	100%	137%
árbevétel (Ft/ha)	100%	137%
támogatások (Ft/ha)	100%	100%
termelési érték (Ft/ha)	100%	131%
tevékenységi jövedelem(Ft/ha)	100%	362%
jövedelem (Ft/ha)	100%	221%
Fedezeti pont (t/ha)	100%	93%

Forrás: Saját számítás

4.4. A lazításos technika megtérülésnek eredménye

A lazító bekerülési értéke 3,4 millió Ft. A 8. táblázat mutatja be a különböző szcenáriókat, ahol a forgatás nélküli technológiai változat eltérő területen történő alkalmazását vizsgáljuk. Amennyiben 100 hektáron használjuk minden évben a lazítót, akkor 8%-os piaci kamatlábbal számolva 6 éven belül fog megtérülni. Ha 500 hektáron lazítunk évente, már az első évben megtérül a befektetésünk. Az eredmények részletes számításait az 1. számú melléklet tartalmazza.

A belső megtérülési rátát figyelembe véve 100 hektáros változat esetén 11%. 200-500 ha-os változatok esetében a megtérülési ráta 35-101%.

8. táblázat: A lazításos technológia megtérülésének vizsgálata

		gépi munka költségmegtakarítás	kalkulatív kamatláb		DPP		IRR
100	ha	798,5126487	1,08	739,36356	6	év	11%
200	ha	1597,025297	1,08	1478,7271	3	év	35%
300	ha	2395,537946	1,08	2218,0907	2	év	57%
400	ha	3194,050595	1,08	2957,4543	2	év	79%
500	ha	3992,563243	1,08	3696,8178	1	év	101%

Forrás: Saját számítás

5.KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

- Az általunk vizsgált két talajművelési változat közül a nedvességtakarékos (lazításos) alapművelés 37 %-kal (1,6 t/ha) nagyobb termést eredményezett.
- A lazításos technológia árbevétele 37 %-kal, termelési értéke 31 %-kal, jövedelme 123 %-kal haladta meg az őszi szántás értékeit.
- A lazító beruházás megtérülési számításai során kedvező képet kaptunk a megtérülési idők vizsgálatánál. Amennyiben 100 hektárt lazítunk meg a következő 10 évben évenként 6 év múlva, 200 hektárnál 3 év múlva, 300-400 hektár lazításnál 2 év múlva, 500 hektár lazításánál 1 év múlva fog megtérülni a munkagép.
- 8 %-os piaci kamatláb figyelembe vételével a belső megtérülési ráta (IRR) kedvezően alakulnak mind az öt scenárióban (10-97 %). Évente 100 hektár meglazítása esetén a beruházás feltételesen támogatható (IRR: 10 %), a többi beruházási változatban kedvezőek a belső kamatlábak (IRR: 33-97 %), így a beruházás támogatandó.

ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarország legnagyobb természeti kincse a mezőgazdasági termelésre való képesség. Ami a teljes gazdasági élet egyik legfontosabb meghatározó tényezője. Az iparszerű mezőgazdálkodás idején jónéhány ártalmas folyamat indult meg, amelyek megszüntetése, illetve megelőzése során a legfontosabb feladat az ésszerű talajhasználat kialakítása volt. Mérések igazolják a forgatás nélküli talajművelés kedvezőbb nedvességmegőrző tulajdonságát, a hagyományos - ekére alapozott - művelési móddal szemben. A talaj nedvességtartalékával való takarékoskodás szempontjából a talajelőkészítést és a vetést egy menetben történő direktvetés mutatta a legkedvezőbb képet.

Az alternatív talajművelési rendszereknek a termőhely ökológiai viszonyainak figyelembe vétele mellett gazdaságos termelést kell biztosítaniuk. Ezáltal az ökológiai és ökonómiai szempontból legkedvezőbbben termesztendő növényeket kell az adott termőhely vetésszerkezetébe bevonni. Mindezen törekvések – takarékos és kímélő módszerek alkalmazása – úgy kell megvalósítani, hogy a növénytermesztési tevékenység kockázatát csökkentsék.

Vizsgálatainkat a Jász-Nagykun-Szolnok megyében található mintaterületen, Kenderes határában végeztük. A kísérlet talajtípusa réti-csernozjom, ahol 2011-ben talajmintavételezés és bővített talajvizsgálat történt. A tenyészidőszak során talajellenállás és talajnedvesség méréseket végeztünk több alkalommal (alpművelés után, vetés előtt, kelés után, intenzív növekedésben, virágzásban és a szemtelítődés időszakában).

A vizsgált kísérleti parcellákra elkészítettük az ágazati költség-jövedelem vizsgálatokat. A költségek részletes számbavétele mellett kalkuláltunk az árbevétellel és a támogatásokkal, valamint meghatároztuk a legfontosabb gazdasági mutatókat (költségarányos jövedelmezőség, költség szint, önköltség, fedezeti pont stb.). A szántásos és lazításos technológia változat alpművelési költségéből származó megtakarítás meghatározását követően beruházás megtérülési vizsgálatokat végeztünk.

Az általunk vizsgált két talajművelési változat közül a nedvességtakarékos (lazításos) alpművelés 37 %-kal (1,6 t/ha) nagyobb termést eredményezett. A lazító beruházás megtérülési számításai során kedvező képet kaptunk a megtérülési idők vizsgálatánál. Amennyiben 100 hektárt lazítunk meg a következő 10 évben 6 év múlva térül meg, 200 hektárnál 3 év múlva, 300-400 hektár lazításnál 2 év múlva, 500 hektár lazításánál 1 év múlva fog megtérülni a munkagép.

SZAKIRODALOMI JEGYZÉK

- BÉHM, I. (1993): Vállalkozások megítélésének módszerei, Novorg Kft, Budapest
- BIRKÁS, M. (1987): A talajművelés minőségét befolyásoló agronómiai tényezők vizsgálata. Kandidátusi értekezés, Gödöllő
- BIRKÁS, M. (1993): Talajművelés. In: Földműveléstan (Szerk. Nyiri L.). Mezőgazda Kiadó. Budapest. 96-191.
- BIRKÁS, M. (1995a): A hagyományos talajművelés hatásai a talajra. IN: Birkás M. Energiatakarékos, talajvédő és kímélő talajművelés. GATE KTI. Egy. Jegyzet. 14-18. 72-73.
- BIRKÁS, M. (1995b): A talajművelés minőségi szempontjai. In: Földművelési praktikum. Szerk. VINCZE M. Gödöllő. 114-118.
- BIRKÁS, M. - GYURICZA, CS. (2004): A talajhasználat és a klimatikus hatások kapcsolata In: Talajhasználat műveléshatás talajnedvesség (szerk: Birkás M és Gyuricza Cs) Quality-Press Nyomda & Kiadó kft 13-15.
- BIRKÁS, M. (2006): A művelési hibák okai, következményei és enyhítésük In: környezetkímélő alkalmazkodó talajművelés (szerk Birkás M) Akaprint nyomdaipari Kft 11-19
- BÍRÓ T. – PUCSEK J. – SZTANÓ I. (1997): A vállalkozások tevékenységének komplex elemzése, Perfekt, Budapest
- BUZÁS, I. (1988): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1. Fizikai, vízgazdálkodási és ásványtani talajvizsgálati módszerek. 37-41. INDA 4231 Kiadó, Budapest.
- BUZÁS I. (1993): Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1. INDA 4231 Kiadó. Budapest.
- CHAMPBELL, D. J. - O`SULLIVAN, M. F. (1991): The cone penetrometer in relation to trafficability, compaction, and tillage. Soil Analysis (Physical Methods) ed: K. A. Smith, C.E. Mullis. 399-429.
- CSERHÁTI, S. (1905): Általános és különleges növénytermelés. Nirtsmann József Könyvkiadója, Győr.
- FARKAS, CS. – GYURICZA, CS. (2006): A talaj szerkezete és állapota In:Földművelés és földhasználat (szerk:Birkás M) Mezőgazda Kiadó, Budapest 49, 50-51.
- FERENCZ, G. (1997): Relation of soil consistency to agricultural land use. In: Land use and soil management. Szerk: Filep, Gy., Debrecen, 208-215.
- HAKANSSON, L. – VOORHEES, W. B. (1997): Soil compection. In: Methods for assessment of soli degradation (Ed. Lal, R.-Blum, W.H.-Valentine, C.-Stewart, B.A.) CRC Press. New York. 167-179.
- KÉZDI, Á. (1961): Talajmechanikai praktikum. Tankönyvkiadó, Budapest, 145

- KOCSIS, I. - DARÓCZI, S. - CZINKÓCZKY, M. - NAGY, J. (1992): Nedvességmérős penetrométer gyepen. In: Természetes állattartás. 2. tudományos és termelési tanácskozás. Szerk: Vinczeffy I., Debrecen, 75-84.
- KOOLEN, A. J. – KUIPERS, H. (1983): Agricultural soil mechanics. Springer- Verlag. Berlin. 356.
- KREYTMAYR, J. TH. DIEZ – H. WEIGELT (1989): Anbauverfahren Horsch exakt geprüft. DLG-Mitteilungen, 2. 58.
- LINKE, C. (1996): Bestellkosten im Vergleich. Direktstaat 96/3 12-13.
- MACARIOLA, N. R. – WOODHEAD, T. (1994): Soil penetration resistance. In: Soil physical properties in rice- based cropping systems. Szerk. WOPEREIS, M. – KROPFF, M. IRRI. Philipines. 59-64.
- NÁBRÁDI A. – FELFÖLDI, J. (2007): A mezőgazdasági vállalkozások eredményének mérése, In: Üzemtan I. (Szerk: Nábrádi A. – Pupos T.- Takácsné Gy.K.), DE AMTC AVK 2007
- NAGY, J. (2007): Kukoricatermesztés. Akadémia Kiadó, Budapest
- NJOS, A. (1983): Variability in soil structure and inconsistency in soil tillage terminology. Soil Till. Res. 3. 1-2.
- PIGEON, J. D. – SOANE, B. D. (1977): Effects of tillage and direct drilling on soil properties during the growing season in a long term baley mono- culture system. J. Agricultural Sci. 88. 432-442
- RAJKAI, K. (2004): A víz mennyisége, eloszlása és áramlása a talajban. MTA TAKI, Budapest.
- RÁTONYI, T. – MEGYES, A. – SULYOK, D. (2003): A talajállapot és talajművelés összefüggései kukoricatermesztésben. 50 éves a magyar hibridkukorica, Jubileumi emlékülés, Martonvásárhely
- RÁTONYI, T. (1999): A talaj fizikai állapotának penetrométeres vizsgálata talajművelési tartamkísérletben. Doktori (Ph.D) értekezés, Debrecen
- RENGER, M. (1970): Cit. Canarache 1991.
- RUSZÁNYI, L., LESZNYÁK, M-NÉ. (2002): A talajnedvesség idő- és térbeni változása és a ható tényezők értékelése. Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumában. Növénytermesztés. (szerk. Jávör A., Sárvári M.), pp. 123-131.
- SAMUELSON P. A. – NORDHAUS, W. D. (1992): Közgazdaságtan, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
- SANCHEZ, H. A. (1990): Comparison of soil physical properties developed by four tillage system on chalmers silty clay loam soil. PhD. dolgozat. Purdue University West Lafayette, Indiana. 106.
- SIEG, R. (1984): Ein neuus Bodenbearbeitungsgerat – Schweiz, Lnadtech., Brugg. 46.3. 136-137.
- STEFANOVITS, P. (1996): A talajvédelmi szemlélet globális és regionális módosulása. A termőföld védelme Konf. 1996. 09. 05. 3-10.

- SULYOK, D. (2005): Az alternatív talajművelési rendszerek eredményességének vizsgálata, Doktori (Ph.D) értekezés, Debrecen
- TAKÁCS, F. (1990): Nedvességmérővel kombinált penetrométerrel történő tömődöttségmérés tapasztalatai. Szakdolgozat. DATE Víz- és Környezetgazdálkodási Kar Szarvas. 43.
- TOPP, G. C., DAVIS, J. L. (1985): Measurement of soil water content using time-domain reflectometry (TDR): a field evaluation. Soil Sci. Soc. Am. J., 49 19-24. p.
- VÁRALLYAY, GY. (1997): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. Tiszántúli Mezőgazdasági Napok: "A Debreceni Agrártudományi Egyetem a Tiszántúl
- VÁRALLYAY, GY. et al., (1979): A pF görbék matematikai leírása. Agrokémia és Talajtan. 28. 15-38.

Online:

Internet1: <http://www.amitytech.com/compaction/overview>

Internet2: <http://maps.google.hu/maps?hl=hu&tab=wl>

MELLÉKLET

1. számú melléklet

100 ha											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
jövedelemtöbblet	799	799	799	799	799	799	799	799	799	799	
kalkulatív kamatláb	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
diszkontráta	1,08	1,1664	1,259712	1,360489	1,469328077	1,586874	1,713824	1,85093	1,999005	2,158925	
NPV	739,36356	684,5958922	633,8850854	586,93063	543,4542913	503,1984					3691,428
200 ha											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
jövedelemtöbblet	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	
kalkulatív kamatláb	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
diszkontráta	1,08	1,1664	1,259712	1,360489	1,469328077	1,586874	1,713824	1,85093	1,999005	2,158925	
NPV	1478,7271	1369,191784	1267,770171								4115,689
300 ha											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
jövedelemtöbblet	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	
kalkulatív kamatláb	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
diszkontráta	1,08	1,1664	1,259712	1,360489	1,469328077	1,586874	1,713824	1,85093	1,999005	2,158925	
NPV	2218,0907	2053,787677									4271,878
400 ha											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
jövedelemtöbblet	3194	3194	3194	3194	3194	3194	3194	3194	3194	3194	
kalkulatív kamatláb	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
diszkontráta	1,08	1,1664	1,259712	1,360489	1,469328077	1,586874	1,713824	1,85093	1,999005	2,158925	
NPV	2957,4543	2738,383569									5695,838
500 ha											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
jövedelemtöbblet	3993	3993	3993	3993	3993	3993	3993	3993	3993	3993	
kalkulatív kamatláb	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
diszkontráta	1,08	1,1664	1,259712	1,360489	1,469328077	1,586874	1,713824	1,85093	1,999005	2,158925	
NPV	3696,8178				2						3696,818

2. számú melléklet

100 ha	2012.01.01	2013.01.01	2014.01.01	2015.01.01	2016.01.01	2017.01.01	2018.01.01	2019.01.01	2020.01.01	2021.01.01	2022.01.01	
jövedelemtöbblet		799	799	799	799	799	799	799	799	799	799	
kalkulatív kamatlámb		1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
diszkontráta		1,08	1,1664	1,259712	1,36048896	1,469328077	1,586874323	1,713824269	1,85093021	1,999004627	2,158924997	
NPV	-3400	739,36356	684,5958922	633,8850854	586,9306346	543,4542913	503,1984179	465,924461	431,411538	399,4551277	369,865859	1958,085
200 ha	2012.01.01	2013.01.01	2014.01.01	2015.01.01	2016.01.01	2017.01.01	2018.01.01	2019.01.01	2020.01.01	2021.01.01	2022.01.01	
jövedelemtöbblet		1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	1597	
kalkulatív kamatlámb		1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
diszkontráta		1,08	1,1664	1,259712	1,36048896	1,469328077	1,586874323	1,713824269	1,85093021	1,999004627	2,158924997	
NPV	-3400	1478,7271	1369,191784	1267,770171	1173,861269	1086,908583	1006,396836	931,848922	862,823076	798,9102555	739,731718	7316,17
300 ha	2012.01.01	2013.01.01	2014.01.01	2015.01.01	2016.01.01	2017.01.01	2018.01.01	2019.01.01	2020.01.01	2021.01.01	2022.01.01	
jövedelemtöbblet		2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	
kalkulatív kamatlámb		1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
diszkontráta		1,08	1,1664	1,259712	1,36048896	1,469328077	1,586874323	1,713824269	1,85093021	1,999004627	2,158924997	
NPV	-3400	2218,0907	2053,787677	1901,655256	1760,791904	1630,362874	1509,595254	1397,773383	1294,23461	1198,365383	1109,597577	12674,25
400 ha	2012.01.01	2013.01.01	2014.01.01	2015.01.01	2016.01.01	2017.01.01	2018.01.01	2019.01.01	2020.01.01	2021.01.01	2022.01.01	
jövedelemtöbblet		3194	3194	3194	3194	3194	3194	3194	3194	3194	3194	
kalkulatív kamatlámb		1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
diszkontráta		1,08	1,1664	1,259712	1,36048896	1,469328077	1,586874323	1,713824269	1,85093021	1,999004627	2,158924997	
NPV	-3400	2957,4543	2738,383569	2535,540341	2347,722538	2173,817165	2012,793671	1863,697844	1725,64615	1597,820511	1479,463436	18032,34
500 ha	2012.01.01	2013.01.01	2014.01.01	2015.01.01	2016.01.01	2017.01.01	2018.01.01	2019.01.01	2020.01.01	2021.01.01	2022.01.01	
jövedelemtöbblet		3993	3993	3993	3993	3993	3993	3993	3993	3993	3993	
kalkulatív kamatlámb		1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
diszkontráta		1,08	1,1664	1,259712	1,36048896	1,469328077	1,586874323	1,713824269	1,85093021	1,999004627	2,158924997	
NPV	-3400	3696,8178	3422,979461	3169,425427	2934,653173	2717,371456	2515,992089	2329,622305	2157,05769	1997,275639	1849,329295	23390,42

